

Laura Joki

# SUOMEN HENKILÖAUTO- LIIKENTEEN TULEVAISUUS

Skenaarioita vuoteen 2030

---

TULEVAISUUDEN TUTKIMUSKESKUS  
Tutu e-julkaisu 6/2012

---



**Laura Joki, FM**

[laura.joki\(a\)elisanet.fi](mailto:laura.joki(a)elisanet.fi)

Kirjoittaja toimi tutkimusavustajana Tulevaisuuden tutkimuskeskuksen Climate Discussion of Transport (CAST) -tutkimushankkeessa vuosina 2009–2010

Lisätietoja myös:

**Petri Tapio**, MMT, erikoistutkija, dosentti

Tulevaisuuden tutkimuskeskus

[petri.tapio\(a\)utu.fi](mailto:petri.tapio(a)utu.fi)

[www.fidea.fi](http://www.fidea.fi)

Copyright © 2012 Kirjoittaja & Tulevaisuuden tutkimuskeskus & Turun yliopisto

ISBN 978-952-249-143-5

ISSN 1797-1322

**Tulevaisuuden tutkimuskeskus**

**Turun yliopisto**

**20014 TURUN YLIOPISTO**

Käyntiosoite: ElectroCity, Tykistökatu 4 B, 20520 TURKU  
Korkeavuorenkatu 25 A 2, 00130 HELSINKI  
Pinninkatu 47, 33100 TAMPERE

Puh. (02) 333 9530

[utu.fi/ffrc](http://utu.fi/ffrc)

[tutu-info@utu.fi](mailto:tutu-info@utu.fi)



# SISÄLLYS

ALKUSANAT .....	4
TIIVISTELMÄ.....	5
1. JOHDANTO.....	6
1.1 Henkilöauton merkitys Suomessa.....	6
1.2 Tutkimuksen tavoitteet ja tutkimuskysymykset .....	7
1.3 Tutkimuksen rajaukset ja rakenne .....	7
2. LIIKENNE JA YMPÄRISTÖ.....	9
2.1 Henkilöautoliikenteen kansalliset ongelmat .....	9
2.2 Liikenne, ilmastonmuutos ja ilmastopolitiikka .....	10
2.2.1 Euroopan unionin ja Suomen ilmastopöytäkirjat sekä -tavoitteet .....	10
3. TULEVAISUUDENTUTKIMUS JA SEN HYÖDYNTÄMINEN LIIKENNETUTKIMUKSESSA .....	15
3.1 Tulevaisuudentutkimuksen tehtävät ja hyödyntäminen tässä tutkimuksessa.....	15
3.2 Tulevaisuudentutkimus ja liikenne – aiempia liikenneskenaarioita.....	16
3.2.1 Suomalaiset liikenneskenaariot ja -tutkimukset .....	17
4. AINEISTO JA MENETELMÄT .....	19
4.1 Tutkimuksen aineisto .....	19
4.1.1 Kyselylomake – kvantitatiivinen aineisto .....	21
4.1.2 Haastattelut – kvalitatiivinen aineisto .....	23
4.1.3 Aineiston rajaus.....	25
4.2 Analyysimenetelmät .....	25
4.2.1 Klusterianalyysi .....	26
4.2.2 Haastatteluaineiston analyysi .....	27
5. TULOKSET – VIISI HENKILÖLIIKENNESKENAARIOTA.....	28
5.1 Klusterianalyysin tulokset skenaarioiden pohjana .....	28
5.2 Henkilöliikenneskenaariot .....	30
5.2.1 Skenaario A: Materialistisen hyvinvoinnin kasvu .....	30
5.2.2 Skenaario B: Poliittikkapessimismi .....	33
5.2.3 Skenaario C: Teknologioptimismi .....	36
5.2.4 Skenaario D: Tieliikenteestä tietoliikenteeseen .....	39
5.2.5 Skenaario E: Henkilöautoliikenteen romahdus .....	42
6. TULOSTEN TARKASTELU – SKENAARIOIDEN VERTAILU .....	45
7. POHDINTA .....	54
7.1 Yhteenveto .....	54
7.2 Johtopäätökset.....	55
LIITTEET .....	60
Liite 1. CAST-hankkeen delfoi-tutkimukseen osallistuneet asiantuntijat.....	60
Liite 2. Delfoi-tutkimuksen kyselylomake .....	61
Liite 3. Suomen liikennesektorin tulevaisuus (CAST) -haastatteluaineistot .....	66
Liite 4. Klusterianalyysin dendrogrammi .....	67

# Alkusanat

Tämä raportti liittyy Climate Discussion of Transport (CAST) -tutkimushankkeessa tekemääni pro gradu -tutkielmaan, joka on jätetty Helsingin yliopiston ympäristömuutoksen ja -politiikan pääaineeseen. CAST on Tulevaisuuden tutkimuskeskuksen ja Suomen ympäristökeskuksen yhteinen Suomen Akatemian vuosina 2009–2012 rahoittama hanke, joka tutkii suomalaista liikennesektoriin liittyvää keskustelua erityisesti liittyen EU:n energia- ja ilmastopakettiin sekä hiilidioksidiperustaiseen autoverouudistukseen. CAST-hankkeessa Tulevaisuuden tutkimuskeskuksen ja Suomen ympäristökeskuksen yhteistyökumppaneina ovat Helsingin yliopisto, Oxford University ja Wayne State University.

Tämän tutkimuksen aineisto koostuu Tulevaisuuden tutkimuskeskuksen toteuttaman delfoi-tutkimuksen ensimmäisen kierroksen aineistosta eli liikennealan asiantuntijahaastatteluista ja kyselylomakkeista. Kyselylomake on laadittu yhdessä keskuksen tutkijoiden Petri Tapion ja Vilja Varhon kanssa. Haastattelut toteutti sekä nauhoitti Vilja Varho kesällä ja alkusyksystä 2009.

# Tiivistelmä

Liikenne on huomattava ilmastonmuutokseen vaikuttava sektori, jolla ei ole saavutettu merkittäviä päästövähennyksiä toisin kuin useilla muilla sektoreilla. Erityisesti henkilöautoliikenne on liikennesektorin päästövähennystavoitteiden suhteen ongelmallinen liikennemuoto, koska siihen on vaikea puuttua ilman voimakkaita lainsäädännöllisiä tai poliittisia toimia. Lisäksi henkilöautoliikenteen määrä on lamavuosien väliaikaista pienenemistä lukuun ottamatta ollut Suomessa jatkuvassa kasvussa.

Tässä tutkimuksessa tarkasteltiin Suomen henkilöautoliikenteen tulevaisuutta liikennealan asiantuntijoiden näkemysten pohjalta ja muodostettiin henkilöautoliikenneskenaarioita vuoteen 2030. Tutkimuksen aineisto koostui 26 kyselylomakkeesta ja asiantuntijahaastattelusta. Kyselylomakkeiden vastaukset ryhmiteltiin käyttäen klusterianalyysia. Ryhmistä laskettiin klusterikeskukset, jotka muodostivat skenaarioiden ”ytimen”. Klusterianalyysin tuloksia syvennettiin haastatteluaineistosta poimituilla selittäville tekijöillä ja sitaateilla. Näin muodostettiin viisi henkilöautoliikenneskenaariota, joita voidaan hyödyntää esimerkiksi tarkasteltaessa henkilöautoliikenteen tulevaisuudennäkymiä ilmastonäkökulmasta ja pyrittäessä kohti ympäristön kannalta kestävää tulevaisuutta liikennesektorilla.

Muodostetut skenaariot olivat hyvin monimuotoisia. Osa oli hyvin kasvuorientoituneita niin liikennesuoritteiden kuin päästöjenkin suhteen ja osa taas erittäin kasvukriittisiä. Kasvuorientoituneissa skenaarioissa Materialistisen hyvinvoinnin kasvu ja Poliittikapessimismi liikennesuoritteiden kasvu jatkui. Näissä skenaarioissa myös hiilidioksidipäästöjen kasvu jatkui, mutta paljon loivemmalla kasvu-uralla kuin suoritteet. Skenaariossa Teknologiaoptimismi uskottiin liikennesuoritteiden ja päästöjen absoluuttiseen irtikytkentään eli siihen, että kasvavista suoritteista huolimatta CO<sub>2</sub>-päästöt kääntyvät laskuun.

Skenaariot Tieliikenteestä tietoliikenteeseen ja Henkilöautoliikenteen romahdus olivat huomattavasti kasvuskeptisempiä. Näissä skenaarioissa suoritteiden uskottiin kääntyvän laskuun ja CO<sub>2</sub>-päästöjen laskevan suoritteitakin nopeammin. Merkittävä ero näiden kahden skenaarion välillä oli kuitenkin se, että Henkilöautoliikenteen romahdus -skenaariossa kokonaishenkilöliikennesuoritteiden ei uskottu pienenevän, vaikka henkilöautosuorite romahti. Näin ollen Henkilöautoliikenteen romahdus -skenaariossa liikkuminen ei vähentynyt vaan ainoastaan kulkutapa muuttui. Tieliikenteestä tietoliikenteeseen skenaariossa taas ihmisten liikkuminen kokonaisuudessaan väheni esimerkiksi sähköisen viestinnän ja asioinnin lisääntyessä.

Verrattaessa muodostettuja skenaarioita kirjallisuudesta löytyviin liikenneskenaarioihin voitiin todeta, että kasvuorientoituneet skenaariot ennustivat aiempiin skenaarioihinkin verrattuna melko suurta kasvua, kun taas kasvukriittisissä skenaariot uskottiin aiempiin skenaarioihin verrattuna merkittäviin vähennyksiin erityisesti hiilidioksidipäästöjen osalta.

# 1. JOHDANTO

## 1.1 Henkilöauton merkitys Suomessa

Henkilöauto on tärkeä osa suomalaista yhteiskuntaa ja suomalaisten eniten käyttämä henkilöliikenneväline. Autoilun historia Suomessa ulottuu vuoteen 1900, jolloin tänne hankittiin ensimmäiset henkilöautot (Tilastokeskus 2007b). Vuonna 2009 Suomessa oli jo 2,8 miljoonaa henkilöautoa (Tilastokeskus 2010a). Elintason nousun myötä suomalaisista onkin tullut yhä autoistuneempi kansa eli autokanta on kasvanut ja perheiden kakkos- sekä kolmosautojen määrä lisääntynyt (Henkilöliikennetutkimus 2004–2005). Kotimaan henkilöliikennesuorite kasvoi kuusi prosenttia edellisen Henkilöliikennetutkimuksen luvuista vuodelta 1999 ja kasvu keskittyi pääasiassa henkilöautoliikenteeseen. Henkilöautoilun lisääntyminen oli kuitenkin suurempaa kuin vähennys kevyessä liikenteessä ja julkisessa liikenteessä, mikä viittaa siihen, että yksin ajaminen on lisääntynyt. Viime vuosina julkisen liikenteen asema on kuitenkin jonkin verran parantunut. Linja-autoliikenne on säilyttänyt asemansa vuoden 2005 jälkeen ja rautatieliikenne on jopa lisääntynyt (Tiehallinto 2010). Samaan aikaan kuitenkin myös henkilöautoliikenteen kasvu on jatkunut ja henkilöliikenteen kokonaismäärä kasvanut. Siirtymää ei siis ole niinkään tapahtunut henkilöautoliikenteen puolelta muihin muotoihin, vaan niiden kasvu perustuu lisääntyneeseen liikkumiseen.

Auton omistajien lukumäärän kasvu ja pitenevät työmatkat ovat lisänneet henkilöauton suosiota kulkutapana ja kaupunkiseutujen työssäkäyntialueet sekä taajama-alueet ovat laajentuneet viime vuosikymmeninä niin Suomessa kuin kansainvälisestikin (EEA 2006, Ristimäki ym. 2011). Euroopan kaupungit ovat perinteisesti olleet melko tiiviitä verrattuna Yhdysvaltojen kaupunkeihin. Yhdyskuntarakenteen hajautuminen onkin ilmiönä aiemmin liitetty lähinnä Yhdysvaltojen kaupunkien nopeaan laajenemiseen. Kuitenkin nykyään Euroopassakin esiintyy yhdyskuntarakenteen hajaantumista kiihtyvällä tahdilla (EEA 2006). Pisimmät työmatkat kuljetaan työssäkäyntialueiden reunoilta, erityisesti Helsingin seudun kehyskunnista (YM 2008). Yhdyskuntarakenteen hajautuminen on kasvavien kaupunkiseutujen lisäksi ongelma myös sellaisilla kaupunkiseuduilla, joilla asukastiheys pienenee (YM 2008). Tämä yhdyskuntarakenteen hajanaisuus nostaa monilla alueilla henkilöauton ensisijaiseksi ja suurten kaupunkien ulkopuolella jopa lähes ainoaksi mahdolliseksi kulkutavaksi.

Autoilulla on näin ollen keskeinen osa useimpien suomalaisen elämässä, vaikkei itse autoa omistaisikaan. Varsinkin kaupungeissa autot ovat läsnä lähes kaikkialla ja vaikuttavat myös autottomien liikkumiseen. Autoiluun on todettu liittyvän paljon muutakin kuin pelkkä siirtyminen paikasta toiseen. Autoilu voi olla esimerkiksi harrastus, hetki omassa rauhassa tai jopa egon pönkitystä (Kalanti 2001). Sairinen (1996) toteaa autoilun olevan vapaan liikkumisen symbolina yksi modernin maailman keskeisimpiä tunnusmerkkejä.

Henkilöauton mahdollistamaan vapaaseen liikkumiseen liittyy väistämättä myös ongelmia. Henkilöautojen kasvava määrä aiheuttaa kansallisella tasolla muun muassa turvallisuus-, ruuhka-, parkkipaikka-, saaste- ja meluongelmia. Globaalilla tasolla taas autoilu on yksi ilmastonmuutokseen vaikuttava tekijä. Tätä henkilöautoilun kääntöpuolta käsitellään tarkemmin luvussa 2.2.

## 1.2 Tutkimuksen tavoitteet ja tutkimuskysymykset

Tämä tutkimus keskittyy Suomen henkilöautoliikenteeseen, joka on liikennesektorin ehkä ongelmallisimman osan alue ilmastonmuutoksen torjuntaan tähtäävien päästövähennystavoitteiden suhteen. Liikennesektorin dekarbonisoituminen eli liikenteen hiili-intensiivisyyden pienentäminen on haastavaa, koska liikennesektorin kasvihuonekaasupäästöt ovat viime vuosina kasvaneet samaan aikaan, kun muilla sektoreilla on saatu aikaan päästövähennyksiä (Skinner ym. 2010). Henkilöautosuorite on ollut 1990-luvun lamavuosien väliaikaisen pienenemisen jälkeen jatkuvassa kasvussa aina vuoteen 2008, jolloin se kääntyi laman vaikutuksesta väliaikaisesti pieneen laskuun. Henkilöautosuorite jatkoi kuitenkin kasvuaan heti seuraavana vuonna (Liikennevirasto 2011). Henkilöautoliikenteen kasvua on vaikea hillitä puuttumatta yksilön valinnanvapauteen, kuten erilaisilla autoilua koskevilla rajoituksilla voitaisiin ääritapauksessa tehdä.

Tutkimuksen tavoitteena on kartoittaa liikennealan asiantuntijoiden näkemyksiä henkilöautoliikenteen ja siihen vaikuttavien tekijöiden tulevaisuudesta Suomessa. Näiden näkemysten pohjalta tutkimuksessa muodostetaan skenaarioita Suomen henkilöautoliikenteen tulevaisuudesta käyttäen hyväksi kvantitatiivista ja kvalitatiivista aineistoa. Erityisesti kiinnostuksen kohteena ovat henkilöautoliikenteen hiilidioksidipäästöt ja niihin vaikuttavat tekijät kuten erilaiset ohjauskeinot. Näitä skenaarioita ja tuloksia voidaan käyttää arvioitaessa henkilöautoliikenteen tulevaisuutta Suomessa ja pohdittaessa erilaisia keinoja henkilöautosuoritteen ja henkilöautoliikenteen päästöjen pienentämiseksi sekä ihmisten liikkumistarpeen ohjaamiseksi ympäristöystävällisempiin kulkutapoihin.

Tässä tutkimuksessa etsitään vastauksia seuraaviin kysymyksiin:

- 1) Miten liikennealan asiantuntijat näkevät Suomen henkilöautoliikenteen ja kokonaishenkilöliikenteen suoritteiden ja päästöjen sekä näihin vaikuttavien tekijöiden kehittyvän vuoteen 2030?
- 2) Minkälaisia skenaarioita Suomen henkilöautoliikenteen tulevaisuudesta voidaan muodostaa edellä mainittujen näkemysten perusteella?
- 3) Kuinka muodostetut skenaariot suhteutuvat Euroopan unionin hiilidioksidipäästöjen vähennystavoitteisiin, uusille autoille asetettuihin hiilidioksidipäästötavoitteisiin sekä biopolttoainetavoitteisiin?

## 1.3 Tutkimuksen rajaukset ja rakenne

Tutkimuksen aikaskaala ulottuu vuoteen 2030, mutta lisäksi kyselylomakkeessa kysytään vuoden 2020 arviota, mikä antaa käsitystä siitä, kuinka vuoden 2030 lukuihin päästään. Euroopan unionin päästövähennystavoitteet on asetettu vuodelle 2020 ja pitkän aikavälin tavoitteet vuodelle 2050. Lisäksi EU:lla on joitakin välitavoitteita vuodelle 2030. Näitä tavoitteita esitellään tarkemmin liikennettä, ilmastonmuutosta ja ilmastopoliittikkaa käsittelevässä luvussa 2.2. Vuosi 2030 sijoittuu vuosien 2020 ja 2050 välimaastoon: se ei ole vielä niin sanotusti aivan nurkan takana, jotta jonkinlaisia muutoksia nykyiseen tilanteeseen nähden ehtii tapahtua ja muun muassa autokanta ehtii uusiutua lähes kokonaan. Vuosi 2030 ei ole kuitenkaan liian kaukana nykyhet-

kestä, jolloin vastaukset saattaisivat hajota liikaa. Yleensä vastausten hajonta kasvaa suhteessa siihen, kuinka pitkän ajan päähän asiantuntija-arvio tehdään (Kuusi 2003). Lisäksi asiantuntijoilla on taipumus olla pitkällä aikavälillä pessimistisiä ja lyhyellä aikavälillä optimistisiä. Tämä johtuu siitä, että jo tunnettu ratkaisu oletetaan otettavaksi käyttöön ilman ongelmia, mutta ennustettaessa pitkälle tulevaisuuteen ongelmien ratkaisujen löytymisen mahdollisuutta usein aliarvioidaan, koska ratkaisua ongelmaan ei tälläkään hetkellä tiedetä (Kuusi 2003).

Tutkimuksessa muodostetaan asiantuntijoiden näkemysten pohjalta skenaarioita, sillä skenaario on tapa kertoa tulevaisuuden vaihtoehtoista systemaattisella tavalla. Skenaario sisältää tulevaisuuden kuvauksen ja perustelut sekä näkemyksen siitä, miten kuvatus vaihtoehdon ajatellaan olevan saavutettavissa tai vältettävissä nykyisyydestä käsin (Malaska 2003). Skenaario ei siis ole ennuste, vaan yksi mahdollinen polku ”tulevaisuuden kartassa” monien muiden vaihtoehtojen joukossa (Malaska 2003).

Tämä raportti on järjestetty seuraavasti: Luvussa kaksi käsitellään liikenteen ja ympäristön suhdetta. Tarkastelu aloitetaan henkilöautoliikenteeseen liittyvillä kansallisen tason ongelmista, kuten ruuhka- ja pysäköintiongelmat (luku 2.1). Tämän jälkeen käsitellään henkilöautoliikenteeseen liittyvää globaalia ongelmaa eli ilmastomuutosta ja ilmastomuutoksen hillitsemiseen tähtääviä poliittisia tavoitteita Suomessa ja Euroopan unionissa (luku 2.2). Luvussa kolme käsitellään aluksi tulevaisuudentutkimuksen erityispiirteitä ja hyödyntämistä tässä tutkimuksessa. Tämän jälkeen tutustutaan tulevaisuuden tutkimuksen käyttöön aiemmassa liikennetutkimuksessa tarkastelemalla suomalaisia liikenneskenaarioita (luku 3.2). Tutkimuksessa käytetty aineisto ja analyysimenetelmät on esitelty luvussa neljä ja tutkimustulokset eli henkilöautoliikenneskenaariot luvussa viisi. Luvussa kuusi verrataan skenaarioita toisiinsa ja aiempiin liikenneskenaarioihin, jotka on esitelty luvussa kolme. Luvun seitsemän muodostaa pohdinta, joka koostuu tutkimuksen yhteenvedosta ja johtopäätöksistä.



## 2. LIIKENNE JA YMPÄRISTÖ

### 2.1 Henkilöautoliikenteen kansalliset ongelmat

Kuten edellä on jo todettu, henkilöautoliikenteeseen liittyy monien hyötyjen lisäksi myös vakavia ongelmia niin kansallisella kuin kansainväliselläkin tasolla. Vuonna 2010 Suomessa tapahtui 6072 henkilövahinkoihin johtanutta tieliikenneonnettomuutta. Näissä onnettomuuksissa kuoli 279 ihmistä ja loukkaantui 8057 henkilöä (Tilastokeskus 2011). Vaikka onnettomuuksien ja kuolemien määrä onkin laskenut sekä turvallisuus parantunut paljon vuodesta 1970, se ei koskaan voi parantua liikaa. Ihanteellistahan olisi, ettei yksikään ihminen loukkaantuisi tai kuolisi tieliikenteessä.

Erityisesti pääkaupunkiseudulla esiintyy yhä pahenevia ruuhka- ja pysäköintiongelmiä. Ruuhkat ovat pahimpia aamulla ja iltapäivästä, kun suuri osa ihmisistä kulkee työ- tai koulumatkojaan. Autot seisovat kuitenkin suurimman osan vuorokaudesta parkissa (Kalenoja & Häyrinen 2003), mikä aiheuttaa erityisesti Helsingin keskustassa parkkipaikkaongelmia. Parkkipaikkojen lisäksi erilaiset tiet ja väylät vievät paljon tilaa ja kallista maa-alaa. Toimivan pysäköintipolitiikan yhtenä tavoitteena onkin kaupunkitilan tehokkaampi käyttö (Kalenoja & Häyrinen 2003).

Kaavoituksessa ja liikennesuunnittelussa henkilöautot ovat saaneet suuren merkityksen muiden liikenne-  
muotojen kustannuksella. Yhdyskuntarakenne vaikuttaa merkittävästi niin liikkumistarpeisiin kuin liikkumismahdollisuuksiinkin. Ristimäki ym. (2011) katsovat, että kaupunkiseutujen yhdyskuntarakenteen tulisi tukea kevyttä liikennettä ja joukkoliikennettä, eikä edellyttää autoriippuvaista elämäntapaa. Erityisesti syrjäisemmillä seuduilla henkilöautoliikenteen kasvu saattaa estää kokonaan julkisen liikenteen kehittymisen. Tiheillä alueilla taas kevyen liikenteen väylästä saattaa usein jäädä riittämättömäksi esimerkiksi tilan puutteen vuoksi, mikä lisää onnettomuusriskiä.

Kun autoiluun on totuttu, kynnys vaihtaa julkiseen liikenteeseen on suuri, eikä julkista liikennettä kannata kehittää vähäisen käyttäjämäärän takia. Kiiskilä ym. (2005) toteavat Nuorten tarpeet liikkujaryhmänä - tutkimuksessa, että autoilukulttuuri voidaan oppia jo lapsena, jolloin vanhemmalla iälläkään ei enää välttämättä osata valita toista kulkutapaa. Vastaavasti lapsena opittu kevyen liikenteen tai julkisen liikenteen käyttö saattaa jäädä tavaksi myös vanhempana (Kiiskilä ym. 2005). Lasten itsenäisen liikkumisen esimerkiksi kävelen tai polkupyörällä on todettu Suomen lisäksi vähentyneen myös muissa Euroopan maissa (Fyri ym. 2011). Samaan aikaan lapsia viedään kouluun entistä enemmän autolla, mikä ei koske ainoastaan pieniä koulutaivaltaan aloittavia lapsia vaan myös ylemmillä luokka-asteilla olevia lapsia (Fyri ym. 2011).

Liikenteen ympäristöhaitat voidaan luokitella niiden syntyvän mukaan liikennöinnin, ajoneuvojen tuotannon ja kunnossapidon sekä infrastruktuurin haittoihin. Liikennesektorin päästöistä ilmaan 80–90 prosenttia syntyy käytön aikana, 10–15 prosenttia polttoaineen tuotanto- ja jakeluketjun aikana ja 5–15 prosenttia ajoneuvon ja ajoneuvomateriaalien valmistuksen aikana. Vastaavasti valtaosa liikennesektorin energiankulutuksesta on liikenteen aikaista kulutusta (Rauhala ym. 1997).

Ympäristöhaitat voivat olla paikallisia, alueellisia tai globaaleja. Henkilöautoliikenteen paikallisia ympäristövaikutuksia ovat esimerkiksi pakokaasuista aiheutuvat välittömät terveyshaitat, elinympäristön muutokset tai väylän paikallinen estevaikutus. Alueellinen ympäristöhaitta on esimerkiksi happamoituminen, jota pakokaasujen typenoksidit aiheuttavat (Rauhala ym. 1997). Pakokaasupäästöt ovat yksi suurimmista tieliikenteen aiheuttamista haitoista (Rauhala ym. 1997). Erityisen ongelmalliseksi päästöt muodostuvat liikennemäärien jatkuvan kasvun takia. Autoliikenteen vähentäminen onkin tehokkain pakokaasupäästöjen vähentäjä, koska täysin saasteetonta moottoriajoneuvoa ei ole ainakaan vielä keksitty. Pakokaasupäästöt ovat erityisen ongelmallisia, koska siellä missä päästöjen määrä on suurin, on myös niille altistuvien ihmisten määrä usein suurin (Rauhala ym. 1997, Lyytimäki 2006). Toinen liikennemäärien kasvaessa paheneva henkilöautoliikenteen aiheuttama paikallinen ongelma on melu. Liikenteen melulle altistuu Suomessa noin puoli miljoonaa asukasta katujen ja kaavateiden varsilla (Rauhala ym. 1997). Taajamanopeuksilla melu aiheutuu pääasiassa moottorista ja tienopeuksilla renkaan ja tienpinnan välisestä kosketuksesta. Nastarenkaiden käyttö lisää Suomessa tieliikenteen aiheuttamaa melua (Rauhala ym. 1997).

## 2.2 Liikenne, ilmastonmuutos ja ilmastopolitiikka

Ilmastonmuutos on ollut viime vuosina paljon esillä muun muassa politiikassa ja mediassa (Lyytimäki 2011). Ilmastonmuutoksen etenemisellä on merkittäviä vaikutuksia koko ihmiskunnan tulevaisuuteen, mutta myös maapallon ekosysteemeihin. Ilmastonmuutoksen torjunta ja pysäyttäminen vaativat kansainvälistä yhteistyötä, sillä kasvihuonepäästöt leviävät globaalisti.

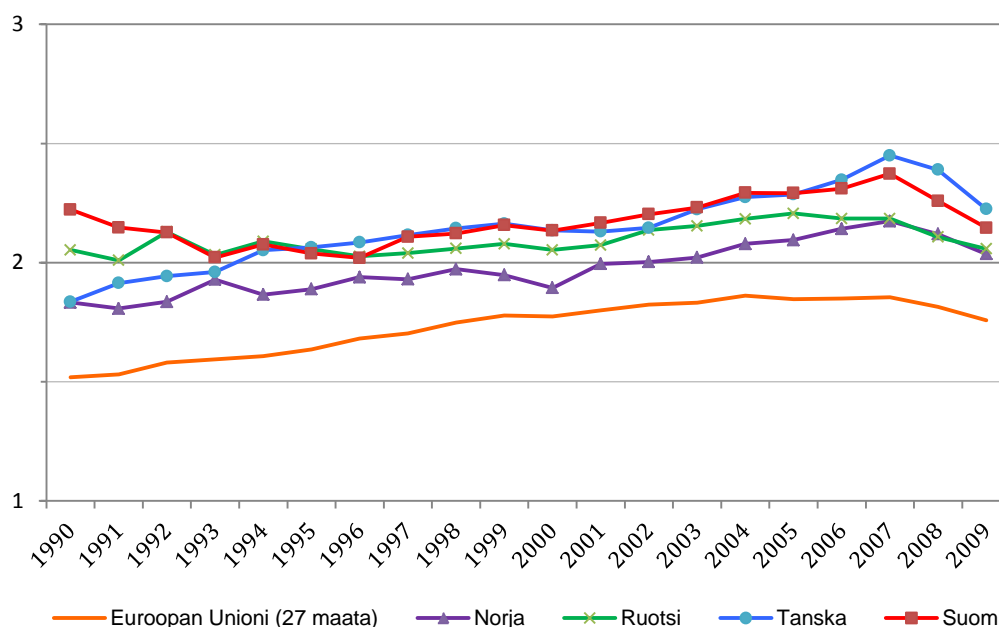
Vuodesta 1977 lähtien maapallon maa-alueiden ja merien yhdistetty keskilämpötila on joka vuosi ollut suurempi kuin 1900-luvun keskiarvo (NCDC 2011). Päästömääriltään ja ilmastovaikutuksiltaan hiilidioksidi on tärkein yksittäinen ihmisen tuottama kasvihuonekaasu, jota vapautuu ilmakehään pääasiassa fossiilisten polttoaineiden käytön seurauksena (IPCC 2007a). Vuosina 1850–2005 hiilidioksidin pitoisuudet ilmakehässä ovat nousseet noin 35 prosenttia ja samanaikaisesti on havaittu tasainen, yhä voimistuva, epätavallisen nopea maapallon keskilämpötilan nousu (IPCC 2007a). Ilmastonmuutoksen vaikutukset vaihtelevat paljon alueittain, mutta suuremman kuin 2–3 °C nousun arvioidaan joko pienentävän talouden nettotuloa tai kasvattavan nettokustannuksia kaikilla alueilla. Kuitenkin esimerkiksi arktisella alueella jo pienempi lämpötilan nousu aiheuttaa nettokustannusten nousua (IPCC 2007b). Noin 80 prosenttia kasvihuonekaasupäästöistä on peräisin energiantuotannosta ja -kulutuksesta, johon liikenne sisältyy, mikä on viime vuosina sitonut ilmasto- ja energiapolitiikan entistä tiiviimmin toisiinsa (TEM 2008).

### 2.2.1 Euroopan unionin ja Suomen ilmastopöytäkirjat sekä -tavoitteet

Euroopan Unioni on lähtenyt edelläkävijänä rajoittamaan hiilidioksidipäästöjen kasvua. EU on mukana vuonna 1992 hyväksytyssä YK:n ilmastopöytäkirjassa sekä sitä täydentävässä Kioton pöytäkirjassa vuodelta 1997 (LVM 2009). YK:n ilmastopöytäkirja astui voimaan vuonna 1994 ja Kioton pöytäkirja vuonna 2005 (Tilastokeskus 2010b). Kioton pöytäkirja asettaa teollisuusmaille sitovia määrällisiä kasvihuonekaasupäästöjen vähennystavoitteita.

EU:n vähennystavoite vuoteen 2012 mennessä on 8 prosenttia vuoden 1990 kasvihuonekaasupäästötasosta, mikä on jaettu edelleen jäsenmaakohtaisiksi velvoitteiksi. Suomen velvoite on palauttaa päästöt vuoden 1990 tasolle vuosina 2008–2012. Suomen hiilidioksidipäästöt kuitenkin kasvoivat noin 10 prosenttia vuosina 1990–2009 (LVM 2009).

Alla olevassa kuvassa 1 on esitetty EU:n (27 maata), Suomen, Norjan, Ruotsin ja Tanskan liikenteen kasvihuonekaasupäästöt hiilidioksidiekvivalentteina asukasta kohti vuosina 1990–2009 (EEA/Eurostat 2010). Kuvasta voidaan nähdä, että liikenteen päästöt ovat olleet kaikissa tarkasteltavissa maissa ja EU:ssa nousussa aina vuoteen 2008 asti, jolloin ne laman aiheuttaman liikennemäärien vähenemisen ja ominaispäästöjen pienenemisen vaikutuksesta kääntyivät laskuun. Kuvassa voidaan nähdä myös Suomen 90-luvun alun lama, joka näkyy liikenteen päästöjen pienenemisenä ennen vuotta 1994. Tämän jälkeen Suomenkin liikenteen päästöt kääntyivät taas kasvuun.



**Kuva 1.** EU:n, Suomen, Norjan, Ruotsin ja Tanskan liikenteen kasvihuonekaasupäästöt asukasta kohti hiilidioksidiekvivalentteina (tonnia CO<sub>2</sub> ekv./asukas). Lähde EEA/Eurostat 2010.

Vuonna 2007 komissio antoi tiedonannon EU:n energia- ja ilmastostrategiasta, jossa määritellään EU:n yhdistetyt ilmasto- ja energiapolitiittiset tavoitteet (TEM 2008). Tavoitteenasettelu vahvistettiin keväällä 2007 ja komissio antoi seuraavan vuoden tammikuussa säädösehdotuksen päästöjen rajoittamiseen ja uusiutuvan energian edistämiseen tähtäävistä toimista (TEM 2008). Euroopan unionin kokonaistavoite on vähentää kasvihuonekaasupäästöjä 20 prosenttia vuoteen 2020 mennessä, mutta mikäli saadaan aikaan kansainvälinen sopimus päästövähennyksistä, EU sitoutuu 30 prosentin vähennykseen vuoteen 2020 mennessä (LVM 2009). Uudessa Liikenteen valkoisessa kirjassa visiona on EU:n teollisuusmaissa yleisesti ottaen 80–95 prosentin vähennys kasvihuonekaasupäästöissä vuoden 1990 tasosta vuoteen 2050 mennessä (Euroopan komissio 2011). Jotta tämä tavoite saavutettaisiin, vaadittaisiin liikennealalla 60 prosentin vähennystä vuoden 1990 tasosta vuoteen 2050 mennessä, mikä vastaa noin 70 prosentin vähennystä vuoden 2008 tasosta. Liikennealan tavoite on kuitenkin tällä hetkellä vähentää kasvihuonekaasupäästöjä noin 20 prosenttia vuoden 2008

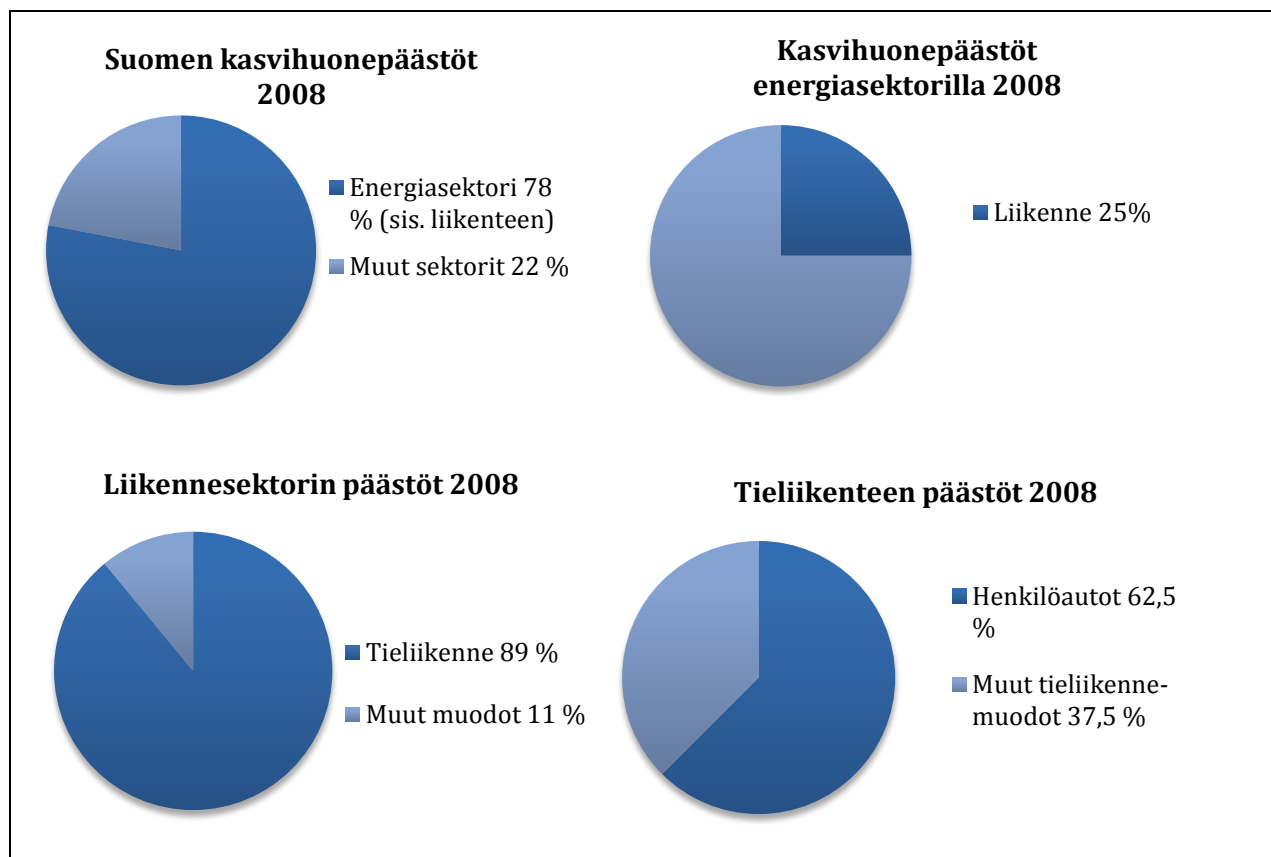
tasosta vuoteen 2030 mennessä. Tällöin päästöt olisivat kuitenkin edelleen kahdeksan prosenttia suuremmat kuin vuonna 1990 (Euroopan komissio 2011). Tavoitellut päästövähennykset ovat siis erittäin haastavat toteuttaa.

Päästövähennyksiin pyritään ennen kaikkea EU:n sisäisellä päästökaupalla. Liikenteen, asumisen ja maatalous- sekä jätesektorien päästöt on jätetty päästökaupan ulkopuolelle (YM 2008). Päästökauppapäätöksen kanssa samanaikaisesti asetettiin kuitenkin myös päästökaupan ulkopuolisia aloja koskeva taakanjakoehdotus, jonka mukaan päästökaupan ulkopuolisten kasvihuonekaasupäästöjen tulisi olla EU:ssa 10 prosenttia pienemmät vuonna 2020 kuin vuonna 2005 (TEM 2008). Ehdotus sisältää jäsenvaltiokohtaiset sitovat päästövähennystavoitteet. Suomen velvoite on vähentää päästökaupan ulkopuolisten alojen päästöjä 16 prosenttia vuoden 2005 tasosta vuoteen 2020 mennessä (TEM 2008). Jäsenmaat voivat suurelta osin itse päättää, miten pyrkivät saavuttamaan asetetut tavoitteet.

Lisäksi Euroopan unioni on asettanut uusiutuvien energialähteiden osuutta koskevia tavoitteita. Uusiutuvien energialähteiden osuuden EU:n energiankulutuksesta pitäisi olla 20 prosenttia vuoteen 2020 mennessä (Euroopan komissio 2008). Lisäksi päästökauppasektorin ulkopuolelle jääneen liikennesektorin suhteen katsottiin tarvittavan erityistoimia kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi ja energian toimitusvarmuuden parantamiseksi. Näin ollen Eurooppa-neuvosto asetti liikennettä koskevan erityistavoitteen, jonka mukaan kestävästi tuotettujen biopolttoaineiden osuuden bensiinin ja dieselin kokonaiskulutuksesta tulee olla vähintään 10 prosenttia vuonna 2020 (Euroopan komissio 2008).

Uusille rekisteröitäville henkilöautoille on myös asetettu hiilidioksidipäästötavoitteita. Alun perin vuonna 2007 annetussa komission päätöksessä uusien henkilöautojen keskimääräisten hiilidioksidipäästöjen tuli olla korkeintaan 130 grammaa kilometriä kohti vuoteen 2012 mennessä ja vuonna 2020 korkeintaan 95 grammaa kilometrillä (Euroopan komissio 2007). Tätä tavoitetta on kuitenkin hieman lievennetty ja 130 g/km hiilidioksidipäästötavoitetta on lykätty toteutettavaksi asteittain vuosina 2012–2015. Mikäli autonvalmistajat eivät täytä asetettuja päästötavoitteita, ne joutuvat maksamaan liikapäästömaksuja (EY 2009).

Suomessa hallitus asetti vuonna 2008 hyväksytyssä ilmasto- ja energiastrategiassa liikenteelle 15 prosentin päästövähennystavoitteen vuoden 2005 tasosta vuoteen 2020 mennessä (LVM 2009). Liikenne on Suomessa varsin merkittävä kasvihuonekaasupäästöjen tuottaja, sillä sen päästöt olivat 19 prosenttia Suomen kokonaispäästöistä vuonna 2008 (Tilastokeskus 2010b). Tästä tieliikenteen päästöjen osuus oli 89 prosenttia, josta henkilöautoliikenteen osuus oli suurin: runsaat 60 prosenttia (kuva 2) (Tilastokeskus 2010b). Vuosina 1990–2007 liikenteen päästöt ovat kasvaneet 15 prosenttia volyymin kasvun seurauksena. Suomessa päästöjen kasvu on kuitenkin ollut hitaampaa kuin monissa muissa teollisuusmaissa, sillä esimerkiksi 1990-luvun alun lama leikkasi liikenteen hiilidioksidipäästöjä ja vaikutti merkittävästi päästökehityksen pysymiseen maltillisena koko 90-luvun ajan (kuva 1). Samanaikaisesti henkilöautoliikenteen osuus henkilöliikenteestä on jatkuvasti kasvanut ja sen osuus on tällä hetkellä noin 80 prosenttia (Tilastokeskus 2010a). Liikenteen kasvihuonekaasupäästöosuuksia on havainnollistettu seuraavalla sivulla olevissa ympyrädiagrammeissa (kuva 2).



**Kuva 2.** Liikenteen ja henkilöautoliikenteen päästöt suhteessa Suomen kaikkiin kasvihuonekaasu(KHK)päästöihin (70,1 milj. t CO<sub>2</sub>-ekv.), liikenteen osuus energiasektorin KHK-päästöistä, liikennesektorin KHK-päästöjen jakautuminen ja tieliikenteen KHK-päästöjen jakautuminen vuonna 2008. Lähde: Tilastokeskus 2010b.

Taloudellisen ohjauksen käyttö liikennesektorilla on noussut yhä enemmän esille pyrittäessä päästövähennyksiin. Suomessa otettiin käyttöön hiilidioksidiperusteinen ajoneuvovero vuoden 2008 alusta ja verouudistuksen myötä uudesta autosta maksettava vero määräytyy sen hiilidioksidipäästöjen mukaan. Muiden päästöjen osalta ohjaus perustuu päästönormeihin. Lisäksi vuoden 2010 alusta henkilöautojen vuotuinen ajoneuvovero porrastettiin hiilidioksidipäästöjen mukaan ja verotusta tarkistettiin keväällä 2012. Myös muita liikennettä koskevia taloudellisia ohjauskeinoja harkitaan Liikenne- ja viestintäministeriön ilmastopoliittisen ohjelman (LVM 2009) mukaan vakavasti, mikäli näillä keinoilla ei saavuteta haluttuja päästövähennyksiä.

Liikenne- ja viestintäministeriö julkaisi vuonna 2009 oman ilmastopoliittisen ohjelmansa vuosille 2009–2020 (LVM 2009). Ohjelma esittelee ne keinot joilla Suomi pyrkii saavuttamaan liikenteelle asetetun 15 prosentin päästövähennystavoitteen. Ensimmäinen keino, jolla päästövähennyksiä tavoitellaan, on henkilöautokannan uudistaminen siten, että uusien henkilöautojen päästöt olisivat vuonna 2020 lähellä EU-tavoitetta eli 95 g/km ja autokanta uudistuisi noin kahdeksan prosentin vuosivauhtia. Vuonna 2009 bensiini- ja dieselautojen keskimääräiset hiilidioksidipäästöt olivat 157,1 g/km (AKE 2010). Lisäksi autokannan osalta tavoitteena on, että koko autokannan ominaispäästöt laskevat vuoden 2007 180,1 grammasta/kilometri vuoteen 2020 mennessä 139 grammaan kilometriä kohti. Tämä tarkoittaa kolmanneksen vähennystä Suomen henkilöautokannan ominaispäästöissä. Tähän pyritään ennen kaikkea uudella ajoneuvoverotuksella. Autoverouudistusta

on kritisoitu siitä, että verotus itse asiassa löystyi monissa päästöluokissa, jolloin erityisesti pienten autojen hankintahinnat laskivat (Nygrén ym. 2011). Tämä voi houkuttaa kuluttajia ostamaan perheeseen kaksoauton, jolloin autokannan kasvu syö osan saavutettavista päästövähennyksistä. Näin ollen ilman suuripäästöisten autojen romuttamista järjestelmä ei toimi täydellisesti eikä haluttua lopputulosta välttämättä saavuteta. Ajoneuvon hankintahintaan kohdistuvaa verotusta muutettiin 1.4.2012 alkaen. Autoverolain verotaulukon rakenne muuttui niin, että alin veroprosentti laski 12,2 prosentista viiteen prosenttiin, jota sovelletaan autoihin, joiden hiilidioksidipäästöt ovat nolla, ja ylin veroprosentti nousi 48,8 prosentista 50 prosenttiin. Käytännössä alle 110 g/kilometri hiilidioksidia päästävien autojen verotus pieneni ja yli 110 g/kilometrillä päästävien autojen verotus kiristyi.

Liikenne- ja viestintäministeriön ilmastopoliittisen ohjelman (LVM 2009) toinen päästövähennyskeino on liikenteen energiatehokkuuden parantaminen koko liikennesektorilla esimerkiksi tavarankuljetusten ja joukkoliikenteen energiansäästösopimuksilla, autojen energiatehokkuutta parantamalla, taloudellisella ajotavalla ja liikennejärjestelmä-suunnittelulla. Kolmanneksi kaupunkiliikenteen henkilöliikenteen kasvu ohjataan ympäristön kannalta edullisempiin kulkumuotoihin. Lisäksi tieto- ja viestintäpolitiikalla tuetaan Suomen ilmastotavoitteiden saavuttamista. Viimeisenä keinona mainitaan muut liikenteen taloudelliset ohjauskeinot, joista päätetään vuonna 2012, mikäli päästövähennystavoitteita ei ole saavutettu edellä mainituilla keinoilla (LVM 2009).

Vuonna 2010 ilmestyi ensimmäinen ILPO -ohjelman seurantaraportti (Jääskeläinen 2010). Raportissa todetaan, että tieliikenteen suorite pieneni taloudellisen taantumana vuonna 2008 noin 0,5 prosenttia. Tämä johtui erityisesti henkilöautosuoritteiden pienenemisestä, kun taas tavaraliikennesuorite pysyi melko vakavana. Seuraavana vuonna taas henkilö- ja pakettiautoliikenteen suoritteet kasvoivat lähes 2 prosenttia, mutta kuorma-autoliikennesuorite pieneni maanteillä lähes 11 prosenttia. Silti yhteensä tieliikennesuorite kasvoi vuonna 2009 vajaan prosentin (Jääskeläinen 2010). Vuosina 2008 ja 2009 tieliikenteen päästöt laskivat. Vähemmän vaikuttivat laman aiheuttamien suoritemuutosten lisäksi vuoden 2008 alusta voimaan tulleet autoverouudistus ja biopolttoaineiden jakeluveto (biopolttoaineita 2 prosenttia liikennepolttoaineista vuonna 2008 ja 4 prosenttia vuonna 2009). Näiden seikkojen vaikutuksesta liikenteen kasvihuonekaasupäästöt vähenivät vuonna 2008 noin neljä prosenttia verrattuna vuoden takaiseen ja vuonna 2009 vielä kolme prosenttia verrattuna vuoteen 2008 (Jääskeläinen 2010). Liikennesuoritteiden kasvu uhkaa silti edelleen syödä autoverouudistuksen ja biopolttoaineiden avulla saavutetut vähennykset. Esimerkiksi vuonna 2009, vaikka biopolttoaineiden osuus oli kaksi kertaa suurempi kuin edellisellä vuonna, liikenteen päästöt pienenivät vähemmän kuin vuonna 2008. Näyttää siis siltä, että tieliikennesuoritteiden alle yhden prosentin kasvu riitti kumoamaan biopolttoaineosuuden kaksinkertaistumisen tuoman hyödyn (Jääskeläinen 2010).

### 3. TULEVAISUUDENTUTKIMUS JA SEN HYÖDYNTÄMINEN LIIKENNETUTKIMUKSESSA

Tutkimuksen teoreettinen pohja on tulevaisuudentutkimuksessa, jonka tämän tutkimuksen kannalta keskeisiä ominaispiirteitä kuvataan luvussa 3.1. Tämän jälkeen esitellään aiempia suomalaisia liikenneskenaarioita luvussa 3.2.

#### 3.1 Tulevaisuudentutkimuksen tehtävät ja hyödyntäminen tässä tutkimuksessa

Tässä tutkimuksessa muodostetaan tulevaisuustietoa Suomen henkilöautoliikenteestä. Nykyinen tiede antaa mahdollisuuksia tulevaisuuden joidenkin piirteiden ennustamiseen tai ainakin vaihtoehtoisten tulevaisuuksien todennäköisyyden arviointiin (Niiniluoto 2002). Arvokkaampaa kuin ennustaminen on kuitenkin niin sanottu aktiivinen näkemys tulevaisuuden suunnittelusta ja muokkaamisesta. Tämä tarkoittaa sitä, että strategisesti pohditaan, mitä meidän tulisi tehdä, jotta toivottavina pitämämme päämäärät toteutuisivat tulevaisuudessa ja epätoivotut uhkat jäisivät toteutumatta (Niiniluoto 2002).

Tulevaisuudentutkimuksessa tieto ei voi olla arvoneutraalia, vaan on otettava huomioon objektiivisen todellisuuden lisäksi subjektiivinen arvorationaalinen todellisuuden alue. Tulevaisuudentutkimuksessa myös yksilön arvotuksesta riippuvat tekijät, kuten mikä on hyvää ja mikä on oikein, ovat tärkeitä, eikä ainoastaan se, mikä on totta tai tosiasioista johdettavissa (Malaska 2003). Tämä ei koske ainoastaan keinojen valintaa annetun päämäärän saavuttamiseksi vaan itse päämäärien valintaa hyvän elämän näkökulmasta. Tulevaisuustiedolla on merkitystä nykyhetkessä, koska se mahdollistaa tulevaisuuden mahdollisuuksien ymmärtämisen ja tiedostamisen. Tulevaisuus onkin olemassa jo nykyisyydessä erilaisina mahdollisuuksina. Tulevaisuudentutkimukseen liittyy aina jokin tarkoitus tai kiinnostus, minkä takia se onkin perusluonteeltaan välineellistä ja sen tavoitteena on vaikuttaa yhteiskunnalliseen kehitykseen hallituksen, eduskunnan, yrityksen tai esimerkiksi yleisen mielipiteen muuttamisen kautta.

Näin ollen tässäkin tutkimuksessa ei pyritä löytämään oikeaa vastausta siihen, kuinka Suomen henkilöautoliikenne tulee kehittymään vaan kartoitetaan asiantuntijoiden mielestä todennäköisiä ja toivottavia kehityskulkuja. Asiantuntijoilta kysytään tässä tutkimuksessa todennäköistä ja toivottavaa tulevaisuutta, jotta arvoperusteisuus jäsenyisi selkeämmin. Näkemykset molemmista tulevaisuuden vaihtoehdoista rakentuvat kunkin asiantuntijan henkilökohtaisen arvopohjan päälle. Arvojen rooli on tulevaisuudentutkimuksessa vielä korostuneempi kuin yhteiskuntatieteissä yleensä, koska tulevaisuudentutkimus on ainakin jossain määrin aina myös tulevaisuuden tekemistä ja vaikuttamista päätöksentekoon (Mannermaa 1993).

Tulevaisuudentutkimuksella on monta tehtävää, kuten pyrkimys laajentaa ihmisten tietoisuutta ja sitä kautta kehittää heidän taitojaan, käyttäytymistään ja valintojaan. Samalla tehdään ymmärrettäväksi, ettei tulevaisuus ole ennalta määrätty vaan siihen voidaan vaikuttaa ihmisten johdonmukaisella toiminnalla (Malaska 2003).

Tärkeä osa tulevaisuudentutkimusta on myös kuvata todennäköisiä passiivisen kehityksen kulkuja, jotka muodostavat lähtökohdan tarvittavien tekojen määrittelylle, jotta saavutettaisiin asetetut tavoitteet. Näitä ovat niin sanotut Business as usual -tarkastelut, joissa tarkastellaan tulevaisuutta siitä näkökulmasta, että kehitys jatkuu samansuuntaisena kuin tähänkin asti. Tulevaisuudentutkimuksen avulla pyritään myös arvioimaan tekniikan kehitystä tarpeista käsin ja selvittämään tekniikan valintaperusteita sekä tekniikan merkitystä kehityksen näkökulmasta.

Tässä tutkimuksessa tulevaisuudentutkimuksen avulla hahmotellaan Suomen henkilöautoliikenteen erilaisia kehityskulkuja vuoteen 2030 asti liikennealan asiantuntijoiden näkemysten pohjalta. Tarkoituksena on laatia vaihtoehtoisia skenaarioita, jotka eivät ole vain taustadatan ja kasvuprosenttien pohjalta laadittuja Business as usual -pohdintoja, vaan antavat kuvan siitä, kuinka erilainen tulevaisuus voi olla riippuen niistä valinnoista, joita teemme tässä hetkessä. Tutkimuksessa kysytään alan asiantuntijoiden mielipiteitä, sillä asiantuntijoiden on väitetty olevan luultavasti maallikkoja enemmän oikeassa arvioidessaan sitä, mitä tulevaisuudessa todennäköisesti tapahtuu (Mannermaa 1993).

Asiantuntijoita pyydettiin tutkimuksessa erittelemään todennäköiset ja toivottavat tulevaisuuskuvansa. Samalla, kun nyt tehtävät päätökset vaikuttavat toteutuvaan tulevaisuuteen, tulevaisuudenkuvat vaikuttavat päätöksiin ja valintoihin (Vapaavuori & von Bruun 2003). Mahdollisten tulevaisuuskuvien joukosta voidaan erotella todennäköiset tai toivottavat tulevaisuuskuvat, mikä liittyy tulevaisuuskuvien arvion niiden toteutumisen suuremmasta todennäköisyydestä tai toivottavuudesta (Amara 1981). Toivottavankin tulevaisuuskuvan tulee olla vastaajan mielestä mahdollinen, jolloin todennäköisiä ja toivottavia tulevaisuuskuvia voidaan analyysissä tarkastella samanaikaisesti, kuten tässä tutkimuksessa on tehty.

## 3.2 Tulevaisuudentutkimus ja liikenne – aiempia liikenneskenaarioita

Liikenne-ennusteita ja -skenaarioita on tehty jo pitkään esimerkiksi liikennesuunnittelun tueksi. Sen jälkeen, kun ilmastonmuutos on noussut nykyisessä laajuudessaan esille poliittisessa keskustelussa, on liikennekin joutunut suurennuslasin alle. Ilmastonmuutoskeskustelun myötä liikennettä ja sen päästöjä sekä näihin vaikuttavia ympäristöpoliittisia ohjauskeinoja on tutkittu paljon niin Suomessa kuin ulkomaillakin. Erilaisia skenaarioita sekä tulevaisuustarkasteluita on tehty paljon myös ilmastonäkökulmasta. Kansainvälisissä skenaarioissa päästöjen vähentämisen taustalla on nähty vahvasti kulkutapajakauman muutos, teknologia ja kuljettujen matkojen lyheneminen sekä korvaaminen sähköisellä viestinnällä ja asioinnilla (Cuenot ym. 2010, Chatterjee & Gordon 2006, Lopez-Ruiz 2010 ja Åkerman & Höjer 2006). Seuraavaksi tarkastellaan muutamia suomalaisia liikenneskenaarioita.



### 3.2.1 Suomalaiset liikenneskenaariot ja -tutkimukset

Liikenne-ennusteilla tarkoitetaan lähinnä liikenteen sujuvuuteen, kuten ruuhkaisuuteen tai jonkin tieosuuden käyttöasteeseen liittyviä ennusteita, joita laativat esimerkiksi ympäristökeskukset. Skenaarioitakin on monenlaisia, osa keskittyy enemmän jonkin tietyn alueen liikenneolojen tulevaisuudennäkymien arviointiin ja osa tämän tutkimuksen kanssa samantyyppisiä ilmastonmuutoslähtöisiä skenaarioita, joita keskityn tarkastelemaan tässä luvussa.

Liikenne- ja viestintäministeriö teetti VTT:llä selvityksen liikenteen energiankulutuksen ja hiilidioksidipäästöjen skenaarioista osana kansallisen pitkän aikavälin ilmasto- ja energiastrategian valmistelua vuosina 2007 ja 2008 (LVM 2009). Selvityksessä esiteltiin baseline-skenaario tilanteesta, jossa uusia toimenpiteitä ei oteta käyttöön. Skenaarion aikajana ulottui vuoteen 2050 (LVM 2009).

Baseline-skenaariossa ennustettiin henkilöautoliikenteen kasvun jatkuvan, mutta maltillisempaan kuin bruttokansantuotteen kasvu. Liikennesuorituksen kehitys on aiemmin varsin suoraviivaisesti kytkeytynyt BKT:n kehitykseen (Lopez-Ruiz 2010). 1990-luvun puolivälin jälkeisinä nopean talouskasvun vuosina tämä kytkös ei ole kuitenkaan Suomessa ollut yhtä suoraviivainen (LVM 2009). Baseline-skenaariossa henkilöliikenteen kasvun oletetaan olevan hieman hitaampaa kuin BKT:n kasvu. Henkilöliikenteen kasvun oletettiin ennustejakson alkupäässä olevan noin puolitoista prosenttia vuodessa ja loppupäässä alle puoli prosenttia vuodessa. Tällöin henkilöliikenteen suhteellinen kasvu on 19 prosenttia vuoteen 2020 ja 38 prosenttia vuoteen 2050 mennessä. Henkilöautokannan arvioitiin kasvavan vuoteen 2040 asti ja sen jälkeen hiljalleen pienenevän, jolloin henkilöautotiheys olisi korkeimmillaan vuonna 2040 noin 550 henkilöautoa/1000 asukasta (LVM 2009).

Skenaariossa on huomioitu myös ajoneuvoteknologian kehitys, mutta tässä skenaariossa ei ole otettu huomioon vuoden 2008 ajoneuvoverouudistusta (LVM 2009). Hiilidioksidipäästöjen vähenemä henkilö- ja pakettiautojen energiatehokkuuden paranemisen kautta on tämän takia arvioitu varsin pieneksi. Se on vuonna 2020 noin kaksi prosenttia ja vuonna 2050 noin 16 prosenttia verrattuna vuoteen 2016 (LVM 2009). Kuitenkin jo muutamassa vuodessa on nähty verouudistuksen selvä vaikutus uusien rekisteröitävien autojen päästötason alenemisena. Tämä skenaario on myös biopolttoaineosuuden suhteen melko pessimistinen, sillä niiden osuuden oletetaan kasvavan vasta, kun kansainväliset tavoitteet astuvat voimaan eli vuonna 2020 päästäisiin noin 10 prosentin osuuteen henkilöliikenteessä.

VTT:n ylläpitämä LIPASTO-laskentajärjestelmä tarjoaa tilastotiedon lisäksi myös ennusteet eri liikenne- ja muotojen päästöistä aina vuoteen 2029 asti. Tämän tutkimuksen taustana käytetyt tilastotiedot ovat liikenteen hiilidioksidipäästöjen osalta peräisin juuri LIPASTO-laskentajärjestelmästä. Tässä tutkimuksessa taustadataa oli tarjolla vastaamisen tueksi pääasiassa vuodesta 1980 vuoteen 2007. Vuonna 2007 henkilöautoliikenteen hiilidioksidipäästöt olivat 7 277 669 tonnia (LIPASTO 2010). Vuonna 2020 henkilöautoliikenteen CO<sub>2</sub>-päästöjen ennustetaan olevan 7 211 832 tonnia ja vuonna 2029 7 177 120 tonnia (LIPASTO 2010). Tämän ennusteen mukaan päästöt siis pienenevät 0,9 prosenttia vuoden 2007 tasosta vuoteen 2020 mennessä ja 1,4 prosenttia vuoteen 2029 mennessä.

Ilmastonmuutoksen hillinnän ja toimenpiteiden vaikutusten ja vaikuttavuuden arviointi (ILARI) -hankkeen raportissa (Tapio ym. 2011) on myös esitelty baseline-skenaario vuoteen 2050. Tässä baseline-

skenaariossa Liikenneviraston liikenne-ennustetta vuosilta 2007 ja 2004 on jatkettu vuoteen 2050 asti sekä korjattu väestön kokonaismäärän ja ikärakenteen muutoksella. Erityisesti yli 65-vuotiaiden osuuden kasvu väestöstä on otettu huomioon ja suurempi osa on otettu mukaan aktiiviseen liikkuvaan ja kuluttavaan väestöön. Lisäksi on otettu huomioon se, että ajokortillisten osuus vanhemmissa ikäluokissa tulee kasvamaan, mikä vaikuttaa osaltaan tieliikenteen suoritteisiin.

ILARI-hankkeen skenaarion mukaan henkilöliikenteen kasvu on 11 prosenttia vuoteen 2020 mennessä ja 31 prosenttia vuoteen 2050 mennessä. Tieliikenne kasvaa vuosina 2007–2040 keskimäärin 1,3 prosenttia vuodessa ja tämän jälkeen enää alle 0,5 prosenttia vuodessa. Skenaariossa on huomioitu ajoneuvoteknologian kehitys Liikenne- ja viestintäministeriön hallinnonalan ilmastopoliittisessa ohjelmassa (LVM 2009) tehdyn ennusteen mukaan. Tämä VTT:n laatima ennuste on esitelty aiemmin tässä luvussa. Uusien henkilöautojen myynnin ennuste perustuu kuitenkin ajoneuvoteknologian kehitykseen ja siihen, miten autoteollisuuden kanssa tehdyt päästörajoja ja polttoaineenkulutusta koskevat sopimuksen vaikuttavat suomalaisen auto-kauppaan. Lisäksi tämä ennuste huomioi verotusuudistuksen voimakkaan ohjausvaikutuksen. Tässä skenaariossa henkilöautokannan keskimääräinen hiilidioksidipäästöjen vähenemä on tehokkuuden paranemisen seurauksena noin 22 prosenttia vuonna 2020 ja 53 prosenttia vuonna 2050 verrattuna vuoteen 2009 (Tapio ym. 2011).

Kuten Liikenne- ja viestintäministeriön hallinnonalan ilmastopoliittisessa ohjelmassa esitetty skenaariossa, myös ILARI-hankkeen baseline-skenaario on biopolttoaineiden suhteen melko pessimistinen. Biopolttoaineiden ja muiden vaihtoehtoisten energialähteiden osuuden oletetaan kasvavan liikennesektorilla vasta, kun kansainväliset tavoitteet astuvat voimaan. Vuodesta 2020 eteenpäin tieliikenteen biopolttoaineiden osuuden tulee olla noin 15 prosenttia, koska Suomi on asettanut vuoden 2020 biopolttoainetavoitteekseen 20 prosenttia. Kuitenkin, jos osa biopolttoaineiden osuudesta tuotetaan jätteistä, osuus voidaan laskea kaksinkertaisena. Päästövähennys on näin ollen noin 15 prosenttia (Tapio ym. 2011). Kaikkien liikennemuotojen suoritteiden ennustetaan kasvavan vielä ennustejakson lopullakin, mutta ajoneuvoteknologian kehityksen vaikutuksesta hiilidioksidipäästöt kääntyvät laskuun jo 2010-luvun puolivälissä. Ennusteen mukaan hiilidioksidipäästöt laskevat vuoden 1980 tasolle ennustejakson loppuun mennessä (Tapio ym. 2011).

## 4. AINEISTO JA MENETELMÄT

### 4.1 Tutkimuksen aineisto

Tämän tutkimuksen aineisto koostuu Climate Discussion of Transport (CAST) -hankkeen delfoi-tutkimuksen ensimmäisen kierroksen kyselylomakkeista sekä asiantuntijahaastatteluista eli tutkimuksessa yhdistetään kvantitatiivista ja kvalitatiivista aineistoa. Delfoi-menetelmällä tarkoitetaan vähintään kahdesta kierroksesta koostuvaa tutkimusta, jossa vastaajina ovat tutkittavan alan asiantuntijat. Tyypillistä on myös, että vastaajille annetaan kierrosten välissä mahdollisuus anonymisti nähdä toistensa vastaukset ja halutesaan muuttaa omia vastauksiaan tämän perusteella. Kysymyksiä voidaan myös lisätä tai muokata kierrosten välillä. CAST-hankkeessa kyseessä on kahden kierroksen erittelevä politiikka-delfoi, jossa ei perinteisen delfoi-tutkimuksen tapaan pyritä löytämään yhtä totuutta vaan kiteyttämään erilaiset esiin nousevat vaihtoehtoiset näkemykset ja luomaan niiden pohjalta skenaarioita (Turoff 1975, Tapio 2003).

Vaikka tämän tutkimuksen aineisto ei koostukaan useamman kierroksen kyselystä, eikä noudata näin ollen tyypillisesti delfoi-menetelmää, on menetelmässä myös kierroksellisuutta siinä mielessä, että asiantuntijat vastasivat ensin kyselyyn, minkä jälkeen heitä haastateltiin kyselyyn vastaamisen pohjalta. Näin ollen kyseessä on eräänlainen pienois-delfoi. Menetelmää voidaan kutsua myös soft scenarios -menetelmäksi (Varho & Tapio 2005).

Delfoi-tekniikan keskeiset piirteet ovat vastaajien tunnistamattomuus (anonymiteetti), tutkimuksen koostuminen monesta kierroksesta sekä palautteen antaminen. Anonymiteetin taustalla on pyrkimys siihen, että henkilöiden sijasta heidän argumenttinsa väittelevät. Perinteisessä delfoi-menetelmässä painotettiin erilaisia tilastollisia tunnuslukuja, kuten asiantuntijoiden keskimääräistä arviota. Mikäli asiantuntijan arvio poikkesi keskimmäisestä 50 prosentista panelisteja, häntä pyydettiin perustelemaan vastaustaan (Kuusi 2003). Suotavana pidettiin mediaaniarvon hyväksymistä, jollei asiantuntijalla ollut vahvoja perusteita poikkeavaan kantaa. Palaute taas on pohjana vastaajien kannanottojen korjaamiselle. Palaute oli ennen lähinnä koko paneelia koskevia tunnuslukuja, kuten vastausten mediaaneja tai hajontatietoja, kun taas asiakommenttien merkitys on ollut vähäinen. Uusimmissa sovelluksissa, kuten erittelevässä politiikka-delfoissa asiakommentit ovat suuressa osassa.

Alun perin tavoiteltu asiantuntijoiden yksimielisyys on osoittautunut perinteisen menetelmän selväksi heikkoudeksi (Kuusi 2003). Politiikka-delfoissa yksimielisyyden tavoittelun sijaan pyritään nostamaan esiin aidot ristiriidat ja poikkeavat näkemykset, jolloin tavoitteena ovat monet perustellut näkemykset tulevasta kehityksestä. Nykyään konsensushakuisuuden rinnalle onkin kehittynyt melko vahva traditio, jossa otetaan lähtökohdaksi tulevaisuuden pluralistisuus (Steinert 2009).

Delfoi-tutkimus on menetelmä, jolla voidaan jäsentää ryhmäviestintäprosessi siten, että jokin tietty ryhmä voi kokonaisuutena tehokkaasti käsitellä monimutkaisiakin ongelmia (Linstone & Turoff 2002). Delfoi-tutkimus on käyttökelpoinen erityisesti tutkimuskohteissa, joissa muutokset ovat orastavia, mutta ne eivät ole vielä kunnolla lähteneet kehittymään, jolloin kehitykseen ei enää voitaisi suunnittelevilla toimilla vaikut-

taa. Tällöin voidaan asiantuntijoiden kesken yhdessä hahmottaa parhaaseen kehitykseen johtava toimintastrategia (Kuusi 2003). Näin ollen se soveltuu hyvin esimerkiksi juuri liikennetutkimukseen, sillä liikenteen tulevaisuus on vielä hyvin avoinna ja siihen kohdistuu suuria muutospaineita.

Delfoi-menetelmä ei ole survey-tutkimus, joten panelistien valinta ei perustu edustavaan otokseen satunnaisesti valituista vastaajista. Tämän takia panelistien valinta on haastavaa, jotta olennaiset tulevaisuuteen vaikuttavat näkökulmat tulevat huomioiduiksi. Delfoi-paneeleissa onkin usein ongelmana panelistien liiallinen kapea-alaisuus ja keskittyminen liaksi teknisen koulutuksen saaneisiin miesasiantuntijoihin, jotka ovat korkeassa asemassa organisaatiossaan (Vinnari & Tapio 2008).

Asiantuntijamenetelmiä käytettäessä ratkaisevaa on asiantuntijoiden laatu eikä määrä (Kuusi 2003). Tämän takia asiantuntijoiden valinnassa käytettiin apuna asiantuntijuusmatriisia, jota käytettäessä päätetään ensin, millaisten asiantuntijuusominaisuuksien suhteen paneeliin halutaan vaihtelua ja mistä taustaorganisaatioista ihmisiä halutaan mukaan tutkimukseen (Vinnari & Tapio 2008). Tässä tapauksessa asiantuntijoita haluttiin mukaan eri liikennesektoreilta (tie-, raide-, lento- ja vesiliikenne) sekä niin henkilö- kuin tavaraliikenteenkin asiantuntijoita. Mukaan haluttuja erilaisia taustaorganisaatioita olivat tutkimus, hallinto, yritysmaailma, politiikka, media ja kansalaisjärjestöt. Näiden lisäksi kiinnitettiin huomiota vastaajien koulutukseen (sekä alaan että laajuuteen) ja asemaan työelämässä. Lisäksi vastaajia haluttiin olevan molemmista sukupuolista ja mahdollisimman laajalla ikäjakaumalla. Näiden kriteerien pohjalta valittuihin asiantuntijoihin oltiin yhteydessä puhelimitse. Osa asiantuntijoista oli liian kiireisiä tai katsoi jonkun muun samasta organisaatiosta olevan sopivampi vastaaja, joten lopullinen haastateltavien joukko muotoutui vasta kontaktointivaiheessa. Loppujen lopuksi tutkimukseen osallistui ensimmäisellä kierroksella kaiken kaikkiaan 32 asiantuntijaa (liite 1), joista 10 oli naisia ja 22 miehiä. Vastaajat olivat iältään alle 20:n ja yli 60:n vuoden väliltä. Panelistien lukumäärää ei määritelty ennalta vaan uusia asiantuntijoita otettiin mukaan kunnes vastaajien näkemykset saturoituivat eli haastatteluissa alkoivat toistua jo esitetyt näkemykset. Näin ollen muutama vastaaja valikoitui mukaan vielä siinä vaiheessa, kun haastatteluita jo toteutettiin ja havaittiin, miltä alalta tai mistä osa-alueesta tutkimukseen tarvittaisiin vielä asiantuntemusta.

Tutkimukseen osallistuneille asiantuntijoille luvattiin anonymiteetti eli vastaajien nimiä ei missään vaiheessa liitetä yksittäisiin vastauksiin. Kommentoinnin anonyymiyden on sanottu edistävän heikkojen signaalien tunnistamista, koska tällöin näkemyksen esittäjä ei joudu häpeämään alustavia ajatuksiaan (Vapaavuori & von Bruun 2003). Heikoilla signaaleilla tarkoitetaan vasta orastavia ilmiöitä, joilla ei ole trendiä tai muuta selvää menneisyyttä, mutta jotka voivat muodostua tulevaisuudessa erittäin keskeisiksi ilmiöiksi (Mannermaa 1999).

Anonymiteetin taustalla on myös pyrkimys siihen, että henkilöiden sijaan heidän argumenttinsa väittelevät. Tällöin esimerkiksi henkilön asema ei vaikuta siihen, kuinka hänen näkemyksiinsä suhtaudutaan. Jotkut vastaajat saattavat myös olla haluttomia ottamaan kantaa ennen kuin tosiasiatietoa on tarjolla hyvin paljon tai mikäli hän ei tunne enemmistön kantaa. Anonymiteetti madaltaa kynnystä esittää epävarmempiakin näkemyksiä ja mahdollistaa esimerkiksi julkisuudessa esitetyn kannan hylkäämisen (Vapaavuori & von Bruun 2003). Vastaajat edustivat tässä tutkimuksessa itseään eivätkä taustaorganisaatiota, joten anonymiteetti antaa paremman mahdollisuuden esittää esimerkiksi organisaation kannasta eroavia näkemyksiä.

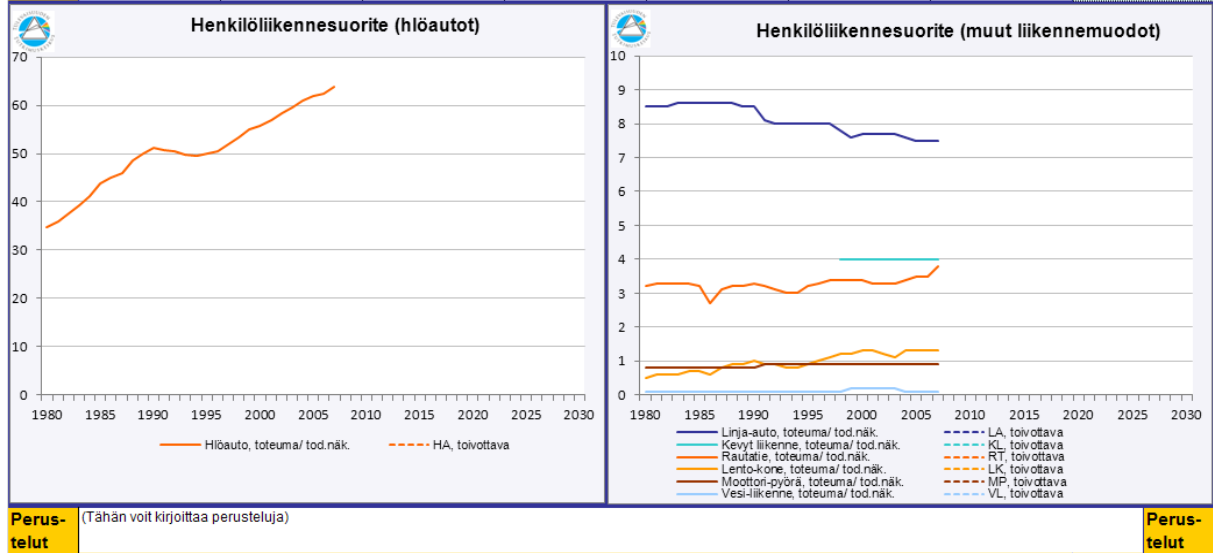
#### 4.1.1 Kyselylomake – kvantitatiivinen aineisto

Tutkimukseen osallistuville asiantuntijoille lähetettiin sähköpostitse täytettäväksi Microsoft Excel -ohjelmalla toteutettu kyselylomake (liite 2) kesällä 2009. Yhteensä 28 asiantuntijaa palautti lomakkeen muutamaa päivää ennen sovittua haastattelua. Lomake käsitteli eri liikennemuotojen suoritteita ja päästöjä niin henkilö- kuin tavaraliikenteenkin osalta ja lisäksi näihin liittyviä tekijöitä kuten uusien autojen keskimääräisiä hiilidioksidipäästöjä, biopolttoaineiden osuutta liikennepolttoaineista sekä bruttokansantuotetta. Asiantuntijoiden tuli syöttää kuhunkin kysymyksen lukuarvot vuosille 2020 ja 2030. Kussakin kohdassa kysyttiin vastaajien näkemyksiä todennäköisestä ja toivottavasta tulevaisuudesta molempien vuosien osalta, joten vastaajat syöttivät neljä numeerista vastausta kutakin muuttujaa kohden. Toivotulla tulevaisuudella tarkoitettiin tutkimuksessa tulevaisuutta, jonka vastaaja mieluiten näkisi toteutuvan. Toivottava tulevaisuus sai olla vastaajan mielestä epätodennäköinen, mutta sen tuli kuitenkin olla fyysisesti, teknisesti ja yhteiskunnallisesti mahdollinen. Kysyttäessä sekä todennäköistä että toivottavaa tulevaisuutta vastaajia rohkaistiin jakamaan myös niin sanotusti radikaalimpia näkemyksiään, jotta myös heikompia signaaleja saatiin esille pelkkien business as usual -tyyppisten skenaarioiden sijaan.

Vastaamisen tueksi oli annettu taustadataa vuodesta 1980 alkaen aina uusimpaan lomaketta laadittaessa saatavilla olevaan tilastotietoon, joka suurimmassa osassa kysymyksiä oli vuodelta 2007. Tosin kahdessa kysymyksessä (numerot 5 ja 6) taustatietoa oli tarjolla vain vuodesta 2000 eteenpäin. Kunkin kysymyksen yhteydessä oli myös taustadatan esittävä kuvaaja, johon piirtyivät jatkoksi asiantuntijan antamat vastaukset. Näin vastaajat saattoivat nähdä omat vastauksensa suorana jatkona toteutuneeseen kehitykseen ja arvioida vastaustensa kuvaamia trendejä. Lomakkeen rakenteen hahmottamista helpottavat kuvat 3 ja 4. Näissä kuvissa on nähtävissä, miltä lomakkeen ensimmäinen kysymys näytti ennen vastausta ja kuinka vastaajan syöttämät luvut vaikuttivat kuvaajiin. Kaikki lomakkeen kysymykset kuvaajineen löytyvät liitteestä 2.

**1. Mikä on kunkin liikennemuodon liikennesuorite henkilökilometrein (mrd. hlökm) laskettuna todennäköisessä ja toivottavassa tulevaisuudessa?**  
 Syötä valkoisiin ruutuihin luku, näet vastauksesi suoraan alla olevissa kuvissa. Oikeanpuoleisissa sarakkeissa näet liikennesuoriteen yhteenlaskettuna.

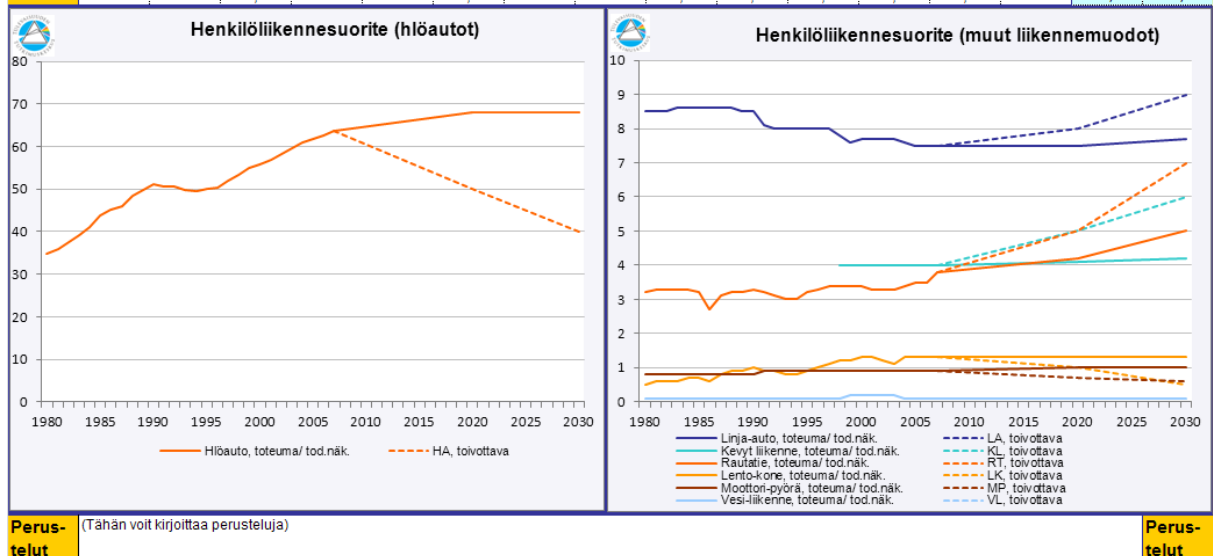
Vuosi	Hlöauto, toteuma/ tod.näk.	HA, toivottava	Linja-auto, toteuma/ tod.näk.	LA, toivottava	Moottori-pyörä, toteuma/ tod.näk.	MP, toivottava	Rautatie, toteuma/ tod.näk.	RT, toivottava	Lento-kone, toteuma/ tod.näk.	LK, toivottava	Vesi-liikenne, toteuma/ tod.näk.	VL, toivottava	Kevyt liikenne, toteuma/ tod.näk.	KL, toivottava	Yhteensä toteuma/ tod.näk.	Yhteensä toivottava
1980	35		8,5		0,8		3,2		0,5		0,1				47,9	
1990	51		8,5		0,8		3,3		1		0,1				64,9	
2000	56		7,7		0,9		3,4		1,3		0,2		4		73,2	
2007	64	64	7,5	7,5	0,9	0,9	3,8	3,8	1,3	1,3	0,1	0,1	4	4	81,4	81,4
2020															0,0	0,0
2030															0,0	0,0



Kuva 3. Lomakkeen ensimmäinen kysymys ennen täyttöä.

**1. Mikä on kunkin liikennemuodon liikennesuorite henkilökilometrein (mrd. hlökm) laskettuna todennäköisessä ja toivottavassa tulevaisuudessa?**  
 Syötä valkoisiin ruutuihin luku, näet vastauksesi suoraan alla olevissa kuvissa. Oikeanpuoleisissa sarakkeissa näet liikennesuoriteen yhteenlaskettuna.

Vuosi	Hlöauto, toteuma/ tod.näk.	HA, toivottava	Linja-auto, toteuma/ tod.näk.	LA, toivottava	Moottori-pyörä, toteuma/ tod.näk.	MP, toivottava	Rautatie, toteuma/ tod.näk.	RT, toivottava	Lento-kone, toteuma/ tod.näk.	LK, toivottava	Vesi-liikenne, toteuma/ tod.näk.	VL, toivottava	Kevyt liikenne, toteuma/ tod.näk.	KL, toivottava	Yhteensä toteuma/ tod.näk.	Yhteensä toivottava
1980	35		8,5		0,8		3,2		0,5		0,1				47,9	
1990	51		8,5		0,8		3,3		1		0,1				64,9	
2000	56		7,7		0,9		3,4		1,3		0,2		4		73,2	
2001	57		7,7		0,9		3,3		1,3		0,2				70,4	
2007	64	64	7,5	7,5	0,9	0,9	3,8	3,8	1,3	1,3	0,1	0,1	4	4	81,4	81,4
2020	68	50	7,5	8	1	0,7	4,2	5	1,3	1	0,1	0,1	4,1	5	86,2	69,8
2030	68	40	7,7	9	1	0,6	5	7	1,3	0,5	0,1	0,1	4,2	6	87,3	63,2



Kuva 4. Lomakkeen ensimmäinen kysymys esimerkkivastauksella. Todennäköinen tulevaisuus piirretty kuvaajien yhtenäisellä viivalla ja toivottava tulevaisuus katkoviivalla.

Lomakkeen ensimmäisessä kysymyksessä kysyttiin Suomen henkilöliikennesuoritteita liikennevälineittäin miljardeina henkilökilometreinä ja ohjelma laski automaattisesti vastausten pohjalta kokonaishenkilöliikennesuoritteen (Kuvat 3 ja 4). Mukana olivat henkilöauto-, linja-auto-, moottoripyörä-, rautatie-, lento- ja vesiliikenne sekä kevyt liikenne. Seuraava kysymys koski samojen henkilöliikennemuotojen hiilidioksidipäästöjä (1000t/a) ja ohjelma laski vastausten perusteella myös henkilöliikenteen kokonaishiilidioksidi-päästömäärät.

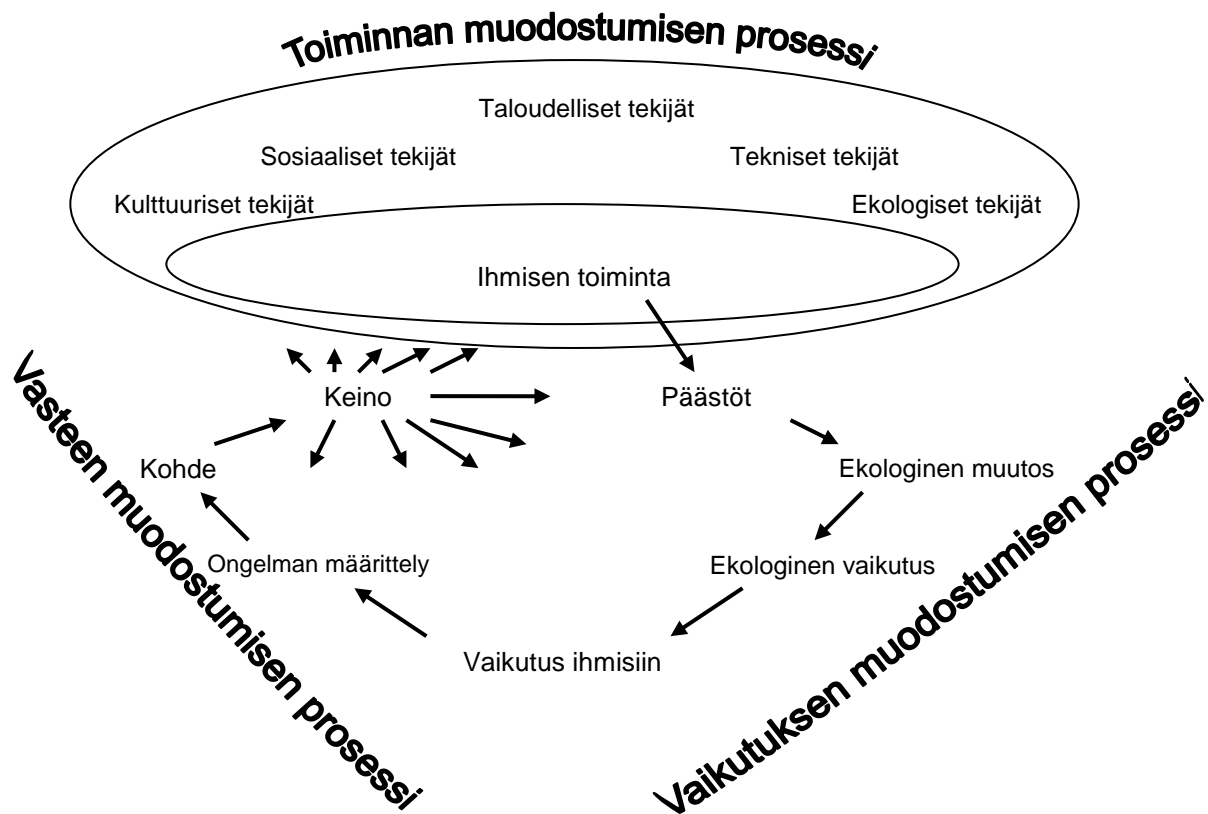
Kolmannessa ja neljännessä kohdassa kysyttiin henkilöautotiheyttä ja kokonaisautotiheyttä Manner-Suomessa 1000 asukasta kohti. Näissä kysymyksissä taustatiedot olivat vuodesta 1980 aina vuoteen 2008 asti. Viides kysymys käsitteli uusien rekisteröitävien henkilöautojen keskimääräisiä hiilidioksidipäästöjä (g/km). Tästä kysymyksestä oli tarjolla taustatietoa vain vuosilta 2000–2008. Kuudenneksi kysyttiin biopolttoaineiden prosenttiosuutta liikennepolttoaineista. Tässäkin kysymyksessä taustatietoa oli tarjolla vain 2000-luvulta ulottuen vuoteen 2007.

Seuraavissa kahdessa kysymyksessä (kysymykset 7 ja 8) käsiteltiin tavaraliikenteen kuljetussuoritteita miljardeina tonnikilometreinä sekä eri kuljetusmuotojen hiilidioksidipäästöjen määrää (1000t/a). Mukana tarkastelussa olivat tieliikenne, raideliikenne ja laivaliikenne sekä kohta ”muu, mikä?”. Lentoliikenteen kuljetussuorite on niin pieni, että kaikki lentoliikenne ja sen päästöt päätettiin sisällyttää henkilöliikenteen puolelle. Viimeisenä kysymyksenä (kysymys 9) oli bruttokansantuotteen kehitys.

#### 4.1.2 Haastattelut – kvalitatiivinen aineisto

Haastatteluihin osallistui 32 asiantuntijaa kesällä ja alkusyksystä 2009. Tutkimushaastattelut olivat pituudeltaan vajaasta tunnista reiluun kahteen tuntiin. Ne olivat puolistrukturoituja teemahaastatteluita, jolloin haastattelun teema-alueet olivat kaikille samat, mutta kysymykset vaihtelivat hieman haastateltavan asiantuntijuuden ydinalueen mukaan (Hirsjärvi & Hurme 2004). Haastattelut pohjautuivat osittain myös kyselylomakkeeseen, jonka vastaaja palautti muutamaa päivää ennen haastattelua. Haastattelutilanteessa vastaajilla oli vielä mahdollisuus tarkastella ja muuttaa lomakevastauksiaan. Lisäksi asiantuntijat pääsivät haastatteluiden aikana selittämään kvantitatiivisten lomakevastaustensa taustoja, mikä tukee sitä, että kyseessä oli eräänlainen pienenis-delfoi, jossa haastattelijat olivat aktiivisesti mukana muiden vastaajien argumentteja.

Tutkimuksen haastattelurunko (liite 3) pohjautuu teoreettiseen Ympäristönsuojelun kokonaiskehikkoon eli YSK -kehikkoon (Willamo 2005, Tapio & Willamo 2008). YSK -kehikon (kuva 5) avulla on mahdollista tarkastella ympäristöongelmien syitä, kehitystä ja ratkaisukeinoja ilmiökeskeisesti yhtenä kokonaisuutena. Kehikossa on keskeisenä ajatus, että yhteiskunta muuttaa luontoa ja ratkaisee näiden muutosten aiheuttamia ongelmia. Koska YSK-kehikko ei rajaudu minkään yksittäisen sektorin tai tieteenalan näkökulmaan, siinä on voimakas generalistinen ja läpäisyajattelun mukainen painotus (Willamo 2005).



**Kuva 5.** Tapion ja Willamon (2008) kuvan pohjalta muokattu (alun perin englanninkielinen) ympäristönsuojelun kokonaiskehikko (Varho & Tapio 2009), jota käytettiin tutkimuksen haastattelurungon pohjana.

Toiminnan muodostumisen prosessi kuvaa kulttuurisia, sosiaalisia, teknisiä ja ekologisia toimintaan ajavia tekijöitä, jotka voivat vaikuttaa yksilön toimintaan tai yhteiskunnalliseen toimintaan. Vaikutuksen muodostumisen prosessi kuvaa systeemin dynamiikkaa päästöistä ekologiseen muutokseen, ekologiseen vaikutukseen ja ihmiseen kohdistuvaan vaikutukseen. Vasteen muodostumisen prosessi taas pitää sisällään sen, että ihminen määrittelee nykyisen tai tulevan tilanteen ongelmaksi, ongelman syiden arvioinnin, tavoitteen asettelun ja toimenpiteisiin ryhtymisen ongelman lievittämiseksi tai ratkaisemiseksi. Keinot ongelman ratkaisemiseksi tai lievittämiseksi voivat kohdistua mihin tahansa edellä esitettyyn prosessiin tai systeemiin (Varho & Tapio 2009).

Haastatteluissa ei ollut tarkoituksena saada vain yksityiskohtaista selostusta kyselylomakkeen kysymysten taustoista ja sitoa haastattelua liikaa kyselylomakkeeseen. Sen sijaan haastateltavat pääsivät kuvailemaan näkemyksiään tulevaisuudesta vapaammin ja erittelemään erilaisia tekijöitä, joiden he näkivät olevan merkityksellisiä pohdittaessa, miltä liikennesektorin tulevaisuus näyttää ja kuinka tulevaisuuteen vaikutetaan. Asiantuntijoilta kysyttiin muun muassa, kuinka ilmastonmuutokseen tullaan tulevaisuudessa suhtautumaan ja kuinka se vaikuttaa poliittiseen tavoitteenasetteluun, millaisia ohjauskeinoja liikenteen suhteen käytetään tulevaisuudessa ja mikä on heidän käsityksensä Suomen autoverotus uudistuksen merkityksestä. Haastattelu-runko on kokonaisuudessaan liitteessä 3.



### 4.1.3 Aineiston rajaus

Koska tämä tutkimus koskee ainoastaan henkilöautoliikennettä, aineistoa rajattiin ja otettiin kyselylomakkeesta mukaan ainoastaan henkilöautoliikenteeseen liittyvät kysymykset sekä kokonaishenkilöliikennesuoriteen ja henkilöliikenteen kokonaishiilidioksidipäästöt, jotta henkilöautoliikennettä voidaan tarkastella suhteessa muihin henkilöliikennemuotoihin. Tällöin voidaan tarkastella myös henkilöautoliikenteen osuutta henkilöliikenteen kokonaismäärästä.

Tarkastellut muuttujat ovat:

- henkilöauto- ja kokonaishenkilöliikennesuorite (mrd hlökm)
- henkilöautoliikenteen ja kokonaishenkilöliikenteen hiilidioksidipäästöt (1000 t/a)
- henkilöautotiheys/1000 asukasta Manner-Suomessa
- uusien rekisteröityjen henkilöautojen keskimääräiset hiilidioksidipäästöt (g/km)
- biopolttoaineiden prosenttiosuus liikennepolttoaineista.

Lisäksi bruttokansantuotetta käsittelevä kysymys oli tarkoitus ottaa mukaan aineistoon, mutta ilmeni, että moni vastaaja ei ollut vastannut tähän kysymykseen, mikä olisi jättänyt tarkastelun ulkopuolelle monta muuten kokonaan täytettyä lomaketta. BKT:n suhteen vastaukset olivat lisäksi varsin yhdenmukaisia, sillä lähes kaikissa tulevaisuuskuvin (44/48) vastaajat uskoivat bruttokansantuotteen kasvavan vuoteen 2030. Kahdessa tulevaisuuskuvin bruttokansantuotteen uskottiin pysyvän samana ja kaksi tulevaisuuskuva ennusti bruttokansantuotteen laskevan vuoteen 2030 mennessä.

Haastatelluista neljä ei täyttänyt lainkaan kyselylomaketta, joten myös heidän haastattelunsa jäivät tutkimuksesta pois. Lisäksi jäljelle jäävistä 28 vastaajasta kaksi oli täyttänyt lomakkeen tarkasteltujen muuttujien suhteen epätäydellisesti, joten myös heidän lomakkeensa ja haastattelunsa jäivät tutkimuksen ulkopuolelle. Näin ollen aineisto koostuu 26 kyselylomakkeesta ja haastattelusta. Tutkimukseen valikoituneista asiantuntijoista kahdeksan on naisia ja 18 miehiä. Nuorin asiantuntija oli alle 20 ja iäkkäimmät yli 60 vuoden ikäisiä. Vastaajien keski-ikä oli 43,5 vuotta. Myös vastaajien asiantuntijuusalueiden, organisaatioiden ja koulutustasojen jakauma oli asiantuntijoiden pienentyneestä määrästä huolimatta varsin kattava.

Haastatelluista tarkasteltiin henkilöautoliikennettä käsitteleviä tai siihen läheisesti liittyviä aihepiirejä mukaillen lomakkeesta mukaan valittujen kysymysten aiheita (esimerkiksi biopolttoaineet, henkilöautojen keskimääräiset hiilidioksidipäästöt ja henkilöautotiheys).

## 4.2 Analyysimenetelmät

Tutkimuksessa on yhdistetty kyselylomakkeiden kvantitatiivista ja haastatteluiden kvalitatiivista aineistoa. Kyselylomakkeesta mukaan valittujen muuttujien suhteen suoritettiin klusterianalyysi, jota käytetään ryhmittelemään aineistoa numeerisen vastaavuuden mukaan (Varho & Tapio 2005). Klusterien ja haastatteluaineiston pohjalta muodostettiin skenaarioita täydentämällä klusterianalyysiä haastatelluista esiin nousseilla näkemyksillä siitä, kuinka näihin lukuihin on päädytty, ja mikä ohjaa kehitystä tähän suuntaan, eli kvalitatiivisilla

argumenteilla ja oletuksilla. Molemmat analyysimenetelmät on esitelty tarkemmin omissa luvuissaan 4.2.1 ja 4.2.2.

#### 4.2.1 Klusterianalyysi

Lomakevastaukset analysoitiin käyttäen klusterianalyysia, jolla tutkitaan eri muuttujien yhdistelmiä. Kyseessä on heuristinen menetelmä, joka ryhmittelee yksittäiset vastaukset matemaattisen vastaavuuden perusteella. Toisin sanoen havainnot jaetaan homogeenisiin erillisiin ryhmiin (Tryfos 1998). Klusterianalyysi ei vaadi satunnaistosta, jollei sitä käytetä vahvistamaan teoriaa, vaan sitä voidaan käyttää ryhmittelemään samankaltaisia vastauksia yhteen (Dubes & Jain 1979). Klusterianalyysissä havaintoyksikkönä oli henkilön sijaan tulevaisuuskuva. 26 henkilön lomakkeista suurimmalla osalla klusterianalyysiin tulivat mukaan sekä todennäköinen että toivottava tulevaisuuskuva, mutta kahdella henkilöllä vain jompikumpi näistä, koska toisen tulevaisuuskuvan vastaukset olivat jonkin muuttujan suhteen epätäydellisiä. Näin ollen klusterianalyysissä oli mukana 25 todennäköistä ja 25 toivottavaa tulevaisuuskuva, jolloin havaintoyksiköitä oli yhteensä 50 kappaletta.

Klusterianalyysin avulla näistä 50 havaintoyksiköstä saadaan muodostettua ryhmiä, jolloin tarkastelu on huomattavasti helpompaa kuin jos kaikkia tulevaisuuskuvia käsiteltäisiin erikseen. Koska klustereista muodostettiin haastatteluaineistolla täydentämällä skenaarioita, havaintoyksiköiden ryhmittely oli tarpeen. 50 skenaariota olisi yksinkertaisesti liikaa, jotta ne olisivat havainnollisia. Skenaarioita muodostettaessa sopivana määränä pidetään yleensä 4–7 ryhmää. Klusterianalyysin onkin tarkoitus jäsentää aineistoa, yksinkertaistamatta sitä liikaa (Tapio 2002).

Kun todennäköisissä ja toivottavissa tulevaisuuskuuissa on samat muuttujat, on ryhmittely samassa klusteriajossa perusteltua (Vinnari & Tapio 2008). Tulevaisuuskuvat ryhmiteltiin käyttäen PASW Statistics 17.0.2 ohjelman hierarkkista klusterianalyysia ja tarkemmin furthest neighbour -klusterointialgoritmia. Koska muuttujat olivat eri numeerisilla asteikoilla, ne standardoitiin ennen klusterianalyysia asteikolle 0–100, jolloin kunkin muuttujan suurin vastaus sai arvon 100 ja muut lineaarisesti arvot nollan ja sadan väliltä. Kaikki seitsemän muuttujaa saivat klusterianalyysissä yhtä suuren painoarvon, koska muuttujien katsottiin olevan erillisiä ja yhtä merkittäviä.

Kun tapausten samankaltaisuus on määritetty, niitä voidaan ryhmitellä eri tavoin. On olemassa monia tapoja ryhmitellä havaintoyksiköt niiden vastaavuuden perusteella ja suurin osa näistä metodeista on hierarkkisia. Tässä tutkimuksessa on käytetty furthest neighbour klusterointimenetelmää, joka kuuluu agglomeratiivisiin eli kokoaviin klusterointimenetelmiin. Perusperiaate agglomeratiivisille menetelmille on sama, koska ryhmittely aloitetaan aina yhtä monella klusterilla kuin on tapauksia, ja päädytään tilanteeseen, jossa klustereita on vain yksi, joka sisältää kaikki tapaukset (Tryfos 1997) eli pienempiä ryhmiä sulautetaan yhteen. Agglomeratiiviset klusterointimenetelmät siis laskevat kaikki havaintoyksiköt alussa erillisiksi toisin kuin hajottava hierarkkinen klusterointi, joka alkaa siitä, että kaikki havaintoyksiköt kuuluvat yhteen ryhmään (Varho ja Tapio 2005). Furthest neighbour -menetelmä eli kauimman naapurin menetelmä lähtee liikkeelle yhdistämällä lähimmät havaintoyksiköt. Tämän jälkeen yhdistetään kukin havaintoyksikkö sellaiseen valmiiseen ryhmään, jonka kauimmainen jäsen on lähimpänä.

Klusterianalyysin kulkua voidaan kuvata puumaisella dendrogrammilla (liite 4), josta nähdään, kuinka havaintoyksiköt ryhmittyvät. Tämän perusteella voidaan arvioida muodostettavien klustereiden määrää. Klusterianalyysi ei määrittele lopullista klustereiden määrää, vaan kertoo ainoastaan järjestyksen, jossa havainnot tulisi eritellä ja jakaa eri ryhmiin (Vinnari & Tapio 2008). Lopullinen päätös klustereiden määrästä jää tutkijalle. Päätettäessä sopivaa klusterien määrää ajatellen niiden soveltuvuutta päätöksentekoon ja kokemukseen perustuvaan järjelyyn, on olemassa joitakin suuntaviivoja sopivasta klusterien määrästä. Kaksi klusteria luo helposti vaikutelman oikeasta ja väärästä tulevaisuudesta, kolme klusteria taas johtaa helposti ”kultaisen keskitien” valitsemiseen esimerkiksi päätöksentekotilanteessa (Tapio 2003). Klusterien määrän ei myöskään tulisi olla suurempi kuin seitsemän. Tätä suurempi määrä ei ole enää havainnollinen, koska ihmisen kyky hahmottaa vaihtoehtoja on rajallinen (Tapio 2003). Klustereiden määrä rajattiin tässä tutkimuksessa viiteen, joka osuu optimaalisena pidettyyn vaihteluväliin.

#### 4.2.2 Haastatteluaineiston analyysi

Haastatteluaineiston käsittely noudatteli pääpiirteissään niin sanottua Soft scenarios -menetelmää, jossa skenaarioita muodostetaan liittämällä klusterianalyysin kvantitatiiviseen aineistoon haastatteluiden kvalitatiivisia argumentteja (Varho & Tapio 2005, Vinnari & Tapio 2009).

Haastatteluaineiston analyysi aloitettiin käymällä litteroidut haastattelut läpi ja poimimalla niistä tutkimusaiheeseen liittyvät kohdat, joissa käsiteltiin henkilöautoliikennettä ja siihen liittyviä tekijöitä. Rajaus noudatteli kyselylomakkeen suhteen tehtyä rajausta, joten tarkastelu keskittyi henkilöautoliikennettä ja kokonaishenkilöliikennettä sekä näiden päästöjä koskeviin kohtiin. Tämän lisäksi tarkastelussa olivat mukana henkilöautotiheyttä, biopolttoaineita ja ajoneuvoteknologiaa käsittelevät kohdat. Haastatteluiden osalta keskityttiin myös tarkastelemaan erityisesti sitä, millaisilla tekijöillä asiantuntijat katsoivat olevan vaikutusta henkilöautoliikenteen tulevaisuuteen. Tällaisia olivat esimerkiksi erilaiset politiikat, ohjaukset, asenteet ja yhteiskunnalliset sekä sosiaaliset muutokset.

Haastattelut ryhmiteltiin klustereittain ja kuhunkin klusteriin liittyvät haastattelut käytiin läpi. Haastatteluista poimittiin esiin nousseita tekijöitä, jotka selittävät ja tarkentavat kunkin klusterin tuloksia. Lisäksi haastatteluista valikoitiin kutakin skenaariota kuvaavia lainauksia havainnollistamaan haastatteluissa esiin nousseita argumentteja.

Osalla vastaajista todennäköinen ja toivottava tulevaisuuskuva sijoittuivat klusterianalyysissä eri klustereihin. Tämä ei kuitenkaan ollut ongelma, koska haastatteltavia pyydettiin myös haastattelutilanteessa erittelemään vastauksiaan sen mukaan, mitä he pitivät todennäköisenä ja mitä toivottavana. Tällöin henkilön todennäköisenä pitämiä argumentteja poimittiin ensimmäisen klusterin taustaksi ja todennäköisenä pitämiä asioita toisen klusterin argumenteiksi. Näin muodostettiin viisi henkilöautoliikenneskenaariota yhdistämällä haastatteluista esiin nousseita laadullisia argumentteja lomakeaineiston kvantitatiivisen aineiston ryhmittelemään.

## 5. TULOKSET – VIISI HENKILÖLIIKENNE- SKENAARIOTA

### 5.1 Klusterianalyysin tulokset skenaarioiden pohjana

Luvussa 4.2.1 on esitelty klusterianalyysi, jota käytettiin tutkimuksen kvantitatiivisen aineiston eli kyselylomakkeiden vastausten ryhmittelyyn. Tämä ryhmittely muodostaa pohjan skenaarioiden muodostamiselle. Tämän aineiston osalta päädyttiin viiteen klusteriin klusterianalyysin kulkua kuvaavaa dendrogrammia (liite 4) tarkastelemalla. Ryhmien lukumäärän valinta oli melko selkeä. Pienempi määrä erillisiä ryhmiä olisi johtanut ryhmäkokojen suurempaan epätasapainoon ja vastaavasti ryhmien määrän kasvattaminen lähinnä yksittäisten vastausten irtoamiseen ryhmästä.

Neljässä klusterissa oli sekä todennäköisiä että toivottavia tulevaisuuskuvia, mutta viides klusteri koostui ainoastaan toivottavista tulevaisuuskuvista. Klustereille laskettiin klusterikeskukset eli kunkin muuttujan keskiarvo, vastausten keskihajonta ja keskihajonnan prosenttiosuus keskiarvosta, jotka on esitelty seuraavassa taulukossa 1. Muuttujina ovat henkilöautosuorite, kokonaishenkilöliikennesuorite, henkilöautoliikenteen hiilidioksidipäästöt, henkilöliikenteen kokonaishiilidioksidipäästöt, henkilöautotiheys, uusien autojen keskimääräiset CO<sub>2</sub>-päästöt/km ja biopolttoaineiden prosenttiosuus liikennepolttoaineista vuosina 2020 ja 2030. Taulukossa on myös viimeinen vastaajille annettu taustadata vuodelta 2007 tai 2008 riippuen siitä, miltä vuodelta uusin tilastotieto oli saatavilla kyselylomaketta laadittaessa.

**Taulukko 1.** Klusterikeskukset. Muuttujina henkilöautosuorite (VolHa), kokonais-henkilöliikennesuorite (VolSum), henkilöautoliikenteen CO<sub>2</sub>-päästöt (CO<sub>2</sub>Ha), henkilöliikenteen kokonaisCO<sub>2</sub>-päästöt (CO<sub>2</sub>Sum), henkilöautotiheys (HaTi), uusien autojen keskimääräiset CO<sub>2</sub>-päästöt/km (CO<sub>2</sub>Km) ja biopolttoaineiden osuus liikennepolttoaineista (Bio). Numero kunkin muuttujan jäljessä tarkoittaa vuotta 2020 (20) tai 2030 (30).

		VolHa20	VolHa30	VolSum20	VolSum30	CO2Ha20	CO2Ha30	CO2Sum20
Taustadata	v. 2007/08	64	64	81	81	7280	7280	9080
Klusteri A	Ka	70	73	89	93	7510	7590	9210
	Kesk.haj.	4,1	7	4,5	7,6	436	813	491
	% ka:sta	5,9	10	5,0	8,2	5,8	11	5,3
Klusteri B	Ka	75	80	94	102	8030	8120	9200
	Kesk.haj.	6,5	8,8	5,6	7,2	326	742	867
	% ka:sta	8,7	11	5,9	7,1	4,1	9,1	9,4
Klusteri C	Ka	69	70	88	94	6480	5430	7980
	Kesk.haj.	4,1	8,7	4,5	10	452	775	604
	% ka:sta	6,0	12	5,1	11	7,0	14	7,6
Klusteri D	Ka	58	47	77	70	5330	3220	6760
	Kesk.haj.	4,8	10	4,8	13	727,6	926,7	660,4
	% ka:sta	8,3	22	6,2	18	14	29	9,8
Klusteri E	Ka	33	15	76	83	4000	1500	4670

	Kesk.haj.	3,5	7,1	6,9	17	0,0	707	21
	% ka:sta	11	47	9,1	20	0,0	47	0,5

		CO2Sum30	HaTi20	HaTi30	CO2_Km20	CO2_Km30	Bio20	Bio30
Taustadata	v. 2007/08	9080	506	506	163	163	0,04	0,04
Klusteri A	Ka	9250	553	588	145	126	4,2	7,3
	Kesk.haj.	845	32	78	7,3	11	4,0	7,2
	% ka:sta	9,1	5,8	13	5,1	8,7	95	98
Klusteri B	Ka	9310	534	540	112	84	4,7	8,1
	Kesk.haj.	1037	36	72	15	21	3,6	6,1
	% ka:sta	11	6,7	13	13	25	76	75
Klusteri C	Ka	6800	521	530	114	88	7,6	15,2
	Kesk.haj.	887	55	86	19	18	4,6	11
	% ka:sta	13	11	16	17	20	60	72
Klusteri D	Ka	4230	469	405	116	80	11,6	22,6
	Kesk.haj.	981,2	44,4	109,4	23	26	8,9	14
	% ka:sta	23	9,5	27	20	33	77	62
Klusteri E	Ka	1880	275	150	50	20	32,5	55,0
	Kesk.haj.	580	35	71	28	14	25	35
	% ka:sta	31	13	47	57	71	76	64

Klusteriin sisällytettyjen vastausten keskihajonta ja keskihajonnan osuus keskiarvosta kertovat siitä, kuinka paljon vastaukset vaihtelevat saman klusterin sisällä. Klusterikeskus on kaikkien vastausten yksinkertaistus ja tähän perustuu se, että klusterianalyysin avulla aineistoa voidaan yksinkertaistaa ja näin havainnollistaa. Hajonnan tarkastelu on kuitenkin tärkeää, jotta nähdään, ettei ole tehty liian suuria yksinkertaistuksia ja klustereiden määrän valinta on ollut järkevä. Taulukosta 1 voidaan huomata, että hajonta on erittäin suurta erityisesti biopolttoaineiden kohdalla jokaisessa klusterissa sekä myös klusterissa E uusien autojen keskimääräisten hiilidioksidipäästöjen osalta. Tämän tehtyä jakoa tarkasteltiin uudestaan ja pohdittiin, pitäisikö ryhmien määrää kasvattaa. Tarkastelun perusteella päädyttiin kuitenkin siihen tulokseen, ettei jakoa ollut tarpeellista muuttaa, sillä vaikka ryhmien määrää kasvatettaisiin, ne eivät juuri eroaisi toisistaan muussa kuin biopolttoaineiden osuudessa eivätkä senkään suhteen kovin paljoa. Lisäksi biopolttoainevastausten hajonta säilyi silti melko suurena. Havainnollisuuden kannalta vähäisempi klusterien ja sitä kautta skenaarioiden määrä on ehdottomasti parempi.

Suuri hajonta biopolttoaineista koskevassa kysymyksessä kertoo siitä, että asiantuntijoilla on aiheesta hyvin erilaisia näkemyksiä. Biopolttoaineiden osuus liikennepolttoaineista on ollut vuonna 2007 vielä hyvin pieni. Osa asiantuntijoista on uskonut määrän kasvavan erittäin paljon ja osa maltillisemmin. Tämän takia näkemuserot muuten melko yhtenäisten klusterien sisälläkin ovat olleet suuria.

## 5.2 Henkilöliikenneskenaariot

Seuraavaksi esitellään tässä tutkimuksessa liikennealan asiantuntijoiden näkemysten pohjalta muodostetut viisi henkilöautoliikenneskenaariota vuoteen 2030. Kutakin skenaariota on kuvauksen lisäksi havainnollistettu haastattelusitaatein ja kuvin.

### 5.2.1 Skenaario A: Materialistisen hyvinvoinnin kasvu

Materialistisen hyvinvoinnin kasvu -skenaariion pohjan muodostavat 12 todennäköistä ja 2 toivottavaa tulevaisuuskuvaa eli yhteensä 14 havaintoyksikköä. Tässä skenaariossa vaurastuminen ja elintason nousu pitävät yllä henkilöautosuoritteen ja kokonaishenkilöliikennesuoritteen kasvua, jotka tosin hidastuvat verrattuna nykyiseen kasvuvauhtiin. Seuraavat haastatteluista poimitut lainaukset kuvaavat asiantuntijoiden näkemyksiä suoritteiden kasvusta:

*Se on kulutuskyäntää eli siellä näkyy ihmisten preferenssit, esimerkiksi se, että kuinka paljon matkustetaan, liikutaan ja kuinka paljon tehdään ulkomaanmatkoja ja sekin on tietysti vähän BKT-sidonnaista, koska se hyvinvointi beijastuu helposti siihen lisäliikkeumiseen.*

*(Nuoret) liikkuu, koska niillä on mahdollisuus liikkua. Niillä on rahaa niin paljon, että ne pystyy bankkimaan kaiken näköisiä liikkeumisvälineitä. Ilman muuta ne liikkuvat selkeesti enemmän kuin mitä aikoinaan.*

Materialistisen hyvinvoinnin kasvu -skenaariossa henkilöautosuorite kasvaa 13,4 prosenttia ja kokonaishenkilöliikennesuorite 14 prosenttia vuosina 2007–2030 (kuva 6). Tämä tarkoittaa 0,6 prosentin vuosittaista suhteellista kasvua, mikä on noin kolmannes vuosien 2000–2007 keskimääräisestä suhteellisesta kasvuvauhdista. Suoritteiden kasvu painottuu ensimmäiselle kymmenelle vuodelle ja hidastuu tämän jälkeen hieman. Asiantuntijat näkevät, että vaikka ympäristö- ja ilmastotietoisuus lisääntyvät, varsinaisiin toimiin ryhdytään liian hitaasti. Radikaalimmat taloudelliset ohjauskeinot, kuten auton käytön verotus tai ruuhkamaksut saadaan pikkuhiljaa käyttöön vasta tutkimuksen aikajänteen loppupuolella.

*Pyritään semmosilla subit. lievillä, helpommin hyväksyttävillä. Jossain määrin taloudellista ohjausta, jossain määrin erilaista, paljon toivotaan ainakin erilaiselta informaatio-ohjaukselta.*

*Täällä on enemmän ollu se asenne, että mennään tavallaan näiden kansainvälisten sopimusten mukaan ja vielä mahdollisuuksien mukaan yritetään neuvotella lisääaikaa ja et josko tässä nyt ei ainakaan eturintamassa...*

Myös henkilöautotiheys jatkaa kasvuaan, jota kertyy vuoteen 2030 mennessä hieman yli 16 prosenttia. Asiantuntijat eivät kuitenkaan pidä tätä välttämättä ongelmana niin pitkään kuin auton omistaminen ei johda kaikkien matkojen kulkemiseen henkilöautolla, vaikka muitakin kulkutapoja olisi tarjolla.

*Mun mielestä on ihan ok, että autottomien kotitalouksien osuus vaikeaa vähän pieneniskin. Ei se oo tässä se ubkakuva, mut se että meillä on niitä kahden auton kotitalouksia, joissa sitten autoa käytetään kaikkiin kotitalouden aikuisten ja melkein jo lastenkin matkoihin niin se on huono ubkakuva.*

*Se ei ole ongelma, että ihmisillä on kotitaloudessaan auto, koska kuitenkin on niitä liikkumistarpeita, joissa sitten osa matkoista jää tekemättä, mutta se mikä tässä on aivan päälallaan on se, et kun se auto hankitaan niin sitä käytetään kaikkiin matkoihin, niuhinkin jolloin olis erinomaiset joukkoliikennevolyymit.*

Hiilidioksidipäästöt eivät kuitenkaan kasva tässä skenaariossa suoritteiden tai henkilöautotiheyden kanssa samassa tahdissa, kuten tähän asti, vaan teknologian kehityksen uskotaan lähes pysäyttävän hiilidioksidipäästöjen kasvu (kuva 6). CO<sub>2</sub>-päästöjen kokonaiskasvu on henkilöautojen osalta 4,7 prosenttia ja kaikkien henkilöliikennemuotojen osalta 1,9 prosenttia vuoden 2007 tasosta vuoteen 2030. Päästövähennyksiin päästään lähinnä polttomoottorin hyötysuhdetta parantamalla ja hybridiautojen yleistymisen kautta. Sähköautoilla nähtiin olevan jonkin verran merkitystä jakson loppupuolella. Myös bensiinin ja dieselin sekaan lisättävillä biokomponenteilla on oma roolinsa. Seosmäärän kasvattamisen ehtona nähtiin kuitenkin, että biopolttoaineet tuotetaan kestäväällä tavalla ja niin, etteivät ne uhkaa ruoantuotantoa. Biopolttoaineiden osuus liikennepolttoaineista kohoaa tässä skenaariossa vuoteen 2030 mennessä 7,3 prosenttiin liikennepolttoaineista (kuva 6). Tässä skenaariossa jäädytään siis kauas EU:n asettamista biopolttoainetavoitteista, joiden mukaan biopolttoaineiden osuuden tulisi olla vähintään 10 prosenttia liikennepolttoaineista jo kymmenen vuotta aiemmin.

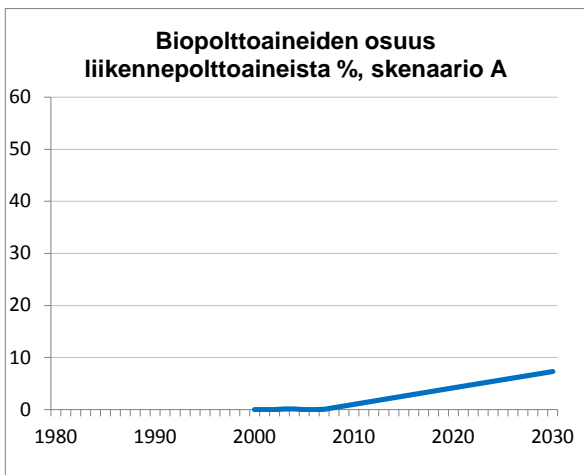
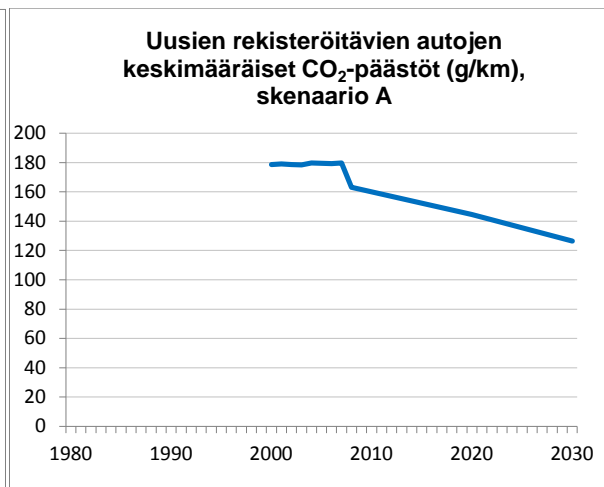
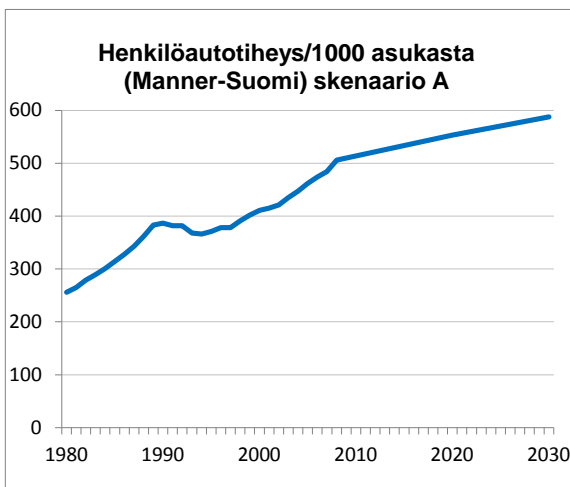
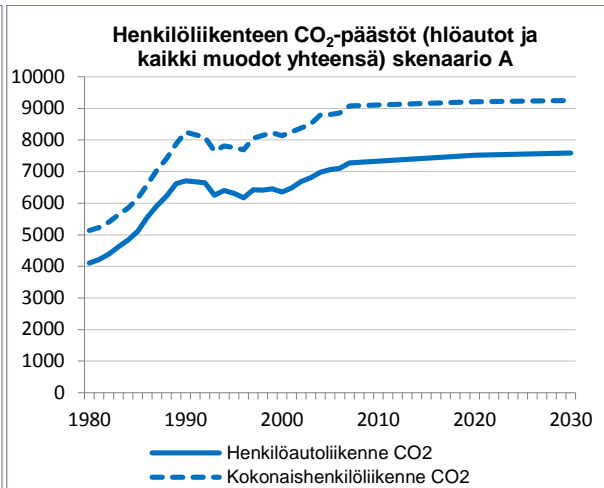
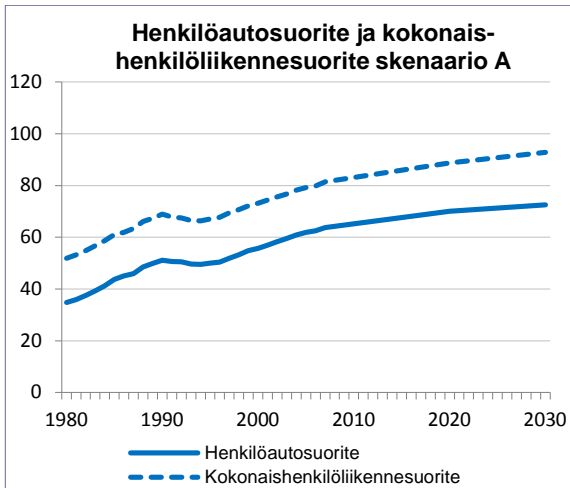
*Moottoritekniikan kehitys pysäyttää päästöjen kasvun henkilöliikenteessä.*

*Uskon, että tehokkuus kehittyy, että sama hyöty saadaan pienemmällä päästömäärällä, et se on niinku yleistä moottoritekniikan kehitystä.*

*Näitä pidetään ikään kuin väli vaiheena näitä nykyisiä (biopolttoaineita), mut sen takia mun mielestä siinä ei nyt kannata sillä tavalla hosua, ettei luoda mitään kaubeeta infraa...*

Uusien autojen keskimääräiset hiilidioksidipäästöt laskevat tässä skenaariossa tasaista tahtia yhteensä 22,5 prosenttia vuoteen 2030 mennessä, mikä tarkoittaa noin 125 gramman hiilidioksidipäästöjä kilometriä kohti (kuva 6). Näin ollen tässä skenaariossa ei kuitenkaan saavuteta EU:n asettamia ensirekisteröitävien autojen ominaispäästötavoitteita, jotka ovat 130 g/km vuoteen 2015 mennessä ja 95 g/km vuoteen 2020 mennessä. Kuitenkin ominaispäästöjen pieneneminen selittää osaltaan päästöjen huomattavasti hitaampaa kasvua verrattuna suoritteiden kasvuun. Henkilöliikennesuorite ei myöskään täysin seuraa henkilöautotiheyden kasvua, joka on nopeampaa kuin suoritteiden kasvu eli autokohtainen suorite pienenee hieman.

*Ihmisten varallisuus kasvaa niin ne hankkivat auton, mutta ne ajavat sillä entistä vähemmän.*



**Kuva 6.** Materialistisen hyvinvoinnin kasvu (skenaario A) kuvina.



## 5.2.2 Skenaario B: Poliitikapessimismi

Politiikkapessimismi-skenaarion pohjana on viisi todennäköistä ja kuusi toivottavaa eli yhteensä 11 tulevaisuuskuva. Tässä skenaariossa niin henkilöautosuorite kuin kokonaishenkilöliikennesuoritekin kasvavat kaikista skenaarioista eniten (kuva 7), joskin henkilöliikenteen suhteellinen kasvu vuotta kohden on noin kolmanneksen hitaampaa kuin vuosina 2000–2007 ja kokonaisliikennesuoritteiden suhteellinen kasvuvauhti noin neljänneksen hitaampaa kuin vuosina 2000–2007. Suhteellista kasvua kertyy vuoteen 2030 mennessä henkilöautoliikenteessä 24,7 prosenttia ja kokonaishenkilöliikenteessä 25,1 prosenttia.

Tässä skenaariossa vastaajat olivat skeptisiä sen suhteen, että tarpeeksi tehokkaita muutoksia saataisiin aikaiseksi riittävän nopeasti. Usko esimerkiksi tehokkaaseen taloudelliseen ohjaukseen ja yhteiskuntarakenteen hajautumisen pysäyttämiseen on heikko. Samaan aikaan väestön uskotaan kasvavan erityisesti maahanmuuton myötä, mikä lisää myös liikkumista. Ikääntyvän väestön uskotaan myös olevan parempikuntoista, mikä mahdollistaa suuremman liikkuvuuden kuin ennen, niin autolla kuin muillakin kulkutavoilla.

*En usko, että mitään järkeviä realiteetteja on mennä yhtään nopeemmin (tavoitteiden kiristämisessä), kun kuitenkin täytyy ajatella se, että autoilu on todella tärkeätä ihmisille, mutta myös sitte kaupalle ja valtiolle.*

*Aluerakenne ja yhdyskuntarakenne, ei oo niinku mitään merkkejäkään, että siihen pystyttäis mitenkään vaikuttamaan.*

*Meidän väestö ikääntyy ja väestömäärä kasvaa niin kyllähän se pelkäästään omalta osaltaan tuo lisää liikkumistarpeita. Ikääntyvä väestö on parempikuntoisia kuin ennen, ne liikkuu varmasti enemmän kuin mitä aikaisempina vuosina.*

Tässä skenaariossa uskotaan edellistä skenaariota enemmän myös muiden teknologioiden kuin polttomoottorin yleistymiseen autojen käyttövoimana. Polttomoottoriautojen rinnalla nähdäänkin hybridien lisäksi tässä skenaariossa myös jonkin verran sähköautoja. Uusien teknologioiden ja perinteisen polttomoottorin hyötysuhteen parantumisen kautta hiilidioksidipäästöjen kasvun uskotaan lähes pysähtyvän vuoden 2020 jälkeen huolimatta kasvavista henkilöliikennesuoritteista. Henkilöautoliikenteen CO<sub>2</sub>-päästöt kasvavat tässä skenaariossa 10,4 prosenttia vuosina 2007–2020 ja 2020–2030 enää 1,1 prosenttia (kuva 7). Henkilöliikenteen kokonaishiilidioksidipäästöjen kasvu hidastuu tätäkin enemmän ja pysähtyy aiemmin. Uusien henkilöautojen keskimääräiset hiilidioksidipäästöt pienenevät keskimäärin 2,3 prosentin vuosivauhtia vuoteen 2030, jolloin uusien henkilöautojen päästölukemissa päästään noin 80 hiilidioksidigrammaan kilometriä kohti (kuva 7). Tämä päästötaso jää vielä jonkin verran EU:n asettamasta tavoitteesta (95g/km v. 2020), sillä vuonna 2020 uusien henkilöautojen keskimääräiset hiilidioksidipäästöt ovat tässä skenaariossa 112 g/km. Eräs vastaaja väläyttää myös Suomeen jonkinlaista henkilöautojen romutusmaksua, josta on saatu hyviä kokemuksia esimerkiksi Saksassa. Tällöin Suomen hitaasti uusiutuvaa autokantaa saatettaisiin saada uusittua ripeämmin. Tosin huonona puolena romuttamisen edistämässä on rahavirtojen karkaaminen ulkomaille, koska Suomella ei ole autoteollisuutta. Tässä skenaariossa korostuu myös näkemys siitä, ettei liikennesuoritteita välttämättä tarvitsekaan pienentää niin pitkään kuin teknologian avulla saadaan päästöt pysymään kurissa.

*Kyllä nyt on nähtävissä sellainen autokonsepti, joka poistais aika pitkälti ton (hiilidioksidipäästö)ongelman.*

*Kyllä mä oon siitä lähteny, että ei tää liikkumistarve mihinkään vähene, että mihinkäs tässä nyt tarttee vähentyäkään.*

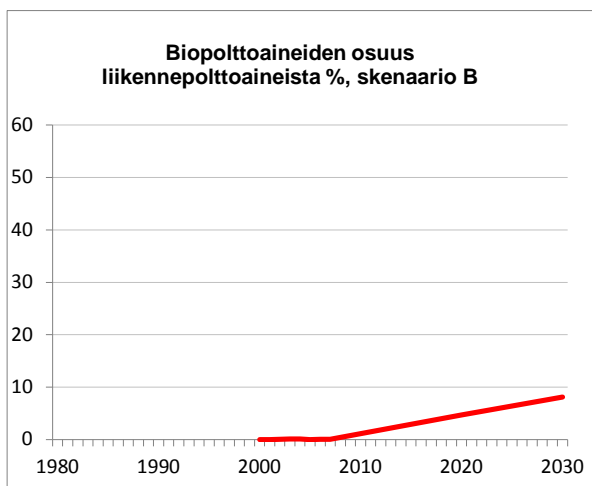
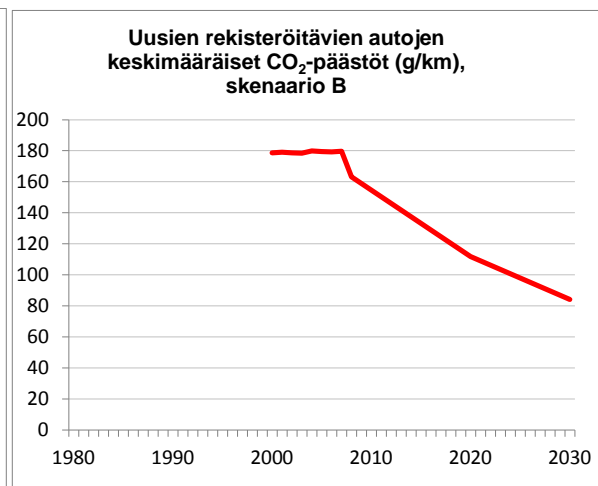
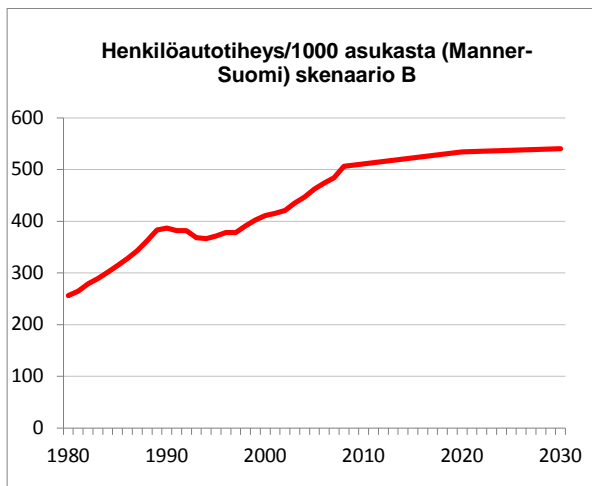
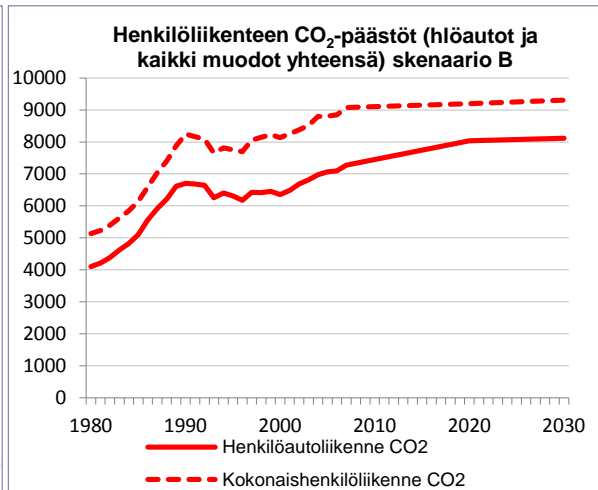
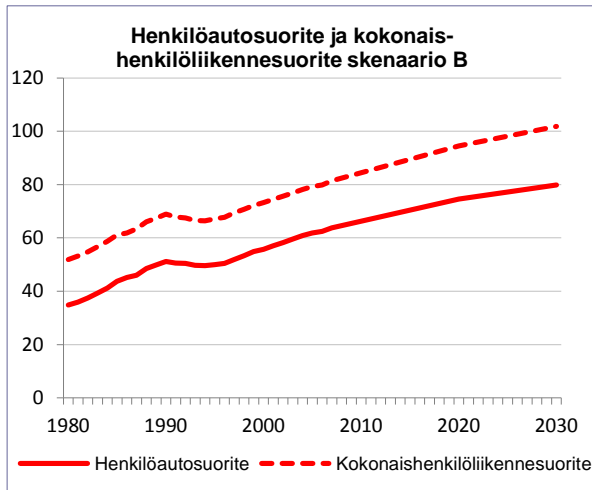
Henkilöautotiheys kasvaa vielä hieman, mutta suhteellinen kasvu putoaa alle puoleen vuosien 2000–2007 vuosittaisesta suhteellisesta kasvusta (kuva 7). Autokannan kasvun uskotaankin vähitellen saavuttavan saturaatiopisteen ja sen jälkeen mahdollisesti kääntyvän jopa laskuun vuoden 2030 jälkeen.

*Kun on maa täytetty autoilla niin sitten alkaa kasvu hidastua ja jopa laskee sitten sen jälkeen.*

Biopolttoaineprocentti kasvaa vuoteen 2030 mennessä 8,1 prosenttiin (kuva 7), mikä on huomattavasti alle EU-tavoitteiden. Biopolttoaineisiin suhtaudutaan skeptisesti, sillä niiden hyötyjä epäillään suhteessa kustannuksiin. Ulkomainen tuotanto torjutaan, koska sen sanotaan tuhoavan esimerkiksi sademetsiä, uhkaavan ruoantuotantoa ja olevan kuljetuskustannustensa ja päästöjensä takia arveluttava vaihtoehto.

*Tää (EU:n liikenteen uusiutuvan energiankäytön tavoitteet) ei välttämättä ohjaa ihan toivottavaan kehitykseen, että jos se on sillä tavalla, että sitten tuodaan sitä (biopolttoainetta) tuolta hirveen kaukaa, kun se on halvempaa siellä kuin täällä sitten kotimainen tuotanto, niin siinä tavoitteet lyö käytäntöä sitten korville.*

*Nyt puhutaan paljon biopolttoaineista, mutta itse en ole vielä kyllä tavannut sellaista koko elinkaareltaan hyvää vaihtoehtoa, mikä ei tuhoais metsiä tai sitten ruokaan tarkoitettua viljelysala.*



Kuva 7. Poliittikapessimismi (skenaario B) kuvina.

### 5.2.3 Skenaario C: Teknologioptimismi

Teknologioptimismi-skenaario muodostuu 16 tulevaisuuskuvasta, joista viisi on todennäköisiä ja 11 toivottavia. Tämä on siis ensimmäinen skenaario, joka koostuu useammasta toivottavasta kuin todennäköisestä tulevaisuuskuvasta.

Teknologioptimismi-skenaariossa suhteellinen henkilöautosuorite jatkaa kasvuaan, mutta hitaammalla tahdilla kuin vuosina 2000–2007 (kuva 8). Vuotuinen suhteellinen kasvu on keskimäärin 0,4 prosenttia. Kasvu painottuu vuosille 2007–2020 tasaantuen tämän jälkeen. Myös kokonaishenkilöliikennesuoritteen kasvu hidastuu, mutta henkilöautosuoritteen kehitykseen verrattuna vähemmän. Kokonaishenkilösuoritteessa ei myöskään ole nähtävissä tasaantumaa vuoden 2020 jälkeen vaan kasvu jatkuu suunnilleen samassa tahdissa. Henkilöauto- ja kokonaishenkilöliikennesuoritteen kehitystä kuvaavat seuraavat haastatteluista poimitut kommentit:

*Tietynlainen elintason kasvu sallittais jossakin tapauksissa, et siellä missä se tyydyttymätön liikkumistarve halutaan tyydyttää ja sille on tarve niin sitä ei estettäis.*

*Mitä helpommin pääsee niin sitten liikutaan enemmän.*

Vaikka suoritteet vielä jonkin verran kasvavat, henkilöautoliikenteen ja kokonaishenkilöliikenteen hiilidioksidipäästöt kääntyvät laskuun (kuva 8). Päästöt vähenevät reilun prosentin suhteellisella vuosivauhdilla ja kokonaisvähennys on vuoteen 2030 mennessä noin neljänneksen verrattuna vuoden 2007 päästötasoon. Tässä skenaariossa henkilöautoliikenteen päästöt määräävät tahdin ja kokonaishenkilöliikenteen päästöt seuraavat henkilöautojen päästöjä eli muiden henkilöliikennemuotojen päästöt säilyvät lähes ennallaan.

*Tää ohjaus, mikä nyt on lähteny käyntiin saatais voimistettua ja kansalaiset yhä voimakkaammin haluamaan pienipäästöisiä (autoja), jolloin voitais selkeesti saada päästöt vähenemään, vaikka suoritteet eivät oleellisesti väheniskään tai jopa pysyisivät edelleen kasvussa.*

Henkilöautotiheyden kasvu käytännössä pysähtyy, kun on saavutettu hieman yli 500 auton tiheys 1000 asukasta kohti (kuva 8). Henkilöautotiheys on tässä skenaariossa 530 vuonna 2030, mikä tarkoittaa 0,2 prosentin suhteellista vuosittaista kasvua vuodesta 2008.

*Onko parempi, että meillä on paljon uusia autoja, jotka on erinomaisen energiatehokkaita vai, että meillä on vanhoja louskuja, jotka syö kaks kertaa enemmän polttoainetta, puolet vähemmän? Että toivottava kehitys lähtee siitä, että ajoneuvokanta uusiutuu, mutta niiden määrä ei lisääny hirveen paljon.*

Tässä skenaariossa vuonna 2030 päästään runsaaseen 15 prosentin biopolttoaineosuuteen (kuva 8). Skenaariossa uskotaan Suomen mahdollisuuksiin tuottaa kotimaisia toisen sukupolven biopolttoaineita, jotka

ovat eettisesti kestäväällä pohjalla eivätkä uhkaa ruoantuotantoa tai sademetsiä. Biopolttoaineiden raaka-aineiksi mainittiin tässä skenaariossa muun muassa elintarviketeollisuuden jätteet ja puubiomassa.

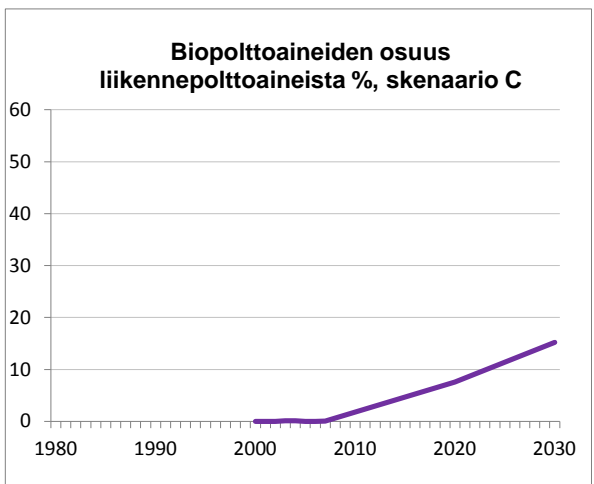
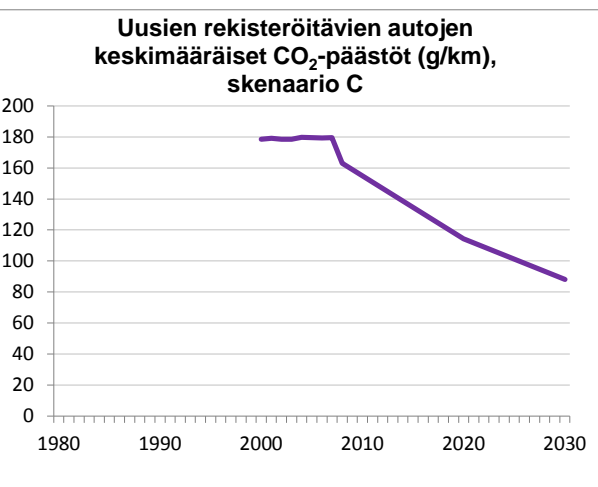
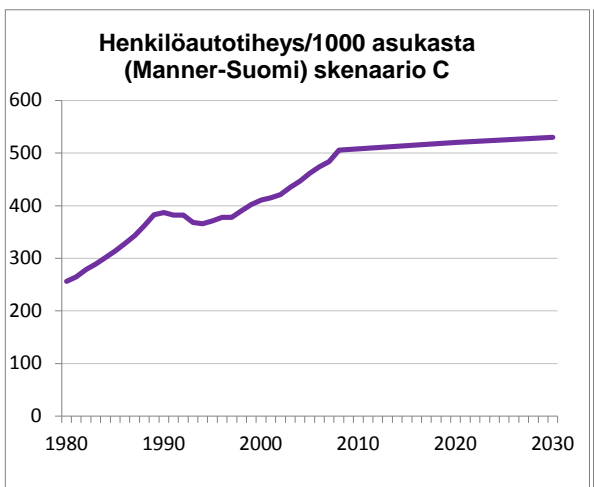
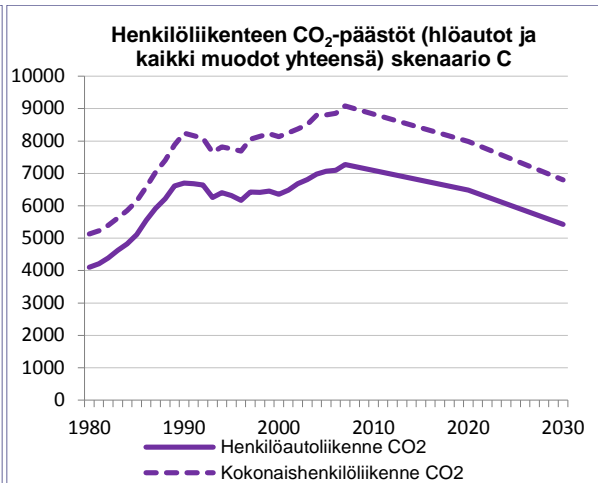
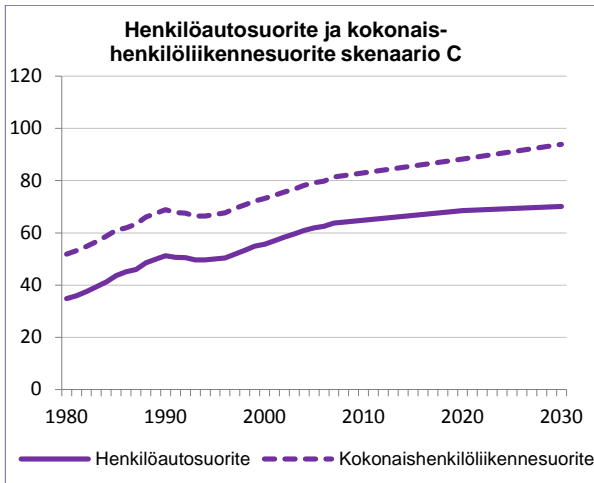
*Kyllä mä varsinkin tonne pidemmälle aikavälille vahvasti laskeen, että ne pitäis olla näitä meillä itse kehitettyjä puupohjaisia tai tietysti jättepohjaisia.*

Uusien rekisteröitävien autojen päästöjen uskotaan pienenevän runsaat 45 prosenttia vuoteen 2030 mennessä. Tällöin uusien autojen keskimääräiset hiilidioksidipäästöt ovat 114 g/km vuonna 2020 ja 88 g/km vuonna 2030 (kuva 8). Tämäkään ei kuitenkaan riitä täyttämään EU:n vuodelle 2020 asettamaa 95 g/km päästötavoitetta.

*On muutettava subtautumista autojen suorituskykyyn. Autojen moottoreissa on käsittämätön määrä ylimääräistä suorituskykyä, jota ei oikeesti tarvita yhtään mibinkään. Se on mukavuustekijä, arvostustekijä. Tinkimällä niistä polttoaineen kulutusta voitais laskea jo vaikka kuinka paljon enemmän.*

*Mikään näistä tekniikoista ei lyö sillä tavalla yksin läpi eli nythän on bensiiniautoa saatu taas kehitettyä hirveän hyväksi, ihan tasavertaiseksi dieselin kanssa, dieselä voidaan kehittää lisää ja hybridi tulee ja sähköauto tulee...*

*Vetyauto on todennäköisesti poissa kuvioista, että se ei tule olemaan. Se on niin bankala asia, että se ei.*



Kuva 8. Teknologiaoptimismi (skenaario C) kuvina.

## 5.2.4 Skenaario D: Tieliikenteestä tietoliikenteeseen

Tieliikenteestä tietoliikenteeseen -skenaario koostuu kolmesta todennäköisestä ja neljästä toivottavasta eli yhteensä seitsemästä tulevaisuuskuvasta. Tässä skenaariossa henkilöauto- ja kokonaishenkilöliikennesuoritteet kääntyvät laskuun. Henkilöautosuorite pienenee noin prosentin vuosivauhdilla, mikä johtaa henkilöautosuoritteen vajaaseen 27 prosentin pienenemiseen vuoteen 2030 mennessä (kuva 9). Tällöin suorite on hieman pienempi kuin 90-luvulla. Kokonaishenkilöliikennesuorite pienenee hieman hitaammin kuin henkilöautosuorite. Kokonaishenkilöliikennesuoritteen pieneneminen tarkoittaa, että tässä skenaariossa ihmisten liikkuminen kaiken kaikkiaan vähenee. Liikkumista pystytään vähentämään yhdyskuntarakennetta tiivistämällä, edistämällä esimerkiksi etätöitä ja kehittämällä erilaisia verkkopalveluita.

*Ihminen on ollut erittäin liikkuvainen iät ja ajat. Se on luontainen tarve liikkua, mut siitä huolimatta mä kuvittelen, että henkilöliikenne vähenee ja sit toiset pelit, tota niin se mitä tapahtuu teknisessä mielessä, mutta myös tässä kulttuurisessa, sosiaalisessa ympäristössä on tää tietoteknologian ja verkko-yhteisön edelleen niinku voimistuminen.*

Myös ruuhkamaksut tai jonkinlaiset tienkäyttömaksut nähdään tässä skenaariossa todennäköisinä. Nämä taloudelliset ohjauskeinot yhdistettynä yhdyskuntarakenteen tiivistymiseen kannustavat vähentämään liikkumista tai siirtymään henkilöautosta toiseen kulkutapaan.

*Yhdyskuntarakenteessa tietysti pitäisi tapahtua semmosia muutoksia, missä autottomat keskustat, kävelykadut lisääntyis, sitte pyöräteiden määrä ylipäätään, ne edellytykset lisääntyis samaan aikaan kuin sitten autoilu ois tehty ihan älyttömän kalliiksi.*

*Raideliikennettä ja joukkoliikennettä suosiva liikennepolitiikka kaupungeissa ja valtakunnallisestikin niin sen asema vahvistuu koko ajan, mikä sitten johtaa siihen, että otetaan noi tietullit käyttöön ja sitten valtakunnallisesti autoliikenteen kilometrimaksut. Se on se konsti, jolla pystyy subteellisen nopeasti saamaan niitä suoritemuutoksia aikaan.*

*Palveluetaisyysnormeja asetettais, missä uusia asuntoja ei saisi rakentaa muuta kuin semmosiin paikkoihin, missä nyt vaikkapa 300 metrin päässä on peruspalvelut: kauppa ja joku niin kuin bussipysäkki ja työpaikka.*

Pienentyneiden suoritteiden myötä osa ihmisistä luopuu autostaan ja henkilöautotiheys kääntyy laskuun (kuva 9). Vuonna 2030 henkilöautotiheys on 400 autolla/1000 asukasta noin vuoden 2000 tasolla. Tämä vähenemä on 20 prosenttia vuoden 2008 tasosta.

*Autojen määrä, mä uskon, että se kasvu on saavutettu. Se ei Suomessa lisääny.*

Hiilidioksidipäästöt laskevat huomattavasti suoritteita enemmän. Vuonna 2030 hiilidioksidipäästöt ovat alle vuoden 1980 tason (kuva 8), mikä edellyttää henkilöautoliikenteen päästöjen pienenemistä runsaalla 55 prosentilla vuodesta 2007. Myös henkilöliikenteen kokonaishiilidioksidipäästöt laskevat yli 53 prosenttia

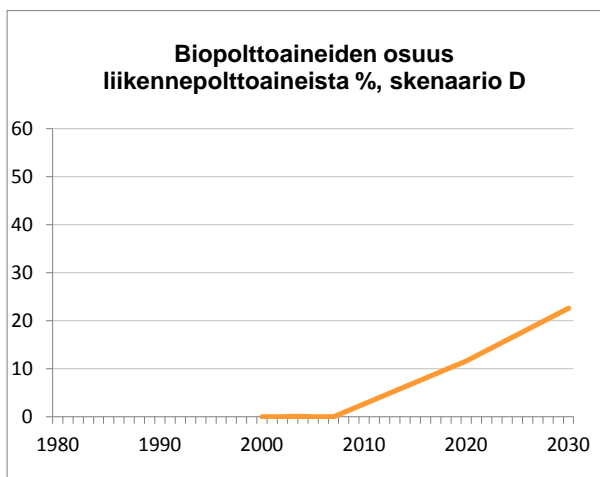
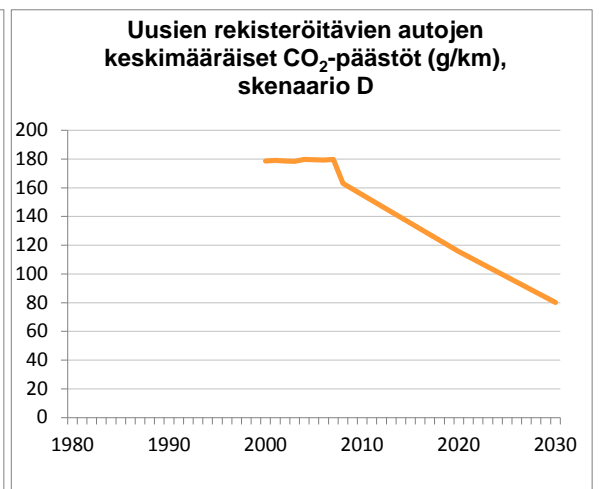
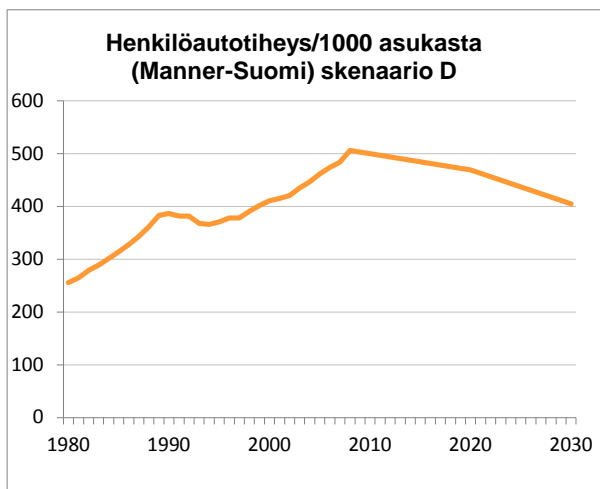
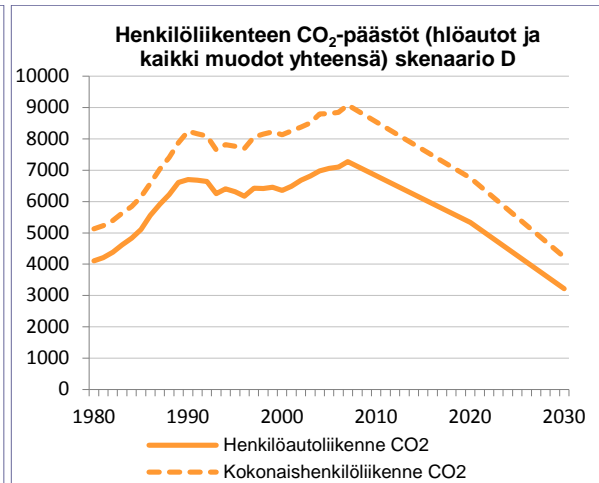
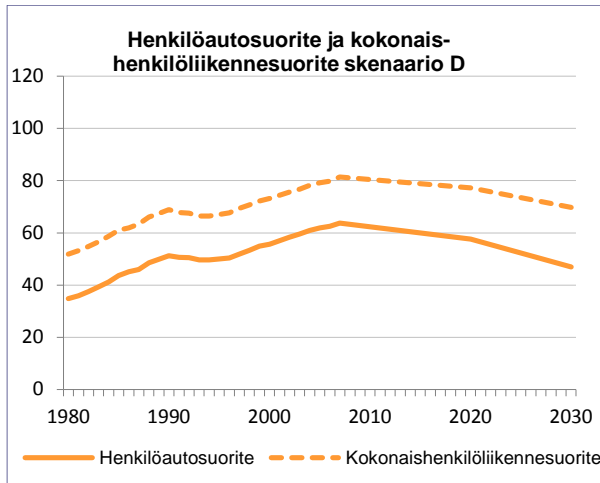
samalla aikavälillä. Suoritteiden laskua suurempien päästövähennysten taustalla nähdään ajoneuvoteknologian parantuminen sekä liikenteen sähköistyminen. Uusien ajoneuvojen keskimääräisten CO<sub>2</sub>-päästöjen uskotaan tässä skenaariossa olevan 80 g/km (kuva 9), mikä on samaa tasoa kuin skenaarioissa B ja C. Tässä skenaariossa kuitenkin uskotaan edellisiä enemmän biopolttoaineiden merkitykseen päästöjen vähentämisessä. Biopolttoaineprosentin uskotaan tässä skenaariossa olevan 22,6 vuonna 2030. Tätä edesauttaa polttoaineiden verotuksen porrastaminen hiilidioksidiperustaiseksi, mikä parantaa biopolttoaineiden kilpailukykyä markkinoilla.

*Sähköautot tulee ja jyrää ja biopolttoaineet tullaan ehkä enemmän korvaamaan biokaasulla, mutta se vaatii sitten jakeluverkkoa*

*Ajoneuvoteknologia on ylivoimaisesti merkittävin tapa vähentää päästöjä lyhyellä ja keskipitkällä aikavälillä. On se itse asiassa pitkälläkin aikavälillä, mutta sitten yhdyskuntarakenne alkaa vaikuttaa jo enemmän... Eli käytännössä ensin perinteiseen polttomoottoriteknoologiaan tehtävät parannukset ja osasähköistyminen eli hybridautot ja lopulta täyssähköistyminen. Se on kärkeäasti merkittävin, joka puskee noita liikenteen päästöjä alas.*

*2020-luvulla varmaan jo enemmistö uusista autoista voi olla sähköautoja, mutta se edellyttää jälleen kerran vahvoja poliittikiikatoimia, että markkinavetoisesti näin nopea kehitys ei näytä hirveen realistiselta.*





**Kuva 9.** Tielikenteestä tietoliikenteeseen (skenaario D) kuvina.

### 5.2.5 Skenaario E: Henkilöautoliikenteen romahdus

Henkilöautoliikenteen romahdus -skenaario koostuu kahdesta toivottavasta tulevaisuuskuvasta. Tässä skenaariossa henkilöautoliikenne ja sen päästöt sekä henkilöautotiheys romahtavat. Samaan aikaan kokonaishenkilöliikennesuorite kuitenkin lähtee pienen notkahduksen jälkeen jälleen kasvuun eli ihmisten liikkuminen ei vähene vaan henkilöautoilusta siirrytään muihin liikennemuotoihin.

Henkilöautoliikennesuorite laskee tässä skenaariossa jo vuonna 2020 alle vuoden 1980 tason ja puolittuu tästä vielä vuoteen 2030 mennessä (kuva 10). Henkilöautosuorite pienenee vuosien 2007 ja 2030 välillä huiumat 76,6 prosenttia. Kokonaishenkilöliikennesuorite kääntyy aluksi henkilöautoliikennesuoritteen vanavedessä laskuun, mutta vuoden 2020 jälkeen se alkaa taas kasvaa. Vuoteen 2030 mennessä kasvua kertyy 2 prosenttia (kuva 10).

Myös henkilöautotiheys laskee rajusti. Vuonna 2030 henkilöauto on tuhannesta asukkaasta enää noin 150:llä eli suuri osa ihmisistä luopuu autosta kokonaan ja siirtyy muihin kulkuvälineisiin. Henkilöautoliikenteen rajun vähentymisen taustalla nähdään esimerkiksi yhdyskuntarakenteen tiivistyminen, henkilöautojen käyttöön perustuva verotus, ruuhkamaksut, polttoaineveron korotus ja jopa henkilökohtaiset päästökiintiöt. Siirtymistä henkilöauton käytöstä muihin liikennemuotoihin tuetaan esimerkiksi maksuttomalla joukkoliikenteellä.

*Luulen, että vuoteen 2030 mennessä meillä vois hyvin olla Suomessa ja Euroopassa esimerkiksi henkilökohtaiset päästökiintiöt, jotka sitten asettaa sen rajan, että kuinka paljon päästöjä voi tuottaa ja sitä kautta ihmiset seuraa ja myös valitsee sen oman elämäntavan, että jos liikkuu paljon vaikkapa autolla niin potentiaalisesti jossain muussa pitää vähentää, vaikka asumisessa ja ruoassa ja taas toisinpäin.*

*Polttoaineveron korotuksen ja ruuhkamaksujen lisäksi meillä on vaikkapa pääkaupunkisidulla käyttäjilleen maksuton joukkoliikenne.*

Koska kokonaisliikennesuorite edelleen kasvaa henkilöautosuoritteen pienentymisestä huolimatta, henkilöautolla tehtyjen matkojen on korvauduttava jollakin muulla liikennevälineellä, sillä kuten jo aiemmin todettiin, liikkuminen ei tässä skenaariossa vähene. Lisäksi sekä henkilöautoliikenteen että kokonaishenkilöliikenteen hiilidioksidipäästöt laskevat rajusti (vajaa 80 %), vaikka kokonaisliikennesuorite ei samana aikana pienene, vaan jopa kasvaa hieman (kuva 10). Vastaukseksi tähän tarjotaan ilmaista joukkoliikennettä, sähköisen raideliikenteen suoritteiden kasvua, nopeusrajoitusten alentamista ja henkilöautojen lisäksi myös bussien sähköistymistä. Lisäksi kevyttä liikennettä edistetään.

*Tarjotaan vaikka kaikille kaupunkilaisille ilmainen fillari.*

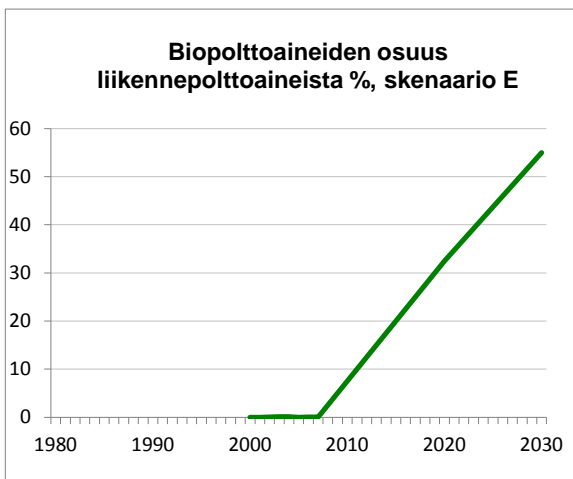
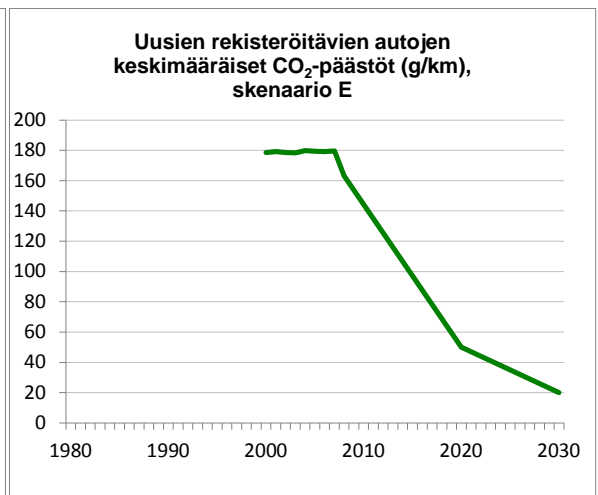
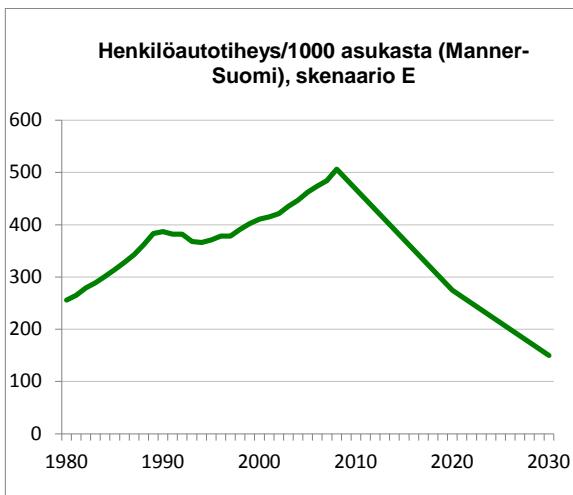
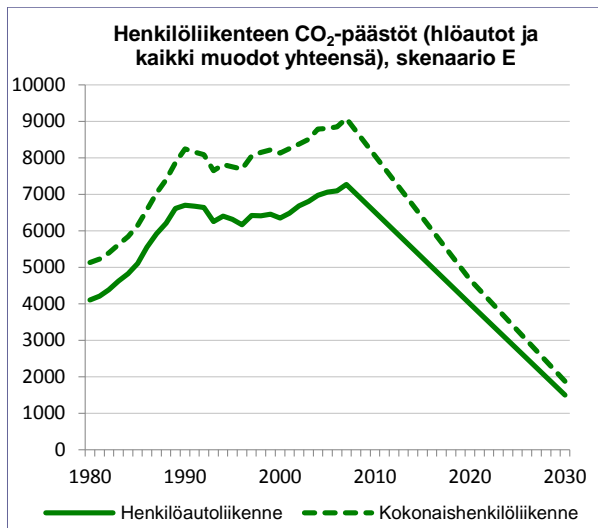
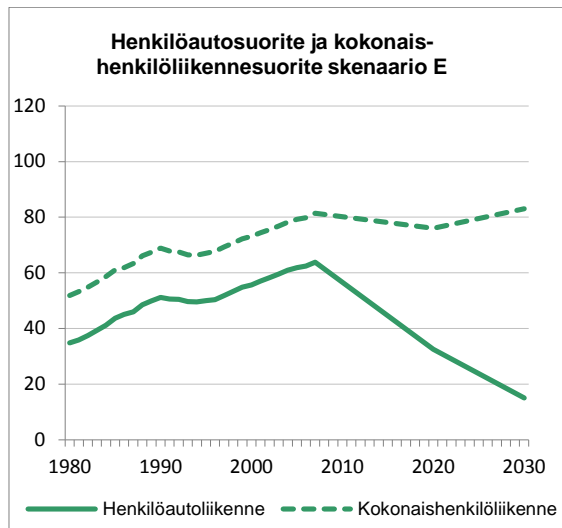
*Kattonopeuksien alentamiskokeiluja tai ylipäänsä, että niitä alennettais tai talvinopeusrajoitukset otettais ympärivuotiseen käyttöön.*

Päästöihin vaikuttavat myös biopolttoaineet ja uudet teknologiat. Biopolttoaineita on liikennepolttoaineista vuonna 2030 jo 55 % (kuva 10), mikä ylittää Euroopan unionin asettamat tavoitteet. Biopolttoaineiden uskotaan olevan esimerkiksi levä- tai puupohjaisia. Uusien henkilöautojen päästöt ovat vuonna 2030 enää 20 g/km (kuva 10).

*Vuoteen 30 mennessä meillä on varmaan jo hyvin vahva ilmastopimus siitä, että teollisuusmaissa päästöt pitää tiputtaa pyöreästi nollaan vuosisadan puoleen väliin mennessä.*

*Vuoteen 2030 mennessä ajoneuvokanta on niin pitkälle uusiutunut, että se käy pelkästään uusiutuvilla tuotetulla sähköllä tai sitten biopolttoaineilla tai biokaasulla. Tietysti on ihan mahdollista myöskin semmonen, että ihmiset suosii yhä enemmän ei ainoastaan vähäpäästöisiä autoja vaan kokonaan päästöttömiä sitte, kun niitä markkinoille enemmän saadaan. Niin se kyllä ohjaa.*

*Ei oo toivottavaa, että sitä lisäystä tulee palmuöljystä tai ruokapohjaisista kasveista tai puhumattakaan jostain turvedieselistä. Avainsana on, että se on elinkaareltaan järkevää se biopolttoaineiden käyttö.*

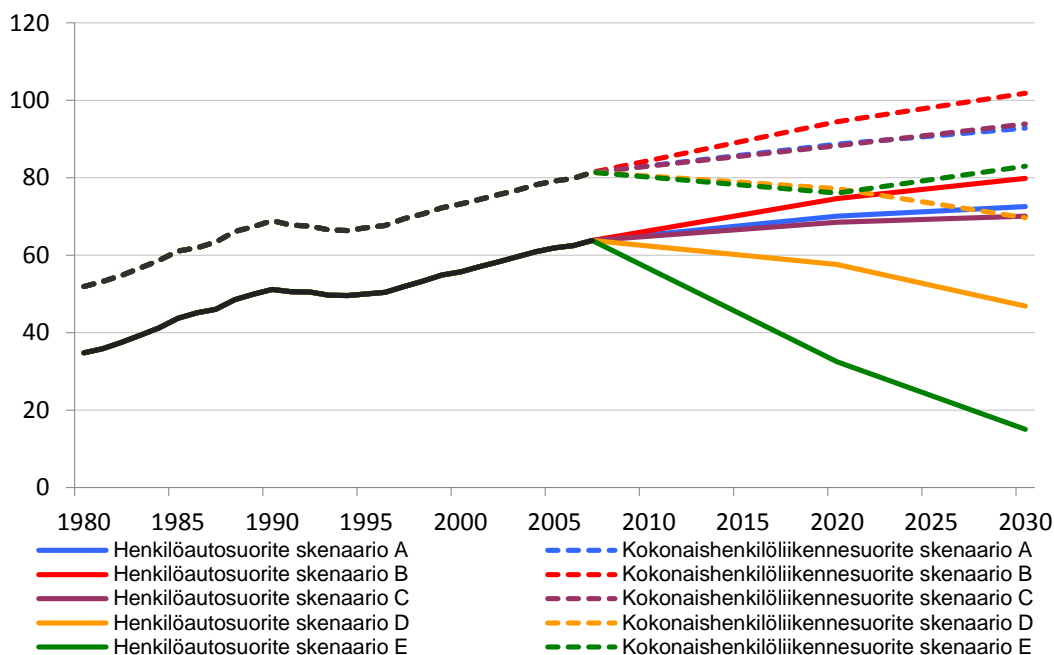


**Kuva 10.** Henkilöautoliikenteen romahdus (skenaario E) kuvina.

## 6. TULOSTEN TARKASTELO – SKENAARIOIDEN VERTAILU

Tässä luvussa vertaillaan tutkimuksessa muodostettuja skenaarioita toisiinsa ja havainnollistetaan niiden eroja ja yhtäläisyyksiä kuvin. Luvussa tarkastellaan myös joidenkin muuttujaparien, kuten henkilöautosuoritteen ja henkilöautoliikenteen päästöjen muutosta suhteessa toisiinsa. Tätä suhdetta on havainnollistettu ristiintaulukoinnilla muodostetuilla nelikentillä (esim. kuva 14). Lisäksi skenaarioita vertaillaan aiempiin suomalaisiin liikenneskenaarioihin.

Tämän tutkimuksen skenaarioissa on enemmän hajontaa henkilöautosuoritteen kuin kokonaishenkilöliikennesuoritteen osalta (kuva 11). Molemmat suoritteet jatkavat kasvuaan skenaarioissa Materialistisen hyvinvoinnin kasvu (A), Poliittikkapessimismi (B) ja Teknologiaoptimismi (C), kun taas skenaarioissa Tietoliikenteeseen (D) ja Henkilöautoliikenteen romahdus (E) suoritteet kääntyvät laskuun. Henkilöauto-liikenne-suoritteen ja kokonaishenkilöliikennesuoritteen suhdetta skenaarioittain tarkasteltaessa voidaan lisäksi huomata, että kaikissa muissa skenaarioissa henkilöliikennesuorite- ja kokonaishenkilöliikennesuoritekäyrät ovat keskenään melko samansuuntaiset paitsi Henkilöautoliikenteen romahdus (E) -skenaariossa. Tämä on ainoa skenaario, jossa kokonaishenkilöliikennesuorite kasvaa, kun henkilöautoliikenteen suorite romahtaa. Kokonaishenkilöliikennesuorite lähtee tässäkin skenaariossa aluksi laskuun, mutta kääntyy vuoden 2020 jälkeen jälleen kasvuun. Näyttää siltä, että kestää hetken ennen kuin muilla liikennemuodoilla pystytään korvaamaan aiemmin henkilöautolla kuljetut matkat. Kapasiteetin kehittyminen riittäväksi tuleekin todennäköisesti olemaan syynä tähän kokonaishenkilöliikennesuoritteen väliaikaiseen sukellukseen.

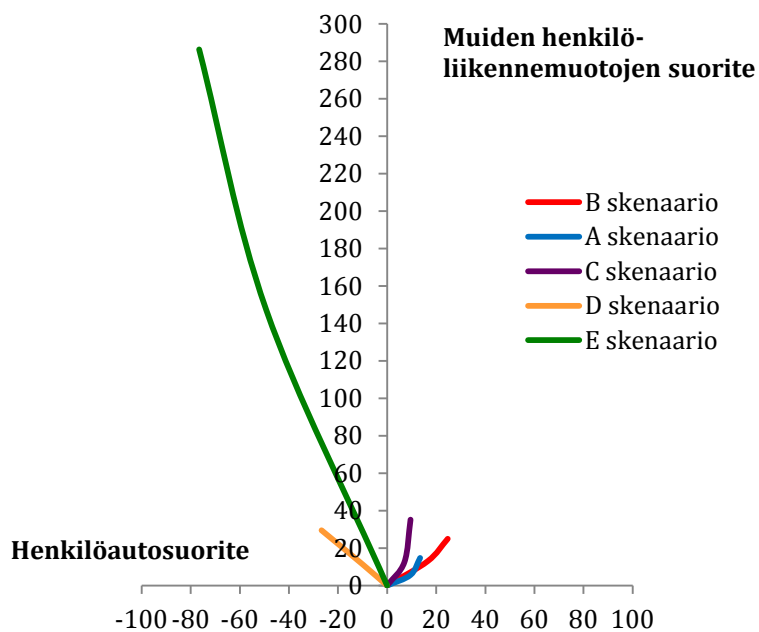


**Kuva 11.** Viisi skenaariota: henkilöautosuorite ja kokonaishenkilöliikennesuorite Suomessa vuosina 1980–2030.

Verrattaessa suoritteiden kehitystä muihin suomalaisiin liikenneskenaarioihin voidaan todeta, että VTT:n baselineskenaario on vuoteen 2020 asti kasvumyönteisempi kuin tässä tutkimuksessa muodostetut skenaariot, sillä siinä henkilöliikenteen suhteelliseksi kasvuksi oletetaan 19 prosenttia vuoteen 2020 mennessä, kun se tämän tutkimuksen pessimistisimmässä skenaariossa on tällöin noin 16 prosenttia.

Suoritteiden suhteen kasvukriittisemmät skenaariot Tieliikenteestä tietoliikenteeseen (D) ja Henkilöautoliikenteen romahdus (E) ovat kaikkiin suomalaisiin skenaarioihin verrattuna erittäin optimistisia. Missään muissa tässä työssä tarkastelluista skenaarioista ei ole nähty liikennesuoritteiden kääntyvän laskuun, vaan jatkavan kasvuaan tai korkeintaan tasaantuvan vuoteen 2030 mennessä lähinnä henkilöautoliikenteen osalta, kuten esimerkiksi ILARI-hankkeen baselineskenaariossa (Tapio ym. 2011).

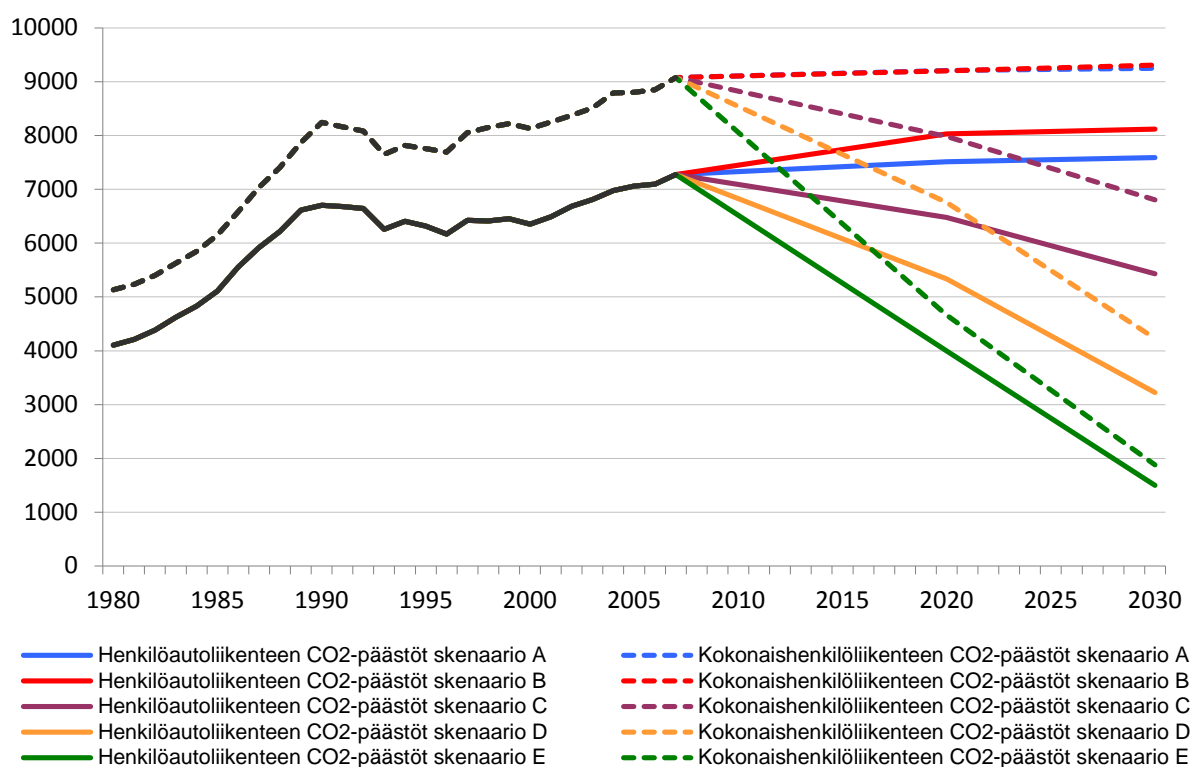
Henkilöautosuoritteiden ja muiden henkilöliikennemuotojen suoritteiden suhdetta voidaan havainnollistaa kuvan 12 kaltaisella kuvaajalla, joka esittää henkilöautosuoritteiden ja muiden henkilöliikennemuotojen suoritteiden prosentuaalisen muutoksen vuosina 2007–2030. Kuva havainnollistaa hyvin sitä, kuinka huikaa kasvua henkilöautoliikenteen radikaali väheneminen Henkilöautoliikenteen romahdus (E) -skenaariossa vaatii muilta liikennemuodoilta, jotta henkilöliikenteen kokonaissuorite ei pienene. Samaan aikaan, kun henkilöautoliikennesuorite pienenee 80 prosenttia skenaariossa E, muiden henkilöliikennemuotojen suorite kasvaa yli 280 prosenttia. Tämä huima kasvu muiden henkilöliikennemuotojen suoritteissa johtaa kuitenkin vain kahden prosentin kasvuun kokonaishenkilöliikennesuoritteissa vuoteen 2030 mennessä. Myös skenaariossa Tieliikenteestä tietoliikenteeseen (D) henkilöautosuorite pienenee ja muiden henkilöliikennemuotojen suorite samaan aikaan kasvaa. Muissa kolmessa skenaariossa sekä henkilöautosuorite että muiden henkilöliikennemuotojen suoritteet kasvavat.



**Kuva 12.** Henkilöautosuoritteiden ja muiden henkilöliikennemuotojen suoritteiden muutos vuosina 2007–2030. Vaaka-akselilla henkilöautosuoritteiden muutos prosentteina ja pystyakselilla muiden henkilöliikennemuotojen suoritteiden muutos prosentteina.

Skenaarioiden erot suhteessa toisiinsa ovat suuria niin henkilöautoliikenteen kuin kokonaishenkilöliikenteen hiilidioksidipäästöjenkin osalta (kuva 13). Kaikissa skenaarioissa päästöjen kasvu on maltillisempaa kuin suoritteiden kasvu ja vastaavasti niissä skenaarioissa, joissa suoritteet laskevat, päästöt vähenevät suhteessa enemmän. Myös Teknologiaoptimismi (C) -skenaariossa niin henkilöautoliikenteen kuin kokonaishenkilöliikenteenkin hiilidioksidipäästöt pienenevät suoritteiden kasvusta huolimatta.

Skenaarioissa Materialistisen hyvinvoinnin kasvu (A) ja Poliitikkapessimismi (B) hiilidioksidipäästöt joko kasvavat tai jäävät kutakuinkin nykyiselle tasolle. Teknologiaoptimismi (C) -skenaariossa taas päästöt kääntyvät suoritteiden kasvusta huolimatta selkeään laskuun. Kaikista mielenkiintoisin on kuitenkin Henkilöautoliikenteen romahdus (E) -skenaario, sillä siinä henkilöliikenteen kokonaispäästöt laskevat runsaasti tai käytännössä romahtavat, vaikka samaan aikaan kokonaishenkilöliikennesuorite hieman kasvaa. Tätä kehitystä selittävät esimerkiksi uusiutuvalla energialla kulkevan raideliikenteen yleistymisen ja hybridi- tai kokosähköbussit.

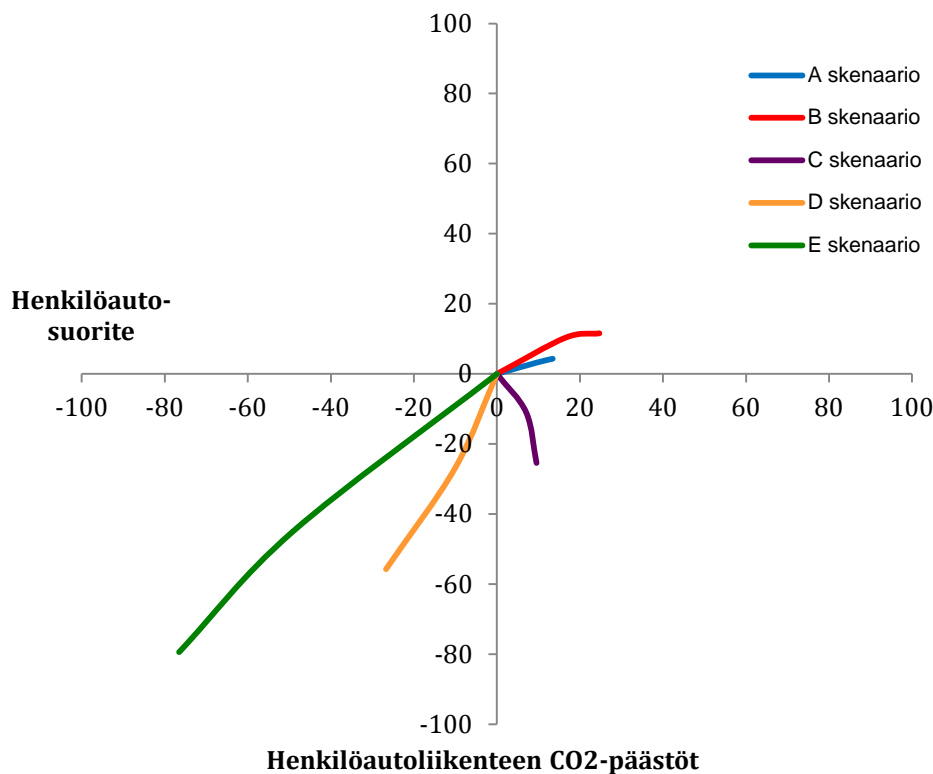


**Kuva 13.** Viisi skenaariota. Henkilöautoliikenteen CO<sub>2</sub>-päästöt ja henkilöliikenteen kokonais CO<sub>2</sub>-päästöt Suomessa vuosina 1980–2030.

Verrattaessa hiilidioksidipäästöjen suhteen saatuja tuloksia suomalaisiin aiempiin skenaarioihin ja ennusteisiin voidaan todeta, että esimerkiksi LIPASTO-laskentajärjestelmän laskeviin päästöennusteisiin verrattuna tämän tutkimuksen skenaariot ennustavat joko suurempaa kasvua tai ovat huomattavasti kasvukriittisempiä. LIPASTO:n ennusteessa henkilöautoliikenteen hiilidioksidipäästöt vähenevät 1,4 prosenttia vuoteen 2029 mennessä. ILARI-hankkeen baselineskenaario on huomattavasti optimistisempi. Tässä skenaariossa henkilöautoliikenteen hiilidioksidipäästöt pienenevät noin 36 prosenttia vuosina 2007–

2030 (Tapio ym. 2011). ILARI:n skenaario on siis huomattavasti kasvukriittisempi CO<sub>2</sub>-päästöjen suhteen kuin tämän tutkimuksen skenaariot Materialistisen hyvinvoinnin kasvu (A), Poliitikkapessimismi (B) ja Teknologiaoptimismi (C). Kuitenkin skenaarioissa Tietoliikenteestä tietoliikenteeseen (D) ja Henkilöautoliikenteen romahdus (E) päästöt pienenevät vielä huomattavasti ILARI:n baselineskenaarion ennustetta enemmän.

Verrattaessa toisiinsa ristiintaulukoimalla henkilöautosuoritetta ja henkilöautoliikenteen hiilidioksidipäästöjä (kuva 14) voidaan nähdä selkeästi eri skenaarioiden erot näiden muuttujien suhteen. Kuvassa x-akseli kuvaa henkilöautosuoritteiden prosentuaalista muutosta vuodesta 2007 vuoteen 2030 ja y-akseli henkilöautoliikenteen hiilidioksidipäästöjen muutosta prosentteina vuodesta 2007 vuoteen 2030. Kuvasta voidaan nähdä, että skenaarioissa Materialistisen hyvinvoinnin kasvu (A) ja Poliitikkaskeptismi (B) molemmat muuttujat kasvavat, kun taas skenaariossa Teknologiaoptimismi (C) henkilöautoliikenteen päästöt pienenevät, vaikka samaan aikaan henkilöautosuorite kasvaa. Skenaarioissa Tietoliikenteestä tietoliikenteeseen (D) ja Henkilöautoliikenteen romahdus (E) sekä suoritteet että päästöt pienenevät suhteessa vuoden 2007 tilanteeseen. Henkilöautoliikenteen romahdus -skenaariossa tosin muutos on lineaarisempaa kuin Tietoliikenteestä tietoliikenteeseen -skenaariossa (D), jossa päästöt pienenevät suoritteesta enemmän.

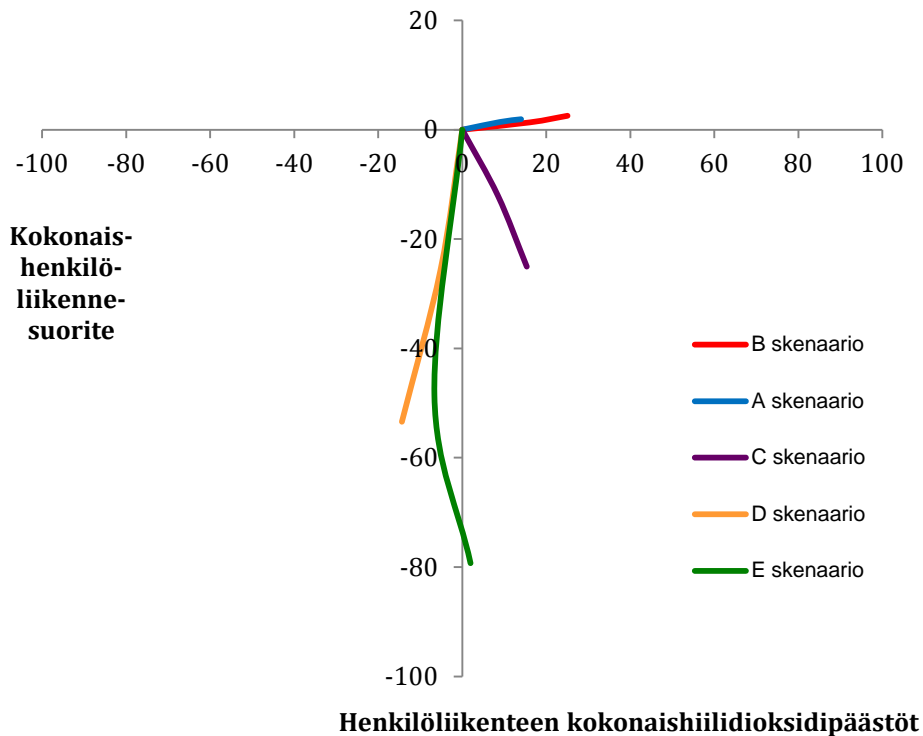


**Kuva 14.** Henkilöautosuoritteiden ja henkilöautoliikenteen hiilidioksidipäästöjen muutos vuosina 2007–2030. Vaaka-akselilla henkilöautosuoritteiden muutos prosentteina ja pystyakselilla hiilidioksidipäästöjen muutos prosentteina.

Edellisen kaltainen tarkastelu kokonaishenkilöliikennesuoritteiden ja henkilöliikenteen kokonaishiilidioksidipäästöjen suhteesta muodostaa hieman erilaisen kuvan (kuva 15), vaikka eri skenaariot

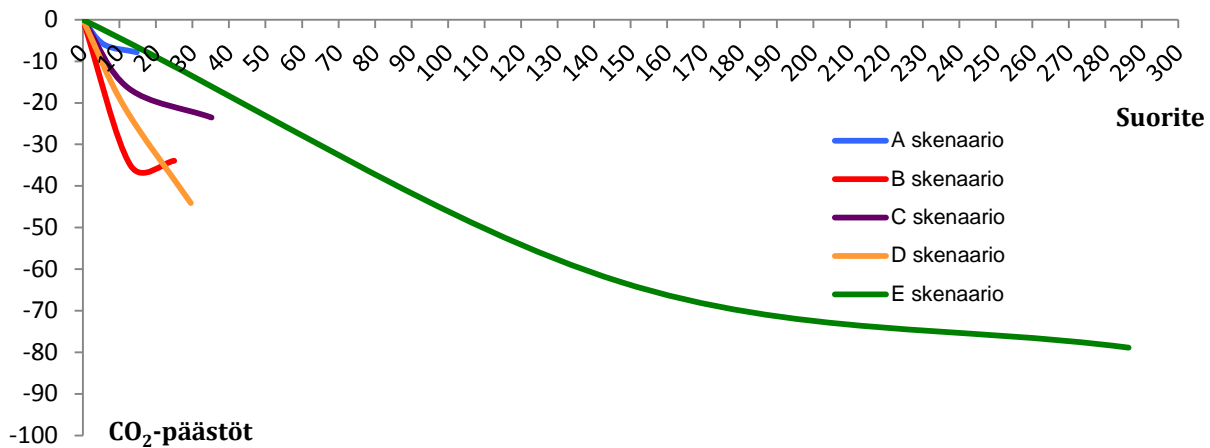


pysyvätkin suunnilleen samoissa neljänneksissä kuin henkilöautoliikennettä ja sen CO<sub>2</sub>-päästöjä tarkasteltaessa. Skenaarioissa Materialistisen hyvinvoinnin kasvu (A) ja Poliitikkapessimismi (B) kokonaishenkilöliikennesuorite kasvaa samaan aikaan, kun kokonaishenkilöliikenteen hiilidioksidipäästöt pysyvät lähes ennallaan. Teknologiaoptimismi -skenaariossa (C) päästöt pienenevät samaan aikaan, kun suoritteet kasvavat. Tieliikenteestä tietoliikenteeseen -skenaariossa (D) kokonaishenkilöliikennesuorite pienenee vuoteen 2007 verrattuna, mutta päästöt pienenevät lähes kolme kertaa enemmän kuin suoritteet. Skenaariossa Henkilöautoliikenteen romahdus (E) suoritteet pysyvät suunnilleen samoina, mutta päästöt romahtavat noin 80 prosenttia.



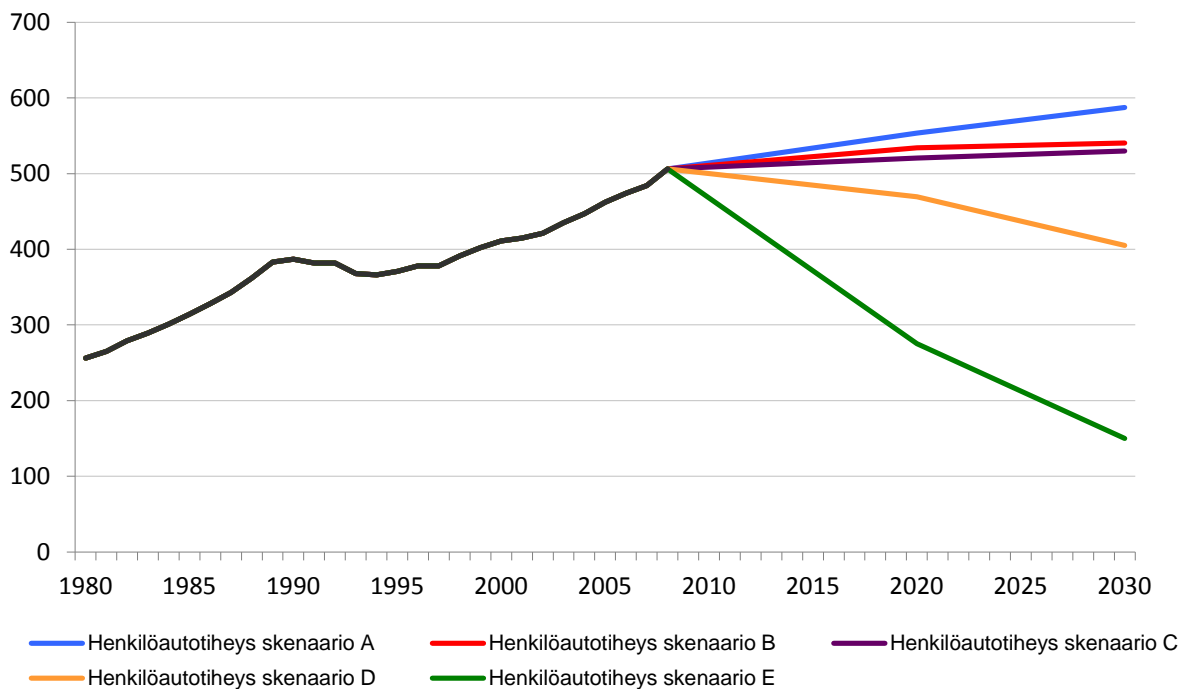
**Kuva 15.** Kokonaishenkilöliikennesuoritteen ja henkilöliikenteen kokonaishiilidioksidipäästöjen muutos vuosina 2007–2030. Vaaka-akselilla kokonaishenkilöliikennesuoritteen prosentuaalinen muutos ja pystyakselilla henkilöliikenteen kokonaishiilidioksidipäästöjen muutos prosentteina.

Kun tarkastellaan samoja muuttujia eli liikennesuoritetta ja hiilidioksidipäästöjä, mutta ilman henkilöautoliikennettä, kuvasta muodostuu jälleen varsin erilainen (kuva 16). Muiden henkilöliikennemuotojen kuin henkilöautoliikenteen suhteen kaikki skenaariot sijoittuvat samaan neljännekseen, jossa suoritteet kasvavat samaan aikaan, kun hiilidioksidipäästöt pienenevät. Jälleen Henkilöautoliikenteen romahdus -skenaario (E) on kuitenkin aivan omaa luokkaansa. Siinä sekä muiden henkilöliikennesuoritteiden kasvu, että päästöjen lasku ovat huikeat. Tästä kuvasta voidaan myös havaita, että Poliitikkapessimismi (B) -skenaariossa muiden henkilöliikennemuotojen kuin henkilöautoliikenteen yhteenlasketut päästöt pienenevät aluksi hieman alle 40 prosenttia, mutta sitten kehitys kääntyy taas kasvusuuntaiseksi.



**Kuva 16.** Muiden henkilöliikennemuotojen kuin henkilöautoliikenteen suorite ja hiilidioksidipäästöt vuosina 2007-2030. Vaaka-akselilla suoritteiden muutos prosentteina vuoteen 2030 ja pystyakselilla hiilidioksidipäästöjen prosentuaalinen muutos vuoteen 2030.

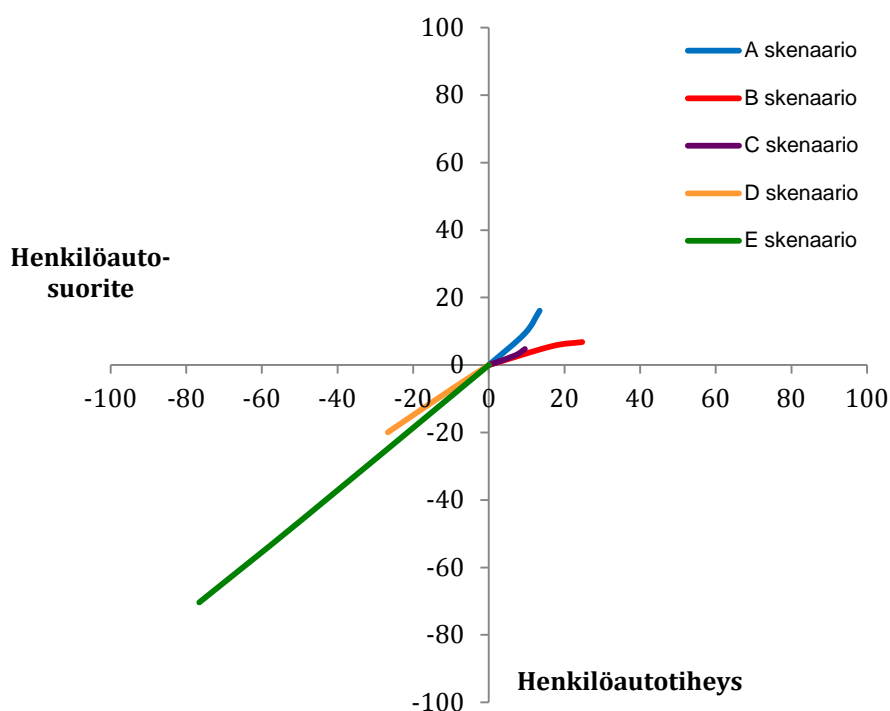
Henkilöautosuoritteeseen ja sitä kautta henkilöautoliikenteen hiilidioksidipäästöihin vaikuttaa myös henkilöautotiheys (kuva 17). Eri skenaariot ovat henkilöautotiheyden suhteen samoin jakautuneet kuin suoritteidenkin suhteen eli henkilöautotiheyden uskotaan vielä kasvavan skenaarioissa Materialistisen hyvinvoinnin kasvu (A), Poliitiikkapessimismi (B) ja Teknologiaoptimismi (C), joskin kahdessa jälkimmäisessä kasvu on erittäin hidasta, oikeastaan lähes pysähtyvää. Skenaarioissa Tietoliikenteestä tietoliikenteeseen (D) ja Henkilöautoliikenteen romahdus (E) henkilöautotiheys kääntyy selvään laskuun. Skenaariossa Henkilöautoliikenteen romahdus henkilöautotiheyskin luonnollisesti romahtaa.



**Kuva 17.** Viisi skenaariota. Henkilöautotiheys/1000 asukasta Manner-Suomessa vuosina 1980–2030.

Henkilöautotiheyden suhteen tämän tutkimuksen kasvuorientoituneissa skenaarioissa uskotaan nopeampaan henkilöautotiheyden kasvuun kuin ILPO:n baselineskenaariossa, jossa henkilöautotiheyden ennustetaan kasvavan vuoteen 2040 asti ja tämän jälkeen hiljalleen pienenevän (LVM 2009). ILPO:n skenaariossa henkilöautotiheys olisi korkeimmillaan noin 550 henkilöautoa tuhatta asukasta kohti, kun taas tämän tutkimuksen skenaarioissa A, B ja C suunnilleen samantasoinen tai jopa suurempi henkilöautotiheys saavutetaan jo vuoteen 2030 mennessä. Tosin vastakohtana tämän tutkimuksen kasvukriittiset skenaariot ennustavat henkilöautotiheyden laskevan huomattavasti vuoteen 2030 mennessä.

Henkilöautotiheyden ja henkilöautosuoritteen välistä suhdetta on havainnollistettu kuvassa 18. Henkilöautosuorite on esitetty vaaka-akselilla ja henkilöautotiheys pystyakselilla. Akselien luvut kuvaavat prosentuaalista muutosta vuodesta 2007 vuoteen 2030. Kuvasta voidaan nähdä, että niissä skenaarioissa, joissa henkilöautotiheys kasvoi, myös suoritteen uskottiin kasvavan eli esimerkiksi jos perheeseen hankitaan kakkosauto, sillä myös ajetaan. Skenaariossa Poliittikapessimismiä (B) uskottiin suoritteiden kasvavan jopa nopeammin kuin henkilöautotiheys eli autokohtainen suorite kasvaa. Skenaarioissa Tietoliikenteestä tietoliikenteeseen (D) ja Henkilöautoliikenteen romahdus (E) niin henkilöautotiheys kuin henkilöautosuorittekin pienenevät kutakuinkin lineaarisesti.

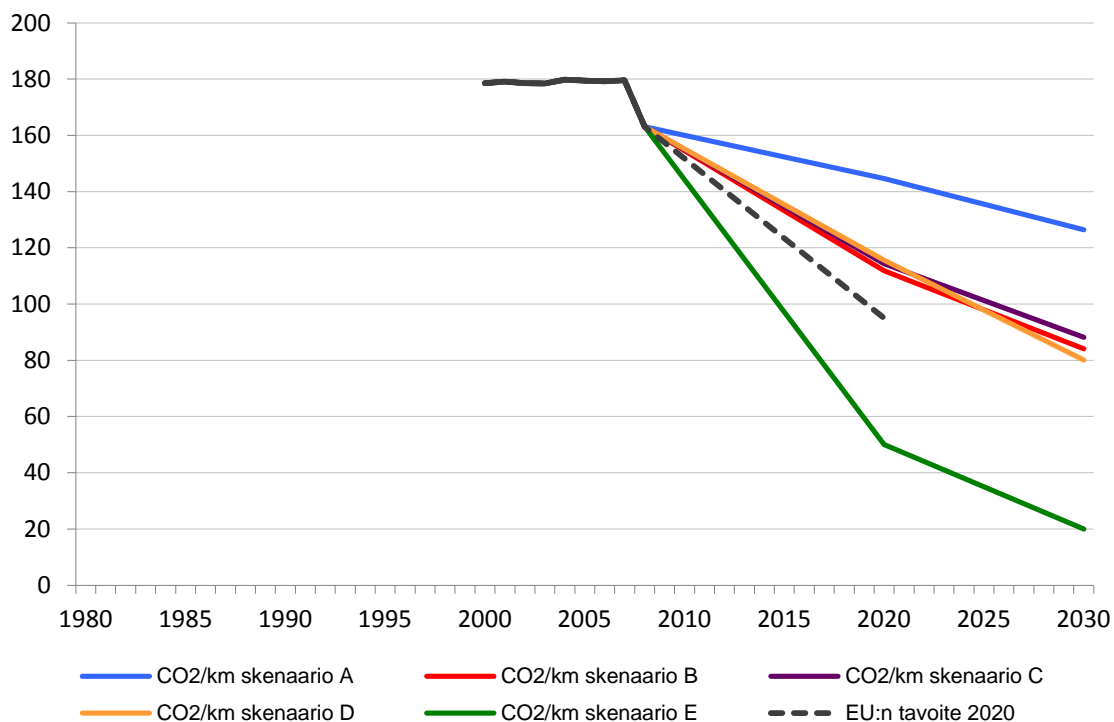


**Kuva 18.** Henkilöautotiheyden ja henkilöautosuoritteen muutos vuosina 2007–2030. Vaaka-akselilla henkilöautosuoritteen muutos prosentteina ja pystyakselilla henkilöautotiheyden muutos.

Kahden muuttujan suhteen kaikissa skenaariossa esiintyy samansuuntainen kehitys. Nämä ovat uusien autojen keskimääräiset hiilidioksidipäästöt (kuva 19) ja biopolttoaineiden osuus liikennepolttoaineista (kuva 20). Kuitenkin skenaarioiden välillä on merkittäviä eroja suuruusluokissa. Uusien autojen hiilidioksidipäästöt nähdään suunnilleen samantasoisiksi skenaarioissa Poliittikapessimismi (B), Teknologioptimismi (C) ja

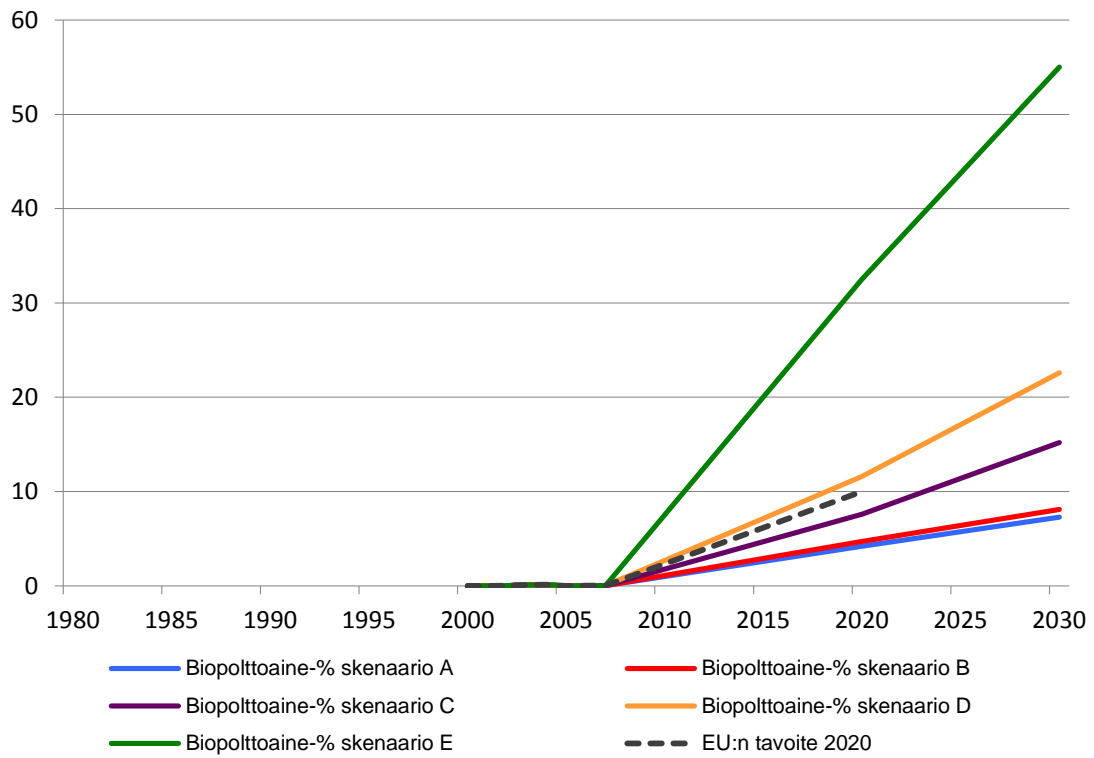
Tieliikenteestä tietoliikenteeseen (D), joissa kaikissa päädytään noin 80 gramman hiilidioksidipäästöihin vuoteen 2030 mennessä. Myös kehityskulku päästöjen suhteen on tähän pisteeseen asti näissä skenaarioissa samanlainen ja vuonna 2020 päästöt ovat näissä skenaarioissa suunnilleen 110 g/km. Nämä kaikki skenaariot jäävät siis Euroopan unionin vuodelle 2020 asettamasta 95 g/km tavoitteesta.

Materialistisen hyvinvoinnin kasvu (A) -skenaariossa jäädään vielä kauemmas EU:n tavoitteista ja päädytään noin 125 grammaan kilometrikohtaisiin päästöihin vuoteen 2030 mennessä, kun taas Henkilöautoliikenteen romahdus (E) -skenaariossa saavutetaan 20 gramman hiilidioksidipäästöt kilometriä kohti. Tämä skenaario on ainoa, jossa saavutetaan ja jopa ohitetaan reilusti EU:n vuodelle 2020 asettama tavoite, sillä tässä skenaariossa päästöt ovat 50 g/km vuonna 2020.



**Kuva 19.** Viisi skenaariota ja EU:n tavoite: Uusien rekisteröitävien autojen keskimääräiset hiilidioksidipäästöt (g/km) Suomessa vuosina 1980–2030.

Liikennepolttoaineiden biopolttoaineosuuksien suhteen skenaariot Materialistisen hyvinvoinnin kasvu (A) ja Poliittikapessimismi (B) olivat lähes identtiset (kuva 20). Kummassakaan skenaariossa ei uskota biopolttoaineiden läpimurtoon ja näissä skenaarioissa liikennepolttoaineiden bioprosenttiosuus jää vaatimattomaan alle kymmeneen prosenttiin. Skenaarioissa Teknologiaoptimismi (C) ja Tieliikenteestä tietoliikenteeseen (D) biopolttoaineprosentti nousee suuremmaksi ollen noin 15 ja 25 prosenttia (suurempi skenaariossa D). Tieliikenteestä tietoliikenteeseen -skenaariossa Euroopan unionin biopolttoainetavoite vuodelle 2020 saavutetaan. Suurimpaan biopolttoaineiden läpimurtoon uskotaan kuitenkin skenaariossa Henkilöautoliikenteen romahdus (E), jossa biopolttoaineiden prosenttiosuus liikennepolttoaineista on vuonna 2030 jo noin 55 %, mikä ylittää EU:n biopolttoainedirektiivissä asetetut tavoitteet.



**Kuva 20.** Viisi skenaariota: Biopolttoaineiden osuus Suomen liikennepolttoaineista prosentteina vuosina 2007–2030.

## 7. POHDINTA

### 7.1 Yhteenveto

Tässä tutkimuksessa muodostettiin Suomea koskevia henkilöautoliikenneskenaarioita vuoteen 2030 perustuen suomalaisten liikennealan asiantuntijoiden näkemyksiin. Erityisesti henkilöautosuorite, kokonaishenkilöliikennesuorite ja hiilidioksidipäästöt olivat tutkimuksessa kiinnostuksen kohteina. Asiantuntijoilta kysyttiin myös näkemyksiä erilaisista päästöihin ja suoritteisiin vaikuttavista tekijöistä, kuten teknologian kehityksestä ja liikennealaa koskevista ohjauskeinoista sekä poliittisista tavoitteista, jotta skenaarioihin saatiin myös näkemystä siitä, millaisilla toimilla tämänkaltainen tulevaisuus on saavutettavissa. Lisäksi tarkasteltiin muodostettujen skenaarioiden suhteutumista Euroopan unionin asettamiin tavoitteisiin sekä vertailtiin skenaarioita aiempiin suomalaisiin liikenneskenaarioihin.

Asiantuntijoiden näkemysten pohjalta muodostettiin viisi keskenään hyvin erilaista henkilöautoliikenteeseen painottuvaa skenaarioita, joista osa toteutti EU:n asettamat tavoitteet, kun taas osa jäi niiden toteuttamisessa pahasti jälkeen. Osa skenaarioista oli melko kasvuorientoituneita niin liikennesuoritteiden kuin päästöjenkin suhteen ja osa taas hyvin kasvukriittisiä. Kasvuorientoituneissa skenaarioissa liikennesuoritteiden kasvu ja hiilidioksidipäästöjen kasvu jatkuivat, joskin molemmissa paljon loivemmalla kasvu-uralla kuin tähän asti. Yhdessä skenaariossa uskottiin liikennesuoritteiden ja päästöjen absoluuttiseen irtikytkentään eli siihen, että kasvavista suoritteista huolimatta hiilidioksidipäästöt kääntyvät laskuun.

Kahdessa kasvuskeptisessä skenaarioissa suoritteiden uskottiin kääntyvän laskuun ja CO<sub>2</sub>-päästöjen uskottiin laskevan suoritteitakin nopeammin. Merkittävä ero näiden kahden skenaarion välillä oli kuitenkin se, että Henkilöautoliikenteen romahdus -skenaariossa (E) kokonaishenkilöliikennesuoritteiden ei uskottu pienevän, vaikka henkilöautosuorite romahti. Näin ollen Henkilöautoliikenteen romahdus -skenaariossa liikkuminen ei vähene vaan ainoastaan kulkutapa muuttuu. Tieliikenteestä tietoliikenteeseen skenaariossa (D) taas ihmisten liikkuminen kokonaisuudessaan vähenee sähköisen viestinnän ja asioinnin lisääntyessä.

Skenaarioiden keskinäisen vertailun lisäksi muodostettuja skenaarioita verrattiin aiempiin suomalaisiin liikenneskenaarioihin. Tämän tutkimuksen kasvuorientoituneet skenaariot ennustivat aiempiin skenaarioihin verrattuna vähäisempää henkilöautosuoritteiden kasvua. Kasvukriittisissä skenaarioissa uskottiin, toisin kuin aiemmissa skenaarioissa, hyvin suuriin vähennyksiin erityisesti hiilidioksidipäästöjen osalta. Tätä vertailua havainnollistaa seuraavalla sivulla oleva yhteenveto skenaarioista ja niiden tämän tutkimuksen kannalta keskeisistä ja vertailukelpoisista tuloksista (taulukko 2).

Muodostettuja skenaarioita tarkasteltiin myös sen suhteen, kuinka niissä onnistuttiin Euroopan unionin biopolttoaineiden osuudelle ja uusien autojen keskimääräisille hiilidioksidipäästöille asetettujen tavoitteiden toteuttamisessa. Kaksi skenaariota viidestä täytti EU:n vuodelle 2020 asettaman biopolttoaineiden tavoiteosuuden liikennepolttoaineista, joka on 10 %. Loput kolme skenaariota jäivät tavoitteesta. Kahdessa näistä skenaarioista liikennepolttoaineiden kymmenen prosentin biopolttoaineosuutta ei saavutettu edes vuoteen 2030 mennessä. EU:n asettaman uusien rekisteröitävien autojen keskimääräisten hiilidioksidipäästöjen ta-

voitteen (95 g/km vuodelle 2020) täytti vain yksi viidestä skenaariosta. Kolmessa skenaariossa päästiin EU-tavoitteen tasolle tai hieman sen alle vuoteen 2030 mennessä, mutta yhdessä skenaariossa keskimääräiset CO<sub>2</sub>-päästöt olivat vuonna 2030 edelleen yli 120 grammaa kilometrillä.

**Taulukko 2.** Aiempien liikenneskenaarioiden ja tämän tutkimuksen liikenneskenaarioiden vertailu: tämän tutkimuksen kannalta keskeiset tekijät ja tulokset.

Tekijä(t) ja ilmes-tymis-vuosi	Aika-jänne	Käytetty tausta-dataa?	Skenaarioiden rajaus	Keskeisimmät tulokset
ILPO 2009, VTT	2006–2050	Kyllä	Baseline-ennuste Suomen liikenteen päästöjen ja suoritteiden kehityksestä vuoteen 2050.	Henkilöautoliikennesuorite kasvaa 38 %. CO <sub>2</sub> -päästöt vähenevät energiatehokkuuden paranemisen vuoksi noin 16 % (ei ole otettu huomioon verouudistusta). Biopolttoaineiden osuudet liikennepolttoaineista noudattelevat kansainvälisiä tavoitteita eli osuus tieliikenteen polttoaineista on noin 10 % vuonna 2020.
Tapio ym. 2011, ILARI	2010–2050	Kyllä	Perusraennuste Suomen liikenteen ja sen CO <sub>2</sub> -päästöjen kehityksestä vuoteen 2050.	Henkilöautoliikennesuorite kasvaa 31 % ja henkilöautoliikenteen CO <sub>2</sub> -päästöt pienenevät energiatehokkuuden parantumisen vuoksi n. 53 %. Ennusteessa on otettu huomioon auto- ja ajoneuvoverojen muutokset. Biopolttoaineiden käytöllä saavutetaan n. 15 % vähennys kasvi-huonepäästöissä. Päästöt kääntyvät jo 2010-luvun puolivälissä laskuun ja ovat ennustejakson lopulla vuoden 1980 tasolla.
Joki 2011, tämä tutkimus	2007–2030	Kyllä	Viisi skenaariota Suomen henkilöautoliikenteen ja muiden henkilöliikennemuotojen suoritteiden ja päästöjen sekä näihin vaikuttavien tekijöiden kehityksestä.	Viisi skenaariota, joista kolmessa henkilöautoliikennesuorite kasvaa (n. 10–25 %) ja kahdessa suorite pienenee (26–76 %). CO <sub>2</sub> -päästöt kasvavat kahdessa skenaariossa hieman, mutta kääntyvät kolmessa skenaariossa laskuun, yhdessä jopa suoritteiden kasvusta huolimatta. Kehityksen taustalla ovat ajoneuvoteknologian kehittyminen, vaihtoehtoiset polttoaineet ja ympäristöpoliittinen ohjaus.

## 7.2 Johtopäätökset

Tässä tutkimuksessa muodostettuja skenaarioita voidaan hyödyntää pohdittaessa Suomen henkilöautoliikenteen tulevaisuutta erityisesti ilmastonäkökulmasta ja tähdittäessä päästövähennyksiin liikennekäyttäytymistä ja kulkutapoja muuttamalla sekä teknologiaa kehittämällä. Tutkimus vastaa hyvin asetettuihin tutkimuskysymyksiin, mutta mikäli resurssit olisivat sallineet, henkilöliikennettä olisi ollut kiinnostavaa tarkastella hieman monipuolisemminkin.

Tutkimus osoittaa, että suomalaisten liikennealan asiantuntijoiden näkemyksissä henkilöautoliikenteen tulevaisuudesta on suuria eroja. Positiivista on se, että kaikissa skenaarioissa nähtiin henkilöliikenteen dekarbonisoitumista eli liikkumisen energiatehokkuuden parantumista ja näin ollen päästöjen irtikytkentää suoritteisiin nähden. Henkilöautojen laskennallisiin päästöihin vaikuttavat biopolttoaineet jakoivat erityisesti

mielipiteitä ja biopolttoainekysymyksen suhteen samaankin skenaarioon sijoittuneissa vastauksissa oli suurta hajontaa, joka ei juuri pienentynyt ryhmittelyä muuttamalla eli klustereiden ja sitä kautta skenaarioiden lukumäärää kasvattamalla. Tämä kertoo siitä, että biopolttoaineisiin liittyy liikennealalla paljon toivoa, mutta myös vakavia pelkoja. Nämä pelot liittyvät lähinnä biopolttoaineiden eettisyyteen riippuen niiden tuotantotavasta, joka saattaa johtaa siihen, että biopolttoaineiden tuotanto kilpailee peltopinta-alasta ruoantuotannon kanssa. Tähän ongelmaan nähtiin kuitenkin ratkaisuna toisen sukupolven biopolttoaineet, kuten leväpohjaiset biopolttoaineet, jotka eivät kilpaile ruoantuotannon kanssa. Myös biopolttoaineiden kotimaisuutta pidettiin tärkeänä kriteerinä arvioitaessa niiden käytön lisääntymisen toivottavuutta. Moni asiantuntijoista toivoikin kotimaisen biopolttoaineisuuden kasvattamista esimerkiksi puupohjaisten biopolttoaineiden tuotannolla. Myös jättepohjaiset biopolttoaineet nähtiin hyvänä vaihtoehtona.

Skenaarioista nousi erityisesti esiin asiantuntijoiden luottamus teknologian kehitykseen, jolla uskottiin joissakin skenaarioissa jopa saavutettavan henkilöliikenteen kokonaispäästöjen pienenemistä ilman, että suoritteiden tarvitsee pienentyä. Ohjaukeinoista vahvimpana pidettiin taloudellista ohjausta eli liikenteen hinnoittelua. Sen uskottiin olevan erityisen tärkeä keino pyrittäessä saavuttamaan päästövähennyksiä nopeasti. Asennemuutosten uskottiin seuraavan perässä viiveellä. Erityisesti ruuhkamaksut ja auton käyttöön pohjautuva verotus nousivat haastatteluissa esiin tehokkaina keinoina. Myös polttoaineiden hiilidioksidiperusteinen verotus nousi esille keinona edistää ympäristöystävällisempien polttoaineiden menekkiä ja saavuttaa sitä kautta päästövähennyksiä. Koska haastattelut on toteutettu vuonna 2009, jotkut asiat ovatkin sittemmin jo edenneet. Hallitus esimerkiksi esitti jo vuonna 2010 eduskunnalle energiaverotusta koskevan lainsäädännön muuttamista siten, että se mahdollistaisi liikennepolttoaineiden hiilidioksidipohjaisen verotuksen (HE 147/2010).

Kaiken kaikkiaan osa skenaarioista oli melko optimistisia päästövähennysten suhteen, kun otetaan huomioon Suomen autokannan perinteisesti hidaskasvu ja tutkimuksen suhteellisen lyhyt aikajänne. Siksi usko teknologian ja autokannan näinkin voimakkaaseen uusiutumiseen oli jokseenkin yllättävää. Toisaalta on hienoa, että liikennealan asiantuntijat uskovat siihen, että muutokset ovat mahdollisia nopealla aikataululla ja tehokkaasti. Tämä antaa uskoa jatkaa taistelua ilmaston lämpenemistä vastaan myös vaikeasti hallittavalla liikennesektorilla.



# LÄHTEET

- AKE 2010. AKE vuosikertomus 2009. <http://www.ake.fi/AKE/Vuosikertomus+2009/Ymp%C3%A4rist%C3%B6/Tilastotietoa/> [Luettu 3.8.2011].
- Amara, R. 1981. The Futures Field. Searching for Definitions and Boundaries. *The Futurist* 15(1): 25–29.
- Chatterjee, K. & Gordon, A. 2006. Planning for an unpredictable future: Transport in Great Britain in 2030. *Transport Policy* 13 (2006): 254–264.
- Cuenot, F., Fulton, L. & Staub J. 2010. The prospect for modal shift in passenger transport worldwide and impacts on energy use and CO<sub>2</sub>. *Energy Policy*. Painossa.
- Dubes, R. & Jain, A.K. 1979. Validity studies in clustering methodologies. *Pattern Recognition* 11(4): 235–254.
- EEA 2006. Urban Sprawl in Europe. The ignored challenge. EEA Report 10/2006. Copenhagen. 56 s.
- EEA/Eurostat 2010. Greenhouse gas emissions from transport. [http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/environment/data/main\\_tables](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/environment/data/main_tables) [Luettu 6.9.2011].
- Euroopan komissio 2007. Yhteisön strategia henkilöautojen ja kevyiden hyötyajoneuvojen hiilidioksidipäästöjen vähentämiseksi: uudelleentarkastelun tulokset. Komission tiedonanto neuvostolle ja Euroopan parlamentille. Bryssel 7.2.2007 KOM(2007) 19 lopullinen.
- Euroopan komissio 2008. Kaksi kertaa 20 vuonna 2020. Ilmastomuutostoimet – mahdollisuus Euroopalle. Komission tiedonanto Euroopan parlamentille, neuvostolle, Euroopan talous- ja sosiaalikomitealle ja Alueiden komitealle. Bryssel 23.1.2008 KOM(2008) 30 lopullinen.
- Euroopan komissio 2011. Valkoinen kirja. Yhtenäistä Euroopan liikennealuetta koskeva etenemissuunnitelma – Kohti kilpailukykyistä ja resurssitehokasta liikennejärjestelmää. Bryssel 28.3.2011 KOM(2011) 144 lopullinen.
- EY 2009. Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EY) N:o 443/2009, annettu 23 päivänä huhtikuuta 2009, päästönormien asettamisesta uusille henkilöautoille osana yhteisön kokonaisvaltaista lähestymistapaa kevyiden hyötyajoneuvojen hiilidioksidipäästöjen vähentämiseksi. 5.6.2009 Euroopan unionin virallinen lehti L 140/1.
- Fyhri, A., Hjorthol, R., Mackett, R.L., Fotel, T.N. & Kyttä, M. 2011. Children’s active travel and independent mobility in four countries: Development, social contributing trends and measures. *Transport Policy* 18 (2011): 703–710.
- HE 147/2010. Hallituksen esitys eduskunnalle energiaverotusta koskevan lainsäädännön muuttamiseksi. [http://www.eduskunta.fi/triphome/bin/thw/?\\${APPL}=akirjat&\\${BASE}=akirjat&\\${THWIDS}=0.35/1321274555\\_435288&\\${TRIPPIFE}=PDF.pdf](http://www.eduskunta.fi/triphome/bin/thw/?${APPL}=akirjat&${BASE}=akirjat&${THWIDS}=0.35/1321274555_435288&${TRIPPIFE}=PDF.pdf) [Luettu 31.10.2011].
- Henkilöliikennetutkimus 2004–2005. WSP LT-Konsultit Oy 2006. Liikenne- ja viestintäministeriö, Tiehallinto ja Ratahallintokeskus. 82 s.
- Hirsjärvi, S. & Hurme, H. 2004. Tutkimushaastattelu. Teemahaastattelun teoria ja käytäntö. Yliopistopaino. Helsinki. 214 s.
- IPCC 2007a. Summary for Policymakers. Teoksessa Solomon, S., Qin, D., Manning, M., Chen, Z., Marquis, M., Averyt, K.B., Tignor, M. & Miller, H.L. (toim.) *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge and New York. Pp. 2–18.
- IPCC 2007b. Pachauri, R.K & Reisinger, A. (toim.). *Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Geneva. 104 s.

- Jääskeläinen, S. 2010. Liikenne- ja viestintäministeriön hallinnonalan ilmastopoliittinen ohjelma 2009-2020. Seuranta 2010. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 28/2010.
- Kalanti, T. 2001. Auto romanttisen minuuden kotina. Teoksessa Toiskallio, K. (toim.) 2001. Viettelyksen vaunu. Autokulttuurin muutos Suomessa. Suomalaisen Kirjallisuuden Seuran toimituksia 841. Jyväskylä. Pp. 181–216.
- Kalenoja, H. & Häyrinen, J.P. 2003. Keskustan pysäköinti osana liikennejärjestelmää - Tampereen keskustan pysäköintitutkimus. Tampereen teknillinen yliopisto. Liikenne ja kuljetustekniikan laitos. Tutkimusraportti 51.
- Kiiskilä, K., Mäenpää, M. & Vaaranen, H. 2005. Nuorten tarpeet liikkujaryhmänä. Tiehallinnon julkaisuja 59/2005. Helsinki.
- Kuusi, O. 2003. Delfoi-menetelmä. Teoksessa Vapaavuori, M. & von Bruun, S. (toim.) 2003. Miten tutkimme tulevaisuutta? 2. painos. Tulevaisuuden tutkimuksen seura. Pp. 134–144.
- Liikennevirasto 2011. Tietilasto 2010. Suomen virallinen tilasto. Liikenne ja matkailu. Liikenneviraston tilastoja 6/2011. Liikennevirasto. Helsinki.
- Linstone, H.A., & Turoff, M. 2002. Introduction – General Remarks. Teoksessa Linstone H.A. & Turoff, M. (toim.) 2002. The Delphi Method. Techniques and Applications. Pp. 3–12.
- LIPASTO 2010. Suomen tieliikenteen päästöt ja energiankulutus. <http://lipasto.vtt.fi/liisa/paastodata.htm> [Luettu 7.10.2011].
- Lopez-Ruiz, H. 2010. Passenger mobility and climate constraints: Analysing adaptive strategies. Halshs-00573959 working paper. Saavissa: <http://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00573959/fr/> [Luettu 22.9.2011].
- LVM 2009. Liikenne- ja viestintäministeriön hallinnonalan ilmastopoliittinen ohjelma 2009–2020. Ohjelmia ja strategioita 2/2009.
- Lyytimäki, J. 2006. Unohdetut ympäristöongelmat. Gaudeamus Helsinki. 238 s.
- Lyytimäki, J. 2011. Mainstreaming climate policy: the role of media coverage in Finland. Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change 16(6): 649–661.
- Malaska, P. 2003. Tulevaisuustietoisuus ja tulevaisuuteen tunkeutuminen. Teoksessa Vapaavuori, M. ja von Bruun (toim.) 2003. Miten tutkimme tulevaisuutta? 2. painos. Tulevaisuuden tutkimuksen seura. Tampere Pp. 9–16.
- Mannermaa, M. 1993. Tulevaisuudentutkimus tieteellisenä tutkimusalana. Teoksessa Vapaavuori, M. ja von Bruun (toim.) 2003. Miten tutkimme tulevaisuutta? 2. painos. Tulevaisuuden tutkimuksen seura. Tampere Pp. 24–38.
- Mannermaa, M. 1999. Tulevaisuuden hallinta. Skenaariot strategiayöskentelyssä. Ekonomia-sarja. WSOY Porvoo. 227 s.
- NCDC 2011. Global Surface temperature Anomalies. National Climatic Data Center 2011. <http://www.ncdc.noaa.gov/cmb-faq/anomalies.php> [Luettu 31.10.2011].
- Niiniluoto, N 2002. Alkusanat. Teoksessa Kamppinen, M., Kuusi, O. ja Söderlund, S. (toim.) 2002. Tulevaisuudentutkimus. Perusteet ja sovelluksia. Suomalaisen Kirjallisuuden Seuran toimituksia 896. Helsinki, pp. 7–10.
- Nygrén, N., Lyytimäki, J. ja Tapio, P. 2011. A small step towards sustainable transport – media debate over Finnish car tax reform. In: Conference Proceedings – Trends and Future of Sustainable Development, 9-10 June 2011, Tampere Finland. FFRC eBooks, pp 458-467.
- Rauhala, K., Mäkelä, K., Estlander, K., Tolsa, H., Martamo, R., Lahti, P. & Perälä, M. 1997. Ympäristövaikutuksiltaan edullinen yhdyskuntarakenne ja liikennejärjestelmä LYYLI. Ympäristöongelmat, toimenpiteet, kohdekaupungit ja mallintaminen. VTT yhdyskunta-tekniikka. Valtion teknillinen tutkimuskeskus (VTI).

- Ristimäki, M., Kalenoja H. & Tiitu M. 2011. Yhdyskuntarakenteen vyöhykkeet. Vyöhykkeiden kriteerit, alueprofiilit ja liikkumistottumukset. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 15/2011.
- Sairinen, R. 1996. Suomalaiset ja ympäristöpolitiikka. Tilastokeskus. Tutkimuksia 217. Helsinki. 179 s.
- Skinner, I., van Essen, H., Smokers, R. & Hill, N. 2010. Towards the decarbonisation of EU's transport sector by 2050. Final report produced under the contract ENV.C.3/SER/2008/0053 between European Commission Directorate-General Environment and AEA Technology.
- Steinert, M. 2009. A dissensus based online Delphi approach: An explorative research tool. *Technological Forecasting & Social Change* 76(2009): 291–300.
- Tapio, P. 2002. The Limits to Traffic Volume Growth: The Content and Procedure of Administrative Future Studies on Finnish Transport CO<sub>2</sub>-policy. *Acta Futura Fennica* 8. Finnish Society for Future Studies. Turku. 234 s.
- Tapio, P. 2003. Disaggregative Policy Delphi Using cluster analysis as a tool for systematic scenario formation. *Technological Forecasting & Social Change* 70(1): 83–101.
- Tapio, P. & Willamo, R. 2008. Developing Interdisciplinary Environmental Frameworks. *AMBIO: A Journal of the Human Environment* 37(2): 125–133.
- Tapio, P., Varho, V., Nygrén, N., Järvi, T. & Tuominen, A. 2011. Liikennepolitiikan ilmasto. Baselinekehitys sekä asiantuntijoiden ja nuorten visiot liikenteen hiilidioksidipäästöistä vuoteen 2050. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 19/2011.
- TEM 2008. Pitkän aikavälin ilmasto ja energiastategia, Valtioneuvoston selonteko eduskunnalle 6. päivänä marraskuuta 2008. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja. *Energia ja ilmasto* 36/2008.
- Tiehallinto 2010. Kotimaan henkilöliikenne vuosina 1960–2009. <http://www.tiehallinto.fi/pls/wwwedit/docs/26295.PDF> [Luettu 3.8.2011].
- Tilastokeskus 2007b. Vuosisata suomalaista autoilua. <http://www.stat.fi/tup/suomi90/lokakuu.html> [Luettu 17.8.2011].
- Tilastokeskus 2010a. Liikennetilastollinen vuosikirja 2010. Tilastokeskus. SVT Liikenne ja matkailu 2010. Helsinki.
- Tilastokeskus 2010b. Suomen kasvihuonekaasupäästöt 1990–2008. 4. Korjattu painos. Katsauksia 2010/1. Ympäristö ja luonnonvarat. Helsinki.
- Tilastokeskus 2011. Tieliikenneonnettomuudet 2010. SVT Liikenne ja matkailu 2011. Helsinki.
- Tryfos, P. 1998. *Methods for Business Analysis and Forecasting: Text & Cases*. Wiley. 592 s.
- Turoff, M. 1975. The Policy Delphi. Teoksessa Linstone H. A. & Turoff, M. (toim.) 2002. *The Delphi Method. Techniques and Applications*. Pp. 80–96.
- Vapaavuori, M. & von Bruun, S. (toim.) 2003. Miten tutkimme tulevaisuutta? 2. painos. Tulevaisuuden tutkimuksen seura ry. *Acta Futura Fennica* 5. Tampere. 328s.
- Varho, V. & Tapio, P. 2005. Wind power in Finland up to year 2025-'soft' scenarios based on expert views. *Energy Policy* 33 (2005): 1930–1947.
- Varho, V. & Tapio, P. 2009. The climate discussion on transport (CAST) – an interdisciplinary environmental analysis. Transport workshop, Oxford University, 12.6.2009.
- Vinnari, M. & Tapio, P. 2008. Ruoankulutuksen tulevaisuuskuvia vuodelle 2030. *Futura* 3/08.
- Vinnari, M. & Tapio, P. 2009. Future images of meat consumption in 2030. *Futures* 41 (2009): 269–278.
- Willamo, R. 2005. Kokonaisvaltainen lähestymistapa ympäristönsuojelutieteessä. Sisällön monimutkaisuus ympäristönsuojelijan haasteena. *Environmentalica Fennica* 23. Helsinki. 374 s.
- YM 2008. Pitkän aikavälin energia- ja ilmastostrategia. Ympäristöministeriön sektoriselvitys. Ympäristöministeriön raportteja 19/2008. Helsinki.
- Åkerman, J. & Höjer, M. 2006. How much transport can the climate stand? – Sweden on a sustainable path in 2050. *Energy Policy* 34 (2006): 1944–1957.

# LIITTEET

## Liite 1. CAST-hankkeen delfoi-tutkimukseen osallistuneet asiantuntijat

Aho Mika (St1)  
Ahti Elmeri (Suomen Liikenneliitto ry)  
Antinoja Markku (Espoon kaupunki)  
Backlund Sakari (Suomen kuljetus ja logistiikka)  
Erno Aholammi (Ajoneuvohallintokeskus)  
Halla Nils (Tiehallinto)  
Ihamäki Kati (Finnair Oyj)  
Kalenoja Hanna (Tampereen yliopisto)  
Katajisto Petteri (Ympäristöministeriö)  
Kerosuo Martti (Ratahallintokeskus)  
Kiiskilä Kati (Destia Oy)  
Kämäräinen Jorma (Merenkulkulaitos)  
Laine Kimmo (City Car Club)  
Laine Tarja (Uudenmaan ympäristökeskus)  
Lautsi Veikko (Helsingin Sanomat)  
Malinen Petri (Valtiovarainministeriö)  
Metsäranta Heikki (Strafica Oy)  
Mäkelä Kaisa (Ympäristöministeriö)  
Mäkelä Kari (Valtion teknillinen tutkimuslaitos, VTT)  
Puputti Pekka (Autotuoajat ry)  
Saavola Mikko (Linja-autoliitto)  
Stenvall Vesa (VR)  
Stranius Leo (Suomen luonnonsuojeluliitto)  
Suvanto Tuomo (Liikenne- ja viestintäministeriö)  
Tapaninen Ulla (Turun yliopisto)  
Taskinen Johanna (Motiva Oy)  
Turpeinen Harri (Neste Oil Oyj)  
Tynkkynen Oras (Eduskunta)  
Viinikainen Mikko (Finavia Oy)  
Viinikainen Tytti (Tiehallinto)  
Vilkuna Johanna (Pääkaupunkiseudun yhteistyövaltuuskunta YTV)  
Virtanen Marja (Demos Helsinki)

## Liite 2. Delfoi-tutkimuksen kyselylomake

### Suomen liikennesektorin tulevaisuus

ASIAANTUNTIJAPANEELIN 1. KIERROS



#### Arvoisa asiantuntija!

Tällä lomakkeella keräämme henkilökohtaisia näkemyksiäsi Suomen sisäisen liikenteen todennäköisestä ja toivottavasta tulevaisuudesta vuoteen 2030.

Toivottavan tulevaisuuden tulee olla mielestäsi mahdollinen, esim. fyysisesti, teknisesti ja yhteiskunnallisesti.

Kirjoitathan vastauksesi valkoisiksi jätettyihin ruutuihin. Lomake on suojattu siten, että voit tehdä muutoksia ainoastaan niihin.

Taulukoissa on sinisellä pohjalla tilastotiedot jo toteutuneesta kehityksestä, turkoosilla pohjalla ohjelman automaattisesti yhteenlaskemat tiedot, oranssilla pohjalla kysymykset, sekä valkoisella pohjalla kohdat, joihin vastauksesi tulevat.

Luvut siirtyvät suoraan kysymysten yhteydessä oleviin kuvaajiin, joista voit nähdä vastauksesi ja voit helposti muuttaa vastaustasi tarvittaessa.

Kunkin kysymyksen alalaidassa on myös valkoisella pohjalla merkitty tila, johon voit halutessasi kirjoittaa perustelujasi.

Toteutunut kehitys on esitetty melko tarkasti, mutta voit halutessasi vastata vähemmän tarkasti:

olemme ennen kaikkea kiinnostuneita näkemyksestäsi trendien suunnasta ja voimakkuudesta.

Ensimmäisessä sarakkeessa kysytään todennäköisenä pitämäsi tulevaisuutta, se piirtyy yhtenäisenä viivana toteutuneen kehityksen jatkoksi.

Toivottavaa tulevaisuutta kysytään rinnakkaisessa sarakkeessa ja se piirtyy kuvaajiin katkoviivana. Lähtöpisteinä on viimeisin tilastotieto.

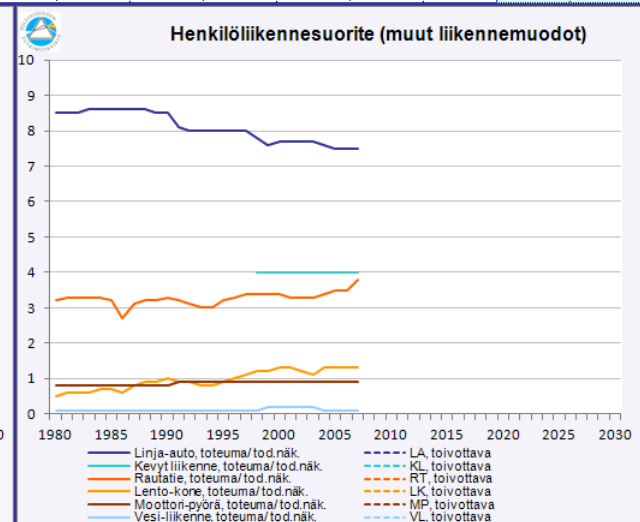
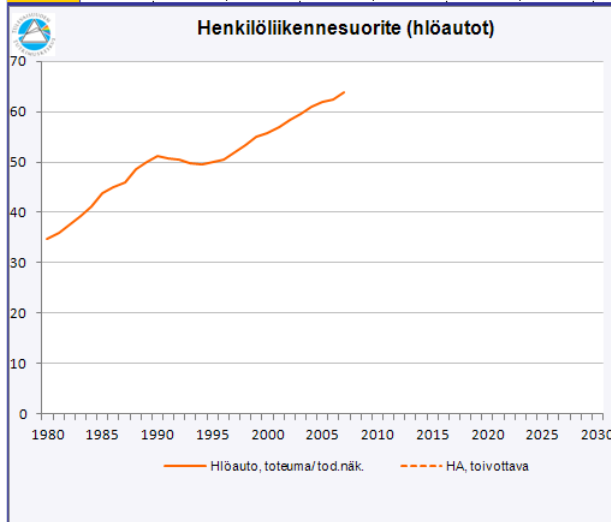
Mikäli sinulla on kysyttävää, tai lomakkeen käytössä on ongelmia, otathan yhteyttä niin pyrimme korjaamaan tilanteen heti! p.

Kun pääset taulukon loppuun asti, muista tallettaa täyttämäsi lomake omalle koneellesi ja läheta sähköpostitse osoitteeseen

Toivon saavani lomakkeen viimeistään pari päivää ennen sovittua haastattelua.

#### 1. Mikä on kunkin liikennemuodon liikennesuorite henkilökilometrein (mrd. hlökm) laskettuna todennäköisessä ja toivottavassa tulevaisuudessa? Syötä valkoisiin ruutuihin luku, näet vastauksesi suoraan alla olevissa kuvissa. Oikeanpuoleisissa sarakkeissa näet liikennesuoritteen yhteenlaskettuna.

Vuosi	Hlöauto, toteuma/tod.näk.	HA, toivottava	Linja-auto, toteuma/tod.näk.	LA, toivottava	Moottori-pyörä, toteuma/tod.näk.	MP, toivottava	Rautatie, toteuma/tod.näk.	RT, toivottava	Lento-kone, toteuma/tod.näk.	LK, toivottava	Vesi-liikenne, toteuma/tod.näk.	VL, toivottava	Kevyt liikenne, toteuma/tod.näk.	KL, toivottava	Yhteensä toteuma/tod.näk.	Yhteensä toivottava
1980	35		8,5		0,8		3,2		0,5		0,1				47,9	
1990	51		8,5		0,8		3,3		1		0,1				64,9	
2000	56		7,7		0,9		3,4		1,3		0,2		4		73,2	
2001	57		7,7		0,9		3,3		1,3		0,2				70,4	
2007	64	64	7,5	7,5	0,9	0,9	3,8	3,8	1,3	1,3	0,1	0,1	4	4	81,4	81,4
2020															0,0	0,0
2030															0,0	0,0



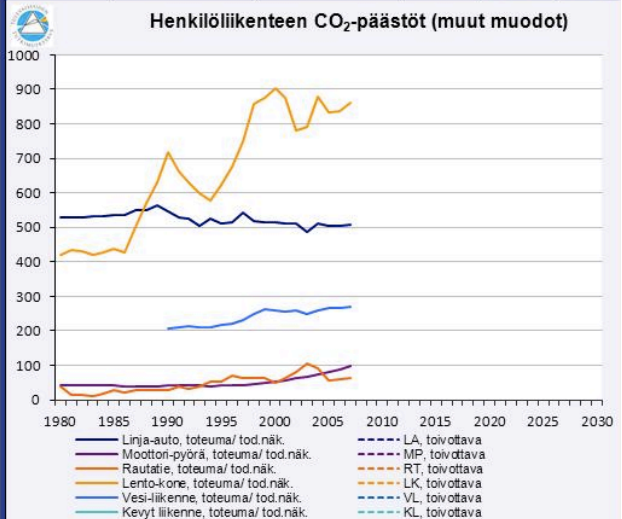
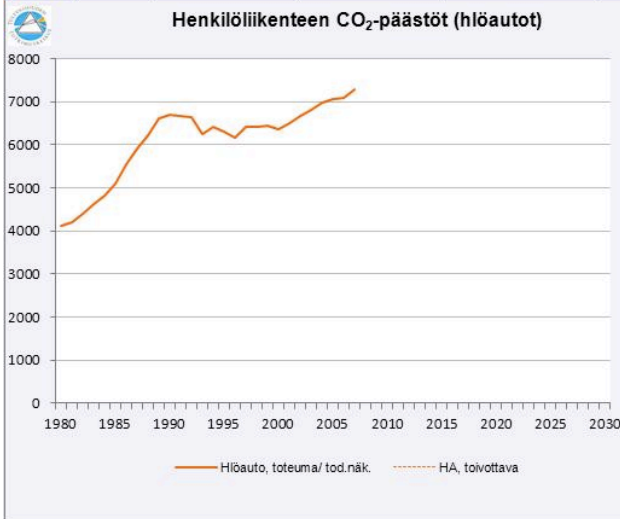
Perustelut (Tähän voit kirjoittaa perustelujasi)

Perustelut

## 2. Mikä on kunkin henkilöliikennemuodon CO<sub>2</sub>-päästöjen määrä (1000 t/a) todennäköisessä ja toivottavassa tulevaisuudessa?

Syötä **valkoisiin** ruutuihin luku, näet vastauksesi alla olevassa kuvassa. Oikeanpuoleisissa sarakkeissa näet yhteenlasketut päästöt.

Vuosi	Hlöauto, toteuma/ tod.näk.	HA, toivottava	Linja-auto, toteuma/ tod.näk.	LA, toivottava	Moottori-pyörä, toteuma/ tod.näk.	MP, toivottava	Rautatie, toteuma/ tod.näk.	RT, toivottava	Lento-kone, toteuma/ tod.näk.	LK, toivottava	Vesi-liikenne, toteuma/ tod.näk.	VL, toivottava	Kevyt liikenne, toteuma/ tod.näk.	KL, toivottava	Yhteensä toteuma/ tod.näk.	Yhteensä toivottava
1980	4105		529		41		39		419						5133	
1990	6705		547		41		29		718		205				8245	
2000	6353		516		52		49		902		259				8132	
2007	7278	7278	508	508	97	97	63	63	862	862	271	271	0	0	9078	9078
<b>2020</b>															0	0
<b>2030</b>															0	0



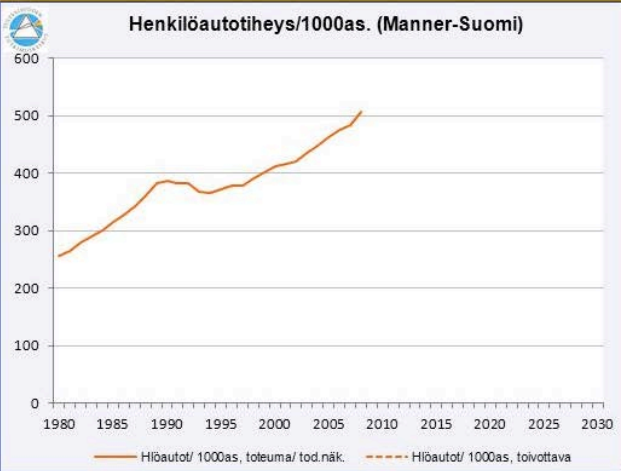
**Perustelut** (Tähän voit kirjoittaa perusteluja)

**Perustelut**

## 3. Mikä on henkilöautotiheys / 1000 asukasta Manner-Suomessa todennäköisessä ja toivottavassa tulevaisuudessa?

Syötä **valkoisiin** ruutuihin luku, näet vastauksesi suoraan alla olevassa kuvassa.

Vuosi	Hlöautot/ 1000as, toteuma/ tod.näk.	Hlöautot/ 1000as, toivottava
1980	256	
1990	387	
2000	411	
2008	506	506
<b>2020</b>		
<b>2030</b>		



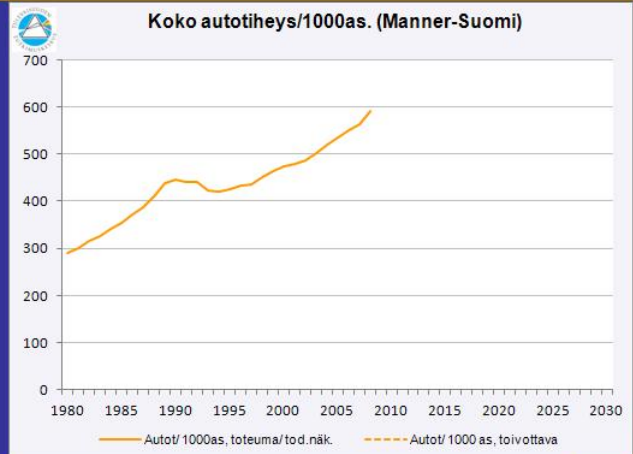
**Perustelut** (Tähän voit kirjoittaa perusteluja)

**Perustelut**

**4. Mikä on koko autotiheys / 1000 asukasta Manner-Suomessa todennäköisessä ja toivottavassa tulevaisuudessa?**

Syötä valkoisiin ruutuihin luku, näet vastauksesi suoraan alla olevassa kuvassa.

Vuosi	Autot/ 1000as, toteuma/ tod.näk.	Autot/ 1000 as, toivottava
1980	290	
1990	446	
2000	475	
2008	590	590
2020		
2030		



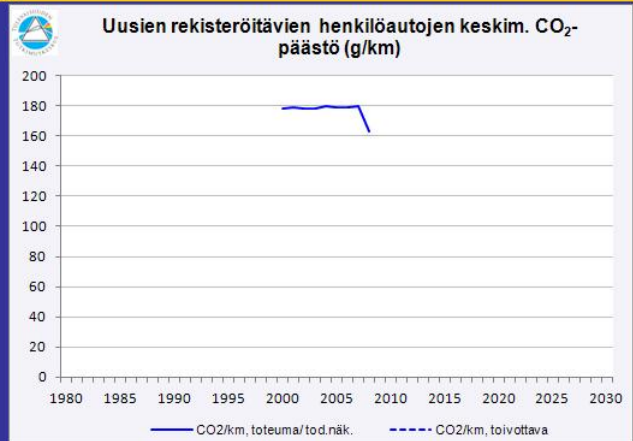
**Perustelut** (Tähän voit kirjoittaa perusteluja)

**Perustelut**

**5. Mikä on uusien henkilöautojen keskimääräinen CO<sub>2</sub>-päästö (g/km) todennäköisessä ja toivottavassa tulevaisuudessa?**

Syötä valkoisiin ruutuihin luku, näet vastauksesi suoraan alla olevassa kuvassa.

Vuosi	CO <sub>2</sub> /km, toteuma/ tod.näk.	CO <sub>2</sub> /km, toivottava
1980		
1990		
2000	179	
2001	179	
2002	179	
2003	178	
2004	180	
2005	179	
2006	179	
2007	180	
2008	163	163
2020		
2030		



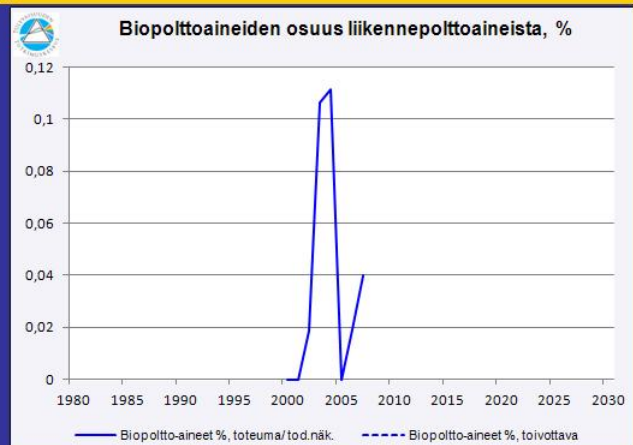
**Perustelut** (Tähän voit kirjoittaa perusteluja)

**Perustelut**

**6. Kuinka suuri osuus biopolttoaineilla on liikennepolttoaineista todennäköisessä ja toivottavassa tulevaisuudessa?**

Syötä valkoisiin ruutuihin luku, näet vastauksesi suoraan alla olevassa kuvassa.

Vuosi	Biopoltto- aineet % toteuma/ tod.näk.	Biopoltto- aineet % toivottava
1980		
1990		
2000	0,00	
2001	0,00	
2002	0,02	
2003	0,11	
2004	0,11	
2005	0,00	
2006	0,02	
2007	0,04	0,04
2020		
2030		



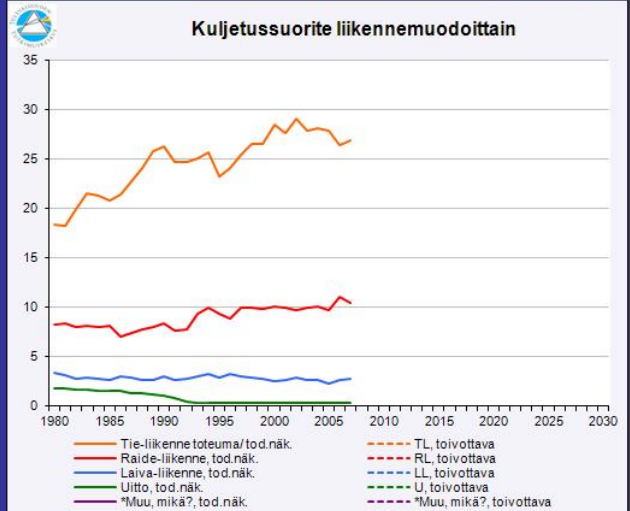
**Perustelut** (Tähän voit kirjoittaa perusteluja)

**Perustelut**

### 7. Mikä on eri kuljetusmuotojen kuljetussuorite (mrd. tkm) todennäköisessä ja toivottavassa tulevaisuudessa?

Syötä valkoiisiin ruutuihin luku, näet vastauksesi alla olevassa kuvassa. Oikeanpuoleisissa sarakkeissa näet yhteenlasketun suoritteen.

Vuosi	Tie-liikenne toteuma/tod.näk.	TL, toivottava	Raide-liikenne, tod.näk.	RL, toivottava	Laiva-liikenne, tod.näk.	LL, toivottava	Uitto, tod.näk.	U, toivottava	*Muu, mikä?, tod.näk.	*Muu, mikä?, toivottava	*Mita sisältyy kohtaan "Muu, mikä"? >	Yhteensä toteuma/tod.näk.	Yhteensä toivottava
1980	18		8,3		3,4		1,8					32	
1990	26		8,4		3		1,1					39	
2000	29		10		2,5		0,3					41	
2007	27	27	10	10	2,8	2,8	0,3	0,3	0	0		40	40
2020												0	0
2030												0	0



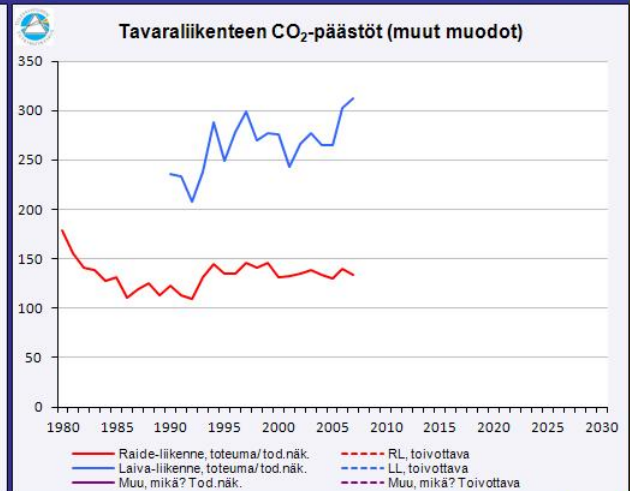
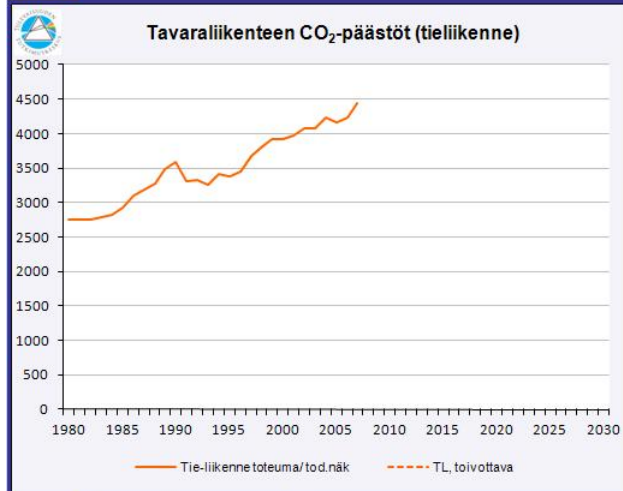
Perustelut (Tähän voit kirjoittaa perusteluja)

Perustelut

### 8. Mikä on eri kuljetusmuotojen hiilidioksidipäästöjen määrä (1000 t/a) todennäköisessä ja toivottavassa tulevaisuudessa?

Syötä valkoiisiin ruutuihin luku, näet vastauksesi alla olevassa kuvassa. Oikeanpuoleisissa sarakkeissa näet yhteenlasketut päästöt.

Vuosi	Tie-liikenne toteuma/tod.näk.	TL, toivottava	Raide-liikenne, toteuma/tod.näk.	RL, toivottava	Laiva-liikenne, toteuma/tod.näk.	LL, toivottava	Muu, mikä? Tod.näk.	Muu, mikä? Toivottava	*Mita sisältyy kohtaan "Muu, mikä"?	Yhteensä toteuma/tod.näk.	Yhteensä toivottava
1980	2760		178							2 939	
1990	3580		123		236					3 940	
2000	3928		131		275					4 335	
2007	4436	4436	134	134	313	313	0	0		4 883	4 883
2020										0	0
2030										0	0



Perustelut (Tähän voit kirjoittaa perusteluja)

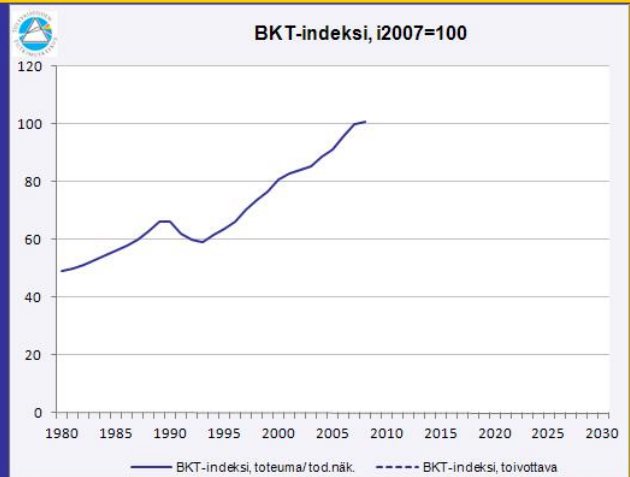
Perustelut



**9. Mikä on Suomen BKT todennäköisessä ja toivottavassa tulevaisuudessa?** (Reaalinen, inflaatiosta korjattu BKT)

Syötä valkoisiin ruutuihin luku, näet vastauksesi alla olevassa kuvassa.

Vuosi	BKT- indeksi, toteuma/ tod.näk.	BKT- indeksi, toivottava
1980	49	
1990	66	
2000	81	
2001	83	
2002	84	
2003	86	
2004	89	
2005	91	
2006	96	
2007	100	
2008	101	101
2020		
2030		



**Perustelut** (Tähän voit kirjoittaa perusteluja)

**Perustelut**

**Lomake päättyy tähän, kiitokset vastauksista!**

Muistathan ensin tallettaa täyttämäsi lomakkeen itsellesi omalle koneellesi ja sitten lähettää sen sähköpostitse osoitteeseen [..](mailto:..)  
 Ongelmatilanteissa voit ottaa yhteyttä minuun, p. [..](tel:..)  
 Toivon saavani lomakkeen viimeistään pari päivää ennen sovittua haastattelua.



### Liite 3. Suomen liikennesektorin tulevaisuus (CAST) -haastatteluteemat

Taustatiedot: työpaikka/työtehtävät, koulutus, ikä

Mikä on ”lempi aiheesi” liikenteen hiilidioksidipäästöjen alalla?

Vaikuttavatko CO<sub>2</sub> -päästöt ilmatoon? (Entä miten merkittäviä ovat liikenteen päästöt?)

Vaikuttavatko ne jotenkin liikenteen kehittämiseen Suomessa vuoteen 2030 mennessä?

Miten ilmastonmuutokseen tullaan suhtautumaan jatkossa todennäköisessä / toivottavassa skenaariossasi?

Vaikuttaako se jotenkin poliittiseen tavoitteenasetteluun? Miten?

Asettavatko yksityiset ihmiset itselleen tavoitteita koskien liikennekäyttäytymistään ja päästöjään?

Entä minkälaisia ohjauskeinoja todennäköisessä / toivottavassa skenaariossasi on?

Mikä on autoverotuksen merkitys? (kysytään erikseen, ellei tule muuten esille)

Mikä on EU:n energia- ja ilmastopakettin (ja siis EU:n asettamien tavoitteiden) merkitys? (kysytään erikseen, ellei tule muuten esille)

Millaisia vaikutuksia ohjauskeinoilla on, mukaan lukien sivuvaikutukset ja ei-toivotut vaikutukset?

Kuvaile liikenteen kehitykseen vaikuttavia tekijöitä, jotka tulevat vaikuttamaan hiilidioksidipäästöjen kehitykseen vuoteen 2030 asti todennäköisessä skenaariossasi ja miten nämä tekijät eroaisivat toivottavassa skenaariossasi! Nämä tekijät voivat olla teknisiä, taloudellisia, sosiaalisia, kulttuurisia tai ekologisista.

- kulttuuriset (esim. etätyön yleistyminen, slow life- liike)
- sosiaaliset (esim. yksityisautoiluun / pyöräilyyn suhtautuminen, suurten ikäluokkien eläköityminen)
- taloudelliset (esim. taantuma, autojen hinnat, julkisen liikenteen hinnoittelu)
- tekniset (esim. autojen / pyörien / junien / lentokoneiden / veneiden uudet moottoritekniikat, uudet polttoaineet)
- ekologiset tekijät (esim. ajokelien muutokset ilmastonmuutoksen edetessä)
- (näitä ei siis kysytä näin, vaan annetaan asiantuntijan vastata vapaasti ja kysytään tarvittaessa lisäksymyksiä näiltä aloilta, mikäli jäävät pimentoon)

(Tämä kysymys oli haastateltaville etukäteen lähetetyssä teemarungossa, mutta käytännössä erilaisia tekijöitä tarkasteltiin siten, että haastateltava kertoi lomakkeen eri kysymysten kohdalla, minkälaisia ajatuksia ja oletuksia hänellä oli ollut tulevaisuuden suhteen kun hän oli täyttänyt lomaketta.)

Lisäksi kultakin haastateltavalta kysyttiin spesifejä kysymyksiä heidän omaan asiantuntemusalueeseensa liittyen, sekä kysymyksiä lomakkeen pohjalta, esim. epäselväksi jääneistä perusteluista, yllättävistä vastauksista, puuttuvista vastauksista jne.

Mikä on oman ”toimialasi” rooli ja merkitys liikenteen ja sen hiilidioksidipäästöjen muutoksessa?

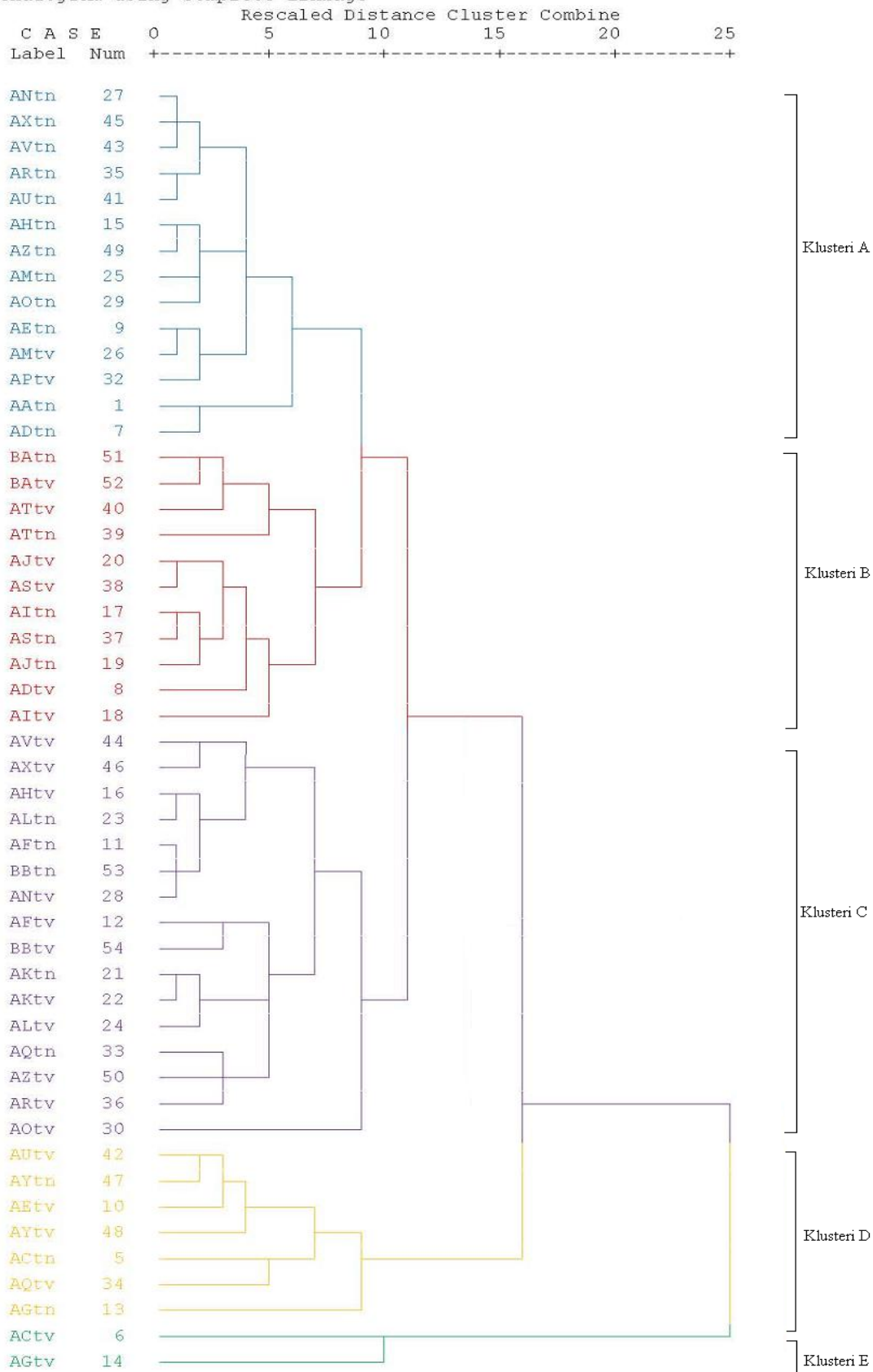
Mitä vielä haluaisit sanoa skenaarioistasi?

Haluaisitko sanoa tai kysyä jotain koskien tätä tutkimusta ja sen toteutustapaa

# Liite 4. Klusterianalyysin dendrogrammi

CAST D1 ilman BKT

Dendrogram using Complete Linkage



# Aikaisempia Tutu e-julkaisuja

- 5/2012 Vehmas, Jarmo – Luukkanen, Jyrki – Kaivo-oja, Jari – Panula-Ontto Juha & Allievi Francesca: Key Trends of Climate Change in the ASEAN Countries. The IPAT Decomposition Analysis 1980–2005.
- 4/2012 Heinonen, Sirkka – Ruotsalainen, Juho & Kurki, Sofi: Luova tulevaisuustila ja tulevaisuuden osaamisen ennakointi.
- 3/2012 Nurmi, Timo – Ahvenainen, Marko & Hietanen, Olli: Etelä-Suomen kuljetuskäytävä 2030. ELLO-tulevaisuusprosessin loppuraportti.
- 2/2012 Kirveennummi, Anna – Mattinen, Laura & Kähkönen, Johanna (toim.): Ruista ja sisua – Varsinais-Suomen ruokaketjun vahvuudet, nykytila ja tulevaisuus.
- 1/2012 Nufar Finel & Petri Tapio: Decoupling Transport CO<sub>2</sub> from GDP.
- 15/2011 Lakkala, Hanna & Vehmas, Jarmo (eds): Trends and Future of Sustainable Development. Proceedings of the Conference “Trends and Future of Sustainable Development”, 9–10 June 2011, Tampere, Finland.
- 14/2011 Heinonen, Sirkka – Kurki, Sofi & Ruotsalainen, Juho: Kohtaamisten kuunsillalta voimaantumisen valtamerelle. Luova tulevaisuustila -pilotti Helsingin kaupunginkirjastossa.
- 13/2011 Heinonen, Sirkka – Hietanen Olli & Ruotsalainen, Juho: Mustat joutsenet Turun kulttuuripääkaupungissa. 27.5.2011 ja 3.11.2011 pidettyjen Tulevaisuusklonikoiden raportti.
- 12/2011 Heinonen, Sirkka – Kurki, Sofi – Laurén, Leena-Maija & Ruotsalainen, Juho: Elämykselliseen yhteisöllisyyteen. Elävä esikaupunki -hankkeen tulevaisuusklonikka ”Perspective” 27.10.2011.
- 11/2011 Kauppinen, Veli-Matti – Kaivo-oja, Jari & Aho, Samuli: Building The Future Of European Life-Long Learning Strategies and Policies: Defining Critical Key Drivers Of Lifelong Learning In Europe.
- 10/2011 Myllylä, Yrjö – Sajeva, Maurizio - Kaivo-oja, Jari & Aho, Samuli: iKnow Delphi 2.0/National Survey – Country Report Finland. iKnow Project – Word Package 5. www.iknowfutures.eu.
- 9/2011 Nurmi, Timo – Vähätalo, Mikko & Saarimaa, Riikka: Magneettiteknologiaklusteri 2020.

---

Tutu e-julkaisuja 6/2012

Laura Joki

## SUOMEN HENKILÖAUTO-LIIKENTEN TULEVAISUUS Skenaarioita vuoteen 2030

ISBN 978-952-249-143-5

ISSN 1797-1322

