



Liikenne- ja  
viestintäministeriö

# Ilmastonmuutoksen hillinnän toimenpide- kokonaisuudet liikennesektorilla vuoteen 2050

Baseline-kehitys, Urbaani syke vai  
Runsaudensarvi?

## Liikenne- ja viestintäministeriön

### toiminta-ajatus

Liikenne- ja viestintäministeriö edistää yhteiskunnan toimivuutta ja väestön hyvinvointia huolehtimalla siitä, että kansalaisten ja elinkeinoelämän käytössä on laadukkaat, turvalliset ja edulliset liikenne- ja viestintäyhteydet sekä alan yrityksillä kilpailukykyiset toimintamahdollisuudet.

### visio

Suomi on eturivin maa liikenteen ja viestinnän laadussa, tehokkuudessa ja kansainvälisessä osaamisessa.

### arvot

Rohkeus

Oikeudenmukaisuus

Yhteistyö



Julkaisun nimi Ilmastomuutoksen hillinnän toimenpidekokonaisuudet liikennesektorilla vuoteen 2050. Baseline-kehitys, Urbaani syke vai Runsaudensarvi?	
Tekijät Anu Tuominen, Tuuli Järvi, Irmeli Wahlgren & Kari Mäkelä, VTT Petri Tapio & Vilja Varho, Tulevaisuuden tutkimuskeskus, Turun yliopisto	
Toimeksiantaja ja asettamispäivämäärä Liikenne- ja viestintäministeriö	
Julkaisusarjan nimi ja numero  Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisu 15/2012	ISSN (verkkojulkaisu) 1795-4045 ISBN (verkkojulkaisu) 978-952-243-316-9 URN <a href="http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-243-316-9">http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-243-316-9</a> HARE-numero
Asiasanat Ilmastomuutos, toimenpidekokonaisuudet, visiot, Baseline-kehitys.	
Yhteyshenkilö Saara Jääskeläinen	
Muut tiedot	
Tiivistelmä Liikennesektorille kohdistetut kasvihuonekaasupäästöjen vähennystavoitteet ovat hyvin haastavia. Tämän vuoksi on tärkeää pohtia ja arvioida minkälaisia mahdollisia, todennäköisiä ja toivottavia liikenteen tulevaisuuskuvia asetetut tavoitteet edellyttävät ja edelleen, millaisilla liikenteeseen kohdistuvilla toimilla ja toimenpidekokonaisuuksilla asetetut tavoitteet ja olisivat saavutettavissa. Sektoritutkimuksen ilmastopolitiikkaa tukevan tutkimuskokonaisuuden (SETUILMU) ILARI projektissa (2010-2012) laadittiin Suomen liikenteen hiilidioksidipäästöjen kehityksen uusi Baseline-ennuste sekä hiilidioksidipäästöjen kahdeksan tulevaisuuden visiota asiantuntijoiden delfoi-tutkimukseen sekä lukiolaisnuorten esseisiin ja kyselyyn perustuen. Työssä kehitettiin menetelmä ilmastomuutoksen hillinnän toimenpidekokonaisuuksien laatimiseksi sekä arvioitiin mahdollisten toimenpidekokonaisuuksien potentiaalia kahden tulevaisuuden vision (Urbaani syke ja Runsaudensarvi) saavuttamisessa. Työn pääasiallisena tarkoituksena oli luoda mahdollisia tulevaisuuden suuntia, ei luoda tarkkoja ennusteita. Tulosten perusteella voidaan kuitenkin päätellä, että mahdollisuudet pitkän aikavälin CO <sub>2</sub> -tavoitteiden saavuttamiselle ovat olemassa, tosin tavoitteiden saavuttaminen vaatii merkittäviä investointeja. Visioinnin ja laskennallisen vaikutusarvioinnin yhdistäminen onnistui ILARI-projektissa hyvin ja tuotti lopputuloksena uudenlaisen menetelmäkokonaisuuden, jota on mahdollista hyödyntää erilaisissa tulevaisuuden hankkeissa ja eri sektoreilla. Pitkän aikavälin vaikutusarvioinneissa tunnistettiin myös monia haasteita, jotka vaativat systemaattista kehitystyötä.	



Publiceringsdatum  
18.9.2012

Publikation

Åtgärdspaket för att minska klimatförändringarna från trafiken i Finland till år 2050. Baseline-scenario, Urban puls eller Ymnighetshorn?

Författare

Anu Tuominen, Tuuli Järvi, Irmeli Wahlgren & Kari Mäkelä, VTT  
Petri Tapio & Vilja Varho, Institutet för Framtidsforskning, Åbo universitet

Tillsatt av och datum

Kommunikationsministeriet

Publikationsseriens namn och nummer

Kommunikationsministeriets  
publikationer 15/2012

ISSN (webbpublikation) 1795-4045  
ISBN (webbpublikation) 978-952-243-316-9  
URN <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-243-316-9>  
HARE-nummer

Ämnesord

Klimatförändringar, åtgärdspaket, visioner, Baseline-scenario.

Kontaktperson

Saara Jääskeläinen

Rapportens språk

Finska

Övriga uppgifter

Sammandrag

Minskningmål för trafikbranschens utsläpp av växthusgaser är mycket utmanande. Det är därför viktigt att undersöka och bedöma vilken typ av möjliga, sannolika och önskvärda framtidsvisioner de satta mål kräver och dessutom vilken typ av åtgärder och åtgärdspaket behövs för att uppnå målen.

ILARI projektet (2010-2012) lanserades som en del av sektorsforskningens program av klimatpolitiken (SETUILLMU). Projektet producerade ett nytt Baseline-scenario samt åtta framtidsvisioner av CO<sub>2</sub> utsläppen från trafiken i Finland till år 2050. De visionerna grunder sig på synpunkter av trafikexperter och gymnasister. Projektet utvecklade en metod för beredningen av åtgärdspaket för att minska klimatförändringarna och bedömde potentialen av de valda paketen för att uppnå två olika framtid, presenterades av visioner Urban puls och Ymnighetshorn.

Det huvudsakliga syftet av projektet var att loda möjliga inriktningar för framtiden, inte att skapa numeriska prognoser. Baserat på projektets resultat kan man dock konkludera att de långsiktiga CO<sub>2</sub>-mål kan uppnås i trafikbranschen, men de kräver betydande investeringar. Sammanställning av framtidsvisioner och kvantitativa konsekvensbedömningar lyckades bra i ILARI projektet och producerade som ett slutresultat en ny metodhelhet, som kan användas i olika framtidens projekt och i olika sektorer. Inom de långsiktiga konsekvensbedömningar identifierade man också många problem och utmaningar som kräver systematiskt forsknings- och utvecklingsarbete i framtiden.

Date  
18 September 2012

Title of publication  
Transport sector policy packages for climate change mitigation in Finland up to the year 2050. Baseline-scenario, Urban beat or Cornucopia?

Author(s)  
Anu Tuominen, Tuuli Järvi, Irmeli Wahlgren & Kari Mäkelä,  
VTT Technical Research Centre of Finland  
Petri Tapio & Vilja Varho, Finland Futures Research Centre, University of Turku

Commissioned by, date  
Ministry of Transport and Communications

Publication series and number

Publications of the Ministry of  
Transport and Communications  
15/2012

ISSN (online) 1795-4045  
ISBN (online) 978-952-243-316-9  
URN <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-243-316-9>  
Reference number

Keywords  
Climate change, policy packages, visions, Baseline-scenario.

Contact person  
Saara Jääskeläinen

Language of the report  
Finnish

Other information

Abstract

Transport sector greenhouse gas emission reduction targets are very challenging. It is therefore important to consider and assess what kind of possible, probable and desirable visions of the future the targets set call for and further, what kind of policy measures and policy packages are needed to meet the targets.

The ILARI project (2010-2012) was launched as a part of sectoral research programme in support of climate policy (SETUILMU). The project produced a new baseline scenario as well as eight visions of the future on CO<sub>2</sub> emissions of transport in Finland up to the year 2050. The visions are based on the views of transport experts and high school students. The project developed a method for preparing policy packages for climate change mitigation and assessed the potential of selected policy packages in achieving the futures set by two of the visions (Urban beat and Cornucopia).

The main purpose of the project was to sound out possible future directions, not to create accurate forecasts. Based on the results one can, however, conclude that the long-term CO<sub>2</sub> targets are achievable at the transport sector, but they require significant investments. Combining envisioning and quantitative impact assessments worked out well in the ILARI project. As a final result a new integrated method was developed to be used in a variety of future projects and in different sectors. The long-term impact assessments also revealed many problems and challenges which require systematic future research and development.

## Sisällysluettelo

Esipuhe .....	2
1. Johdanto .....	3
1.1 Tausta .....	3
1.2 Raportin sisältö .....	4
2. Menetelmä .....	5
2.1 Baseline-kehitys .....	6
2.2 Visiot ja skenaariopolut .....	9
2.3 Potentiaalisten toimenpiteiden tunnistaminen .....	10
2.4 Toimenpidekokonaisuudet .....	11
2.4.1 Kirjallisuus .....	11
2.4.2 Työpaja .....	12
2.4.3 Toimenpidekokonaisuuksien muodostaminen ja kuvaus .....	12
2.4.4 Toimenpidekokonaisuuksien vaikutusten arviointi .....	12
3. Kolme visiota ja skenaariopolkua .....	14
3.1 Urbaani Syke .....	14
3.2 Runsaudensarvi .....	14
3.3 Kehittyvä kohtuutalous .....	16
4. Visiolähtöiset toimenpidekokonaisuudet .....	18
4.1 Valitut toimenpiteet .....	18
4.2 Toimenpidekokonaisuudet - Urbaani Syke .....	18
4.2.1 Maankäytön toimet: yhdyskuntarakenteen kehittäminen .....	19
4.2.2 Kaupunkiseutujen joukkoliikenteen kehittäminen .....	22
4.2.3 Henkilöliikenteen energiatehokkaat pitkät matkat .....	24
4.2.4 Hinnoittelu: valtakunnallinen kilometrimaksu .....	26
4.2.5 Vähäpäästöiset ajoneuvot .....	28
4.2.6 Uudet kuljetuskonseptit .....	31
4.2.7 Raideinfrastruktuurin tehokas kehittäminen ja kunnossapito .....	32
4.2.8 Toimenpidekokonaisuuksien yhteisvaikutukset .....	34
4.3 Toimenpidekokonaisuudet - Runsaudensarvi .....	35
4.3.1 Vähäpäästöiset ajoneuvot .....	36
4.3.2 Älykkäät ja kompaktit kuljetuskonseptit .....	37
4.3.3 Uudet teknologiat ja palvelukonseptit .....	39
4.3.4 Tieinfrastruktuurin tehokas kehittäminen ja kunnossapito .....	40
4.3.5 Toimenpidekokonaisuuksien yhteisvaikutukset .....	41
5. Pohdinta .....	44
5.1 Yhteenveto .....	44
5.2 Päätelmät .....	45
6. Lähteet .....	47
Liite 1 Ajoitustarkastelut .....	50
Liite 2 Toimenpiteiden yhteisvaikutukset .....	53
Liite 3 Toimenpiteiden kuvaukset ja päästövähennyspotentiaalit .....	55

## Esipuhe

Liikenteen kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen on ajankohtaista juuri nyt. EU-lainsäädännön mukaan liikenteen päästöjä on leikattava osana ns. ei-päästökauppa-sektorin päästöjä 16 % vuoden 2005 tasosta vuoteen 2020 mennessä. Pitemmällä aikavälillä tavoitteet tiukkenevat entisestään. Tavoitteena ovat 60 tai jopa 80 % päästövähennykset myös liikennesektorilla. Jotta näin kunnianhimoisiin päästövähennystavoitteisiin päästäisiin, päästöjen vähentämisen toimenpiteet on tunnistettava ja linjattava riittävän ajoissa.

Vuonna 2010 käynnistettiin osana Sektoritutkimuksen neuvottelukunnan ilmastonmuutoksen tutkimusohjelmakokonaisuutta (SETUILMU) projekti "Ilmastonmuutoksen hillinnän toimenpiteiden vaikutusten ja vaikuttavuuden arviointi liikennesektorilla" (ILARI). Työn tavoitteena oli selvittää vaihtoehtoisten toimenpidekokonaisuuksien vaikutukset ja vaikuttavuus ilmastostrategian mukaisissa tavoitetilanteissa vuosina 2020 ja 2050 liikennesektorilla. Menetelmällisenä tavoitteena oli tutkia erilaisten ohjauskeinojen vaikutusten arvioinnin ja ennakoinnin menetelmien potentiaalia toisiaan täydentävinä elementteinä.

ILARI-projekti toteutettiin osana VTT:n koordinoimaa TransEco-tutkimusohjelmaa. Hankkeen toteuttamiseen osallistivat Anu Tuominen, Tuuli Järvi, Irmeli Wahlgren ja Kari Mäkelä VTT:ltä sekä Petri Tapio ja Vilja Varho Turun yliopiston Tulevaisuuden tutkimuskeskuksesta. Hankkeelle perustettiin ohjausryhmä, jonka jäseninä olivat tutkijoiden lisäksi Saara Jääskeläinen liikenne- ja viestintäministeriöstä, Risto Kuusisto ympäristöministeriöstä, Erkki Eskola ja Bettina Lemström työ- ja elinkeinoministeriöstä, Leo Parkkonen valtiovarainministeriöstä, Sirkka Heinonen Tulevaisuuden tutkimuskeskuksesta ja Nils-Olof Nylund VTT:ltä.

Ohjausryhmä toivoo, että projektin loppuraportti käynnistäisi ja omalta osaltaan vaikuttaisi siihen keskusteluun, jota Suomessa käydään pitkän aikavälin ilmastotavoitteisiin liittyen.



Saara Jääskeläinen

ILARI-ohjausryhmän puheenjohtaja

## 1. Johdanto

### 1.1 Tausta

Vuonna 2011 Suomen kotimaan liikenteen kasvihuonekaasupäästöt olivat noin 13,2 miljoonaa tonnia hiilidioksidiekvivalenttia (CO<sub>2</sub> ekv.) eli noin 20 % maan kaikista kasvihuonekaasupäästöistä (Tilastokeskuksen ennakkotieto, 26.4.2012).

Liikenne- ja viestintäministeriön hallinnonala on sitoutunut Euroopan unionin yhteisiin kasvihuonekaasupäästöjen vähentämistavoitteisiin. Tavoitteiden mukaan Suomen tulee vähentää liikenteen ja muiden ei-päästökauppasektoriin kuuluvien sektoreiden kasvihuonekaasupäästöjä 16 % vuoden 2005 tasosta vuoteen 2020 mennessä. Suomessa Pääministeri Matti Vanhasen II hallituksen hyväksymä pitkän aikavälin ilmasto- ja energiasstrategia (Valtioneuvosto 2008) asetti liikenteelle 15 % päästövähennystavoitteen samalle aikavälille. Tämä tarkoittaa, että liikenteen kasvihuonekaasupäästöt saavat vuonna 2020 olla korkeintaan n. 11,4 miljoonaa tonnia (CO<sub>2</sub> ekv.) (LVM 2009). Hallituksen ilmasto- ja energiapolitisessa tulevaisuusselonteossa taas asetettiin tavoitteeksi vähentää koko Suomen kasvihuonekaasupäästöjä 80 % vuoden 1990 tasosta vuoteen 2050 mennessä (Valtioneuvosto 2009).

Euroopan komission liikenteen Valkoinen kirja "Kohti kilpailukykyistä ja resurssitehokasta liikennejärjestelmää" (2011) nostaa liikenteen kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisen keskeisimmäksi liikenteen tulevaisuuden haasteeksi. EU:n liikennesektorille on asetettu vuodelle 2050 kasvihuonekaasupäästöjen 60 % vähennystavoite vuoteen 1990 verrattuna. Velvoitteen taakanjaosta ei ole vielä sovittu jäsenmaiden kesken, mutta 60 % velvoite tarkoittaisi Suomelle liikenteen kasvihuonekaasupäästöjen vähentämistä n. 5. miljoonan tonnin (CO<sub>2</sub> ekv.) tasolle vuoteen 2050 mennessä.

Edellä kuvatut vähennystavoitteet ovat hyvin haastavia. Tämän vuoksi onkin tärkeää pohtia ja arvioida minkälaisia mahdollisia, todennäköisiä ja toivottavia liikenteen tulevaisuuskuvia asetetut tavoitteet edellyttävät ja edelleen, millaisilla liikenteeseen kohdistuvilla toimilla ja toimenpidekokonaisuuksilla asetetut tavoitteet ja olisivat saavutettavissa. Toimenpiteiden tunnistamiseen ja vaikutusten arviointiin tarvitaan kokoelma erilaisia menetelmiä.

Sektoritutkimuksen ilmastopolitiikkaa tukevan tutkimuskokonaisuuden (SETUILMU) ja VTT:n TransEco-tutkimusohjelman yhteisessä ILARI -projektissa (2010-2012) on arvioitu erilaisten ilmastomuutoksen hillinnän toimenpiteiden vaikutuksia ja vaikuttavuutta liikennesektorilla. Työllä oli kolme politiikkatavoitetta:

- tunnistaa erilaisia liikennejärjestelmän tulevaisuuskuvia (visioita) ilmastovelvoitteiden tavoitevuodelle 2050
- arvioida ja kuvata minkälaiset liikenteen toimenpidekokonaisuudet edistäisivät parhaiten ilmastotavoitteiden saavuttamista ja mitkä olisivat kokonaisuuksien vaikutukset kasvihuonekaasujen määrään
- luoda kaksi painotuksiltaan erilaista skenaariota toimenpidepolkuineen nykyhetkestä tavoitetilanteeseen.

Työn neljäntenä, teoreettisena tavoitteena oli tutkia erilaisten kvantitatiivisten toimenpiteiden vaikutusten arvioinnin menetelmien ja ennakoinnin menetelmien (mm. skenaarit) potentiaalia toisiaan täydentävinä elementteinä ilmastotavoitteiden saavuttamisen arvioinnissa liikennesektorilla ja tämän perusteella kehittää menetelmä tukemaan politiikkatavoitteiden toteuttamista.

Yleisesti tulevaisuuden ennakoinnilla tarkoitetaan yhtä tulevaisuudentutkimuksen osaa, jolla on erityisen konkreettinen tavoite strategisen päätöksenteon tukemisessa. Enna-



koinnin tehtävänä on hälventää epävarmuutta ja auttaa uhkiin varautumisessa sekä mahdollisuuksien tunnistamisessa. Ennakointi auttaa yritystä, organisaatiota tai jopa kokonaista yhteiskunnan sektoria vastaamaan kysymykseen, miten pärjäämme muuttuvassa maailmassa. Menetelmällisesti ennakointiin liittyvät systemaattisuus, pitkän tähtäimen tarkastelu, kokonaisvaltaisuus, kriittisyys, kyseenalaistaminen, monitieteisyys ja monialaisuus. Tässä raportissa kuvatus ilmastonmuutoksen hillinnän visioiden ja toimenpidekokonaisuuksien laadinnan menetelmän ja sen soveltamisen tarkoituksena onkin keskustelun herättäminen ennakkoinnin edellä kuvattujen tehtävien mukaisesti. Tulokset eivät pyri ennustamaan, että vuonna 2050 liikennejärjestelmä ja siihen kohdistettujen toimenpiteiden vaikutukset olisivat tietyntylaisia. Niiden tavoitteena on esittää mahdollisia tulevaisuudentiloja ja toimenpidekokonaisuuksia niihin pääsemiseksi. Toimenpidekokonaisuuksien vaikutusarviointien tulokset osoittavatkin vain suuntaa, eivät kerro tarkkoja arvoja.

ILARI-projektin työvaiheessa 1 laadittiin Suomen liikenteen hiilidioksidipäästöjen kehityksen uusi Baseline-ennuste ja työvaiheessa 2 hiilidioksidipäästöjen kahdeksan tulevaisuuden visiota asiantuntijoiden delfoi-tutkimukseen ja haastatteluihin sekä lukiolaisnuorten esseisiin ja kyselyyn perustuen. Näiden kahden vaiheen tulokset on esitetty erillisessä raportissa "Liikennepolitiikan ilmasto. Baseline-kehitys sekä asiantuntijoiden ja nuorten visiot liikenteen hiilidioksidipäästöistä vuoteen 2050" (Tapio ym. 2011), joka kirjoitettiin yhteistyössä ILARI-projektin ja Suomen Akatemian rahoittaman CAST-hankkeen kesken.

## 1.2 Raportin sisältö

Tässä raportissa esitellään ILARI-projektissa kehitetty menetelmä ilmastonmuutoksen hillinnän toimenpidekokonaisuuksien laatimiseksi sekä kuvataan mahdollisten toimenpidekokonaisuuksien potentiaalia tulevaisuuden visioiden saavuttamisessa. Raportti esittelee lisäksi Suomen liikenteen hiilidioksidipäästöjen kehityksen Baseline-ennusteen sekä kolme jatkotarkasteluun valittua tulevaisuuden visiota skenaariopolkuineen. Raportin rakenne on seuraavanlainen. Luku 2 esittelee kehitetyn menetelmän työvaiheineen. Luvussa 3 kuvataan kolme tulevaisuuden visiota ja niihin johtavat skenaariopolut. Luku 4 esittelee visiolähtöiset toimenpidekokonaisuudet. Viimeisessä luvussa 5 kuvataan työn tulokset tiivistetysti yhteenvedon muodossa sekä ja kerrotaan keskeiset päätelmät.



*Kolmannessa vaiheessa (III)* kuvattiin toimenpidekokonaisuuksiin ja niiden ajoitukseen perustuvat skenaariot ensimmäisessä vaiheessa tunnistettujen visioiden saavuttamiseksi. Kaikkiin kolmeen vaiheeseen liittyy kiinteästi kuvassa 1 vasemmassa sarakkeessa esitetty eri toimijoiden osallistuminen sekä oikeanpuoleisessa sarakkeessa esitetty ulkoisten tekijöiden tunnistaminen ja huomioon ottaminen.

## 2.1 Baseline-kehitys

Työn ensimmäisessä vaiheessa laadittu liikenteen Baseline-päästökehitys (kuva 2) perustuu Liikenneviraston ja Liikenteen turvallisuusviraston (aik. Tiehallinnon ja AKE:n) kestämiin tilastotietoihin ja liikenne- ja autokanta-ennusteisiin sekä näistä saataviin trendeihin, VTT:n ennusteeseen henkilöautojen energiatehokkuuden paranemisesta (ILPO 2008) sekä VTT:n LIPASTO-laskentajärjestelmään. Ennustejakso ulottuu vuoteen 2050.

Tilastokeskuksen väestöennuste vuodelle 2050 on 6,09 miljoonaa (30.9.2009), mikä on n. 0,3 miljoonaa suurempi (5,6 %) kuin aikaisempi ennuste vuodelta 2007, johon Tiehallinnon (nyk. Liikennevirasto) liikenne-ennusteet pohjautuvat. Väestöennusteessa oletetaan, että syntyvyys ja muuttovoitto ulkomailta pysyvät havaitulla tasolla (vuotuiseksi nettomaahanmuutoksi on oletettu 15 000 henkeä) ja kuolevuuden aleneminen jatkuu havaitun kaltaisena. Työikäisten (15–64-vuotiaiden) osuus väestöstä pienenee nykyisestä 66 % 57 % vuoteen 2050 mennessä, mutta pysyy absoluuttisena määränä lähes samansuuruisena, n. 3,5 milj. henkeä. Alle 15-vuotiaiden lasten osuus koko väestöstä laskee hieman, mutta absoluuttisena lukumääränä tarkasteltuna nousee hieman. Eniten muuttuu ikääntyvien ja iäkkäiden osuus ja määrä. V. 2050 mennessä ennustetaan yli 65-vuotiaiden määrän lähes kaksinkertaistuvan v. 2010 0,94 miljoonasta 1,7 miljoonaan henkilöön, väestöosuuden kasvaessa nykyisestä 18 %:sta 28 %:iin. Uusimman ennusteen mukainen väestönkasvu on nykyisestä 5,37 miljoonasta (v. 2010) 5 % v. 2020 mennessä ja 13 % v. 2050 mennessä.

Tiehallinnon (nyk. Liikennevirasto) liikenne-ennusteen (2007/2004) mukaisesti tieliikenne kasvaa ennustejakson 2007–2040 alkupäässä keskimäärin 1,3 % vuodessa ja loppupäässä alle 0,5 % vuodessa. ILARI-projektin Baseline-päästökehitystä laadittaessa tiehallinnon liikenne-ennustetta 2007 on jatkettu v. 2050 asti käyttäen jaksolle 2040-2050 n. 0,35 % kasvua vuodessa sekä henkilö- että tavara-autoliikenteelle. Tämän jälkeen henkilöautoliikenteen suoritetta on korjattu väestön kokonaismäärän ja ikärakenteen muutoksella (ikärakenteen muutos on otettu huomioon jo 2004 ennusteesta lähtien, sillä sitä ei oltu huomioitu tiehallinnon v. 2007 ennustekorjauksessa). Erityisesti yli 65-vuotiaiden määrän ja osuuden kasvu väestöstä on otettu huomioon ja aikaisempaa suurempi osa heistä on otettu mukaan aktiiviseen, liikkuvaan ja kuluttavaan väestöön. Myös ajokorttilisten nykyistä suurempi osuus vanhemmissa ikäluokissa, erityisesti naisissa, vaikuttaa osaltaan tieliikenteen suoritteeseen. Toisaalta tulee muistaa, että vaikka nuorin ikäluokka yli 65-vuotiaista olisikin entistä aktiivisempi, he kuitenkin liikkuvat keskimäärin vähemmän kuin aktiivi-ikäiset 16-64-vuotiaat. Lisäksi hyvin iäkkäiden määrän kasvu ja liikkumisen radikaali väheneminen vaikuttaa keskimääräistä suoritetta vähentävästi iäkkäiden ryhmässä.

Tiehallinnon ennusteesta jatkettun ja korjatun ennusteen mukaan henkilöautoliikenteen kasvu verrattuna nykytilanteeseen (v. 2010) on vuonna 2020 11 % ja vuonna 2050 31 % ja tavara-autoliikenteen 16 % ja 39 % vastaavasti. Korjauksista huolimatta absoluuttisena liikennemäärän kasvuna henkilöautoliikenteen kasvu pysyy samana kuin v. 2007 ennusteessa, sillä väestön kasvun ja ikärakenteen muutoksen vaikutukset kumoavat toisensa, koska ikääntyneemmän väestön liikennesuorite on pienempi kuin aktiiviväestön. Mikäli liikennemäärien kasvu jaettaisiin tasaisesti koko tarkastelujaksolle 2010-2050, tarkoittaisi ennuste henkilöautoliikenteessä vajaa 0,7 % vuotuista kasvua ja tavara-autoliikenteessä noin 0,8 % vuotuista kasvua. Tieliikenteen kasvu on siis Baseline-

kehityksessä ennustettu hieman aiemmin arvioitua maltillisemmaksi suurempi väestönkasvu huomioon ottaen.

Ajoneuvoteknologian kehitys ts. henkilö- ja pakettiautojen energiatehokkuuden paraneminen ja sen vaikutus ajoneuvokantaan on Baseline-päästökehityksessä kuvattu Liikenne- ja viestintäministeriön hallinnonalan ilmastopoliittisessa ohjelmassa eli ILPO:ssa tehdyn ennusteen (ILPO 2009–2020) mukaisina. Henkilöautojen uusmyynnin päästökertoimien ennuste perustuu ajoneuvoteknologian kehitykseen ja siihen, miten autonvalmistajia koskeva EU-asetus uusien henkilöautojen CO<sub>2</sub>-päästöjen raja-arvoista toteutuu ja millaisia autoja Suomessa tulee myyntiin. Lisäksi ennuste huomioi verotuksen voimakkaan ohjausvaikutuksen kuluttajavalintoihin (sekä autoveron että ajoneuvoveron uudistukset). Ennusteen mukaan Suomen uusmyynti noudattelee EU:n ennustetta pienellä viipeellä kuitenkin ottaen huomioon, että esim. pienillä city-autoilla ei Suomessa juuri ole käyttöpotentiaalia. Uutena myytyjen henkilöautojen keskimääräinen hiilidioksidipäästö on v. 2010 loppuun mennessä toteutunut täysin ennustetun mukaisesti, eikä ennusteen korjaamiseen näin ollut tässä yhteydessä tarvetta. V. 2010 uusmyynnin keskimääräiset CO<sub>2</sub>-päästöarvot diesel- ja bensiinikäyttöisille henkilöautoille olivat lähes yhtä suuret, 149,6 ja 149,5 g/km. Ennusteessa henkilöautokannan keskimääräinen CO<sub>2</sub>-vähenemä energiatehokkuuden paranemisen ansiosta on v. 2020 noin 22 % ja v. 2050 noin 53 % perusvuodesta 2009.

Päästökehityksenennusteessa uusmyynnin oletetaan olevan n. 6-7 % autokannasta. Tällä hetkellä uusmyynnin 10 vuoden keskiarvo on 5,2 % koko autokannasta laskien, mutta liikennekäytössä olevista autoista n. 6 % (ajoneuvorekisterissä olevista ajoneuvoista liikennekäytössä arvioidaan olevan keskimäärin 86%<sup>1</sup>) Tämä tarkoittaa 16–18-vuoden keskimääräistä ikää henkilöautokannan kasvusta riippuen. Diesel-autojen osuus uusmyynistä nousi puoleen v. 2008, mutta on sen jälkeen taas vähentynyt runsaaseen 40 %:iin. Auton käyttövoimalla ei kuitenkaan ole merkitystä Baseline-ennusteessa, sillä laskennassa merkittäviä tekijöitä ovat uusmyynnin keskimääräinen CO<sub>2</sub>-päästö, auton käyttöikä ja ikään perustuva vuotuinen suorite. Tämän vuoksi ei mm. sähkö- tai hybridiautojen määrää ole erikseen ennustettu. Koska vuosittainen suorite on ennusteen lähtökohta, ei myöskään autojen kokonaismäärällä ole suurta merkitystä, vaan eri-ikäisten autojen määrien suhteilla ja niillä ajetuilla suoritteella. Ainoastaan liikennekäytössä olevilla autoilla on siis laskennan kannalta merkitystä.

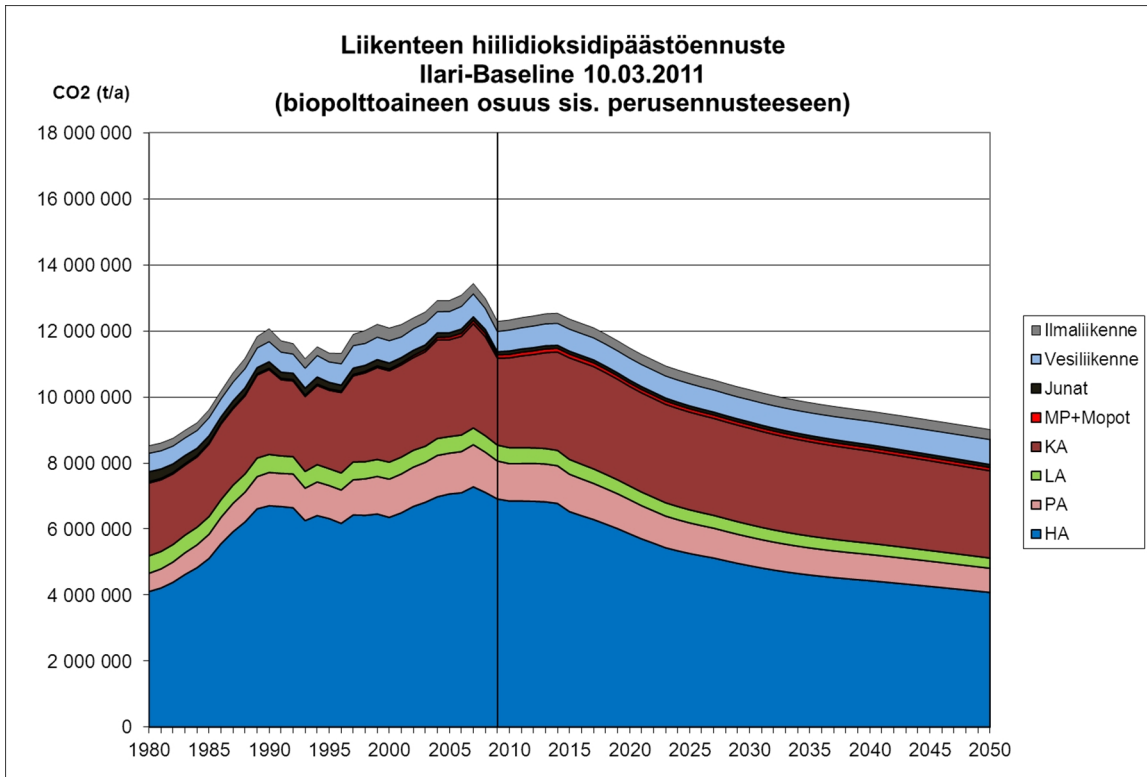
Kuorma-autojen osalta teknologian kehityksen tuoma energiatehokkuuden paraneminen on vähäisempää kuin henkilöautoilla. V. 2050 on ennustettu tekniikan avulla saavutettavan runsaan 30 % energiatehokkuussäästö verrattuna perusvuoteen 2009.

Liikenteen biopolttoaineiden ja muiden vaihtoehtoisten energialähteiden osuuden oletetaan Suomessa kasvavan EU-tavoitteita enemmän. Vuonna 2012 tieliikenteen biopolttoaineiden osuus on 6 % polttoaineiden energiasisällöstä ja vuodesta 2020 eteenpäin osuuden tulee olla 20 %. EU on asettanut tavoitteeksi 10 % biopolttoaineosuuden vuonna 2020. Asiantuntija-arvioiden mukaan tavoitteen tuplaaminen ei kuitenkaan välttämättä nostaisi liikenteen päästövähennystä 10 %:sta, jos valtaosa uudesta tavoiteluvusta saavutettaisiin RES-direktiivin mukaisen ns. tuplalaskennan kautta. Liikenteen biopolttoaineiden absoluuttinen, myyty määrä ei tällöin nousisi juurikaan yli 10 %:n, jolloin päästöt eivät liikenteessä vähenisi 10 %:a enempää. Tuplalaskettavien biopolttoaineiden käyttö mahdollistaisi kuitenkin 20 % laskennallisen tavoitteen saavuttamisen. Ennusteessa päästövähennemän oletetaan olevan noin 15 % (noin puolet "ylimääräisestä" tavoitteesta olisi tuplalaskettavia). Nämä vähenemät on huomioitu jo LIPASTO:n lähtöluvuissa.

Liikenneinfrastruktuurin osalta liikenneverkon on oletettu pysyvän ennallaan sekä laajuutensa että kunnan suhteen. Uusista hankkeista sekä Länsimetron että Kehäradan on ole-

<sup>1</sup> Liikennekäytöstä poistaminen otettiin käytäntöön v.2007 syksyllä

tettu valmistuvan v. 2015. Muiden liikenteen päästöihin vaikuttavien tekijöiden on oletettu kuuluvan uusien liikennepoliittisten toimenpiteiden joukkoon ja niiden vaikutuksia ei ole otettu mukaan Baseline-ennusteeseen.



Kuva 2. Liikenteen hiilidioksidipäästöt liikennemuodoittain 1980-2009 ja Baseline-ennuste vuoteen 2050 (biopolttoaineiden osuus sisältyy ennusteeseen).

Ennusteen mukaan tieliikenteen CO<sub>2</sub>-päästöt heilahtelevat jonkin verran vuoteen 2013 asti johtuen biopolttoaineiden käyttöönottamisesta sopimusten mukaisesti sekä v. 2009 lamasta toipumisesta ja sen jälkeisestä liikenteen kasvusta. Kaikkien liikennemuotojen suoritteiden odotetaan kasvavan vielä ennustejakson lopullakin, mutta biopolttoaineiden, ajoneuvoteknologian kehityksen ja CO<sub>2</sub>-päästöperusteiseen verotukseen siirtymisen vaikutuksesta päästöt kääntyvät laskuun jo 2010-luvun loppupuolella. Vuoden 2020 jälkeen päästöjen laskuun vaikuttaa erityisesti ajoneuvoteknologian kehitys. Biopolttoaineiden osalta oletuksena on vuonna 2050 sama biopolttoaineosuus (15 %) kuin vuonna 2020. Ennusteen mukaan CO<sub>2</sub>-päästöt laskevat ennustejakson lopulla v. 1980-tasolle. Suurimmat epävarmuudet ennusteessa liittyvät:

- ajoneuvokannan energiatehokkuustavoitteiden toteutumiseen ajoneuvolajeittain
- autokannan uusiutumismisnopeuteen
- vaihtoehtoisten polttoaineiden yleistymiseen liikenteessä
- energian reaalihintaan
- v. 2007 käyttöönotetun liikennekäytöstä poistaminen –menettelyn aiheuttamaan epätarkkuuteen ajoneuvokannan tilastoinnissa (nk. kuolleet sielut)
- logistisen järjestelmän muutoksiin (kuljetuseräkoot, ajoneuvotyypit)
- pakettiautojen suoritteeseen
- lentoliikenteen kasvuun (kotimaan reittiliikenteen kenttiä ja vuoroja ollaan vähentämässä).

## 2.2 Visiot ja skenaariopolut

Työn toisessa vaiheessa kerätyn laadullisen ja määrällisen aineiston analyysien tuloksena (ks. Tapio ym. 2011) muodostettiin kahdeksan vaihtoehtoista tulevaisuuden visiota. Visiot on seuraavassa kuvattu toistensa eroavaisuuksia korostaen. Visiot saatiin lukiolaisnuorten ainekirjoituksella ja heille kohdistetuilla kyselyillä sekä yhteistyössä Suomen Akatemian CAST-hankkeen kanssa toteutetusta asiantuntijoiden näkemyksiä keräävästä Delfoi-tutkimuksesta, jossa ensimmäinen kierros toteutettiin haastattelun ja kyselyn yhdistelmänä ja toinen kierros kyselynä. Määrällinen aineisto eriteltiin klusterianalyysillä ja laadullinen aineisto sisällönanalyysin keinoin. Laadullinen ja määrällinen materiaali yhdistettiin tulevaisuustaulukolla. Visiot pyrittiin heti muodostamisvaiheessa saamaan mahdollisimman kattaviksi ja monipuolisiksi, mutta toisaalta riittävän konkreettisiksi, jotta niiden toteutuminen olisi myös numeerisesti arvioitavissa. Käytännössä tämä tarkoitti, että kukin visio sisälsi täsmennykset henkilö- ja kuljetussuoritteesta sekä näiden hiilidioksidipäästöistä kulikutavoittain.

Seuraavat kuusi visiota löytyivät sekä asiantuntijoiden että nuorten ajattelusta:

- *Urbaani syke.* Kyseessä on radikaali tietoliikennevetoinen kompaktikaupunkivisio. Talous kasvaa voimakkaasti, mutta kulikutapajakauma muuttuu radikaalisti tieliikenteestä raideliikenteeseen.
- *Transito-Suomi.* Tässä omaleimaisessa visiossa palataan perinteiseen kohtuutalouteen Suomessa, mutta globalisaation myötä tavarankuljetukset erityisesti rautateilla kasvavat. Päästövähennykset saadaan aikaan talouden volyyymiä ja tieliikenteen suoritteita alentamalla sekä kulikutapajakaumaa muuttamalla, teknologian kehitys on hidasta.
- *Ekomoderni.* Vision ajatuksena on ohjata liikenteen kasvu joukkoliikenteeseen ja kuljetuksissa raiteille. Talous kasvaa liikennesuoritetta nopeammin, päästöt kään-tyvät kohtalaiseen laskuun.
- *Pienet askeleet.* Tämä näkemys pitää kiinni nykyhetkestä ja suhtautuu varovaisesti kaikkeen muutokseen. Talous kasvaa hitaasti, liikenne hyvin hitaasti, päästöt pienenevät hieman.
- *Business as usual.* Business as usual -visiossa edetään vähitellen ajoneuvojen ominaispäästöjä pienentämällä. Se on samankaltainen kuin Ekomoderni, mutta suoritteen kasvu on voimakkaampaa ja päästöjen lasku hitaampaa. Baseline-kehitys asettuu näiden väliin.
- *Materian kasvu.* Visio perustuu hallitsemattomaan kasvuun. Talous ja suorite kasvavat voimakkaasti eikä päästöjä saada juurikaan vähenemään.

Nuorten ajattelusta löytyi lisäksi yksi näkemys, jota ei esiintynyt asiantuntijoiden ajattelussa.

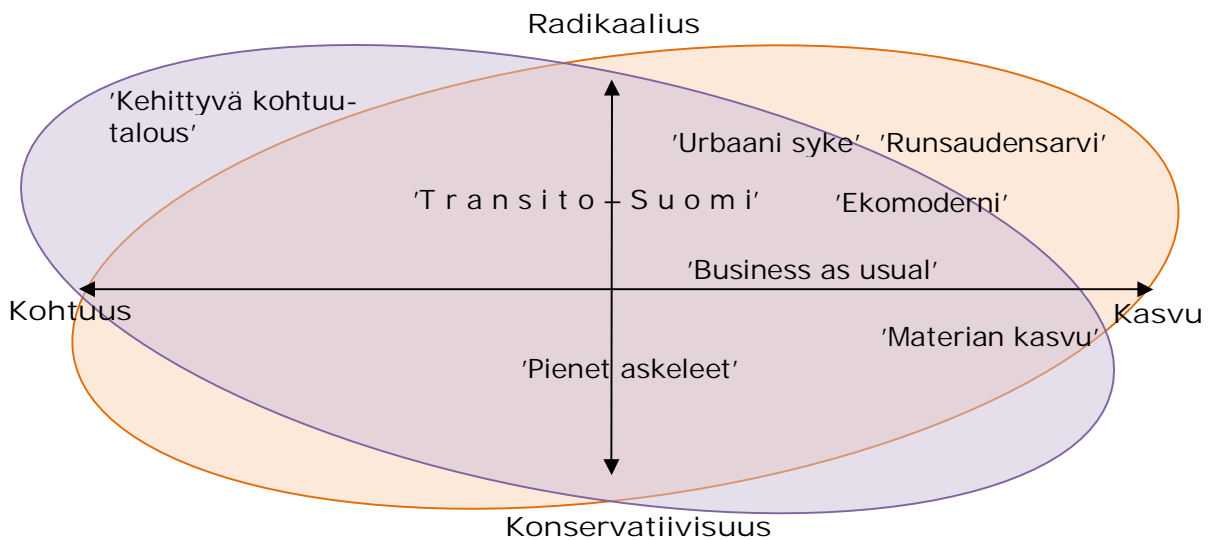
- *Runsaudensarvi.* Sekä talous että liikenne kasvavat voimakkaasti, mutta tieliikenteen teknologiahyppy vähäpäästöisyyteen ratkaisee ongelmat.

Asiantuntijoiden ajattelusta löytyi lisäksi yksi näkemys, jota ei esiintynyt sellaisenaan nuorilla.

- *Kehittyvä kohtuutalous.* Talouden kasvu pysähtyy, tieliikennesuorite kääntyy jyrkkään laskuun, teknologia kehittyy nopeasti.

Yleisellä tasolla visioita voi kuvata neljällä jatkumolla. Visioiden suhtautuminen decoupling-keskusteluun eli talouden ja liikennesuoritteiden irtikytkentään ilmentää talouden materiaalisuuden astetta. Motorisoidun tieliikennesuoritteen ja koko liikennesuoritteen suhde kertoo kulikutapajakauman muutoksesta ja yleisemminkin talouden rakennemuutoksesta. Hiilidioksidipäästöjen ja liikennesuoritteen suhde puolestaan kertoo liikenteen ekotehokkuudesta visioissa. Tämä muodostuu viime kädessä tekniikan kehittymisen, kulikutapajakauman ja ajotapojen summana. Neljäs ulottuvuus on yhdistelmä edellisistä ja havainnollistaa liikenteen päästöjen suhdetta bruttokansantuotteen kehittymiseen eri

visioissa. Kuvassa 3 visiot on eritelty kasvuhakuisuuden sekä sen mukaan, kuinka konservatiivisia tai radikaaleja ne ovat.



Kuva 3. Yhtenevät ja erilliset visiot. Asiantuntijoiden visiot on merkitty lilalla ovaalilla ja nuorten vaaleanpunaisella.

Skenaariopolut koostuvat edellä kuvatuista visioista ja poliittishallinnollisista keinoista niiden saavuttamiseksi sekä yhteiskunnallisista kehityspoluista, joita visioihin pääseminen ja keinojen käyttö edellyttävät. Toimenpiteet ja toimenpidekokonaisuudet ovat keinoja. Kahdeksasta visiosta kolme (Urbaani syke, Runsaudentarvi ja Kehittyvä kohtuutalous) valittiin ohjausryhmän ehdotuksesta jatkotarkasteluun täsmennettäväksi skenaarioiksi. Skenaariot on laadittu lähinnä yhdistämällä toimenpidekokonaisuuksien tarkastelu ja visiot laajempiin laadullisen aineiston perusteella tulkittuihin kuvauksiin siitä, mitä kunkin vision toteutuminen yhteiskunnallisesti edellyttäisi. Tähän vaiheeseen ei ole enää käytetty erityistä systemaattista menetelmää vaan se koostuu tutkijoiden pohdinnoista.

### 2.3 Potentiaalisten toimenpiteiden tunnistaminen

Toimenpiteiden tunnistamisen tietolähteinä käytettiin aiempia Suomessa tehtyjä selvityksiä sekä kansainvälistä kirjallisuutta. Käytetyt lähteet löytyvät luvun 6 lähdeluettelosta.

Liikenteen hiilidioksidipäästöihin vaikuttavat toimenpiteet voidaan jakaa karkeasti viiteen luokkaan. Näitä ovat (AustriaTech GmbH ym. 2010a):

- taloudelliset toimenpiteet (esim. ruuhkamaksut tai verotuksen keinot)
- lainsäädännön toimenpiteet (esim. kansallinen lainsäädäntö, EU direktiivit tai kansalliset ja kansainväliset sopimukset)
- liikenne- ja tietoliikenneinfrastruktuuriin tai liikennevälineisiin kohdistuvat fyysiset toimenpiteet (esim. uusinvestoinnit tai kunnossapidon toimet)
- maankäytön toimenpiteet (esim. toimintojen sijoittaminen kävely-, pyöräily ja joukkoliikenneväyhykkeille tai maankäytön, asumisen ja liikenteen aiesopimusmenettely (MAL) kaupunkiseuduille)
- informaatio ja tietoisuuden kasvattaminen (esim. joukkoliikenteen imago ja brändi tai työpaikkojen liikkumissuunnitelmat).

Edellä kuvatun luokittelun lisäksi liikenteen uusien teknologioiden, palveluiden ja toimintamallien kehittäminen ja käyttöönotto sekä hallinnonalan sisäisten ja hallinnonalojen välisten rakenteiden kehittäminen ovat merkittäviä toimenpideryhmiä, jotka sivuavat useita mainituista luokista.

Potentiaalisia toimenpiteitä tunnistettaessa toimenpiteiden luokan lisäksi on tärkeää tarkastella myös seuraavia dimensioita:

- toimenpiteen toteutuksen ajoitus, ts. voidaanko toimenpide toteuttaa välittömästi vai tietyn ajan kuluttua ja onko sen toteuttamisella reunaehtoja
- toimenpiteen vaikutusten ajoittuminen, ts. ilmenevätkö vaikutukset lyhyellä, keskipitkällä vai pitkällä aikavälillä
- toimenpiteen toteutuksen ja vaikutusten maantieteellinen taso (paikallinen, alueellinen, kansallinen vai globaali)
- toimenpiteen yhtymäkohdat toisille yhteiskunnan sektoreille.

Toimenpiteiden tunnistamisessa on lisäksi kiinnitetty erityistä huomiota niiden yhteensovivuuteen liikenne- ja viestintäministeriön hallinnonalan ilmastopoliittisessa ohjelmassa 2009-2020 (ILPO) esitettyjen toimenpiteiden sekä Liikennepoliittisen selonteon (Liikenne- ja viestintäministeriö 2012) linjausten kanssa.

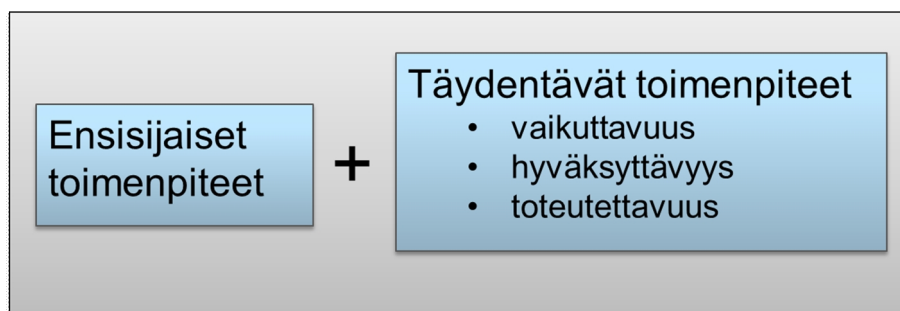
## 2.4 Toimenpidekokonaisuudet

### 2.4.1 Kirjallisuus

Liikennejärjestelmän strategisessa suunnittelussa linjaukset tai politiikkatoimet suunnitellaan usein yksitellen. Suunnittelun lopuksi linjaukset kootaan yhteen, vaikka yksittäisten toimien synergioita ja konflikteja ei välttämättä ole selvitetty. Tämä tuo haasteen toimenpiteiden toteutukselle, sillä yksittäisten toimien yhteisvaikutukset voivat olla hyvinkin epäsuotuisia tai toisaalta, ne voivat myös vahvistaa toisiaan positiivisesti. Epätoivottujen kokonaisvaikutusten välttämiseksi politiikkatoimet olisikin syytä suunnitella ja niiden vaikutuksia arvioida toimenpidekokonaisuuksina.

ILARI–työssä teoreettisina lähtömateriaaleina toimenpidekokonaisuuksien rakentamiselle käytettiin pääasiassa Euroopan komission rahoittamissa tutkimusprojekteissa kehitettyjä menetelmiä sekä kansainvälisiä tutkimuksia ja selvityksiä (mm. Transport Studies Unit ym. 2010 ja Banister ym. 2000, The Bartlett School of Planning & Halcrow Group Ltd. 2006, Transportation Research Board (TRB) 2011, Hickman & Banister 2007, Santos et al. 2010).

Kirjallisuuden sekä työn ohjausryhmän kommenttien perusteella toimenpidekokonaisuuksien rakenteeseen sisällytettiin kaksi elementtiä. Näitä ovat ensisijaiset toimenpiteet, jotka toimivat kokonaisuuden kantavana elementtinä, sekä täydentävät toimenpiteet, joiden avulla edistetään ensisijaisen toimenpiteen vaikuttavuutta, hyväksyttävyyttä ja toteutettavuutta (kuva 4).



Kuva 4. Toimenpidekokonaisuuksien rakentamisen periaate.

Toimenpidekokonaisuuksia rakennettaessa ensisijaisten toimenpiteiden tulisi olla mahdollisimman kiistattomia, jotta tarve täydentäville, erityisesti hyväksyttävyyttä edistäville toimenpiteille olisi mahdollisimman vähäinen (Transport Studies Unit ym. 2010).



Toimenpidekokonaisuuksien potentiaalisista aihepiireistä kerättiin tietoa sekä kotimaisista että kansainvälisistä raporteista ja julkaisuista (ks. luku 6). Tavoitteena oli, että toimenpidekokonaisuudet tukisivat mahdollisimman hyvin liikenne- ja viestintäministeriön hallinnonalan ilmastopoliittisessa ohjelmassa (Liikenne- ja viestintäministeriö 2009) esitettyjä liikenteen kasvihuonekaasujen vähentämisstrategioita.

#### 2.4.2 Työpaja

Kirjallisuuden teoreettisen näkökulman tueksi ja laajemman näkemyksen kokoamiseksi yksittäisten toimenpiteiden ajoituksesta ja yhteisvaikutuksista järjestettiin työn toisessa vaiheessa asiantuntijatyöpaja. Työpajaan osallistui asiantuntijoita liikenne- ja viestintäministeriöstä, ympäristöministeriöstä, Liikenteen turvallisuusvirasto TraFista, Suomen ympäristökeskuksesta, Valtion taloudellisesta tutkimuskeskuksesta (VATT), Turun yliopiston tulevaisuuden tutkimuskeskuksesta sekä VTT:ltä.

Toimenpiteiden ajoitusta käsittelevän, ensimmäisen tehtävän kuvaus ja tulokset on esitetty liitteessä 1. Työpajan toisessa tehtävässä käsiteltiin toimenpiteiden yhteisvaikutuksia. Osallistujat jaettiin kahteen ryhmään. Molemmat ryhmät täydensivät taulukkoon oman näkemyksensä kahden toimenpiteen yhteisvaikutuksista asteikolla: vahvistavat toisiaan merkittävästi - kohtalaisesti – vähän - eivät vaikuta toisiinsa - heikentävät toisiaan merkittävästi - kohtalaisesti - vähän. Taulukko sisälsi 25 ristiintaulukoitua toimenpidettä. Ryhmien täydentämä yhteisvaikutustaulukko on esitetty liitteessä 2.

#### 2.4.3 Toimenpidekokonaisuuksien muodostaminen ja kuvaus

Asiantuntijatyöpajan tuloksiin, kansainväliseen ja kansalliseen kirjallisuuteen sekä liikenne- ja viestintäministeriön hallinnonalan ilmastopoliittiseen ohjelmaan pohjautuen työssä muodostettiin yhteensä yksitoista erilaista toimenpidekokonaisuutta. Näistä seitsemän palvelee Urbaani syke-vision ja neljä Runsaudentarvi-vision saavuttamista. Toimenpidekokonaisuuden kuvaus tehtiin kunkin toimenpidekokonaisuuden osalta käyttäen seuraavanlaista jaottelua:

- ensisijaisen toimenpiteen kuvaus
  - tavoite ja tarkoitus
  - kohdistuminen
- täydentävien toimenpiteiden kuvaus
- vaikutusmekanismi
- vuorovaikutukset kokonaisuuden sisällä
- CO<sub>2</sub>-vaikutuspotentiaali
- muut vaikutukset.

Toimenpidekokonaisuudet ja niiden vaikutusarviointit eivät pyri antamaan tarkkaa ja yksityiskohtaista kuvaa potentiaalisista toimenpiteistä ja niiden vaikutuksista. Tarkoituksena on kuvata kokonaisuuden haasteellisuutta ja mahdollisia vaihtoehtoja sekä ennen kaikkea toimia keskustelun herättäjänä ja tarkempien selvitysten käynnistäjänä. Kuvaukset toimenpidekokonaisuuksista on esitetty luvussa 4.

#### 2.4.4 Toimenpidekokonaisuuksien vaikutusten arviointi

Toimenpidekokonaisuuksien vaikutusten arvioinnin lähtökohtana käytettiin suoraan ILARI Baseline-ennusteen päästöjä, jotka perustuvat Lipasto-päästölaskentajärjestelmään, jossa laskennan perustana on liikennepolttoaineiden kokonaiskulutus eli käytännössä kunkin liikennemuodon kokonaissuorite (ajoneuvosuorite). Lähtökohtana ei siis ollut henkilö- ja tavaraliikennesuorite.

Toimenpidekokonaisuuksien vaikutusten arviointiin laadittiin arviointikehikko, missä ensin arvioitiin kyseisen toimenpidepaketin ensisijaisten toimenpiteiden vaikutus ja sen jälkeen täydentävien toimenpiteiden lisävaikutus. Kustakin toimenpidepaketin yksittäisestä toimenpiteestä määriteltiin ensin toimenpiteen kohdistuminen eri liikennemuodoille käyttäen apuna suoriteosuuksia. Tämän jälkeen määritettiin vaikutuspotentiaali pääsääntöisesti joustokerrontyyppisellä laskennalla. Joustokertoimet määriteltiin aikaisempien kotimaisien ja kansainvälisten tutkimusten perusteella. Kirjallisuuslähteet on esitetty luvussa 6. Laskennassa apuna käytettiin liikennevälinsuoritteiden lisäksi myös henkilö- ja tavaraliikennesuoritteiden jakaumia (henkilö- ja tonnikilometrejä) matka- ja tavararyhmittäin. Laskennallisesti kaikkia toimenpiteitä käsiteltiin samalla tavalla, niin tienkäyttömaksuja kuin kehittyvän ajoneuvotekniikan käyttöönoton edistämistä ja biopolttoaineiden osuuttakin (biopolttoaineen osuudeksi v. 2050 arvioitiin 35 %, kun Baseline-skenaariossa se on 15 %). Kaikki raiteille siirtyvä liikenne laskettiin päästöttömäksi.

Kunkin toimenpidepaketin vaikutusten arviointi tehtiin ensin suoraan vuodelle 2050. Toteutettaessa useampia toimenpidepaketteja samanaikaisesti ei vaikutusarvioinnin ensimmäisessä vaiheessa laskettuja toimenpidepakettien erillisiä vaikutuspotentiaaleja (maksimaalinen vaikutus itsenäisesti toteutettuna) voi päällekkäisyyksien vuoksi laskea suoraan yhteen. Tämän takia eri toimenpidepakettien yhteisvaikutusten arviointiin kehitettiin erillinen arviointijärjestelmä, jossa on pyritty poistamaan vaikutusten päällekkäisyys (samat toimenpiteet voivat vaikuttaa useissa toimenpidepaketeissa) sekä arvioimaan samaan liikennejärjestelmän osaan kohdistuvien toimenpiteiden todellinen yhteisvaikutus. Yhteisvaikutusten arviointi on erittäin haastavaa, sillä tätä tukevaa tutkimustietoa ei ole käytettävissä. Jälkimmäisen arviointivaiheen tulokset perustuvatkin pitkälti tutkijaryhmän asiantuntija-arvioihin.

### 3. Kolme visiota ja skenaariopolkua

Työn ohjausryhmän ehdotuksesta tarkempaan tarkasteluun valittiin kaksi visiota: *Urbaani syke* ja *Runsaudensarvi*, sillä näiden visioiden kuvaamissa tulevaisuuksissa liikenteelle asetetut kasvihuonekaasujen päästövähennystavoitteet oli saavutettu, joskin erilaisin painotuksin. Urbaani syke painottaa yhteiskunnallista järjestelmäkehitystä, Runsaudensarvi vahvaa teknologiakehitystä. Lisäksi *Kehittyvä kohtuutalous* –vision tyyppistä, kahdesta muusta visiosta ulkoisilta taustaoletuksiltaan hyvinkin poikkeavaa tulevaisuudenkuvaa sovittiin tarkasteltavan karkeammin, lähinnä ”entä jos” –tyyppisinä pohdintoina tai kehityskulumahdollisuuksina. Visiot kuvaavat liikennejärjestelmän tilaa Suomessa vuonna 2050. Kuvissa 5 ja 6 on esitetty nykytilanteen (2010), Baseline-kehityksen sekä jatkotarkasteluun valittujen visioiden henkilö- ja kuljetussuoritteet sekä hiilidioksidipäästöt vuodelle 2050. Visioiden suoritteet ja hiilidioksidipäästöt pohjautuvat pitkälti työn toisen vaiheen Delfoi-tutkimukseen (Tapio ym. 2011).

#### 3.1 Urbaani Syke

Urbaani syke on radikaali tietoliikennevetoinen kompaktikaupunkivisio. Talous kasvaa vakaasti, mutta henkilöliikenteen suorite on vuonna 2050 suurin piirtein nykytasolla (2010), sillä kulkutapajakaumassa tapahtuu siirtymä henkilöauton käytöstä kevyeen ja julkiseen liikenteeseen, erityisesti juniin. Kuljetuksissa tapahtuu radikaali siirtymä kumipyöräkuljetuksista raiteille. Yhdyskuntarakenne tiivistyy selvästi ja kevyen liikenteen väyliin panostetaan. Palvelut ovat lähellä tai niitä käytetään verkossa. Autoilun verotusta kiristetään, ja autojen määrä laskee maltillisesti, mutta autoteknologia kehittyy nopeasti. Henkilöliikenteen päästöt laskevat rajusti, vuonna 2020 ne ovat n. -35 % ja vuonna 2050 -90 % vuoden 2005 tasosta. Taloudellinen ajotapa yleistyy henkilöliikenteessä. Joukkoliikennettä ja mm. kimppakyyti-infrastruktuuria kehitetään voimakkaasti. Myös kuljetuspuolella autojen yhteisomistus ja kuljetusten yhdistely lisääntyy. Kuljetusvolyymi kasvaa silti mm. uusien kaivoshankkeiden myötä, mutta päästöt vähenevät n. puoleen nykytasosta. Kuluttaja- ja kansalaispaine ajavat muutosta ilmastokysymyksissä.

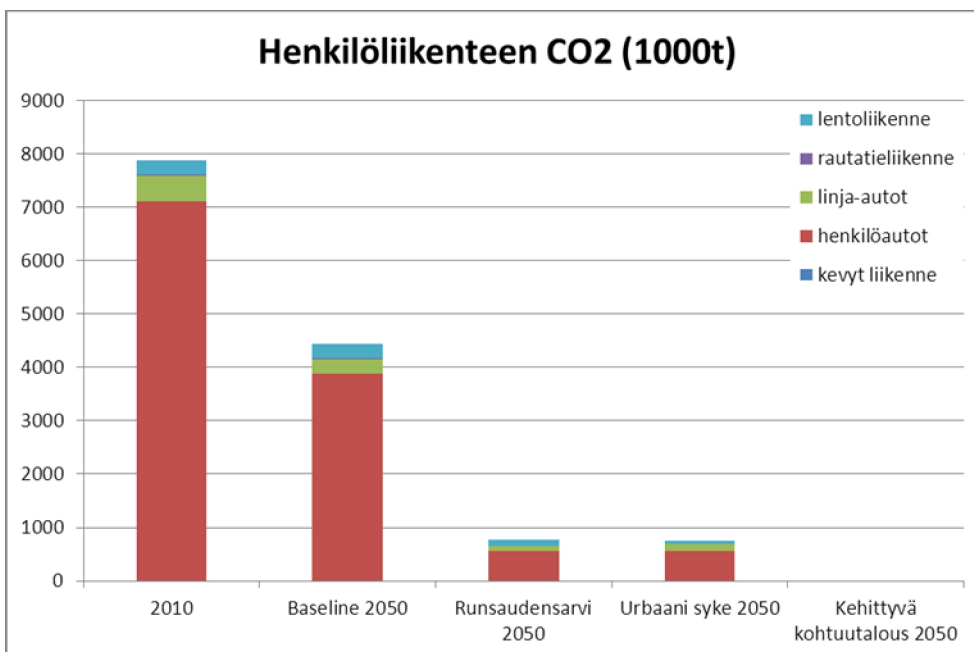
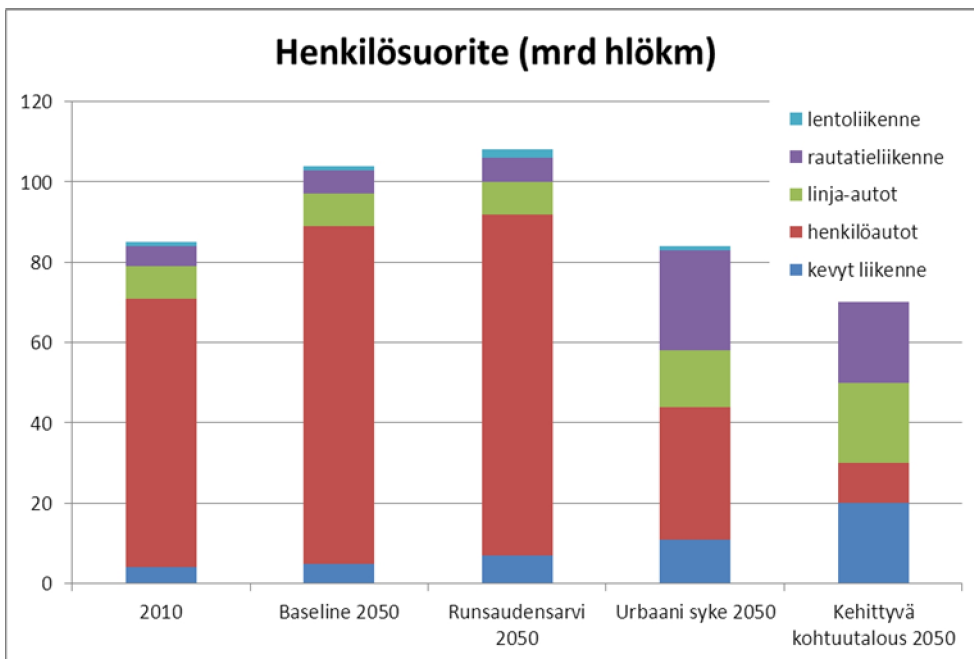
Urbaani syke –vision toteutuminen edellyttää ensisijaisesti sen laajaa hyväksyntää kansalaisten ja päätöksentekijöiden keskuudessa laajojen raideinvestointien toteuttamiseksi ja toissijaisesti kiristyvää globaalia ilmastopolitiikkaa. Suomessa tämä voi seurata joko vähittäisestä ja johdonmukaisesta EU-politiikan kiristymisestä tai esimerkiksi ilmastonmuutoksen konkreettisesta näkymisestä useina peräkkäisinä lumettomina talvina ja kasvavina myrskytuhoina, jotka havahduttavat toimimaan. Toinen edellytys on tuottavan ilmastoystävällisen ja muun ympäristöliiketoiminnan voimakas kehittyminen. Demografinen ja taloudellinen kehitys kohti aluekeskuksia ja suurempia kaupunkiseutuja tukee tätä kehitystä, mutta vain, jos yhdyskuntarakenteen hajautumiseen kaupunkiseutujen reunoilla puututaan päättäväisesti. Kotimaan kaupunkimatkailun täytyy niin ikään tuottaa kilpailukykyisiä palveluja, jotka löytyvät joukkoliikenneyhteyksien päästä. Merkittävänä kehityksen ajurina voi myös pitää mobiiliteknologian lisääntyvää käyttöä työmatka- ja työasiointiliikenteessä – ihmisillä ei enää ole aikaa keskittyä auton ajamiseen.

#### 3.2 Runsaudensarvi

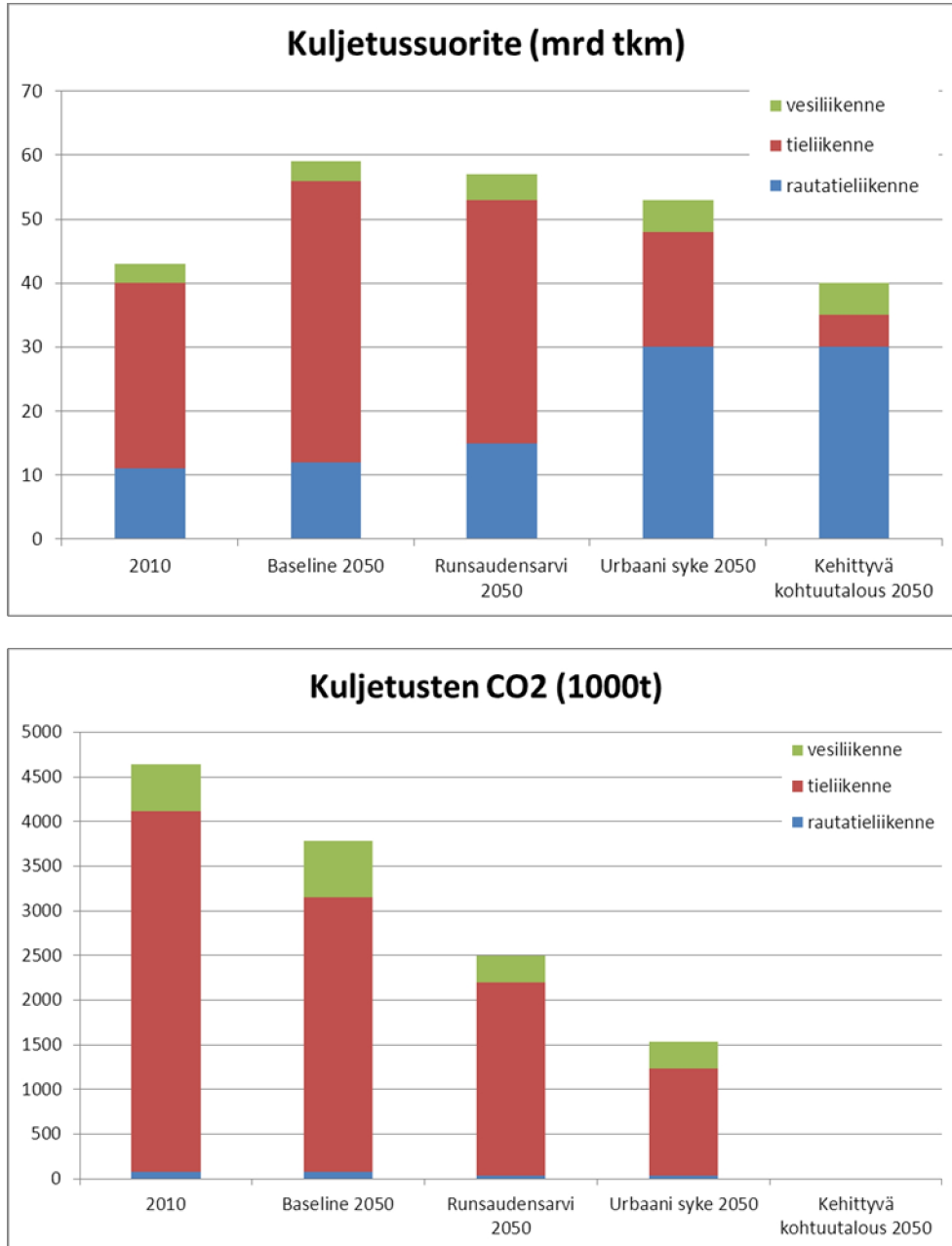
Runsaudensarvi-visiossa liikenne lisääntyy hieman Baseline-kehitystä nopeammin kansainvälisen kaupan, talouden voimakkaan kasvun, autoistumisen, sähkömopojen, lomamatkojen jne. seurauksena. Kevyt liikenne vähenee ja julkinen liikenne surkastuu lipunhintojen noustessa ja reittien vähentyessä. Ruuhkaongelmat ratkotaan uusilla liikenneväylillä. Tieliikenne kasvaa tasaisesti ja ajoneuvoteknologia kehittyy nopeasti. Autot ovat vähäpäästöisiä, mitä edesauttavat päästönormit ja tukien kohdistaminen uusien autojen hankintaan. Uudet energianlähteet ovat osa teknologista muutosta. Ihmisten asenteetkin muuttuvat, he haluavat mahdollisimman vähän kuluttavia kulkuneuvoja ja heillä on varaa

hankkia uusinta autoteknologiaa. Päästöt vähenevät n.75 % vuoden 2005 tasosta vuoteen 2050 mennessä.

Runsaudensarvi-vision toteutuminen edellyttää ensisijaisesti hyppäyksellistä, Baseline-kehitystä selvästi nopeampaa liikenneteknologista kehitystä. Auto- ja polttoaineteollisuudella on siinä keskeinen rooli, mutta kehitys vaatii toteutuakseen kansainvälistä ja kotimaista säätelyä sekä ilmastoasioiden merkityksen kasvua myös kuluttajien ostopäätöksissä. Kyseessä ei siis ole *laissez-faire* -skenaario. Vaikka liikennepolitiikan keinovalikoima on suppeampi, myös tämä skenaario maksaa – erityisesti tieinvestointien kasvuna ja matalan tiheyden alueiden kunnallistekniikan investointeina. Sen sijaan kansalaisten liikkumistavan valintaa ei aktiivisesti ohjata joukkoliikenteen ja kevyen liikenteen suuntaan, vaan ainoastaan autonvalintaa ohjataan voimakkaasti.



Kuva 5. Henkilöliikenteen suoritteet ja hiilidioksidipäästöt vuonna 2050.



Kuva 6. Kuljetusten suoritteet ja hiilidioksidipäästöt vuonna 2050.

### 3.3 Kehittyvä kohtuutalous

Visiossa talous taantuu BKT:llä mitattuna ja liikennemäärät vähenevät jyrkästi. Kyseessä ei kuitenkaan ole pessimistinen visio vaan toivottaviin tulevaisuuskuviin perustuva näkemys, jossa sekä tavar- että henkilöliikenteen päästöt painuvat nolnaan vuoteen 2050 mennessä. Talous muuttuu yhä palveluintensiivisemmäksi. Määrätietoinen ilmastopoliittikka ohjaa yhteiskunnan kehitystä. Julkisen liikenteen taso paranee voimakkaasti samalla kun sen hinnat laskevat jyrkästi. Ostokset tehdään pikkukaupoista ja ei-materiaalisen kulutuksen osuus taloudesta kasvaa voimakkaasti. Kotimaan lentomatkailu loppuu ja junien käyttö moninkertaistuu nykyisestä sekä henkilö- että tavaraliikenteessä. Kevyen liikenteen väyliin investoidaan voimakkaasti. Henkilöautojen verotus kiristyy niin omistuksen kuin käytön osalta, autojen määrä romahtaa. Samanaikaisesti autoteknologia kehittyy nopeasti, joten vuonna 2050 myytävät uudet autot ovat hybridi-, sähkö-

tai vetyautoja. Biopolttoaineiden osuus polttonesteistä on suuri, osittain siksi, että absoluuttinen polttoaineen kulutus on melko vähäistä.

Kehittyvä kohtuutalous –vision toteutuminen edellyttäisi ensisijaisesti jonkinlaista arvovallankumousta. Työnteon lisäämistä ei enää pidetä mielekkäänä vaan työaika lyhennettäisiin ja se jaettaisiin tasaisemmin työväestön kesken. Myös kaikenlainen talkootöiminnan lisääntyminen on yhteensopiva ajatuksen kanssa. Ihmiset ovat kiinnostuneempia hyvinvoinnistaan kuin elintasostaan. Erityyppiset *slow life* –muodot kukoistavat ihmisten kyllästyessä työelämän kiihtyvään oravanpyörään. Kompastuskivenä tässä skenaariossa on korkean teknologian ja kevyen liikenteen sekä joukkoliikenteen infrastruktuurin investointien mahdollistaminen ilman talouskasvua. Tämä skenaario edellyttäisi todennäköisesti hyvin selektiivistä kasvua, jossa raskaat materiaali-intensiiviset toimialat taantuisivat voimakkaasti ja 'kevyet' toimialat voisivat samanaikaisesti hyvin.

## 4. Visiolähtöiset toimenpidekokonaisuudet

### 4.1 Valitut toimenpiteet

Ulkomaisten kirjallisuuden ja kotimaisten selvitysten perusteella toimenpidekokonaisuuk-  
sien rakentamisen perustaksi valittiin seuraavat 25 toimenpidettä.

1. yhdyskuntarakenteen hajautumisen pysäyttäminen
2. yhdyskuntarakenteen täydentäminen ja tiivistäminen
3. maankäytön, liikenteen, palvelujen ja elinkeinojen suunnittelu (MALPE)
4. joukkoliikenteen lippujen hinnat
5. joukkoliikenteen verkostojen kattavuus ja vuorotarjonta
6. kattava, toimiva joukkoliikenteen informaatio
7. joukkoliikenteen hinta ja vuorotarjonta pitkällä matkoilla
8. työmatkojen kilometrikorvaukset
9. nopeusrajoitukset
10. työmatkavähennys
11. valtakunnallinen kilometrimaksu (HA + KA)
12. pysäköintimaksut
13. työpaikkojen liikkumisen ohjaus
14. henkilöautojen verotus
15. polttonesteen verotus
16. raskaan kaluston verotus
17. kuljetusten energiatehokkuus
18. jakeluliikenne
19. tyhjänäajojen vähentäminen
20. kevyen liikenteen osuuden kasvattaminen
21. rautatieinvestoinnit
22. tieinvestoinnit
23. aktiivinen kampanjointi, asennekasvatus
24. päästönormit
25. romutuspalkkiot.

Toimenpidekokonaisuuksia rakennettaessa yksittäisiä toimenpiteitä on yhdistely erilaisiksi kombinaatioiksi. Yksittäisten toimenpiteiden tarkemmat kuvaukset sekä asiantuntija-  
arvioina määritellyt CO<sub>2</sub> vaikutuspotentiaalit lyhyellä ja pitkällä aikavälillä on esitetty liit-  
teessä 3.

### 4.2 Toimenpidekokonaisuudet - Urbaani Syke

Urbaani Syke –vision toteutumiseen tähtääviä toimenpidekokonaisuuksia on seitsemän:

- Maankäytön toimet ml. kevyen liikenteen infrastruktuurin kehittäminen
- Kaupunkiseutujen joukkoliikenteen kehittäminen
- Henkilöliikenteen energiatehokkaat pitkät matkat
- Hinnoittelu (valtakunnallinen kilometrimaksu)
- Raskaan liikenteen uudet kuljetuskonseptit
- Vähäpäästöiset ajoneuvot
- Raideinfrastruktuurin tehokas kehittäminen ja kunnossapito.

Toimenpidekokonaisuudet rakentuvat ensisijaisen toimenpiteen tai toimenpideryppään  
ympäri. Ensisijaisten toimenpiteiden vaikutuksia ja vaikuttavuutta tehostetaan täyden-  
tävillä toimenpiteillä. Toimenpidekokonaisuudet ja niiden vaikutusarvioinnit eivät pyri  
antamaan tarkkaa ja yksityiskohtaista kuvaa potentiaalisista toimenpiteistä ja niiden vai-  
kutuksista. Tarkoituksena on kuvata kokonaisuutta ja mahdollisia vaihtoehtoja sekä en-  
nen kaikkea toimia keskustelun herättäjänä ja tarkempien selvitysten käynnistäjänä.

Seuraavat luvut kuvaavat toimenpidekokonaisuuksia ja niiden vaikutuspotentiaalia tarkemmin.

#### 4.2.1 Maankäytön toimet: yhdyskuntarakenteen kehittäminen

Yhdyskuntarakenteella tarkoitetaan yhdyskuntien fyysisiä rakenteita (rakennukset, verkostot ja muut rakenteet mukaan lukien viher- ym. vapaa-alueet) ja niiden välisiä suhteita sekä niiden toimintojen edellyttämää liikennettä. Yhdyskuntarakenteen kehitys on ollut Suomessa hajautuvaa. Samaan aikaan kun aluerakenne keskittyy, yhdyskuntarakenne hajautuu kaupunkikeskusten reunoilla ja ympärillä. Tämän kehityksen arvioidaan ilman toimenpiteitä jatkuvan edelleen.

Yhdyskuntarakenteen kehittämiseen liittyvät toimenpiteet on tässä jaoteltu kolmeen ryhmään:

1. yhdyskuntarakenteen hajautumisen pysäyttäminen
2. yhdyskuntarakenteen täydentäminen ja tiivistäminen
3. maankäytön, asumisen, liikenteen, palvelujen ja elinkeinojen suunnittelu yhteistyössä (MALPE).

##### Ensisijaisen toimenpiteen kuvaus

###### *1. Yhdyskuntarakenteen hajautumisen pysäyttäminen*

Toimenpiteeseen sisältyy useita keinoja, jotka tähtäävät yhdyskuntarakenteen hajautumisen pysäyttämiseen. Keinoja ovat hajarakentamisen tarkka sääntely, joka on ensisijaisesti kuntien vastuulla. Niin sanotun perusrakennusoikeuden poistaminen on tehokas keino hajarakentamisen hallintaan. Tämä tarkoittaa sitä, että rakennusluvan myöntämisen edellytyksenä on aina yhdyskuntarakenteellinen harkinta. Tämä voi edellyttää säädösmuutoksia maankäyttö- ja rakennuslainsäädäntöön.

Kuntien vastuulla on myös se, ettei uusia alueita sijoiteta yhdyskuntarakenteesta irralleen. Tämä koskee asunto- ja työpaikka-alueita sekä kaupan suuryksiköjä. Tätä koskevat säädökset ovat maankäyttö- ja rakennuslaissa ja valtakunnallisissa alueidenkäyttövitoiteissa. Ongelmana on säädösten noudattaminen.

Vyöhykkeisiin perustuva suunnittelu (talotyypit, aluetehokkuus, kulkevat, palvelut) voi olla tehokas tapa estää yhdyskuntarakenteen hajautuminen. Tällöin määritellään vyöhykkeet, joihin on yhdyskuntarakenteellisesti edullista sijoittaa eri toimintoja, ja vyöhykkeiden ulkopuolinen alue rajataan rakentamisen ulkopuolelle. Vastaava ajatus sisältyy siihen, että kaavoituksessa ei laajenneta autovyöhykettä, eli toiminnot sijoitetaan kävely-, pyöräily- ja joukkoliikennevyöhykkeille.

Yhdyskuntarakenteen kehittämiseen liittyvät toimenpiteet toteutetaan maakuntakaavojen, yleiskaavojen, strategisen suunnittelun, rakennemallien ym. kautta, jolloin yleispiirteisen suunnittelun merkitys korostuu. Lisäksi kunnat ohjaavat rakentamista rakennusjärjestyksen avulla ja rakennusvalvonnan toimenpiteillä. Hajautumisen pysäyttämiseen liittyy myös vapaa-ajan asutuksen sääntelyn tehostaminen. Tätä tehdään mm. rantayleiskaavojen ja ranta-asemakaavojen sekä rakennusvalvonnan toimenpiteiden avulla. Yhdyskuntarakenteen hajautumisen pysäyttämiseen liittyy myös suunnitelmien ja hankkeiden vaikutusten arvioinnin kehittäminen.

###### *2. Yhdyskuntarakenteen täydentäminen ja tiivistäminen*

Toimenpiteellä pyritään mahdollisuuksien mukaan suuntaamaan uusi rakentaminen nykyisen yhdyskuntarakenteen yhteyteen. Tähän toimenpidekokonaisuuteen liittyy raideliikenteen varsilla asemansuutujen täydentäminen. Mahdollisuudet sijoittaa asuntoja nykyisten asemien läheisyyteen tulisi selvittää ja hyödyntää. Toimintojen sijoittaminen kä-



vely- ja pyöräily- ja joukkoliikennevyöhykkeille vähentää henkilöauton käytön tarvetta. Kävelyn ja pyöräilyn edistämiseksi hyvien kävely- ja pyöräilyväylien, -verkostojen ja ympäristöjen suunnittelu on tärkeää kaavoituksen yhteydessä.

Tämän kokonaisuuden toimenpiteet toteutetaan sekä yksityiskohtaisella kaavoituksella asemakaavojen kautta että yleisemmällä yleiskaavatasolla ja jossain määrin myös maakuntakaavatasolla. Yhdyskuntarakenteen täydentämistä ja tiivistämistä edistää vaikutusten arviointi ja sen kehittäminen. Toimenpiteeseen liittyy olennaisena kaavojen toteuttamisen varmistaminen maapoliittisten keinojen avulla.

### *3. Maankäytön, asumisen, liikenteen, palvelujen ja elinkeinojen suunnittelu yhteistyössä (MALPE)*

Maankäytön, asumisen, liikenteen, palvelujen ja elinkeinojen suunnittelu kuntien ja eri toimijoiden välisenä yhteistyönä voi edistää tehokkaasti yhdyskuntarakenteen eheyttämistä. Tämä toimenpidekokonaisuus korostaa yhteistyön merkitystä yhdyskuntarakenteen kehittämisessä. Suunnittelua voidaan tehdä toiminnallisten kokonaisuuksien osalta, esimerkiksi työssäkäyntialuekohtaisesti.

Yhdyskuntarakenteen kehittämisperiaatteita ovat muun muassa uuden asutuksen sijoittaminen lähelle työpaikkoja ja palveluja olemassa olevan yhdyskuntarakenteen yhteyteen, yhdyskuntarakenteen täydentäminen ja tiivistäminen, asemanseutujen täydentäminen, uusien ratavyöhykkeiden suunnittelu, liikennehankkeiden ja kaavoituksen toteuttamisjärjestyksen ja ajoituksen suunnittelu ja varmistaminen. Tähän kokonaisuuteen kuuluu myös strateginen suunnittelu yhteistyössä kuntien, seutujen yhtymien, maakuntien liittojen, yritysten, elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskusten ym. kanssa. Toimenpide toteutetaan maakuntakaavan, yleiskaavan, liikennejärjestelmän, strategisen suunnittelun, rakennemallien ym. avulla. Ratkaisuja edistetään vaikutusten arvioinnilla ja sen kehittämisellä.

Toimenpidekokonaisuuteen kuuluvia, kaavoitusta täydentäviä toimenpiteitä ovat:

- kävely- ja pyöräilyväylien, -verkkojen ja -ympäristöjen kehittäminen
- liikkumistottumusten ohjaus, tiedonvälitys vaikutuksista ja asennekasvatus.

Lisäksi on olennaista, että toimenpidekokonaisuus toteutetaan yhdessä joukkoliikenteen ja kävelyn ja pyöräilyn toimenpiteiden kanssa.

#### *Vaikutusmekanismi*

Yhdyskuntarakenteen kehittämisen avulla luodaan edellytyksiä liikennetarpeen väheneemiselle (pienemmät etäisyydet toimintojen välillä) ja kulkutapojen painottumiselle kasvihuonekaasupäästöjen kannalta edullisimpiin, kävelyn ja pyöräilyyn sekä joukkoliikenteeseen. Yhdyskuntarakenteen hajautumisen pysäyttämällä vältetään liikennetarpeen ja henkilöautoliikenteen osuuden kasvua. Yhdyskuntarakenteen täydentämisellä ja tiivistämisellä edistetään kävelyn ja pyöräilyn sekä joukkoliikenteen osuuden kasvua. MALPE-yhteistyöllä tuetaan yhdyskuntarakenteen ja liikennejärjestelmän muodostaman kokonaisuuden ilmaston kannalta edullista kehittämistä ja voidaan varmistaa suunnitelmien toteuttamisen edellytykset. Yhteistyö myös edistää suunnitelmien ja hankkeiden järkevän ja ilmaston kannalta edullisen toteuttamisjärjestyksen ja ajoituksen varmistamista.

#### *Vuorovaikutukset kokonaisuuden sisällä*

Kaikki tässä toimenpidekokonaisuudessa esitetyt toimenpiteet täydentävät ja vahvistavat merkittävästi toisiaan. Kevyen liikenteen osuuden kasvattaminen vahvistaa merkittävästi kaikkia tämän toimenpidekokonaisuuden toimenpiteitä. *Yhdyskuntarakenteen hajautumisen pysäyttämistä* vahvistavat lisäksi nopeusrajoituksiin, taloudelliseen ohjaukseen, jake-  
liikenteeseen, raideinvestointeihin, joukkoliikenteeseen, työpaikkojen liikkumisen ohja-

ukseen ja kampanjointiin liittyvät toimenpiteet. *Yhdyskuntarakenteen täydentämistä ja tiivistämistä* vahvistavat lisäksi joukkoliikenteeseen, taloudelliseen ohjaukseen, työpaikkojen liikkumisen ohjaukseen, jakeluliikenteeseen, raide- ja tieinvestointeihin, nopeusrajoituksiin ja kampanjointiin liittyvät toimenpiteet. *MALPE-yhteistyötä* vahvistavat lisäksi joukkoliikenteeseen, taloudelliseen ohjaukseen, työpaikkojen liikkumisen ohjaukseen, nopeusrajoituksiin, jakeluliikenteeseen, raide- ja tieinvestointeihin ja kampanjointiin liittyvät toimenpiteet.

### CO<sub>2</sub> vaikutuspotentiaali

Toimenpidekokonaisuuden vaikutuspotentiaalin arviointi perustuu yhdyskuntarakenteen kehittämistä koskeviin tutkimuksiin (mm. Tuomaala et al. 2012, Wahlgren 2012, 2007, Jyväskylän seudun rakennemalli 2011, Paikallisjunaliikenteen toimintaedellytykset ja vaikutukset Keski-Suomessa 2010, Uudenmaan ja Itä-Uudenmaan rakennemallien vaikutusten arviointi 2010, Wahlgren et al. 2008, Harmaajärvi et al. 2001, Lahti & Moilanen 2010) ja ILARI-työssä muodostettuihin visioihin. Vaikutuspotentiaali on arvioitu eroina Baseline-vision ja Urbaani syke-vision välillä. Urbaani syke-visiossa henkilöliikenteen kasvihuonekaasupäästöt ovat 3,5 Mt CO<sub>2</sub> pienemmät kuin Baseline-visiossa (tässä arvioissa eivät ole mukana lentoliikenteen päästöt, koska yhdyskuntarakenteen kehittämisellä ei ole vaikutusta niihin). Visioiden mukaan päästövähennyksestä 1,4 Mt CO<sub>2</sub> saavutetaan ajoneuvojen ominaispäästöjen pienenemisellä ja 2,1 Mt CO<sub>2</sub> suoritteiden muutoksilla. Tätä voidaan pitää sinä kasvihuonekaasupäästöjen vähentämistavoitteena, johon yhdyskuntarakenteen kehittämisellä voidaan vaikuttaa. Potentiaaliarvio on pyritty laatimaan niin, ettei se sisällä joukkoliikenteen kehittämistoimenpiteiden vaikutusta. Nämä toimenpiteet kytkeytyvät kuitenkin kiinteästi toisiinsa ja vahvistavat toisiaan. Yhdyskuntarakenteen kehittäminen luo edellytyksiä joukkoliikenteen kehittämiselle, ja joukkoliikenteen kehittäminen taas osaltaan luo edellytyksiä yhdyskuntarakenteen kehittämiselle.

*Maankäytön toimien* kasvihuonekaasupäästöjen vähentämispotentiaalin arvioidaan olevan kaikkiaan vuonna 2050 noin 0,7 – 1,5 Mt CO<sub>2</sub> Baseline-kehitykseen verrattuna.

Toimenpiteiden päästövähennyspotentiaali ja vaikutusten aikajänne:

Toimenpide/ CO <sub>2</sub> päästövähennyspotentiaali	Lyhyt aikaväli			Pitkä aikaväli		
	pieni	keskin-kertainen	suuri	pieni	keskin-kertainen	suuri
Yhdyskuntarakenteen hajautumisen pysäyttäminen						
Yhdyskuntarakenteen täydentäminen ja tiivistäminen						
MALPE -yhteistyö						

Yhdyskuntarakenteen kehittämiseen liittyvien toimenpiteiden vaikutus on pitkäaikainen. Yhdyskuntarakenteen muutokset tapahtuvat tyypillisesti hitaasti ja vaikuttavat pitkään. Tulevia muutoksia koskevia ratkaisuja tehdään kuitenkin jatkuvasti. Siksi toimenpiteet olisi otettava välittömästi käyttöön. Päivittäin tehtävillä ratkaisuilla määritellään yhdyskuntarakenteen tuleva kehitys vuosikymmeniksi ja pidemmällekin ajalle. Toimenpiteiden vaikutus lisääntyy ajan kuluessa.

### Muut vaikutukset

Yhdyskuntarakenteen kehittäminen kasvihuonekaasupäästöjä vähentävästi vähentää yleensä myös kustannuksia, energiankulutusta, raaka-aineiden kulutusta ja muita päästöjä.

#### 4.2.2 Kaupunkiseutujen joukkoliikenteen kehittäminen

Joukkoliikennelaisissa (2009) joukkoliikenteellä tarkoitetaan yleisesti käytettävissä tai tilattavissa olevaa, useiden ihmisten kuljettamiseen tarkoitettua a) ammattimaista linja-autoliikennettä (markkinaehtoisesti tai palvelusopimusasetuksen mukaisesti) ja b) palvelusopimusasetuksen mukaisesti harjoitettua raideliikennettä. Yleistäen joukkoliikenne on yleisesti käytössä olevaa säännöllistä henkilöliikennettä, jonka palvelut ovat kaikkien käytettävissä (ml. säännöllinen lentoreittiliikenne ja takseilla hoidettava joukkoliikenne).

Toimenpidekokonaisuuden *ensisijaisia toimenpiteitä* ovat:

- (uudet) edulliset lipputuotteet ja yhteiskäyttöinen maksujärjestelmä suurimmille työssäkäyntialueille
- valtakunnallinen (ja alueellinen) joukkoliikenteen aikataulu- ja reittipalvelu
- yhtenäisen ilmeen luominen joukkoliikennejärjestelmälle
- toimiva joukkoliikenteen runkoverkko ja sen solmupisteet
- runkoverkkoa täydentävät linjat ja liityntäpysäköinti.

#### Ensisijaisten toimenpiteiden kuvaus

Joukkoliikenteen edistämistoimet ovat välttämättömiä, jotta henkilöauton käytöllä olisi kilpailukykyisiä vaihtoehtoja. Toimenpidekokonaisuudessa kolmen ensimmäisen toimenpiteen (maksujärjestelmä, informaatiopalvelut, yhtenäinen ilme) avulla pyritään muodostamaan yhtenäinen palvelukokonaisuus, jolla parannetaan joukkoliikenteen palvelutasoa ja alennetaan hintatasoa ja näiden avulla kasvatetaan joukkoliikenteen ja pienennetään henkilöautoliikenteen kulkutapaosuuksia kaupunkiseuduilla. Esitetyt toimenpiteet ovat Liikennepoliittisessa selonteossa (Liikenne- ja viestintäministeriö 2012) ja sen joukkoliikenteen taustamuistioissa esitettyjen linjausten suuntaisia, mutta vision tavoitteisiin pääsemiseksi ne täytyy toteuttaa radikaalimpina.

Toimenpidekokonaisuudessa joukkoliikenteen kehittämisen toimenpiteiden on ajateltu kohdistettavan pääasiassa suurille kaupunkiseuduille (Helsinki, Tampere, Turku ja Oulu), joilla joukkoliikennejärjestelmän nykyinen kysyntä ja tarjonta ovat keskisuuria kaupunkikeja merkittävästi suuremmat. Lisäksi Lahti, Jyväskylä ja Kuopio ovat keskisuurista kaupunkiseuduista asukasmäärältään ja yhdyskuntarakenteeltaan alueita, joilla joukkoliikenteen kilpailukyky henkilöautoliikenteeseen nähden on mahdollista parantaa, ja joihin joukkoliikenteen toimia kannattaa siten kohdistaa. Muillakin keskisuurilla kaupunkiseuduilla joukkoliikenteen kehittämispotentiaalia on, mutta sen realisoiminen lisämatkoiksi vaatii erityisiä ponnisteluja niin joukkoliikenteen palveluiden kehittämisessä kuin liikennejärjestelmäsuunnittelussa ja maankäytön ratkaisuissa.

Yhteiskäyttöisellä maksujärjestelmällä tarkoitetaan edullista, kaikki joukkoliikennemuodot kattavaa seutulippua keskeisillä työssäkäyntialueilla. Järjestelmä sisältää erilaisia, eri matkustajaryhmille sopivia lipputuotteita ja maksutapoja ja sähköiset maksutavat ovat yleisesti käytössä. Valtakunnallinen aikataulu- ja reittipalvelu kattaa kaikki joukkoliikennemuodot ja palvelusta voi myös ostaa lipun koko matkaketjulle. Joukkoliikenteen houkuttelevuutta edistetään luomalla sille yhtenäinen ilme, joka ilmenee kalustossa, infopalveluissa, lippujen myyntipaikoissa, pysäkeillä, terminaaleissa sekä markkinoinnissa.

Suurten kaupunkiseutujen joukkoliikenneverkoston kehittäminen toteutetaan pääasiassa lisäämällä raideliikennettä (ks. myös luku 4.2.7), jota täydentävät bussilinjat. Pienemmillä kaupunkiseuduilla kehitetään bussiliikenteen verkostoja. Liityntäpysäköinnin suunnittelu ja toteutus kuuluu olennaisena osana toimenpidekokonaisuuteen.

Toimenpidekokonaisuuteen kuuluvia, täydentäviä toimenpiteitä ovat:

- Työpaikkojen liikkumisen ohjauksen edistäminen ml. työsuhdematkalippu ja työpaikkapysäköinti
- Kevyen liikenteen väyläverkoston laajuuden ja kunnon parantaminen sekä liikkumisympäristön, palveluiden laadun ja informaation parantaminen

Mahdollisimman suurten kulkutapamuutosten aikaansaamiseksi on tärkeää, että samaan aikaan toteutetaan myös raideliikenteen kehittämisen, hinnoittelun ja maankäytön toimenpidekokonaisuudet.

#### Vaikutusmekanismi

Kaupunkiseutujen joukkoliikennettä kehittämällä pyritään vaikuttamaan kaupunkiseutujen kulkutapajakaumaan tarjoamalla henkilöauton käytölle kilpailukykyinen vaihtoehto sekä matkustamiseen käytetyn ajan että kustannusten suhteen mitattuna. Yhtenäinen joukkoliikenteen palvelukokonaisuus lisää joukkoliikenteen käytön helppoutta. Joukkoliikenteen kulkutapa-osuuden kasvaminen vähentää henkilöautomatkoja ja sujuvoittaa liikennettä, joiden ansiosta liikenteen energiankulutus ja kasvihuonekaasupäästöt vähenevät. Kaupunkiseutujen sisäisen henkilöautosuorituksen arvioidaan vähenevän 10–20 %, mutta joukkoliikenteen kehittäminen toisaalta edellyttää linja-autoliikenteen lisäämistä vähintään 10 %, minkä CO<sub>2</sub>-päästöjä lisäävä vaikutus tosin on merkityksetön henkilöautoliikenteen päästövähennemään verrattuna. Myös liikkumisen ohjauksen toimenpiteillä voi olla merkittäviä täydentäviä vaikutuksia. Esim. Cairns & Sloman (2004) ovat tapaustutkimusten pohjalta arvioineet, että työpaikkojen liikkumisen ohjauksella voitaisiin saavuttaa 0,4-3,3% vähenemä autolla tehtävien työmatkojen määrässä.

#### Vuorovaikutukset kokonaisuuden sisällä

Kaikki tässä toimenpidekokonaisuudessa esitetyt toimenpiteet täydentävät toisiaan ja niiden toteuttaminen samanaikaisesti on suotavaa, sillä yhteisvaikutus voi olla jopa yksittäisten vaikutusten summaa suurempi.

#### CO<sub>2</sub> vaikutuspotentiaali

Kaupunkiseutujen joukkoliikenteen kehittämisen toimenpidekokonaisuuden vaikutuspotentiaalin arvioinnissa on käytetty taustatietoina mm. Henkilöliikennetutkimusten aineistoja, liikenne- ja viestintäministeriön Liikennepoliittisen selonteon (2012) joukkoliikenteen taustaselvityksiä sekä valikoituja kansainvälisiä selvityksiä (esim. Santos et al. 2010, Cairns & Sloman 2004) liikkumisen ohjauksen toimenpiteiden vaikutuspotentiaaleista.

*Kaupunkiseutujen joukkoliikenteen kehittämiskokonaisuuden* kasvihuonekaasupäästöjen vähentämispotentiaalin arvioidaan olevan vuonna 2050 noin 0,2-0,4 Mt CO<sub>2</sub> Baseline-kehitykseen verrattuna.

#### Muut vaikutukset

Joukkoliikenteen käyttöä lisäämällä voidaan vähentää myös muita yksityisautoilun aiheuttamia haittoja eli melua, saasteita, onnettomuuksia ja ruuhkia. Lisäksi hyvät joukkoliikennepalvelut tukevat kaupunkiympäristön kehittämistä jalankulun ja pyöräilyn ehdoilla. Joukkoliikenteen hyvä tarjonta edistää myös yhdyskuntarakenteen tiivistämistavoitetta. Kilometrimaksujen mahdollinen käyttöönotto edellyttää joukkoliikennepalvelujen parantamista.

## Toimenpiteiden päästövähennyspotentiaali ja vaikutusten aikajänne:

Toimenpide/ CO <sub>2</sub> päästövähennyspotentiaali	Lyhyt aikaväli			Pitkä aikaväli		
	pieni	keskin-kertainen	suuri	pieni	keskin-kertainen	suuri
Uudet lipputuotteet ja yhteiskäyttöinen maksujärjestelmä suurimmille työssäkäyntialueille						
Valtakunnallinen (ja/tai alueellinen) joukkoliikenteen aikataulu- ja reittipalvelu						
Yhtenäisen ilmeen luominen joukkoliikennejärjestelmälle						
Toimiva joukkoliikenteen runkoverkko ja sen solmupisteet						
Runkoverkkoa täydentävät linjat ja liityntäpysäköinti						

## 4.2.3 Henkilöliikenteen energiatehokkaat pitkät matkat

Pitkillä matkoilla tarkoitetaan tässä yhteydessä yli 100 kilometriä pitkää, pääasiassa kaupunkiseutujen välistä, kaukoliikennettä. Henkilöautolla kuljetaan nykyisin pääosa pitkistä matkoista, 50–80% matkan pituudesta riippuen. Joukkoliikenteen kulkutapaosuus kasvaa matkan pituuden kasvaessa. Junaliikenteen osuus pitkistä matkoista kasvaa yli 400 kilometrin matkoilla, lentoliikenteen osuus yli 500 kilometrin matkoilla.

Toimenpidekokonaisuuden *ensisijaisia toimenpiteitä* ovat:

- edulliset lipputuotteet ja uudet maksutavat pitkillä matkoilla
- joukkoliikenteen vuorotarjonta, nopeus ja täsmällisyys pitkillä matkoilla
- valtakunnallinen joukkoliikenteen aikataulu- ja reittipalvelu (sama kuin kaupunkiliikenteessä)
- aktiivinen kampanjointi kulkutapavalinnoista pitkillä matkoilla.

Ensisijaisten toimenpiteiden kuvaus

Pitkien matkojen toimenpidekokonaisuudella tähdätään joukkoliikenteen palvelutason parantamiseen, erityisesti junamatkojen määrän kasvuun ja samalla henkilöautomatkojen määrän pienenemiseen ja edelleen tämän siirtymän vaikutuksesta kokonaisenergiankulutuksen pienenemiseen. Palvelutason parantaminen koostuu uusista edullisista lipputuotteista ja maksutavoista, valtakunnallisesta aikataulu- ja reittipalvelusta, joka kattaa kaikki liikennemuodot, sekä nopeasta, riittävän tiheästä ja täsmällisestä junaliikenteen vuorotarjonnasta. Raideliikenteen lisääminen vaatii myös uusia raideinvestointeja kaupunkiseutujen välille (ks. myös luku 4.2.7). Lisäksi panostetaan liityntäyhteyksien kehittämiseen, sillä sujuvat ja edulliset liityntäyhteydet lisäävät oleellisesti kaukoliikenteen houkuttelevuutta.

Toimenpidekokonaisuuteen kuuluvia, täydentäviä toimenpiteitä ovat:

- päätieverkon nopeusrajoitukset, jotka voidaan toteuttaa esim. nopeusrajoitusjärjestelmän tasokorjauksena keskimäärin 15 % alaspäin
- muutokset työasiamatkojen kulujen korvaamisessa ja pitkien työmatkojen työmatkavähennyksissä.

Kulikutapamuutosten edellytyksenä ovat samaan aikaan toteutettavat raideliikenteen kehittämisen ja kaupunkiseutujen joukkoliikenteen kehittämisen toimenpidekokonaisuudet.

#### Vaikutusmekanismi

Toimenpidekokonaisuuden toimenpiteiden avulla pyritään parantamaan pitkämatkaisen joukkoliikenteen palvelutasoa ja imagoa sekä alentamaan hintatasoa. Tavoitteena on saada suuri osa liikkujista vaihtamaan kulkutapaansa henkilöautosta junaan erityisesti kaupunkiseutujen välisessä liikenteessä. Kulikutapajakaumamuutoksen ansiosta pitkien matkojen energiatehokkuus paranee sekä kokonaisenergiankulutus ja kasvihuonekaasupäästöt pienenevät. Pitkien henkilöautomatkojen suoritteen arvioidaan vähenevän 12–16 %.

#### Vuorovaikutukset kokonaisuuden sisällä

Kaikki tässä toimenpidekokonaisuudessa esitetyt toimenpiteet täydentävät toisiaan ja niiden toteuttaminen samanaikaisesti on suotavaa.

#### CO<sub>2</sub> vaikutuspotentiaali

Henkilöliikenteen energiatehokkaat pitkät matkat -toimenpidekokonaisuuden vaikutuspotentiaalin arviointi perustuu pitkälti samoihin aineistoihin kuin kaupunkiseutujen joukkoliikennekokonaisuuden potentiaalin arviointi.

Henkilöliikenteen pitkien matkojen energiatehokkuuden kehittämiskokonaisuuden kasvihuonekaasupäästöjen vähentämispotentiaalin arvioidaan olevan vuonna 2050 noin. 0,2 – 0,3 Mt CO<sub>2</sub> Baseline-kehitykseen verrattuna.

Toimenpiteiden päästövähennyspotentiaali ja vaikutusten aikajänne:

Toimenpide/ CO <sub>2</sub> päästövähennyspotentiaali	Lyhyt aikaväli			Pitkä aikaväli		
	pieni	keskin-kertainen	suuri	pieni	keskin-kertainen	suuri
Edulliset lipputuotteet ja uudet maksutavat pitkillä matkoilla						
Joukkoliikenteen vuorotarjonta, nopeus ja täsmällisyys pitkillä matkoilla						
Valtakunnallinen joukkoliikenteen aikataulu- ja reittipalvelu						
Aktiivinen kampanjointi kulkutapavalinnoista pitkillä matkoilla						

#### Muut vaikutukset

Joukkoliikenteen käyttöä lisäämällä voidaan vähentää myös muita yksityisautoilun aiheuttamia haittoja eli melua, saasteita, onnettomuuksia ja ruuhkia.

#### 4.2.4 Hinnoittelu: valtakunnallinen kilometrimaksu

Liikenteen hinnoittelulla tarkoitetaan laajasti ottaen liikenteeltä perittävien verojen ja maksujen muodostamaa kokonaisuutta. Tässä toimenpidekokonaisuudessa hinnoittelun *ensisijaisia toimenpiteitä* ovat:

- henkilö- ja pakettiautojen satelliittipohjainen valtakunnallinen kilometrimaksu
- raskaan liikenteen satelliittipohjainen kilometrimaksu koko tieverkolle tai vaihtoehtoisesti E18-tielle kohdennettava raskaan liikenteen kilometrimaksu.

#### Ensisijaisten toimenpiteiden kuvaus

Valtakunnallisella kilometrimaksulla tarkoitetaan tässä järjestelmää, jossa autoilijat maksavat perusmaksun (johon on sisällytetty auto- ja ajoneuvovero sekä mahdollisesti myös polttoainevero) ja lisäksi alueesta ja ajasta riippuvan ruuhkamaksun ja ympäristöhaittamaksun.

Kilometrimaksujen perusajatuksena on antaa tienkäyttäjille hintasignaaleja, jotka vaikuttavat heidän käyttäytymiseensä. Maksun vaikutuksesta tienkäyttäjät miettivät tarkemmin matkustamista, ts. milloin, mitä kautta ja millä kulkutavalla matkustaa. Samalla vaikutetaan myös yleisellä tasolla liikkumisasenteisiin ja arvoihin ja vähennetään tätä kautta liikenteen ympäristöhaittoja. Nykyistä tieliikenteen verojärjestelmää, jonka taustalla ovat lähinnä valtion fiskaaliset tarpeet, pidetään liian karkeana järjestelmänä ajoneuvoliikenteen kysynnän ohjaamiseen. Sen avulla ei voida sisäistää kaikkia tienkäytöstä aiheutuvia kustannuksia, poistaa ruuhkia tai vähentää ympäristökuormitusta (Suvanto ym. 2007).

Toimenpidekokonaisuudessa *henkilö- ja pakettiautoilta* perittävät auto- ja ajoneuvovero muutetaan koko tie- ja katuverkolla perittäväksi kilometrimaksuksi. Polttoaineverojen tasoon ei kosketa, mutta se sisällytetään kilometrimaksuun. Kilometrimaksun suuruutena on käytetty liikenne- ja viestintäministeriön esiselvityksen (Suvanto ym. 2007) mukaisesti 10,5 snt/km, josta polttoaineveron<sup>2</sup> osuus on 4,5 snt/km ja kilometrimaksun 6 snt/km.

*Raskaalta liikenteeltä* nykyisin perittävät polttoaine- ja käyttövoimaverot korvataan toimenpiteessä kilometrimaksulla, joka porrastetaan ajoneuvon kokoluokan ja ympäristöominaisuuksien mukaan (8-19 snt/km). Veroja ei kuitenkaan porrasteta alueellisesti tai tieluokittain (Suvanto ym. 2007).

Toimenpidekokonaisuuteen kuuluvia, kilometrimaksuja täydentäviä toimenpiteitä ovat:

- kaupunkiseutujen keskustojen pysäköinnin hintojen korottaminen
- työpaikkojen liikkumisen ohjauksen tehostaminen. Tähän kuuluvat erityisesti työsuhdematkalipun käytön lisääminen, työpaikkojen pysäköintipaikkaedun verottaminen, kimpakyytien sekä videokokousten ja työpaikkapyöräilyn lisääminen
- aktiivinen kampanjointi. Kohteena ovat: kulkutapavalinnat pitkillä matkoilla, auton vaihto kevyeen liikenteeseen lyhyillä matkoilla, sekä kakkos- ja kolmosautoista luopuminen.

Lisäksi on olennaista, että samaan aikaan toteutetaan sekä kaupunkiseutujen että pitkien matkojen joukkoliikenteen käyttöä edistävät toimenpidepaketit, jotta kulkutavan vaihtole on olemassa mahdollisuus.

---

<sup>2</sup> Tarkastelu on polttoaineveron osalta teoreettinen, sillä nykyisin EU on asettanut polttoaineveroille tietyt minimitasot, eikä polttoaineveroa voida käytännössä muuttaa kilometrimaksuksi, ellei EU luovu polttoaineen minimiverovaatimuksesta.

### Vaikutusmekanismi

*Henkilöliikenteessä* autoilun verotuksen painopisteen muuttaminen ajosuoritteen määräästä riippuvaan verotukseen saa autoilijan harkitsemaan kalliimpien ajokilometrien takia ajosuoritteitaan tarkemmin, jolloin liikenneverkko toimii yleisesti sujuvammin ja päästöt vähenevät. Lisäksi autoilija säästää rahaa autojen edullisempien ostohintojen muodossa.

Autoilua voidaan ohjata myös maksun porrastuksin vähemmän energiaa kuluttavaan ja hiilidioksidipäästöjä aiheuttavaan suuntaan. Ruuhkaisilla kaupunkiseuduilla, joilla voidaan periä perusmaksun lisäksi alueesta ja ajankohdasta riippuva ympäristöhaittamaksu, autoilijoita kannustetaan vaihtamaan matkansa ajankohtaa, kulkutapaa ruuhkamaksuttomaan kävelyyn, pyöräilyyn tai joukkoliikenteeseen tai jättämään matkan kokonaan tekemättä. Autoilijoiden reaktiot riippuvat vaihtoehtojen saatavuudesta ja houkuttelevuudesta. Erityisesti joukkoliikenteen kattavuus ja toimivuus ovat tärkeitä tekijöitä. Tukholman ja Lontoon ruuhkamaksujärjestelmien arviointitutkimukset (Eliasson ym. 2009; Santos & Fraser 2006) osoittavat juuri kulkumuotojen vaihtoehtojen tärkeyttä. Vaihtoehtojen puute vähentää kulkutavan vaihtamishalukkuutta ja seurauksena ruuhka ei välttämättä poistu eivätkä ympäristöhaitat vähene.

*Raskaan liikenteen osalta* toimenpiteen taustalla on oletus, että kun nykyisestä poiketen jokaisesta ajetuista kilometristä joudutaan maksamaan välittömästi enemmän (kiinteän veron samalla kuitenkin poistuessa) tyhjänä ajo vähenee, kuormausaste nousee ja ajosuorite vähenee. Lisäksi maksun porrastus ohjaa käyttämään isompia ajoneuvokokoja. Ympäristöhyödyt saavutetaan ajosuoritteiden vähentyessä ja ajoneuvokaluston uusiutuksessa (Suvanto ym. 2007).

### Vuorovaikutukset kokonaisuuden sisällä

Kaikki tässä toimenpidetkokonaisuudessa esitetyt toimenpiteet täydentävät toisiaan. Kaupunkiseutujen keskustojen pysäköinnin hintojen korottaminen lisää kilometrimaksun vaikuttavuutta. Työpaikkojen liikkumisen ohjauksen tehostaminen sekä useat erilaiset informaatiokampanjat parantavat kokonaisuuden hyväksyttävyyttä sekä toteutettavuutta. Näiden edistämiseksi myös kaupunkiseutujen ja pitkien matkojen joukkoliikenteen käyttöä edistävien toimenpidepakettien toteuttaminen samanaikaisesti on olennaisen tärkeää.

### CO<sub>2</sub> vaikutuspotentiaali

Toimenpidetkokonaisuuden vaikutuspotentiaalin arviointi pohjautuu pääasiassa liikenne- ja viestintäministeriön esiselvitykseen kilometrimaksujen vaikutuksista Suomessa (Suvanto ym. 2007). Täydentävinä lähteinä on käytetty Pääkaupunkiseudun ruuhkamaksuselvitystä (Välipirtti ym. 2011), Ilmastonmuutoksen hillintä kestävä kulutuksen avulla (KUILU) –projektin tuloksia (Nissinen ym. 2012) sekä Tukholman ja Lontoon ruuhkamaksujärjestelmien arviointitutkimuksia (Eliasson ym. 2009, Santos & Fraser 2006).

Esiselvityksen mukaan (Suvanto ym. 2007) *henkilöliikenteessä* valtakunnallisella kilometrimaksulla voitaisiin saada aikaan 14-20% vähenemä Suomen henkilö- ja pakettiautojen CO<sub>2</sub>-päästöissä aikavälillä 2007-2015. Tarkastelussa lähtökohtana on pidetty sitä, että valtion verotulot pysyvät kotimaisten kevyiden ja raskaiden ajoneuvojen osalta ennallaan, ts. verotuksen muutos on rakenteellinen.

*Raskaan liikenteen* valtakunnallisella kilometrimaksulla ei näyttäisi olevan vaikutusta hiilidioksidipäästöihin, jos verokertymä pidetään ennallaan. Liikenne- ja viestintäministeriön esiselvityksen mukaan kilometrimaksu on kuitenkin tehokkaampi tapa vähentää päästöjä kuin polttoainevero. Tämän osoitti herkkyystarkastelu, jossa verrattiin polttoaineveron korotuksen vaikutuksia saman kustannusvaikutuksen aikaansaamaan kilometrimaksun korotukseen. Polttoaineveron 10 % korotus vähensi kuorma-autojen paikallisia päästöjä ja hiilidioksidipäästöjä noin 0,9 %. Vastaava kilometrimaksun korotus vähensi päästöjä 0,8–2,7 %. Normiluokitukseen porrastettu kilometrimaksu ottaa siis paremmin huomioon ympäristötekijät ja edistää ajoneuvokannan uudistumista (Suvanto ym. 2007).



Jos raskaan liikenteen kilometrimaksu kohdennettaisiin ainoastaan E18-tielle, tien suoritteiden on arvioitu vähenevät noin 3 %.

Sovellettaessa edellä esitettyjä tuloksia Urbaani syke –vision tilanteeseen, *valtakunnallisen kilometrimaksun* toteuttamisen kasvihuonekaasupäästöjen vähentämispotentiaalin voidaan arvioidaan olevan vuonna 2050 noin n. 0,75 – 1,0 Mt CO<sub>2</sub> Baseline-kehitykseen verrattuna.

Toimenpiteiden päästövähennyspotentiaali ja vaikutusten aikajänne:

Toimenpide/ CO <sub>2</sub> päästövähennyspotentiaali	Lyhyt aikaväli			Pitkä aikaväli		
	pieni	keskin-kertainen	suuri	pieni	keskin-kertainen	suuri
Henkilöautojen km-maksu	[Bar chart showing potential for short-term impact]			[Bar chart showing potential for long-term impact]		
Raskaan liikenteen km-maksu	[Bar chart showing potential for short-term impact]			[Bar chart showing potential for long-term impact]		

#### Muut vaikutukset

Valtakunnallisella kilometrimaksulla voidaan henkilöautoliikenteen vähentymisen kautta vaikuttaa positiivisesti myös liikenneturvallisuuteen, ilmanlaatuun (muiden päästöyhdisteiden väheneminen), kaupunkiseutujen viihtyvyyteen sekä yhdyskuntarakenteen kehittymiseen (tiivistymiseen). Toisaalta maksujen alueellinen jakaantuminen tekee niistä sosiaalisen tasa-arvokysymyksen, mikä vaikeuttaa toimenpiteen toteuttamista.

Satelliittipohjaiset tienkäyttömaksut ovat uusia järjestelmiä, jonka vuoksi niiden vaikutusta ihmisten ja yritysten käyttäytymisen on vaikeaa ennakoida ja arvioida. Niiden toimintaperiaate ei ole välttämättä käyttäjille läpinäkyvää, mikä kasvattaa arvioinnin haasteellisuutta edelleen. Liikenne- ja viestintäministeriön esiselvityksen mukaan (Suvanto ym. 2007) tienkäyttömaksun hyväksyttävyyys lisääntyisi merkittävästi, jos kerätyt maksut käytettäisiin tienpitoon. Tällainen verojen korvamerkintä edellyttäneekin nykyisen käytännön muuttamista ja poliittista päätöstä.

#### 4.2.5 Vähäpäästöiset ajoneuvot

Pienet, vähän kuluttavat henkilöautot ovat kustannustehokas tapa kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi. Autokannan uudistuminen on kuitenkin hidasta, sillä ripeän uudistamisen ohjauskeinojen löytäminen ei ole helppoa. Raskaan kaluston energiatehokkuuden parantamiseen on panostettu viime vuosina (moottorikehityksen kautta) runsaasti ja tulokset ovat olleet positiivisia. Jo toteutuneen positiivisen kehityksen ansiosta energiatehokkuuden parantamispotentiaali on raskaalla liikenteellä tulevaisuudessa henkilöautoja vähäisempi. Hyötyajoneuvoilla keskeisempää on keskittyä vaihtoehtoisten polttoaineiden, joista suurin potentiaali näyttäisi olevan toisen sukupolven biopolttoaineilla, käyttöönottoon. Myös henkilöautoliikenteessä biopolttoaineiden käyttö on potentiaalinen keino. Toimenpidekokonaisuuden *ensisijaisia toimenpiteitä* ovat:

- uusien ja vanhoina tuotujen energiatehottomien henkilöautojen verotuksen tiukentaminen
- kannustimet sähkö- ja hybridi-autojen hankinnalle
- raskaan kaluston verotuksen ympäristöperusteisuuden kasvattaminen
- kannustimet raskaan kaluston ja henkilöautojen biopolttoaineiden käytölle (esim. biopolttoaineen verotuksen kautta) ja jakeluinfrastruktuurin kehittäminen

### Ensisijaisten toimenpiteiden kuvaus

Vähäpäästöisten ajoneuvojen toimenpidekokonaisuudella tähdätään erityisesti muutokseen autokannassa sekä biopolttoaineiden laajaan käyttöönottoon ja näiden avulla kasvihuonekaasujen määrän vähenemiseen. Muutokset toteutetaan taloudellisten ohjauskeinojen, erityisesti verotusmuutosten avulla.

Uusien ja vanhoina tuotujen suurikulutusisten henkilöautojen määrää autokannassa pyritään toimenpidekokonaisuudessa pienentämään verotusta tiukentamalla. Verotusmuutokset pyritään kohdistamaan siten, että ne edistävät erityisesti työsuhdeautojen ja yritysten autokalustojen energiatehokkuuden parantumista ja sekä sähköautojen ja hybridien hankintaa autoa vaihdettaessa.

Pohjoismaissa tuotettu sähkö on suhteellisen vähähiilistä ja sähköverkot ovat vakaita. Nämä seikat luovat hyvät puitteet sähköautojen ja hybridien määrän lisääntymiselle autokannassa. Lisäksi hitaan latauksen infrastruktuuri on Suomessa osittain jo olemassa (mm. lämmityspistokkeiden muodossa). Toimenpidekokonaisuudessa sähkö- ja hybridiautojen ostamista ja käyttöä tuetaan nykyistä enemmän verotuksen ja informaation keinoin. Latausinfrastruktuurin kehittymistä edistetään säännösten kautta (esim. rakennusmääräykset). Lisäksi raskaan kaluston verotuksen ympäristöperusteisuutta kasvatetaan.

Biopolttoaineiden osalta Suomi on edistyksellisten biopolttoaineiden edelläkävijämaa. Tavoitteeksi on asetettu, että vuodesta 2020 eteenpäin biopolttoaineiden osuuden tulee olla kaikilla liikenteeseen myydyillä polttoaineilla 20 % energiasisällöstä. Alalla on tällä hetkellä useita toimijoita (Neste/Stora Enso, UPM, Vapo, St1, Gasum) ja myös julkinen sektori (TEM, Tekes) panostaa merkittävästi biopolttoaineiden kehitykseen. Kehittämissä pääpaino on dieselinä korvaavissa tuotteissa. Useat kehitetyt tuotteet ovat yhteensopivia nykyisen jakeluinfrastruktuurin ja autokaluston kanssa, joten laajempi käyttöönotto voisi periaatteessa toteutua nopeastikin.

Suomella biomassavarannot ovat merkittävät ja biopolttoaineet tarjoavatkin merkittävän mahdollisuuden uuden teknologian ja uusien tuotteiden viennille. Toisaalta, haasteena on riittävä ja elinkaarivaikutuksiltaan kestävä raaka-aineen saanti ja tuotanto. Ilman verotusmuutoksia (biopolttoaineen hinta) ja merkittäviä asenteellisia muutoksia biopolttoaineiden käyttöönotto tullee kuitenkin etenemään hitaasti.

Toimenpidekokonaisuuteen kuuluvia, täydentäviä toimenpiteitä ovat:

- päästönormien kiristäminen, standardoinnin edistäminen
- romutuspalkkiot
- informaatio ja tietoisuuden kasvattaminen sähköautoista ja biopolttoaineiden käytöstä.

Toimenpidekokonaisuuden toimenpiteet ovat osittain päällekkäisiä hinnoittelun toimenpidekokonaisuudessa esitetyn valtakunnallisen kilometrimaksun kanssa. Kilometrimaksun voidaan ajatella tarjoavan erään välineen, jonka kautta verotuksen toimenpiteet on mahdollista toteuttaa.

### Vaikutusmekanismi

Toimenpidekokonaisuuden toimenpiteiden avulla tähdätään kasvihuonekaasujen vähentämiseen neljän mahdollisen "reitin" kautta. Näitä ovat (1) polttomoottoriajoneuvojen energiatehokkuuden parantuminen, (2) polttomoottoriautojen korvaaminen sähköautoilla, (3) siirtyminen käyttämään vaihtoehtoisia polttoaineita, (4) kulkutapamuutokset, esim. siirtyminen henkilöauton käyttäjästä joukkoliikenteen käyttäjäksi. Näistä kahden ensimmäisen vaikutukset realisoituvat autokannan muutosten kautta.

### Vuorovaikutukset kokonaisuuden sisällä

Henkilöautojen ja raskaan liikenteen verotuksen toimenpiteiden vaikutukset ovat periaatteessa toisistaan riippumattomia, samoin ajoneuvojen verotuksen toimien ja biopolttoaineiden käyttöä edistävien kannustimien vaikutukset. Tässä toimenpidekokonaisuudessa esitetyt toimenpiteet siis todennäköisesti täydentävät toisiaan ja niiden toteuttaminen samanaikaisesti on suotavaa.

### CO<sub>2</sub> vaikutuspotentiaali

Vähäpäästöiset ajoneuvot -toimenpidekokonaisuuden vaikutuspotentiaalin arviointi perustuu kotimaisiin ja kansainvälisiin selvityksiin (esim. Nylund 2011, McKinnon 2011, TRB 2011) sekä asiantuntija-arvioihin (Laurikko 2009, Nylund 2012) Suomen autokannan ja liikennepolttoaineiden kehityksestä.

Liikenne- ja viestintäministeriön sähköautoselvityksen mukaan (Nylund 2011) sähköautot voisivat vuonna 2020 vähentää tieliikenteen CO<sub>2</sub>-päästöjä 1-3 %. Vuoteen 2030 mennessä vaikutus voisi olla tieliikenteen osalta jopa -20 %. Biopolttoaineiden käyttöä lisäämällä ja sähköautoilla on yhdessä arvioitu päästävän uusien henkilöautojen CO<sub>2</sub>-päästöissä vuoteen 2050 mennessä jopa tasoon ~20 g/km (Nylund 2012).

Toimenpidekokonaisuudessa henkilöautokannan keskimääräisen päästötason on oletettu alenevan Baseline –kehitystä nopeammin. Tämä tarkoittaa sitä, että uusilla henkilöautoilla CO<sub>2</sub>-päästöt ovat tasolla 50-60 g/km ja koko autokannan keskimääräinen päästö on n. 70 g/km. Biopolttoaineiden osuudeksi on oletettu 35 % sekä tie- että vesiliikenteessä v. 2050.

Sovellettaessa aiempia selvityksiä Urbaani syke –vision tilanteeseen, voidaan arvioida, että vähäpäästöisten ajoneuvojen toimenpidekokonaisuuden kasvihuonekaasupäästöjen vähentämispotentiaalin arvioidaan olevan vuonna 2050 noin n. 2,5 – 3,0 Mt CO<sub>2</sub> Baseline -kehitykseen verrattuna.

Toimenpiteiden päästövähennyspotentiaali ja vaikutusten aikajänne:

Toimenpide/ CO <sub>2</sub> päästövähennyspotentiaali	Lyhyt aikaväli			Pitkä aikaväli		
	pieni	keskin-kertainen	suuri	pieni	keskin-kertainen	suuri
Henkilöautojen verotus						
Kannustimet sähkö- ja hybridiautojen hankinnalle						
Raskaan kaluston verotus						
Biopolttoaineiden käytön edistäminen						

### Muut vaikutukset

Vähäpäästöisten ajoneuvojen avulla voidaan vähentää myös melua ja ilman laatuun vaikuttavia muita saasteita, mutta vaikutukset ruuhkiin ja onnettomuuksien määrään ovat todennäköisesti vähäiset. Toisaalta, erityisesti sähköautot tuovat myös uusia turvallisuusriskejä, joiden taustalla ovat korkeajännitteiset, painavat ja paljon energiaa sisältävät akut, tietyissä tilanteissa riittämätön suorituskyky, puutteellinen lämmitys ja huurteen poisto sekä huono havaittavuus alhaisen äänitason johdosta.

#### 4.2.6 Uudet kuljetuskonseptit

Uusilla kuljetuskonsepteilla tarkoitetaan Urbaani syke –vision yhteydessä (uusia) tapoja siirtää perinteisiä maantiekuljetuksia raiteille sekä sähköisen kaupunkijakelun kehittämistä ja toteuttamista. Tieliikenteen osalta keskitytään täyttöasteen kasvattamiseen.

Toimenpidekokonaisuuden *ensisijaisia toimenpiteitä* ovat:

- kuljetusten energiatehokkuuden parantaminen (tiekuljetuksista raiteille)
- sähköisen kaupunkijakelun kehittäminen
- tiekuljetusten täyttöasteen kasvattaminen (tyhjänäajojen vähentäminen)
- vesiliikenteen kuljetusten energiatehokkuuden parantaminen.

#### Ensisijaisten toimenpiteiden kuvaus

Toimenpidekokonaisuuden ensisijainen tavoite on siirtää merkittävä osa tiekuljetuksista raiteille. Tämän toteuttamiseksi tarvitaan rautatieinfrastruktuurin merkittävää lisärakentamista, mutta myös esim. intermodaalikuljetusten kehittämistä ja täysin uusia kuljetuskonsepteja, joiden avulla perinteisesti tiekuljetuksina toimitetut tavaralajit (mm. kappaletavara) voidaan siirtää raidekuljetuksiksi. Uudet kuljetuskonseptit voivat edellyttää tavararyhmien tai –lajien koko toimitusketjujen uudistamista.

Sähköisessä kaupunkijakelussa pyritään korvaamaan merkittävä osa nykyisin polttomoottorikäyttöisillä kuorma- ja pakettiautoilla tehtävästä kaupunkiseutujen jakelusta sähkö- tai hybridikalustolla tehtävällä jakelulla. Siirtyminen sähköiseen jakelukalustoon vaatii kaupunkilogistiikan systemaattista kehittämistä ja koordinoitua. Järjestämällä kuljetukset keskitetyksi yhden toimijan kautta myös kuljetusten määrä saadaan todennäköisesti vähenemään. Lisäksi tarvitaan latausinfrastruktuurin ja siihen liittyvän standardoinnin ja määräysten kehittämistä ja toteutusta. Kaupunkien omat kuljetuskalustot ovat ensimmäisiä potentiaalisia kohteita kalustomuutoksille.

Toimenpidekokonaisuudessa merkittävä osa tiekuljetuksista siirtyy rautateille, mutta myös jäljelle jäävien tiekuljetusten energiatehokkuutta pyritään parantamaan täyttöastetta kasvattamalla. Tähän tarvitaan yritysten kuljetustoiminnan kokonaisvaltaista uudelleensuunnittelua ja toteutusta, sillä nykyisin vajaat täyttöasteet muodostuvat suurelta osin tiettyjen tavaralajien tyhjistä paluukuormista (mm. nesteet ja maa-ainekset).

Toimenpidekokonaisuuteen kuuluvia, *täydentäviä toimenpiteitä* ovat:

- polttonesteen verotus
- raskaan kaluston romutuspalkkiot (tavoitteena kuljetuskaluston uusiutuminen)
- nopeusrajoitukset - raskaalla liikenteellä suurin ajonopeus 80 km/h.

Jotta kuljetustapamuutos olisi mahdollista toteuttaa, on tärkeää, että samaan aikaan toteutetaan myös raideliikenteen kehittämisen toimenpidekokonaisuus.

#### Vaikutusmekanismi

Toimenpidekokonaisuuden toimenpiteiden avulla pyritään vähentämään kuljetusten energiankulutusta ja kasvihuonekaasupäästöjä kolmen kokonaisuuden kautta. Kuljetusten siirtyessä teiltä sähkökäyttöiseen raideliikenteeseen fossiilisten polttoaineiden kulutus laskee kyseessä olevien kuljetusten osalta periaatteessa nollaan, mikäli rautatieliikenteen käyttämä sähkö on ekologisesti tuotettua. Siirryttäessä sähköiseen kaupunkijakeluun, tilanne on periaatteessa sama. Tiekuljetusten energiatehokkuus paranee täyttöasteen parantuessa ja sitä kautta kuljetuskilometrien, energiankulutuksen ja kasvihuonekaasupäästöjen määrän vähentyessä.

### Vuorovaikutukset kokonaisuuden sisällä

Kaikki tässä toimenpidekokonaisuudessa esitetyt toimenpiteet täydentävät toisiaan, mutta niiden yhteisvaikutuksia on vaikea arvioida. Toimenpiteet ovat suhteellisen riippumattomia toisistaan. Toimenpiteiden toteuttaminen samanaikaisesti on kuitenkin suotavaa.

### CO<sub>2</sub> vaikutuspotentiaali

Uudet kuljetuskonseptit -toimenpidekokonaisuuden vaikutuspotentiaalin arviointi perustuu asiantuntija-arvioihin sekä kirjallisuudessa esitettyihin vähentämisspotentiaaleihin (esim. McKinnon (2011), AustriaTech GmbH ym. 2010b, Liimatainen ym. 2012). Toimenpiteiden ansiosta kuorma-autojen suorite vähenee n. 40 %. Pakettiautojen suorite ei laske, mutta sähköisen jakelun seurauksena päästöt alenevat jopa 60 %. Vesiliikennettä tehostamalla vähennetään kasvihuonepäästöjä vielä hiukan lisää.

*Uusien kuljetuskonseptien kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisspotentiaalin arvioidaan olevan vuonna 2050 noin 1,4 – 1,8 Mt CO<sub>2</sub> Baseline-kehitykseen verrattuna.*

Toimenpiteiden päästövähennyspotentiaali ja vaikutusten aikajänne:

Toimenpide/ CO <sub>2</sub> päästövähennyspotentiaali	Lyhyt aikaväli			Pitkä aikaväli		
	pieni	keskin-kertainen	suuri	pieni	keskin-kertainen	suuri
Kuljetusten energiatehokkuuden parantaminen						
Jakeluliikenteen kehittäminen						
Tyhjänäajojen vähentäminen						

### Muut vaikutukset

Raidekuljetuksia ja sähköistä kaupunkijakelua lisäämällä voidaan vähentää myös muita raskaan liikenteen aiheuttamia haittoja eli melua, saasteita, onnettomuuksia ja ruuhkia.

#### 4.2.7 Raideinfrastruktuurin tehokas kehittäminen ja kunnossapito

Nykyisin Suomen liikennöidyn rataverkon pituus on 5 919 kilometriä, josta 3 067 kilometriä on sähköistetty. Rataverkosta on nimetty runkoverkoksi (keskeinen rataverkko) noin puolet eli 2960 km. Runkoverkon osuus sekä koko henkilöliikenteestä että myös tavaraliikenteestä on jopa 85 %. Suurimmalla osalla verkkoa sallitaan vähintään 22,5 tonnin akselipaino. Henkilöliikennettä on noin 4000 ratakilometrillä ja tavaraliikennettä on lähes koko rataverkolla. Tasoristeyksiä on rataverkolla yli kolme tuhatta. Vähäliikenteisiä ratoja on suuruusluokkaa vajaat 1000 km eli kuudesosa koko rataverkosta. Vähäliikenteisiä ovat radat, joiden kuljetusmäärä on alle puoli miljoonaa tonnia vuodessa.

Raideinfrastruktuurin kehittäminen -toimenpidekokonaisuuden *ensisijaisia toimenpiteitä* ovat:

- merkittävät investoinnit uuteen raideinfrastruktuuriin
- olemassa olevan raideinfrastruktuurin dynaaminen kehittäminen ja kunnossapito.

### Ensisijaisten toimenpiteiden kuvaus

Urbaani syke –visiossa henkilöliikenteen kokonaissuorite vuodelle 2050 on sama kuin vuoden 2010 tilanteessa, kulkutapajakauma on vain hyvin erilainen, raideliikennepainotteen. Raideinfrastruktuurin kehittämisen toimenpidekokonaisuus tukee muita toimenpidekokonaisuuksia (esim. maankäytön, hinnoittelun ja joukkoliikenteen kokonaisuudet), joiden avulla pyritään siirtämään henkilöliikenteessä merkittävä osa (n. 50 % suurten

kaupunkiseutujen henkilöautoliikenteestä sekä kaupunkiseutujen välisestä pitkämatkaisesta liikenteestä) raiteille, linja-autoliikenteeseen tai kevyeen liikenteeseen.

Kuljetussuorite kasvaa Urbaani syke –visiossa n. 20 % vuoden 2010 tilanteeseen verrattuna. Rautatieliikenteen kuljetussuorite kasvaa n. kolminkertaiseksi ja tieliikenteen suorite pienenee n. 40 % nykytilanteesta. Investoimalla merkittävästi raideinfrastruktuurin kehittämiseen mahdollistetaan kuljetustapamuutokset, sillä nykyisellä raideverkolla siirtymät eivät ole mahdollisia.

Raideinvestoinneilla tarkoitetaan tässä yhteydessä merkittäviä uusinvestointeja suurten kaupunkiseutujen raideverkostoon, näiden kaupunkiseutujen väliseen runkoverkkoon sekä vähäliikenteisten ratojen perusparannusta ja tehokasta käyttöä. Siirtymistä raideliikenteeseen on olennaista edistää lisäksi myös hinnoittelun keinoin.

Raideinfrastruktuurin jatkuva kehittäminen ja hyvä kunnossapidon taso varmistavat, että liikenne sujuu ajallaan ja kuljetukset hoituva täsmällisesti, mikä edesauttaa suoritesii-  
rtymien pysyvyyttä.

Toimenpidekokonaisuuteen kuuluva, täydentävä toimenpide on:

- tie- ja raideinfrastruktuurin hinnoittelu.

Mahdollisimman suuren kulkutapamuutoksen aikaansaamiseksi on tärkeää, että samaan aikaan toteutetaan myös maankäytön, hinnoittelun, uusien kuljetuskonseptien ja joukko-  
liikenteen kokonaisuudet.

#### Vaikutusmekanismi

Merkittävän osan henkilöliikenteen ja kuljetusten suoritteesta siirtyessä tieliikenteestä sähköiseksi raideliikenteeksi fossiilisten polttoaineiden kulutus ja niistä syntyvät kasvi-  
huonekaasupäästöt vähenevät kyseisen suoritemäärien osalta periaatteessa nollaan, mi-  
käli rautateiden käyttämä sähkö on ympäristöystävällisesti tuotettua.

#### Vuorovaikutukset kokonaisuuden sisällä

Kaikki tässä toimenpidekokonaisuudessa esitetyt toimenpiteet täydentävät toisiaan ja  
niiden toteuttaminen samanaikaisesti on suotavaa.

#### CO<sub>2</sub> vaikutuspotentiaali

Toimenpidekokonaisuus ei itsenäisenä saa aikaan vaikutuksia kasvihuonekaasujen mää-  
rässä, mutta investoinnit uuteen raideinfrastruktuuriin ovat keskeinen edellytys muiden  
Urbaani syke –visioon tähtäävien toimenpidekokonaisuuksien vaikutusten toteutumisel-  
le. Vaikutuspotentiaali realisoituu erityisesti kohdissa 4.2.2 Kaupunkiseutujen joukkoli-  
kenteen kehittäminen, 4.2.3 Henkilöliikenteen energiatehokkaat pitkät matkat ja 4.2.6  
Uudet kuljetuskonseptit esitettyjen kokonaisuuksien kautta.

Muiden toimenpidekokonaisuuksien kautta realisoituva päästövähennyspotentiaali ja vai-  
kutusten aikajänne:

Toimenpide/ CO <sub>2</sub> päästövähennyspoten- tiaali	Lyhyt aikaväli			Pitkä aikaväli		
	pieni	keskin- kertainen	suuri	pieni	keskin- kertainen	suuri
Merkittävät investoinnit uuteen raideinfrastruktuuriin						
Olemassa olevan raidein- frastruktuurin dynaaminen kehittäminen ja ylläpito						

### Muut vaikutukset

Raideliikenteen käyttöä lisäämällä voidaan vähentää myös muita autoliikenteen aiheuttamia haittoja eli melua, saasteita, onnettomuuksia ja ruuhkia.

#### 4.2.8 Toimenpidekokonaisuuksien yhteisvaikutukset

Arvioitaessa edellä esitettyjen toimenpidekokonaisuuksien yhteisvaikutuksia ei yksittäisten kokonaisuuksien vaikutuspotentiaaleja voida laskea suoraan yhteen monien päällekkäisyyksien vuoksi. Päällekkäisyydet johtuvat suurelta osin siitä, että eri toimenpidekokonaisuuksien vaikutukset voivat kohdistua ainakin osittain samaan liikennejärjestelmän osatekijään (esim. suoriteosuuteen). Nämä päällekkäisyydet on pyritty tässä luvussa esitettyssä arviossa mahdollisimman pitkälle poistamaan. Esitetyt luvut ovat suuntaa antavia asiantuntija-arvioita.

Taulukkoon 1 on koottu yhteenveto Urbaani syke -vision saavuttamiseen tähtäävistä toimenpidekokonaisuuksista ja niiden laskentaperusteista.

Taulukko 1. Urbaani syke –vision toimenpidekokonaisuudet.

<i>Ensisijaiset toimenpiteet</i>	<i>Täydentävät toimenpiteet</i>	<i>Laskentaperusteita</i>
Maankäytön toimenpiteet <ul style="list-style-type: none"> <li>• YKR hajautumisen pysäyttäminen</li> <li>• YKR täydentäminen ja tiivistäminen</li> <li>• MALPE</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kevyen liikenteen kehittäminen</li> <li>• Tietoisuuden kasvattaminen, kampanjointi, asennekasvatus</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kaupunkiseutujen sisäisten henkilöautomatkojen siirtyminen kävelyyn, pyöräilyyn (ja joukkoliikenteeseen)</li> </ul>
Kaupunkiseutujen joukkoliikenteen kehittäminen <ul style="list-style-type: none"> <li>• (Uudet) edulliset lipputuotteet ja yhteiskäyttöinen maksujärjestelmä suurimmille työssäkäyntialueille</li> <li>• Valtakunnallinen (ja/tai alueellinen) joukkoliikenteen aikataulu- ja reittipalvelu</li> <li>• Yhtenäisen ilmeen luominen joukkoliikennejärjestelmälle</li> <li>• Toimiva joukkoliikenteen runkoverkko ja sen solmupisteet</li> <li>• Runkoverkkoa täydentävät linjat ja liityntäpysäköinti.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Työpaikkojen liikkumisen ohjauksen edistäminen</li> <li>• Kevyen liikenteen kehittäminen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kaupunkiseutujen sisäisten henkilöautomatkojen siirtyminen joukkoliikenteeseen, erityisesti työmatkaliikenteessä</li> <li>• Joukkoliikenteen tehostaminen</li> </ul>
Henkilöliikenteen energiatehokkaat pitkät matkat <ul style="list-style-type: none"> <li>• Edulliset lipputuotteet ja uudet maksutavat pitkillä matkoilla</li> <li>• Joukkoliikenteen vuorotarjonta, nopeus ja täsmällisyys pitkillä matkoilla</li> <li>• Valtakunnallinen joukkoliikenteen aikataulu- ja reittipalvelu</li> <li>• Aktiivinen kampanjointi kulkutapa- valinnoista pitkillä matkoilla.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Muutokset työasiamatkojen kulujen korvaamisessa ja pitkien työmatkojen työmatkavähennyksissä</li> <li>• Nopeusrajoitukset</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kaupunkien välisten pitkien matkojen siirtyminen henkilöautosta joukkoliikenteeseen</li> </ul>
Hinnoittelu (km-maksu) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Henkilö- ja pakettiautojen satelliittipohjainen valtakunnallinen kilometrimaksu</li> <li>• Raskaan liikenteen satelliittipohjainen kilometrimaksu koko tieverkko-</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kaupunkiseutujen keskustojen pysäköinnin hintojen korottaminen</li> <li>• Työpaikkojen liikkumisen ohjauksen tehostaminen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Henkilö- ja pakettiautomatkojen väheneminen ja siirtyminen joukkoliikenteeseen.</li> </ul>

le	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aktiivinen kampanjointi</li> </ul>	
<p>Vähäpäästoiset ajoneuvot</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Uusien ja vanhoina tuotujen energiatehottomien henkilöautojen verotuksen tiukentaminen</li> <li>• Kannustimet sähkö- ja hybridautojen hankinnalle</li> <li>• Raskaan kaluston verotuksen ympäristöperusteisuuden kasvattaminen</li> <li>• Kannustimet raskaan kaluston ja henkilöautojen biopolttoaineiden käytölle</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Päästönormien kiristäminen, standardoinnin edistäminen</li> <li>• Romutuspalkkiot</li> <li>• Informaatio ja tietoisuuden kasvattaminen sähköautoista ja biopolttoaineiden käytöstä</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hybridien ja sähköautojen nopeampi käyttöönotto.</li> <li>• Biopolttoaineen osuus 35 % tie- ja vesiliikenteessä</li> </ul>
<p>Uudet kuljetuskonseptit</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kuljetusten energiatehokkuuden parantaminen (tiekuljetuksista raitteille)</li> <li>• Sähköisen kaupunkijakelun kehittäminen</li> <li>• Tiekuljetusten täyttöasteen kasvattaminen (tyhjänäajojen vähentäminen)</li> <li>• Vesiliikenteen energiatehokkuuden parantuminen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Polttonesteen verotus</li> <li>• Raskaan kaluston romutus-palkkiot</li> <li>• Nopeusrajoitukset - raskaalla liikenteellä suurin ajonopeus 80 km/h</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiekuljetusten siirtymisen raitteille (n. kolmasosa)</li> <li>• Kaupunkiseutujen jakeliikenne sähköajoneuvoilla (suurin osa)</li> <li>• Tehokkuuden paraneminen</li> </ul>
<p>Raideinfrastruktuurin tehokas kehittäminen ja kunnossapito</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Merkittävät investoinnit uuteen raideinfrastruktuuriin</li> <li>• Olemassa olevan raideinfrastruktuurin dynaaminen kehittäminen ja kunnossapito</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tie- ja raideinfrastruktuurin hinnoittelu</li> </ul>	

Urbaani syke- visiossa viiden ensimmäisen toimenpidekokonaisuuden yhteenlasketuksi päästövähennyspotentialiksi vuonna 2050 voidaan arvioida n. 2,5-3 Mt CO<sub>2</sub> Baseline-kehitykseen verrattuna ja uusien kuljetuskonseptien n. 1-2 Mt CO<sub>2</sub>. Kaikkien toimenpidekokonaisuuksien yhteenlaskettu päästövähennyspotentiaali on siis n. 3,5-5,5 Mt CO<sub>2</sub>.

Baseline-skenaariossa liikenteen kasvihuonekaasupäästöt vuonna 2050 ovat noin 8 miljoonaa tonnia. Suomen vuoden 2050 tavoite liikennesektorille on noin 2,5 miljoonaa tonnia (80 % päästövähennys), ja EU:n tavoite noin 5 miljoonaa tonnia (60 % päästövähennys). Urbaani syke –toimenpidekokonaisuudella on siis mahdollista päästä kaiken kaikkiaan noin 2,5-4,5 miljoonan tonnin päästötasolle. Vähennysten edellytyksenä ovat kuitenkin mittavat raideinvestoinnit sekä kaupunkiseuduille että runkoverkon kehittämiseen.

#### 4.3 Toimenpidekokonaisuudet - Runsaudensarvi

Runsaudensarvi –vision toteutumiseen tähtäviä toimenpidekokonaisuuksia on neljä:

- vähäpäästoiset ajoneuvot
- raskaan liikenteen energiatehokkaat ja älykkäät kuljetuskonseptit
- uudet teknologiat ja palvelukonseptit
- tieinfrastruktuurin tehokas kehittäminen ja kunnossapito.

Toimenpidekokonaisuudet rakentuvat ensisijaisen toimenpiteen tai toimenpideryppään ympärille. Ensisijaisten toimenpiteiden vaikutuksia ja vaikuttavuutta tehostetaan täyden-



tävillä toimenpiteillä. Seuraavat luvut kuvaavat toimenpidekokonaisuuksia ja niiden vaikutuspotentiaalia tarkemmin.

#### 4.3.1 Vähäpäästöiset ajoneuvot

Toimenpidekokonaisuuden päämääränä on autokannan radikaali energiatehokkuuden paraneminen. Toimenpiteet ovat periaatteessa samat kuin Urbaani syke-vision vastavassa toimenpidekokonaisuudessa (k.s. tarkempi kuvaus 4.2.5), mutta ne toteutetaan voimakkaampina ja niiden vaikutus tehostuu edelleen, kun samanaikaisesti toteutetaan myös Uudet teknologiat ja palvelut –kokonaisuuden toimenpiteet. Lisäksi toimenpidekokonaisuudessa on oletettu uusien energiatehokkaiden ajoneuvojen markkinoiden ja kysynnän kasvavan Suomessa nopeasti.

Pienet, vähän kuluttavat henkilöautot ovat kustannustehokas tapa kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi. Autokannan uudistuminen on kuitenkin hidasta, sillä ripeän uudistumisen ohjauskeinojen löytäminen on haasteellista. Raskaan kaluston energiatahokkuuden parantamiseen on panostettu viime vuosina (moottorikehityksen kautta) runsaasti ja tulokset ovat olleet positiivisia. Positiivisen kehityksen ansiosta energiatehokkuuden parantamispotentiaali on raskaalla liikenteellä henkilöautoja vähäisempi. Hyötyajoneuvoilla keskeisempää on keskittyä toisen sukupolven biopolttoaineiden käyttöönottoon. Myös henkilöautoliikenteessä biopolttoaineiden käyttö on potentiaalinen keino. Toimenpidekokonaisuuden *ensisijaisia toimenpiteitä* ovat:

- uusien ja vanhoina tuotujen energiatehottomien henkilöautojen verotuksen tiukentaminen (+ mahdollisesti myös muita autokannan uudistumista edistäviä rajoituksia ja kannustimia)
- kannustimet sähkö- ja hybridautojen hankinnalle
- raskaan kaluston verotuksen ympäristöperusteisuuden kasvattaminen
- kannustimet raskaan kaluston ja henkilöautojen biopolttoaineiden käytölle (esim. biopolttoaineen verotuksen kautta) ja jakeluinfrastruktuurin kehittäminen.

#### Ensisijaisten toimenpiteiden kuvaus

Toimenpidekokonaisuudella tähdätään erityisesti muutoksiin autokannassa sekä biopolttoaineiden laajaan käyttöönottoon ja näiden avulla kasvihuonekaasujen määrän vähentämiseen. Muutokset toteutuvat teknologian kehittyessä ja otettaessa uutta teknologiaa nopeasti käyttöön.

#### Vaikutusmekanismi

Toimenpidekokonaisuuden toimenpiteiden avulla tähdätään kasvihuonekaasujen vähentämiseen neljän mahdollisen "reitin" kautta. Näitä ovat (1) polttomoottoriajoneuvojen energiatehokkuuden parantuminen, (2) polttomoottoriautojen korvaaminen sähköautoilla, (3) siirtyminen käyttämään vaihtoehtoisia polttoaineita, (4) kulkutapamuutokset, esim. siirtyminen henkilöauton käyttäjästä joukkoliikenteen käyttäjäksi. Näistä kahden ensimmäisen vaikutukset realisoituvat autokannan muutosten kautta.

#### Vuorovaikutukset kokonaisuuden sisällä

Henkilöautojen ja raskaan liikenteen verotuksen toimenpiteiden vaikutukset ovat periaatteessa toisistaan riippumattomia, samoin ajoneuvojen verotuksen toimien ja biopolttoaineiden käyttöä edistävien kannustimien vaikutukset. Tässä toimenpidekokonaisuudessa esitetyt toimenpiteet siis todennäköisesti täydentävät toisiaan ja niiden toteuttaminen samanaikaisesti on suotavaa.

### CO<sub>2</sub> vaikutuspotentiaali

Toimenpidekokonaisuudessa sähköautojen ja myös muiden energiatehokkaiden ajoneuvojen määrän kasvun ansiosta henkilöautokannan keskimääräisen päästötason on arvioitu vähenevän n. 50 % Baseline -kehitykseen verrattuna. Tämä tarkoittaa sitä, että uusilla henkilöautoilla CO<sub>2</sub>-päästöt ovat tasolla 20-30 g/km ja koko autokannan keskimääräinen päästötaso on n. 35 g/km. Biopolttoaineiden osuudeksi on oletettu 35 % sekä tietä vesiliikenteessä v. 2050.

Runsaudensarvi-vision tilanteeseen tähdättäessä *vähäpäästöisten ajoneuvojen toimenpidekokonaisuuden* kasvihuonekaasupäästöjen vähentämispotentiaalin voidaan arvioida olevan vuonna 2050 noin n. 4,0 – 4,3 Mt CO<sub>2</sub> Baseline -kehitykseen verrattuna.

### Muut vaikutukset

Vähäpäästöisten ajoneuvojen avulla voidaan vähentää myös melua ja ilman laatuun vaikuttavia muita saasteita, mutta vaikutukset ruuhkiin ja onnettomuuksien määrään ovat todennäköisesti vähäiset. Toisaalta, erityisesti sähköautot tuovat myös uusia turvallisuusriskejä, joiden taustalla ovat korkeajännitteiset, painavat ja paljon energiaa sisältävät akut, tietyissä tilanteissa riittämätön suorituskyky, puutteellinen lämmitys ja huurteen poisto sekä huono havaittavuus alhaisen äänitason johdosta.

Toimenpiteiden päästövähennyspotentiaali ja vaikutusten aikajänne:

Toimenpide/ CO <sub>2</sub> päästövähennyspotentiaali	Lyhyt aikaväli			Pitkä aikaväli		
	pieni	keskin-kertainen	suuri	pieni	keskin-kertainen	suuri
Henkilöautojen verotus	[Progressive bar chart]			[Progressive bar chart]		
Kannustimet sähkö- ja hybridiautojen hankinnalle	[Progressive bar chart]			[Progressive bar chart]		
Raskaan kaluston verotus	[Progressive bar chart]			[Progressive bar chart]		
Biopolttoaineiden käytön edistäminen	[Progressive bar chart]			[Progressive bar chart]		

#### 4.3.2 Älykkäät ja kompaktit kuljetuskonseptit

Uusilla kuljetuskonsepteilla tähdätään Runsaudensarvi –vision yhteydessä merkittäviin parannuksiin maantiekuljetusten energiatehokkuudessa lähinnä täyttöasteiden parantamisen sekä uusien toimintatapoja tehostavien muutosten ja rakenteellisten seikkojen kautta. Lisäksi edistetään sähköisen kaupunkijakelun kehittämistä ja toteuttamista. Toimenpiteet ovat muilta osin samat kuin Urbaani syke- vision vastaavassa toimenpidekokonaisuudessa, paitsi että kuljetustapamuutosta tieltä raiteille ei tapahdu, minkä vaikutuksesta muiden toimenpiteiden toteutusaste on huomattavasti radikaalimpi.

Toimenpidekokonaisuuden *ensisijaisia toimenpiteitä* ovat:

- kuljetusten energiatehokkuuden parantaminen (tiekuljetuskaluston rakenteelliset keinot, esim. aerodynamiikka, tieto- ja viestintäteknologia)
- sähköisen kaupunkijakelun kehittäminen
- tiekuljetusten täyttöasteen kasvattaminen (tyhjänäajojen vähentäminen)
- vesiliikenteen kuljetusten energiatehokkuuden parantaminen.

### Ensisijaisten toimenpiteiden kuvaus

Toimenpidekokonaisuuden ensisijainen tavoite on parantaa tiekuljetusten energiatehokkuutta kuljetuskalustoon kohdistuvien rakenteellisin keinoin (esim. aerodynamiikka, renkaiden ilmanpaineet ja pienempi vierintävastus, rekkajonot), mutta ennen kaikkea täyt-

töastetta kasvattamalla. Tähän tarvitaan merkittävää yritysten kuljetustoiminnan uudelleensuunnittelua ja toteutusta (esim. tieto- ja viestintäteknologian avulla), sillä nykyisin vajaat täyttöasteet muodostuvat suurelta osin tiettyjen tavaralajien tyhjästä paluukuormista (mm. nesteet ja maa-ainekset).

Sähköisessä kaupunkijakelussa pyritään korvaamaan merkittävä osa nykyisin polttomoottorikäyttöisillä kuorma- ja pakettiautoilla tehtävästä kaupunkiseutujen jakelusta sähkö- tai hybridikalustolla tehtävällä jakelulla. Siirtyminen sähköiseen jakelukalustoon vaatii kaupunkilogistiikan systemaattista kehittämistä ja koordinoitua. Järjestämällä kuljetukset keskitetyksi yhden toimijan kautta myös kuljetusten määrä saadaan todennäköisesti vähenemään. Lisäksi tarvitaan latausinfrastruktuurin ja siihen liittyvän standardoinnin ja määräysten systemaattista kehittämistä. Kaupunkien omat kuljetuskalustot ovat ensimmäisiä potentiaalisia kohteita kalustomuutoksille.

Toimenpidekokonaisuuteen kuuluvia, täydentäviä toimenpiteitä ovat:

- raskaan kaluston päästönormit, standardit
- raskaan kaluston romutuspalkkiot
- nopeusrajoitukset - raskaalla liikenteellä suurin ajonopeus 80 km/h
- tiekuljetusalan energiatahokkuuskampanjointi ja –sopimukset.

#### Vaikutusmekanismi

Toimenpidekokonaisuuden toimenpiteiden avulla pyritään vähentämään kuljetusten energiankulutusta ja kasvihuonekaasupäästöjä kolmen kokonaisuuden kautta. Eräiden selvitysten mukaan kuljetuskalustoa ja sen rakenteita uudistamalla voidaan kuljetusten energiatehokkuutta parantaa jopa 10 % (esim. McKinnon 2011), mutta lopputulos riippuu merkittävästi toimintaympäristöstä ja tilanteesta. Tiekuljetusten energiatehokkuus paranee täyttöasteen parantuessa ja sitä kautta kuljetuskilometriä, energiankulutuksen ja kasvihuonekaasupäästöjen määrän vähentyessä. Siirryttäessä sähköiseen kaupunkijakeluun, fossiilisten polttoaineiden kulutus laskee kyseessä olevan jakelun osalta periaatteessa nolliin, mikäli käytetty sähkö on tuotettu uusiutuvilla luonnonvaroilla.

#### Vuorovaikutukset kokonaisuuden sisällä

Kaikki tässä toimenpidekokonaisuudessa esitetyt toimenpiteet täydentävät toisiaan, mutta niiden yhteisvaikutuksia on vaikea arvioida. Toimenpiteiden toteuttaminen samanaikaisesti on kuitenkin suotavaa.

#### CO<sub>2</sub> vaikutuspotentiaali

Raskaan liikenteen älykkäät ja kompaktit kuljetuskonseptit -toimenpidekokonaisuuden vaikutuspotentiaalin arviointi perustuu asiantuntija-arvioihin sekä kirjallisuudessa esitettyihin vähentämispotentiaaleihin (esim. McKinnon (2011), AustriaTech GmbH ym. 2010b, Liimatainen ym. 2012).

*Raskaan liikenteen älykkäiden ja kompaktien kuljetuskonseptien edistämisen kasvihuonekaasupäästöjen vähentämispotentiaalin arvioidaan olevan vuonna 2050 noin 1,1 – 1,5 Mt CO<sub>2</sub> Baseline -kehitykseen verrattuna.*

#### Muut vaikutukset

Maantiekuljetusten energiatehokkuutta parantamalla ja sähköistä kaupunkijakelua lisäämällä voidaan vähentää myös muita raskaan liikenteen aiheuttamia haittoja eli melua, saasteita, onnettomuuksia ja ruuhkia.

Toimenpiteiden päästövähennyspotentiaali ja vaikutusten aikajänne:

Toimenpide/ CO <sub>2</sub> päästövähennyspotentiaali	Lyhyt aikaväli			Pitkä aikaväli		
	pieni	keskin-kertainen	suuri	pieni	keskin-kertainen	suuri
Kuljetusten energiatehokkuuden parantaminen						
Jakeluliikenteen kehittäminen						
Tyhjänääjojen vähentäminen						

#### 4.3.3 Uudet teknologiat ja palvelukonseptit

Uudet teknologiat ja palvelut –toimenpidekokonaisuudessa pääpaino on uusien kasvihuonekaasupäästöihin vaikuttavien teknologisten ratkaisujen ja palvelujen kehittämisessä, mutta ennen kaikkea uuden teknologian käyttöönotossa.

Toimenpidekokonaisuuden *ensisijaisia toimenpiteitä* ovat:

- tieto- ja viestintäteknologiset ratkaisut ja palvelut
- ajoneuvoteknologia.

#### Ensisijaisten toimenpiteiden kuvaus

Runsaudentarvi –visiossa uuden teknologian hyödyntämisellä on merkittävä rooli kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisessä, sillä tieliikenne on hallitseva liikennemuoto sekä henkilöliikenteessä että kuljetuksissa ja siten kasvihuonekaasupäästöjen vähenemistä ei saavuteta kulku- ja kuljetustapamuutosten kautta.

Tieto- ja viestintäteknologian keinot liikenteen sujuvoittamiseksi ja ruuhkien vähentämiseksi liittyvät erityisesti liikennejärjestelmän tilannekuvan, ajoneuvojen älykkäiden järjestelmien ja aika- ja paikkasidonnaisten palvelujen kehittämiseen ja käyttöönottoon. Liikennejärjestelmän tilannekuva ilmaisee sekä tämänhetkisen että ennustetun liikennejärjestelmän tilan kuten esimerkiksi liikennemäärät, häiriöt, poikkeukset ja täsmällisyyden sekä liikennöintiolosuhteet kuten kelin ja sujuvuuden.

Ajoneuvo- ja moottoritekniset keinot liittyvät henkilöautojen materiaalien, korirakenteiden, akku- ja latausteknologian ym. moottoritekniologioita täydentävien teknologioiden kehittämiseen ja käyttöönottoon.

Toimenpidekokonaisuuteen kuuluvia, täydentäviä toimenpiteitä ovat:

- uudet toimintatavat uuden teknologian kehittämisessä ja käyttöönotossa (esim. yksityisen ja julkisen sektorin yhteistyö, hankintamallit)
- kuljettajan ajotapaan vaikuttaminen älyliikenteen keinoin.

Mahdollisimman suuren energiatehokkuuden paranemisen aikaansaamiseksi on tärkeää, että samaan aikaan toteutetaan myös vähäpäästöisten ajoneuvojen toimenpidekokonaisuus.

#### Vaikutusmekanismi

Tieto- ja viestintäteknologian keinojen ansiosta (esim. liikennejärjestelmän tilannekuva) matkojen ja kuljetusten sujuvuus ja ennakoitavuus paranevat, kuljettajien on mahdollista muuttaa omaa toimintaansa ja välttää esimerkiksi ruuhkia ja parantaa siten liikkumisen

ja kuljettamisen energiatehokkuutta ja vähentää kasvihuonekaasujen määrää. Myös vi-  
ranomaiset (mm. liikenteen hallinta) hyödyntävät tieto- ja viestintäteknologiaa omassa  
toiminnassaan, liikenteen energiatehokkuus on yksi toiminnan päätavoitteista. Ajoneuvo-  
tekniikan edistymisen vaikutuksesta ajoneuvojen energiankulutus ja yksikköpäästöt  
(g/km CO<sub>2</sub>) pienenevät uudenlaisen tai tehokkaamman toimintatavan tai rakenteellisen  
muutoksen vaikutuksesta.

#### Vuorovaikutukset kokonaisuuden sisällä

Toimenpidekokonaisuudessa esitetyt toimenpiteet täydentävät toisiaan ja niiden toteut-  
taminen samanaikaisesti on suotavaa.

#### CO<sub>2</sub> vaikutuspotentiaali

Toimenpidekokonaisuuden vaikutuspotentiaalin arviointi perustuu pääosin asiantuntija-  
arvioihin.

*Uusien teknologioiden ja palvelujen kehittämisen ja käyttöönoton edistämisen* kasvihuo-  
nekaasupäästöjen vähentämispotentiaalin arvioidaan olevan vuonna 2050 noin 0,2 – 0,3  
Mt CO<sub>2</sub> Baseline-kehitykseen verrattuna.

Toimenpiteiden päästövähennyspotentiaali ja vaikutusten aikajänne:

Toimenpide/ CO <sub>2</sub> päästövähennyspoten- tiaali	Lyhyt aikaväli			Pitkä aikaväli		
	pieni	keskin- kertainen	suuri	pieni	keskin- kertainen	suuri
Tieto- ja viestintäteknologi- set ratkaisut ja palvelut						
Ajoneuvo-, moottori- ja polttoainetekniset ratkaisut						

#### Muut vaikutukset

Toimenpidekokonaisuudella voidaan mahdollisesti vähentää myös muita liikenteen aihe-  
uttamia haittoja eli melua, saasteita, onnettomuuksia ja ruuhkia, mutta vaikutukset riip-  
puvat tarkoista teknologioista.

#### 4.3.4 Tieinfrastruktuurin tehokas kehittäminen ja kunnossapito

Suomen tieverkon pituus on noin 454 000 kilometriä. Tästä yksityis- ja metsäautoteiden  
osuus on noin 350 000 kilometriä ja kuntien katuverkkojen 26 000 kilometriä. Valtion  
vastuulla olevien maanteiden yhteispituus on noin 78 000 kilometriä. Maantiet ovat yleis-  
tä liikennettä varten ja niiden tienpitäjänä on valtio. Kunnat vastaavat asemakaava-  
alueella olevista kaduista. Tieverkosta valtakunnallista ja maakuntien välistä pitkämat-  
kaista liikennettä palvelevia valtateitä on yhteensä 8 600 km. Kevyen liikenteen väyliä on  
hieman yli 5000 kilometriä.

Tieinfrastruktuurin kehittäminen -toimenpidekokonaisuuden *ensisijaisia toimenpiteitä*  
ovat:

- merkittävät tieverkon uusinvestoinnit - hyväkuntoinen, sujuva päätieverkko ja  
maankäyttöratkaisuja tukeva alempiasteinen verkko
- koko tieverkon korkeatasoinen kunnossapito.

#### Ensisijaisten toimenpiteiden kuvaus

Tieinfrastruktuurin kehittämisen toimenpidekokonaisuudella tähdätään sujuvaan tieliiken-  
teeseen koko maassa. Tieverkkoa kehitetään eniten siellä missä on liikennettä, erityisesti  
suurilla kaupunkiseuduilla ja niiden välisillä päätieyhteyksillä, mutta myös keskisuurten  
kaupunkien välillä. Korkeatasoisen kunnossapidon ansiosta myös alempiasteisen tiever-

kon palvelutaso on hyvä. Kehittämistoimissa resurssit jaetaan tasan pääyhteyksien suurien uusinvestointien sekä hoidon ja ylläpidon kesken.

Toimenpidekokonaisuuteen kuuluvia, täydentävänä toimenpiteenä ovat:

- päätieverkon nopeusrajoitukset, jotka voidaan toteuttaa esim. nopeusrajoitusjärjestelmän tasokorjauksena keskimäärin 15 % alaspäin maanteillä ja rajoittamalla lisäksi raskaan liikenteen suurin ajonopeus 80 km/h.

Mahdollisimman suuren energiatehokkuuden paranemisen aikaansaamiseksi on tärkeää, että samaan aikaan toteutetaan myös vähäpäästöisten ajoneuvojen sekä uusien teknologioiden ja palvelukonseptin toimenpidekokonaisuudet.

#### Vaikutusmekanismi

Runsaudentarvi-visiossa henkilöliikenteen suoritteesta n. 80 % tulee henkilöautoista ja kuljetussuoritteesta n. 65 % tiekuljetuksista. Tieliikenne on kuitenkin erittäin energiatehokasta ja vähäpäästöistä hyvin edistyneen ajoneuvo- ja moottoriteknologian ansiosta. Muiden liikennemuotojen osuus ihmisten liikkumisessa ja tavaroiden kuljetuksissa on pieni. Kattava ja sujuva (pää)tieverkko on siis energiatehokkaan liikkumisen ja kuljettamisen keskeinen edellytys.

#### Vuorovaikutukset kokonaisuuden sisällä

Toimenpidekokonaisuudessa esitetyt toimenpiteet täydentävät toisiaan ja niiden toteuttaminen samanaikaisesti on suotavaa.

#### CO<sub>2</sub> vaikutuspotentiaali

Toimenpidekokonaisuus ei yksin saa juurikaan aikaan positiivisia vaikutuksia kasvihuonekaasujen määrässä, mutta investoinnit uuteen tieinfrastruktuuriin ovat keskeinen edellytys muiden Runsaudentarvi-visioon tähtäävien toimenpidekokonaisuuksien vaikutusten toteutumiseksi.

Muiden toimenpidekokonaisuuksien kautta realisoituva päästövähennyspotentiaali ja vaikutusten aikajänne:

	<i>Lyhyt aikaväli</i>			<i>Pitkä aikaväli</i>		
	pieni	keskin-kertainen	suuri	pieni	keskin-kertainen	suuri
Toimenpide/ CO <sub>2</sub> päästövähennyspotentiaali						
Merkittävät investoinnit uuteen tieinfrastruktuuriin						
Tieinfrastruktuurin korkea-tasoinen kunnossapito						

#### Muut vaikutukset

Mittavat tieinvestoinnit voivat lisätä liikennesuoritteen kasvun vuoksi muita liikenteen ympäristövaikutuksia kuten esimerkiksi melua, saasteita, onnettomuuksia ja ruuhkia.

#### 4.3.5 Toimenpidekokonaisuuksien yhteisvaikutukset

Arvioitaessa edellä esitettyjen toimenpidekokonaisuuksien yhteisvaikutuksia ei yksittäisten kokonaisuuksien vaikutuspotentiaaleja voida laskea suoraan yhteen monien päällekkäisyyksien vuoksi. Päällekkäisyydet johtuvat suurelta osin siitä, että eri toimenpidekokonaisuuksien vaikutukset voivat kohdistua ainakin osittain samaan liikennejärjestelmän osatekijään (esim. suoriteosuuteen). Nämä päällekkäisyydet on pyritty tämän luvun lopussa esitettyssä arviossa mahdollisimman pitkälle poistamaan. Esitetyt luvut ovat kuitenkin vain suuntaa antavia asiantuntija-arvioita.

Taulukkoon 2 on koottu yhteenveto Runsaudensarvi-vision saavuttamiseen tähtävistä toimenpidekokonaisuuksista ja niiden laskentaperusteista.

Taulukko 2. Runsaudensarvi–vision toimenpidekokonaisuudet.

<i>Ensisijaiset toimenpiteet</i>	<i>Täydentävät toimenpiteet</i>	<i>Laskentaperusteita</i>
<p>Vähäpäästoiset ajoneuvot</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Uusien ja vanhoina tuotujen energiatehottomien henkilöautojen verotuksen tiukentaminen</li> <li>• Kannustimet sähkö- ja hybridi-autojen hankinnalle</li> <li>• Raskaan kaluston verotuksen ympäristöperusteisuuden kasvattaminen</li> <li>• Kannustimet raskaan kaluston ja henkilöautojen biopolttoaineiden käytölle</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Päästönormien kiristäminen, standardoinnin edistäminen</li> <li>• Romutuspalkkiot, huolto ja kunnossapito</li> <li>• Informaatio ja tietoisuuden kasvattaminen sähköautoista ja biopolttoaineiden käytöstä</li> <li>• Työpaikkojen liikkumisen ohjaus</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sähköautoja ja hybridejä ym. noin puolet henkilöautokannasta.</li> <li>• Biopolttoaineen osuus 35 % tie- ja vesiliikenteessä</li> </ul>
<p>Älykkäät ja kompaktit kuljetuskonseptit</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kuljetusten energiatehokkuuden parantaminen (tiekuljetuskaluston rakenteelliset keinot, esim. aerodynamiikka, tieto- ja viestintäteknologia)</li> <li>• Tiekuljetusten täyttöasteen kasvattaminen (tyhjänäajojen vähentäminen)</li> <li>• Sähköisen kaupunkijakelun kehittäminen</li> <li>• Vesiliikenteen energiatehokkuuden parantaminen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Raskaan kaluston päästönormit, standardit</li> <li>• Raskaan kaluston romutuspalkkiot</li> <li>• Nopeusrajoitukset - raskaalla liikenteellä suurin ajonopeus 80 km/h</li> <li>• Tiekuljetusalan energiatahokkuuskampanjointi ja -sopimukset</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kaupunkiseutujen jakelu liikenne sähköajoneuvoilla (suurin osa)</li> <li>• Energia- ja kuljetustehokkuuden paraneminen</li> </ul>
<p>Uudet teknologiat ja palvelukonseptit</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tieto- ja viestintäteknologiset ratkaisut ja palvelut</li> <li>• Ajoneuvo- ja moottoriteknologiset ratkaisut</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uudet toimintatavat uuden teknologian kehittämisessä ja käyttöönotossa (esim. yksityisen ja julkisen sektorin yhteistyö, hankintamallit)</li> <li>• Kuljettajan ajotapaan vaikuttaminen älyliikenteen keinoin</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uusien ajoneuvotyyppien, palveluiden ja biopolttoaineen lisääntyminen.</li> </ul>
<p>Tieinfrastruktuurin tehokas kehittäminen ja kunnossapito</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Merkittävät tieverkon uusinvestoinnit - hyväkuntoinen, sujuva päätieverkko ja maankäyttöratkaisuja tukeva alempiasteinen verkko</li> <li>• Koko tieverkon korkeatasoinen kunnossapito</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Päätieverkon nopeusrajoitukset</li> </ul>	

Runsaudensarvi-vision mukaisessa teknologiaorientoituneessa yhteiskunnassa uusia moottori-, polttoaine- ja älyteknologioita hyödyntäen voitaisiin mahdollisesti saavuttaa 3,5-4,5 Mt CO<sub>2</sub> päästövähennys Baseline-kehitykseen verrattuna vuonna 2050. Uusia kuljetuskonsepteja kehittämällä voinee vähennyspotentiaali nousta 4,5-6,0 Mt CO<sub>2</sub>.

Baseline-skenaariossa liikenteen kasvihuonekaasupäästöt vuonna 2050 ovat noin 8 miljoonaa tonnia. Suomen vuoden 2050 tavoite liikennesektorille on noin 2,5 miljoonaa tonnia (80 % päästövähennys), ja EU:n tavoite noin 5 miljoonaa tonnia (60 % päästövähennys). Runsaudensarvi –toimenpidekokonaisuudella on siis mahdollista päästä kaiken kaikkiaan noin 2-3,5 miljoonan tonnin päästötasolle. Päästövähennemien realisoitumisen edellytyksenä ovat kuitenkin merkittävät panostukset uusien teknologioiden sekä tieverkon kehittämiseen.



## 5. Pohdinta

### 5.1 Yhteenveto

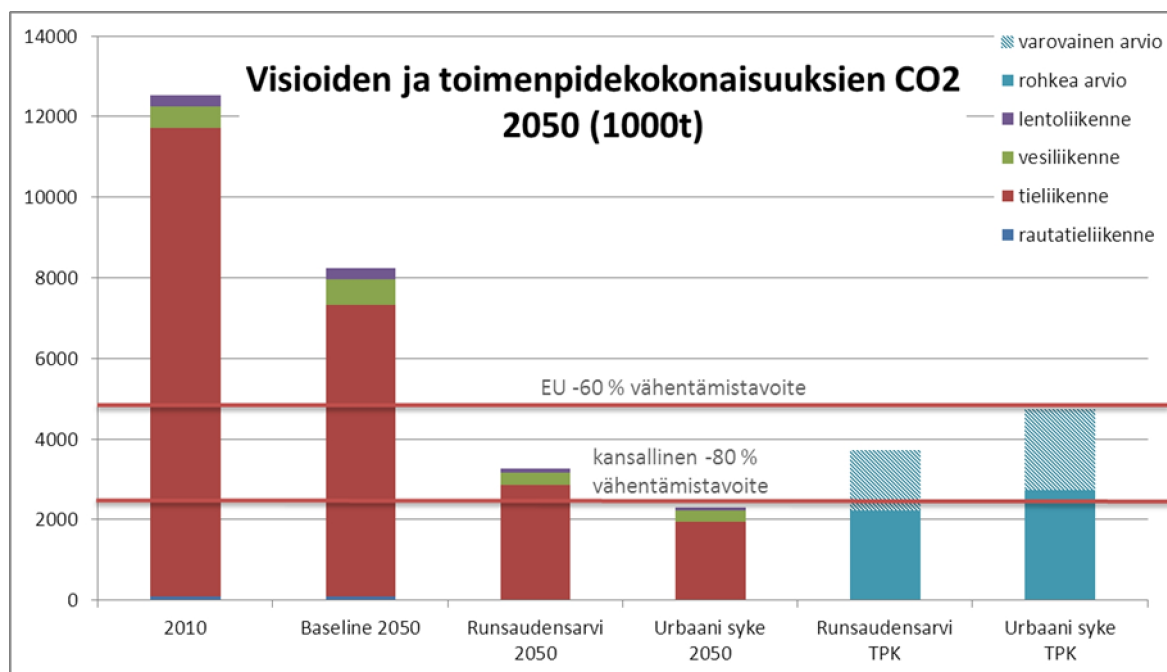
Tässä raportissa on kuvattu Sektoritutkimuksen ilmastopolitiikkaa tukevan tutkimuskonaisuuden (SETUILMU) ILARI-projektin lopputuloksena syntynyt menetelmä ilmastonmuutoksen hillinnän toimenpidekokonaisuuksien laatimiseksi. Raportti esittelee myös Suomen liikenteen hiilidioksidipäästöjen kehityksen Baseline-ennusteen sekä kaksi uutta menetelmää hyödyntäen laadittua tulevaisuuden visiota Suomen hiilidioksidipäästöistä vuoteen 2050. Lisäksi esitellään toimenpidekokonaisuudet vaikutuspotentiaaleineen visioiden saavuttamiseksi.

Vuonna 2011 Suomen kotimaan liikenteen kasvihuonekaasupäästöt olivat noin 13,2 miljoonaa tonnia hiilidioksidiekvivalenttia (CO<sub>2</sub> ekv.). Baseline-ennusteen mukaan liikenteen hiilidioksidipäästöt laskevat vuoteen 2050 mennessä noin vuoden 1980-tasolle, reiluun 8 miljoonaan tonniin. ILARI-työssä laaditut visiot ja toimenpidekokonaisuudet kuvaavat huomattavasti radikaalimpia tulevaisuuksia, joissa päästöt laskevat 2-4 miljoonan tonnin tasolle vuonna 2050.

Työssä muodostettiin asiantuntijoiden ja nuorten näkemyksien perusteella kahdeksan tulevaisuuden visiota. *Urbaani syke* ja *Runsaudensarvi*-visioita tarkasteltiin lähemmin, ja niiden kuvaamien tulevaisuuksien saavuttamiseksi laadittiin toimenpidekokonaisuudet. *Urbaani syke* on radikaali tietoliikennevetoinen kompaktikaupunkivisio. Talous kasvaa voimakkaasti, ja kulkutapajakauma muuttuu radikaalisti tieliikenteestä raideliikenteeseen. *Runsaudensarvi*-visiossa sekä talous että liikenne kasvavat voimakkaasti, mutta tieliikenteen teknologiahyppy vähäpäästöisyhteen ratkaisee ongelmat.

Visiot ja visioiden mukaisiin CO<sub>2</sub>-päästövähennyksiin tähtäävät toimenpidekokonaisuudet ovat luonteeltaan hyvin erilaisia. *Urbaani syke* -vision saavuttamiseen tähtääviä toimenpidekokonaisuuksia on seitsemän: (1) maankäytön toimet ml. kevyen liikenteen infrastruktuurin kehittäminen, (2) kaupunkiseutujen joukkoliikenteen kehittäminen, (3) henkilöliikenteen energiatehokkaat pitkät matkat, (4) hinnoittelu: valtakunnallinen kilometrimaksu, (5) raskaan liikenteen uudet kuljetuskonseptit, (6) vähäpäästöiset ajoneuvot sekä (7) raideinfrastruktuurin tehokas kehittäminen ja kunnossapito. *Runsaudensarvi*-vision saavuttamiseksi rakennettiin neljä toimenpidekokonaisuutta: (1) vähäpäästöiset ajoneuvot, (2) raskaan liikenteen energiatehokkaat ja älykkäät kuljetuskonseptit, (3) uudet teknologiat ja palvelukonseptit sekä (4) tieinfrastruktuurin tehokas kehittäminen ja kunnossapito. Kunkin toimenpidekokonaisuus koostuu ensisijaisista ja täydentävistä toimenpiteistä. Toimenpidekokonaisuuksien tunnistamisen ja vaikutusten arvioinnin tietolähteinä käytettiin kotimaista ja kansainvälistä kirjallisuutta sekä asiantuntija-arvioita ja -työpajaa.

Kuvassa 7 on esitetty liikenteen CO<sub>2</sub>-päästöjen nykytilanne (2010), Baseline-kehitys ja visioiden mukainen kehitys vuodelle 2050. Lisäksi esitetään arvio siitä, mihin päästömääriin visioille laadituilla toimenpidekokonaisuuksilla mahdollisesti päästäisiin. Kuvaan on lisätty myös Suomen hallituksen ilmasto- ja energiapoliittisessa selonteossa esitetty päästötavoite sekä EU:n liikennesektorille asettama tavoite, molemmat vuodelle 2050.



Kuva 7. Visioiden CO<sub>2</sub>-päästömäärät ja arviot toimenpidekokonaisuuksien (TPK) avulla mahdollisesti saavutettavista päästötasoista vaihteluväleineen (varovainen - rohkea arvio) sekä vähentämistavoitteet vuodelle 2050.

Urbaani syke –visioon tähtäävien viiden ensimmäisen toimenpidekokonaisuuden yhteenlasketuksi päästövähennyspotentiaaliksi vuonna 2050 voidaan arvioida n. 2,5-3 Mt CO<sub>2</sub> Baseline-kehitykseen verrattuna ja uusien kuljetuskonseptien n. 1-2 Mt CO<sub>2</sub>. Kaikkien toimenpidekokonaisuuksien yhteenlaskettu päästövähennyspotentiaali on siis n. 3,5-5,5 Mt CO<sub>2</sub>. Vähennysten edellytyksenä ovat kuitenkin mittavat raideinvestoinnit sekä kaupunkiseuduille että runkoverkon kehittämiseen. Urbaani syke –vision mukaisen päästötason saavuttamiseen tarvittaisiin jopa esitettyjä vielä voimakkaampia keinoja.

Runsaudensarvi-visioon tähtäävässä teknologiaorientoituneessa yhteiskunnassa uusia moottori-, polttoaine- ja älyteknologioita hyödyntäen voitaisiin mahdollisesti saavuttaa 3,5-4,5 Mt CO<sub>2</sub> päästövähennemä Baseline-kehitykseen verrattuna vuonna 2050. Uusia kuljetuskonsepteja kehittämällä voinee vähennyspotentiaali nousta 4,5-6,0 Mt CO<sub>2</sub>. Päästövähennemien realisoitumisen edellytyksenä ovat kuitenkin merkittävät panostukset uusien teknologioiden sekä tieverkon kehittämiseen.

## 5.2 Päätelmät

ILARI-projektin keskeisenä tavoitteena on ollut toimia keskustelun herättäjänä ilmastonmuutoksen hillinnän tavoitteiden ja toimenpiteiden tunnistamisessa liikennesektorilla. Työn tulokset antavat kokonaiskuvan mahdollisista tulevaisuuksista ja niihin varautumisesta. Tulosten pääasiallisena tarkoituksena on luoda mahdollisia tulevaisuuden suuntia, ei kertoa tarkkoja laskennallisia arvoja tai ennusteita. Tulosten perusteella voidaan kuitenkin päätellä, että mahdollisuudet pitkän aikavälin CO<sub>2</sub>-tavoitteiden saavuttamiselle ovat olemassa. Tavoitteiden saavuttaminen vaatii kuitenkin merkittäviä investointeja.

Menetelmällisesti visioinnin ja perinteisen laskennallisen vaikutusarvioinnin yhdistäminen onnistui ILARI-projektissa hyvin ja tuotti lopputuloksena uudenlaisen menetelmäkokonaisuuden, jota on mahdollista hyödyntää erilaisissa tulevaisuuden hankkeissa ja eri sektoreilla. Toisaalta vaikutusarviointeja tehtäessä kohdattiin myös monia haasteita. Esimerkiksi toimenpiteiden kohdistuminen, aikajänne, voimakkuus ja yhteisvaikutukset ovat dimensioita, jotka vaikutustarkasteluissa tulisi aina systemaattisesti käsitellä, mutta tois-

taiseksi käytössä olevat menetelmät ja osaaminen eivät tähän riitä. Tutkimus- ja kehitystyötä siis tarvitaan jatkossakin.

Työn tulokset osoittivat, että ilman suurempia kehittämistoimia ja investointeja liikennejärjestelmään (Baseline-kehitys), liikenteen haasteelliset vuoden 2050 kasvihuonekaasupäästöjen vähentämistavoitteet jäävät saavuttamatta. Urbaani syke- ja Runsaudensarvisioiden toimenpidekokonaisuuksien tunnistaminen, rakentaminen ja vaikutusten arviointi kuitenkin osoittivat, että haastavatkin tavoitteet ovat saavutettavissa, jopa kahdella hyvin erilaisella tavalla, mutta eivät kummassakaan tapauksessa ilman merkittäviä investointeja ja toimintatapamuutoksia sekä yksilöiden että yhteiskunnan tahoilta. Valittu polku vaikuttaa luonnollisesti myös ympäröivän yhteiskunnan kehitykseen.

Työn tuloksena esitetyt päästövähennämääräarviot ovat luonteeltaan suuntaa antavia. Tulosten täsmentäminen ja tarkentaminen sekä vaikutusarviointien kehittäminen palvelemaan liikenteen pitkän tähtäimen strategista suunnittelua ovatkin keskeisiä kohteita tulevaisuuden tutkimus- ja kehitystyölle.

## 6. Lähteet

AustriaTech GmbH, Austria, Centrum dopravního výzkumu, v.v.i., Czech Republic Department of Transport, Technical University of Denmark, Karlsruhe Institute of Technology (KIT), Institute of Transport Economics (TØI), Transport Studies Unit, University of Oxford, Royal Institute of Technology (KTH), Swedish National Road and Transport Research Institute (VTI) (2010a). *Deliverable 4 of the OPTIC project (Optimal Policies for Transport in Combination)* Best Practice in Policy Package Design. European Commission, seventh framework programme: Theme transport.

AustriaTech GmbH, Austria, Transver GmbH, Germany, SYKE Finnish Environment Institute, Finland, Mobycon, Netherlands, Tetraplan A/S, Denmark, ProgTrans AG, Switzerland, EGIS – Egis Mobilité, France, Technical University of Denmark – Centre for Traffic and Transport, Denmark, Institute of Communication and Computer Systems, Greece, Oxford University – Transport Studies Unit, United Kingdom, TSB GmbH/FAV, Berlin, Germany, Czech Technical University – Faculty of Transportation Sciences, Czech Republic, Vienna University of Economics, Austria (2010b) *Deliverable 6.1 of the FREIGHTVISION project (Freight transport foresight 2050)* Several scenarios of long distance freight transport by 2050 and their impact on environmental emissions, dependence on fossil fuels, congestions and accidents. European Commission, seventh framework programme: Theme transport.

Banister, D., Stead, D., Steen, P., Åkerman, J., Dreborg, K., Nijkamp, P. & Schleicher-Tappeser, R. (2000). *European Transport Policy and Sustainable Mobility*. London: Spon.

The Bartlett School of Planning & Halcrow Group Ltd. (2006). *Visioning and Backcasting for UK Transport Policy (VIBAT). Stage 3 Report. Policy Packaging and Pathways*. Department for Transport. DfT Horizons Research Programme.

Cairns, S., Sloman, L., Newson, C., Anable, J., Kirkbride, A. and Goodwin, P. (2004). *Smarter Choices – Changing the Way We Travel*. Final report of the research project: 'The influence of soft factor interventions on travel demand' Published by the Department for Transport, London, 20.7.2004 on the 'Sustainable Travel' section of [www.dft.gov.uk](http://www.dft.gov.uk)

Eliasson, J., Hultkrantz, L., Nerhagen, L., Smidfelt Rosqvist, L. (2009). The Stockholm congestion—charging trial 2006: Overview of effects. *Transportation Research Part A*, 43, 240–250.

Harmaajärvi, I., Huhdanmäki, A., Lahti, P. (2001). *Yhdyskuntarakenne ja kasvihuonepäästöt*. Helsinki, Ympäristöministeriö, Alueidenkäytön osasto. 64 s. Suomen Ympäristö; 522. ISBN 951-37-3626-1

Hickman, R. & Banister, D. (2007). Looking over the horizon: Transport and reduced CO2 emissions in the UK by 2030. *Transport Policy* 14 (2007) 377–387.

Institute for Transport Studies, University of Leeds (2011). *Policy Instruments: A Policy Guidebook*. [http://www.konsult.leeds.ac.uk/private/level2/l2\\_sele.htm](http://www.konsult.leeds.ac.uk/private/level2/l2_sele.htm) [4.1.2012]

Jyväskylän seutu – rakennemalli 20X0 (2011). Jyväskylä: Jyväskylän seutu, Jyväskylän kaupunki. 23 s. [http://www2.jkl.fi/kaavakartat/jkl\\_yleiskaava/Loppuraportti\\_hyvak\\_syttavaksi\\_07022011.pdf](http://www2.jkl.fi/kaavakartat/jkl_yleiskaava/Loppuraportti_hyvak_syttavaksi_07022011.pdf) <http://paikkatieto.airix.fi/tietopankki/jyvaskylanseutu/>

- Lahti, P., Moilanen, P. (2010). Kaupunkiseutujen yhdyskuntarakenne ja kasvihuonekaasupäästöt Kehitysvertauja 2005-2050. Ympäristöministeriö. 87 s. Suomen ympäristö 12/2010. <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=120281&lan=fi>
- Liikenne- ja viestintäministeriö (2009). Liikenne- ja viestintäministeriön hallinnonalan ilmastopoliittinen ohjelma 2009-2020. Ohjelmia ja strategioita 2/2009.
- Laurikko, J. (2009). Suomen autokantaennuste. Tehty liikenne- ja viestintäministeriön hallinnonalan ilmastopoliittiseen ohjelmaan 2009-2020. Ohjelmia ja strategioita 2/2009.
- Liikenne- ja viestintäministeriö (2012). Kilpailukykyä ja hyvinvointia vastuullisella liikenteellä. Valtioneuvoston liikennepoliittinen selonteko eduskunnalle 2012.
- Liimatainen, H., Pöllänen, M., Kallionpää, E., Nykänen, L., Stenholm, P., Tapio, P. & McKinnon, A. (2012). Tiekuljetusalan energiatehokkuuden ja hiilidioksidipäästöjen tulevaisuus. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 1/2012.
- LIPASTO 2010. <http://lipasto.vtt.fi/> [4.1.2012]
- McKinnon, A. (2011) Energy Efficiency Initiatives in the Road Freight Sector: A Multi-stakeholder Perspective. Esitys Kuljetus –projektin seminaarissa 2.11.2011.
- Nissinen, A., Heiskanen, A., Perrels, A., Berghäll, E., Liesimaa, V., Mattinen, M. (2012). Ohjauskeinoyhdistelmät asumisen, henkilöliikenteen ja ruoan ilmastovaikutusten hillintään. KUILU-hankkeen loppuraportti. SUOMEN YMPÄRISTÖ 11 | 2012.
- Nylund, N-O. (2011). Sähköautojen tulevaisuus Suomessa. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 12/2011.
- Nylund, N-O. (2012). Ajoneuvo- ja polttoainetekniikan kehitysnäkymiä. Esitys Eduskunnan tulevaisuusvaliokunnalle 4.5.2012.
- Paikallisliikenteen toimintaedellytykset ja vaikutukset Keski-Suomessa 2010-2030. 2010. Jyväskylä: Keski-Suomen liitto, Baltic Climate-hanke. 58 s. Keski-Suomen liitto, julkaisu B173 ISBN 978-951-594-377-4, 978-951-594-378-1 (pdf) [http://www.keskisuomi.fi/filebank/11934-Paikallisjuna\\_liikenne\\_selvitys.pdf](http://www.keskisuomi.fi/filebank/11934-Paikallisjuna_liikenne_selvitys.pdf)
- Santos, G., & Fraser, G. (2006). Road pricing – lessons from London. Economic Policy, April, 2006, 263–310.
- Santos, G., Behrendt, H. & Teytelboym, A. (2010). Part II: Policy instruments for sustainable road transport. Research in Transportation Economics 28 (2010) 46-91.
- Suvanto, T., Vilkmann, A., Moilanen, P., Tervonen, J. (2007). Tienkäyttömaksujen vaikutukset Suomessa. Esiselvitys. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 35/2007.
- Tapio, P., Varho, V., Järvi, T., Nygrén, N. & Tuominen, A. 2011. Liikennepoliitiikan ilmastoto. Baseline-kehitys sekä asiantuntijoiden ja nuorten visiot liikenteen hiilidioksidipäästöistä vuoteen 2050. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 19/2011.
- Transportation Research Board (TRB) (2011). Policy Options for Reducing Energy Use and Greenhouse Gas Emissions from U.S. Transportation. Special Report 307. Committee for a Study of Potential Energy Savings and Greenhouse Gas Reductions from Transportation. Transportation Research Board of the National Academies.

Transport Studies Unit, University of Oxford, Department of Transport, Technical University of Denmark, Institute of Transport Economics (TØI), Royal Institute of Technology (KTH), AustriaTech, TRC, Centrum dopravního výzkumu, v.v.i., German Aerospace Center & Institute for Technology Assessment and Systems Analysis (2010). Deliverable 1 of the OPTIC project (Optimal Policies for Transport in Combination) Inventory of measures, typology of non-intentional effects and a framework for policy packaging. European Commission, seventh framework programme: theme transport.

Tuomaala, M., Ahtila, P., Haikonen, T., Kalenoja, H., Kallionpää, E., Rantala, J., Tuominen, P., Shemeikka, J., Rämä, M., Sipilä, K., Pursiheimo, E., Forsström, J., Wahlgren, I., Lahti, P. (2012). Energiatehokkuuden mittarit ja potentiaalit. Espoo: Aalto-yliopisto, Insinööritieteiden korkeakoulu, Energiatekniikan laitos. 334 s. (Aalto-yliopiston julkaisusarja TIEDE+TEKNOLOGIA 1/2012 ISBN 978-952-60-4503-0 (painettu), 978-952-60-4504-7 (pdf)

[http://lib.tkk.fi/TIEDE\\_TEKNOLOGIA/2012/isbn9789526045047.pdf](http://lib.tkk.fi/TIEDE_TEKNOLOGIA/2012/isbn9789526045047.pdf)

Uudenmaan ja Itä-Uudenmaan rakennemallien arviointi. 2010. Helsinki: Uudenmaan liitto. 96 s. (Uudenmaan liiton julkaisu E 106 ISBN 978-952-448-303-2(sid.), 978-952-448-304-9 (verkkojulkaisu)

[http://www.uudenmaanliitto.fi/files/2623/Arviointiraportti\\_netti.pdf](http://www.uudenmaanliitto.fi/files/2623/Arviointiraportti_netti.pdf)

Wahlgren, I. (2012). Julian kaupunki 2035. Helsingin seudun yhdyskuntarakenteen kehittämisen ilmastovaikutukset. Helsinki: Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä. 57 s. (HSY:n julkaisu 1/2012 ISBN 978-952-6604-36-7, 978-952-6604-37-4 (pdf)

[http://www.hsy.fi/tietoahsy/Documents/Julkaisut/1\\_2012\\_Julian\\_kaupunki\\_2035\\_web.pdf](http://www.hsy.fi/tietoahsy/Documents/Julkaisut/1_2012_Julian_kaupunki_2035_web.pdf)

Wahlgren, I., Kuismanen, K., Makkonen, L. (2008). Uudenmaan maankäytön kehitysvaihtoehtojen ilmastovaikutukset. Espoo: VTT. 88 s. VTT-R-03982-08.

[http://www.vtt.fi/inf/julkaisut/muut/2008/VTT\\_Ilmastomuutos\\_kaavoitus\\_Uusimaa.pdf](http://www.vtt.fi/inf/julkaisut/muut/2008/VTT_Ilmastomuutos_kaavoitus_Uusimaa.pdf)

Wahlgren, I. (2007). Arviot yhdyskuntarakenteen kehittämisen vaikutuksista liikenteen kasvihuonekaasupäästöihin.

Victoria Transport Policy Institute (2011). Online TDM (Transportation Demand Management, also called Mobility Management) Encyclopedia. <http://www.vtpi.org/tdm/> [4.1.2012]

Välipirtti, K-L., Suvanto T., Moilanen, P. (2010) Helsingin seudun ruuhkamaksu. Jatkoselvitys. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisu 5/2011.

## Liite 1 Ajoitustarkastelut

ILARI-projekti

Työpajan 31.10. tuloksia – ajoitustarkastelut

Seuraavat graafit kertovat työpajan osallistujien käsitykset siitä, mitä keinoja ja kuinka nopeasti niitä käytettäisiin, jotta päädyttäisiin kahteen valittuun visioon. Runsaudensarvi-visiossa päästövähennykset saavutetaan voimakkaan ajoneuvoteknisen kehityksen tuloksena, Urbaani syke-visiossa voimakkaan kulkutapajakauman muutoksen tuloksena.

Osallistujat saivat kunkin ohjauskeinon tarralappuina, jotka he sijoittivat työpajan seinälle asetettuun aikajanaan. Aineisto on koodattu viisivuotisjaksoihin vuoteen 2050 asti. Kuten kuvista näkyy, Urbaani syke –visio edellyttää osallistujien mukaan laajemman valikoiman keinoja, joilla on enemmän kiire kuin Runsaudensarvi-visiota kohden vievillä keinoilla. Runsaudensarvi-visio ei kuitenkaan toteudu itsestään vaan edellyttää aktiivista ohjausta sekkin.

Mitä tummempi ja sinisempi sävy on graafien pylväissä, sitä kiireempi kyseisen keinon käytöllä on vastaajan mielestä. Mitä pidempi tummansininen pylväs, sitä useampi ihminen piti kyseisen keinon toteuttamista kiireellisenä. Kyseessä ei ole (välttämättä) osallistujien käsitys toivottavasta tulevaisuudesta, vaan puhtaasti asiantuntija-arvio siitä, mitkä keinokokonaisuudet ovat yhteensopivia valittujen visioiden kanssa.

Petri Tapio, Tulevaisuuden tutkimuskeskus

Osallistujat:

Saara Jääskeläinen, LVM

Katja Lohko-Soner, TraFi

Pirkko Heikinheimo, YM

Adriaan Perrels, VATT

Ari Nissinen, SYKE

Maija Mattinen, SYKE

Vilja Varho, Turun YO, Tulevaisuuden tutkimuskeskus

Petri Tapio, Turun YO, Tulevaisuuden tutkimuskeskus

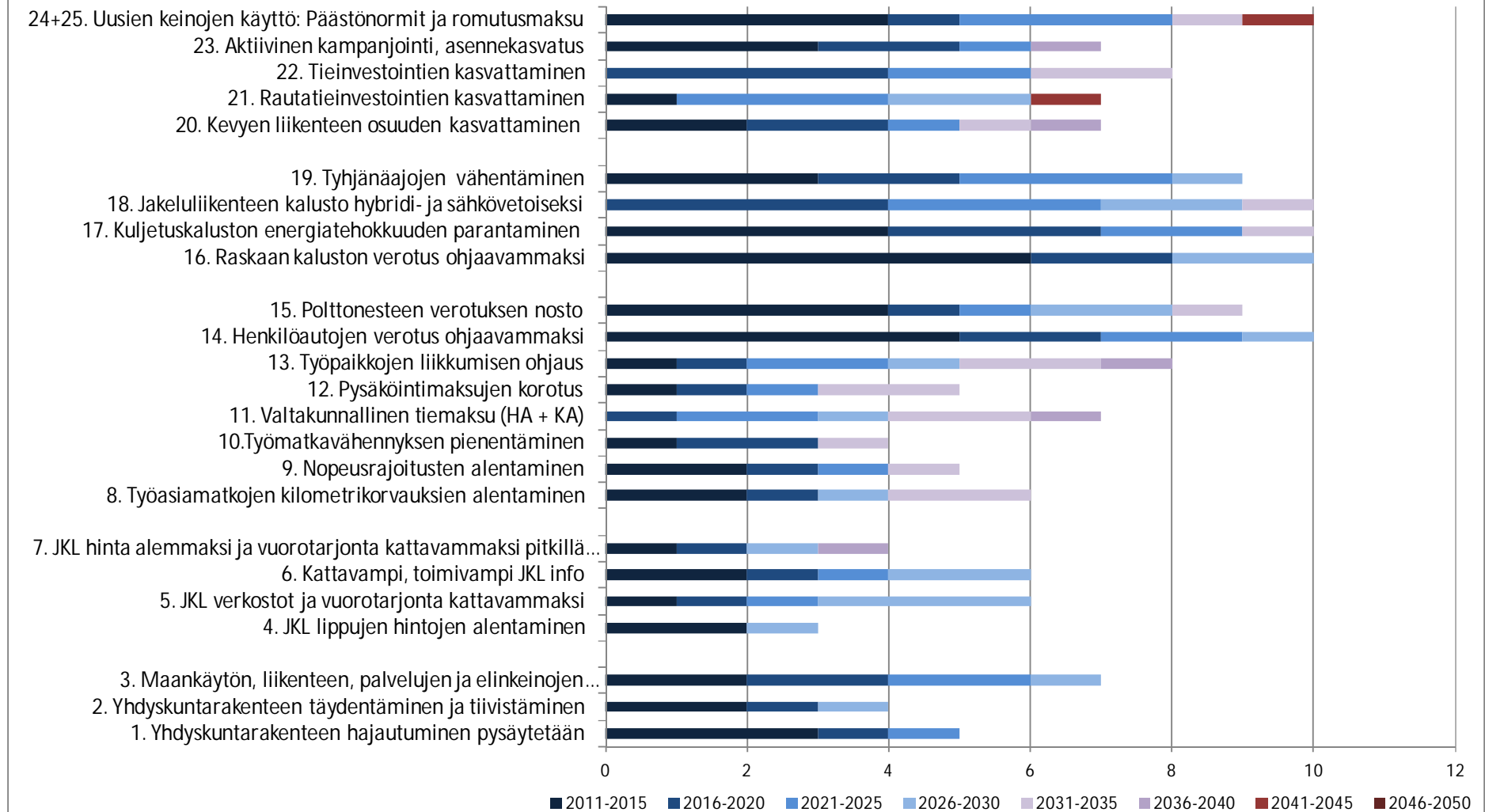
Tomi Lindroos, VTT

Irmeli Wahlgren, VTT

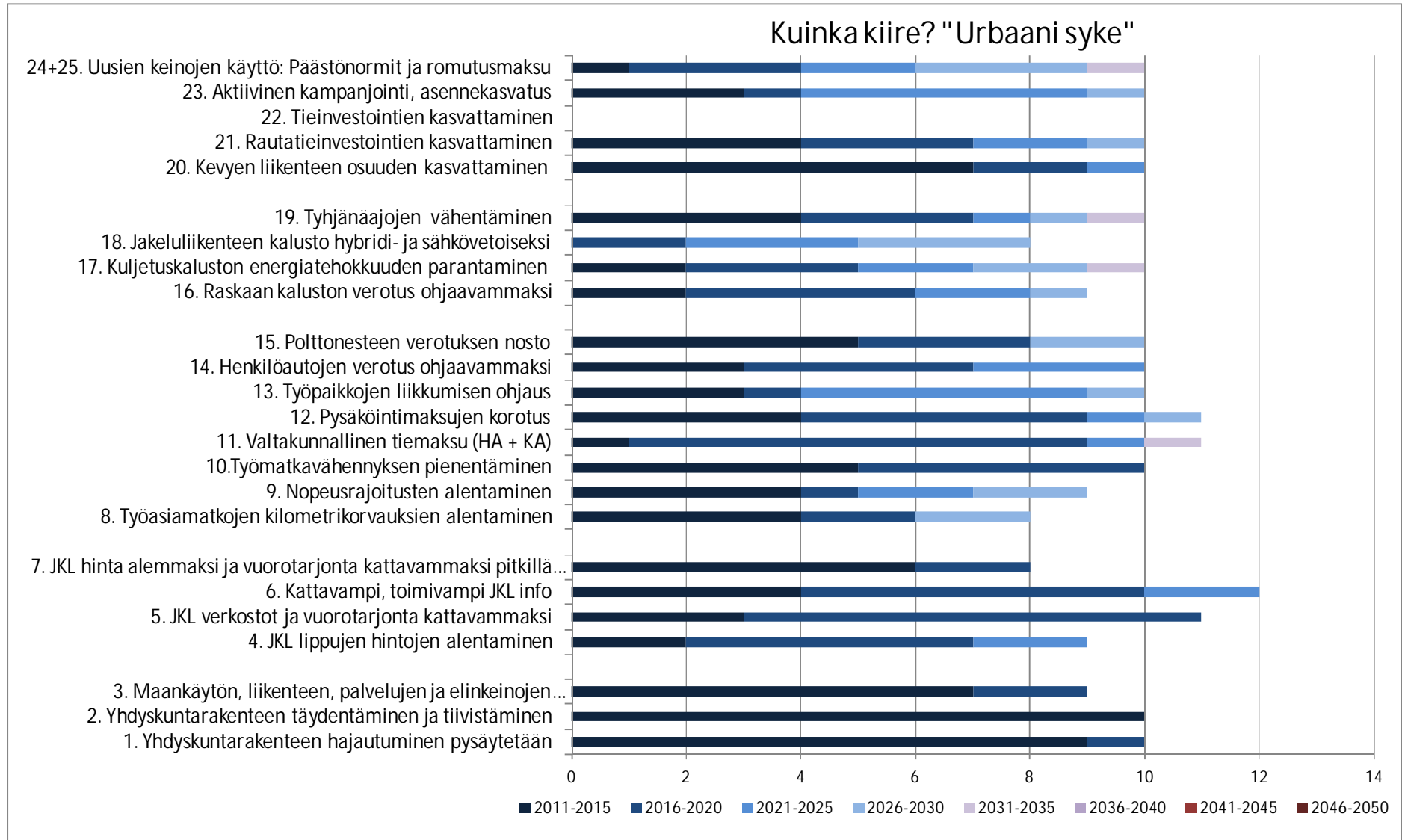
Tuuli Järvi, VTT

Anu Tuominen, VTT

## Kuinka kiire? "Runsaudensarvi"











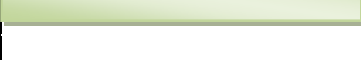

























## Liite 3 Toimenpiteiden kuvaukset ja päästövähennyspotentiaalit

Toimenpide	Kuvaus	CO <sub>2</sub> päästövähennyspotentiaali					
		Lyhyt aikaväli			Pitkä aikaväli		
		vähäinen	keskinkertainen	suuri	vähäinen	keskinkertainen	suuri
1. Yhdyskuntarakenteen hajautuminen pysäytetään	Yhdyskuntarakenteen hajautuminen pysäytetään. Ns. perusrakennusoi- keus poistetaan. Hajarakentamisen tarkka sääntely. Ei uusia alueita yh- dyskuntarakenteesta irralleen. Vyöhykkeisiin perustuva suunnittelu. Autovyöhykettä ei laajenneta. Maakuntakaava, yleiskaavataso, strategi- nen suunnittelu, rakennemallit ym. Kuntien rakentamisen ohjaus, ra- kennusjärjestys, rakennusvalvonta. Myös vapaa-ajan asutuksen säänte- lyn tehostaminen. Rantayleiskaavat, ranta-asemakaavat.						
2. Yhdyskuntarakenteen täydentäminen ja tiivistäminen	Yhdyskuntarakenteen täydentäminen ja tiivistäminen. Asemanseutujen täydentäminen. Toimintojen sijoittaminen kävely- ja pyöräily- ja joukko- liikennevyöhykkeille. Kävely- ja pyöräilyväylien, verkostojen ja ympäris- töjen suunnittelu kaavoituksen yhteydessä. Asemakaava, yleiskaava, maakuntakaavataso. Kaavojen toteuttamisen varmistaminen, maapoliit- tiset keinot.						
3. Maankäytön, liikenteen, palvelujen ja elinkeinojen suunnittelu (MALPE)	Työssäkäyntialuekohtainen suunnittelu. Uusi asutus lähelle työpaikkoja ja palveluja olemassa olevan yhdyskuntarakenteen yhteyteen. Yhdys- kuntarakenteen täydentäminen ja tiivistäminen. Asemanseutujen täy- dentäminen. Uusien ratavyöhykkeiden suunnittelu. Liikennehankkeiden ja kaavoituksen toteuttamisjärjestys ja ajoitus. Strateginen suunnittelu yhteistyössä kuntien, seutujen yhtymien, maakuntien liittojen, ely- keskusten ym. kanssa. Maakuntakaava, yleiskaava, liikennejärjestelmä, strateginen suunnittelu, rakennemallit ym.						
4. JKL lippujen hin- nat	Suurten ja keskisuurten kaupunkiseutujen joukkoliikenteen hintojen alentaminen (joukkoliikennetukien merkittävä kasvattaminen tms.).						
5. JKL verkostojen kattavuus ja vuoro- tarjonta	Kattava JKL runkoverkko sekä yhteiskäyttöiset seutulippujärjestelmät suurimmille työssäkäyntialueille. Toimiva liityntäpysäköinti?						
6. Kattava, toimiva JKL info	Ajantasainen, koko liikennejärjestelmän kattava joukkoliikenneinfor- maatio sekä kaupunkiseuduilla että pitkän matkan liikenteessä.						
7. JKL hinta ja vuo- rotarjonta pitkällä matkoilla	Pitkämatkaisen raideliikenteen palvelutason parantaminen vuorotarjon- taa ja täsmällisyyttä parantamalla, nopeuksia kasvattamalla ja alenta- malla lippujen hintoja.						
8. Työasiamatkojen kilometrikorvaukset	Henkilöautolla tehtävien työasiamatkojen kulujen korvaaminen todellis- ten kulujen mukaan (kilometrikorvaus).						
9. Nopeusrajoituk- set	Nopeusrajoitusjärjestelmän tasokorjaus keskimäärin 15 % alaspäin maanteillä ja raskaalla liikenteellä lisäksi suurin ajonopeus 80 km/h.						
10. Työmatka- vähennys	Pitkien työmatkojen työmatkavähennyksen poistaminen.						
11. Valtakunnalli- nen tiemaksu (HA + KA)	Satelliittipohjainen järjestelmä, jossa autoilijat maksavat perusmaksun (infrastruktuurimaksu mahdollisesti ajoneuvoveron sijaan) ja lisäksi alu- eesta ja ajasta riippuvan ruuhkamaksun ja ympäristöhaittamaksun.						
12. Pysäköintimak-	Kaupunkiseutujen keskustojen pysäköintipolitiikka, hintojen korottami-						

sut	nen.		
13. Työpaikkojen liikkumisen ohjaus	Työsuhdematkalipun yleistyminen, työpaikkojen pysäköintijärjestelyt ja pysäköintipaikkaedun verottaminen, kimppakyydit ja kevyen liikenteen kampanjat, videokokoukset.		
14. Henkilöautojen verotus	Verotuksen raja-arvojen tiukentaminen, työsuhdeautojen verotus, sähköautojen ja hybridien verotus.		
15. Polttonesteen verotus	Bensiinin ja dieselin toistuvat hinnankorotukset.		
16. Raskaan kaluston verotus	Raskaan kaluston verotuksen ympäristöperusteisuuden kasvattaminen.		
17. Kuljetusten energiatehokkuus	Kuljetuskaluston ja konttien aerodynamiikan parantaminen, renkaiden ja pienempi vierintävastuksen pienentäminen (mm. oikeat ilmanpaineet), rekkajonot ja ekologinen ajotapa.		
18. Jakeluliikenne	Hybridit/ sähköautot kaupunkilogistiikkaan/jakeluun.		
19. Tyhjänäajojen vähentäminen	Kuorma-autokuljetusten täyttöasteen kasvattaminen 75% → 90% (esim. älykkäiden, koko maan kattavien kuljetusten yhdistelyjärjestelmien ja terminaaliratkaisujen avulla).		
20. Kevyen liikenteen osuuden kasvattaminen	Väyläverkon laajuuden ja kunnan parantaminen, liikkumisympäristön, palveluiden laadun ja informaation parantaminen, liikkumiskulttuuriin & asenteisiin vaikuttaminen.		
21. Raideinvestoinnit	Raideverkoston mittava lisärakentaminen.		
22. Tieinvestoinnit	Hyväkuntoinen, sujuva runkoverkko ja maankäyttöratkaisuja tukeva alempiasteinen verkko.		
23. Aktiivinen kampanjointi, asennekasvatus	Kohteena esim: kulkutapavalinnat pitkillä matkoilla, auton vaihto kevyeen liikenteeseen lyhyillä matkoilla, kakkos- ja kolmosautoista luopuminen.		
24. Päästönormit	Konkreettiset hiilidioksidipäästöjen raja-arvot henkilöautoille ja raskaan liikenteen ajoneuvoille.		
25. Romutuspalkkiot	Palkkio vanhan auton romutuksesta uuden auton oston yhteydessä.		

Lyhyt aikaväli: 0 - 10...15 vuotta; Pitkä aikaväli: yli 15 vuotta