

AUTOKANNAN HALLINTAMALLI

Osaraportti I

Harri Kallberg
Noora Airaksinen
Kari Korpela
Mika Kulmala
Pasi Pirtala

ISBN 952-5324-06-0
ISSN 1456-4181
OY EDITA AB
Helsinki Helsingfors 2000

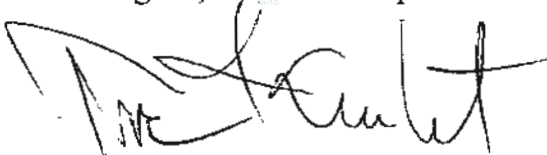
ALKUSANAT

Tässä raportissa on kuvattu Ajoneuvohallintokeskuksen Tampereen teknillisen korkeakoulun liikenne- ja kuljetustekniikan laitokselta tilaaman ”Autokannan hallintamalli”-hankkeen ensimmäinen vaihe. Hankkeessa kehitetään malli, jonka avulla voidaan ennustaa verotusjärjestelmän ja muiden yhteiskunnallisten muutosten vaikutusta ensisijaisesti ajoneuvokannan kehitykseen, rakenteeseen ja liikennesuoritteisiin. Vaikutukset heijastuvat edelleen kertyneiden verojen määriin, energiankulutukseen, päästöihin ja liikenneturvallisuuteen. Hankkeen ensimmäisessä vaiheessa hallintamalli käsittää henkilöautokannan. Hankkeen toisessa vaiheessa autokanta- ja liikennesuoritetiedot yhdistetään väestötietoihin, jotta vaikutuksia voidaan tarkastella myös eri väestöryhmien kannalta. Kolmannessa vaiheessa malli laajennetaan käsittämään koko autokannan. Hanke valmistuu helmikuussa 2001.

”Autokannan hallintamallin” kehittää projektiryhmä, jonka johtaa professori Harri Kallberg. Projektihenkilöstöön kuuluu professori Jorma Mäntynen, erikoistutkija Kari Korpela, erikoistutkija Pasi Pirtala ja tutkija Mika Kulmala. Tarvittaessa muitakin asiantuntijoita osallistuu projektiin.

Tässä raportissa kuvataan mallin laskentaperiaatteet. Työn keskeneräisyydestä johtuen kaikkia laskennassa tarvittavia numerotietoja ei vielä esitetä.

Helsingissä, huhtikuun 13. päivänä 2000



Ove Knekt

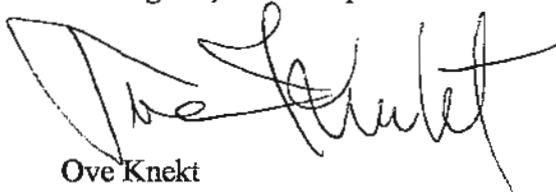
FÖRORD

I denna rapport beskrivs det första skedet i den "Modell över fordonsbeståndet" som Fordonsförvaltningscentralen har beställt av Tekniska högskolan i Tammerfors, institutionen för trafik- och transportteknik. Projektets syfte är att utveckla en modell, som beräknar effekterna av ändringar i beskattningssystemet och andra sociala system på i främsta rummet utvecklingen av fordonsbeståndet, dess struktur och trafikvolymen. Effekterna återspeglas vidare i uppburna skattebelopp, energiåtgången, utsläppen och trafiksäkerheten. Modellen omfattar i det första skedet personbilsbeståndet. I projektets andra skede kombineras uppgifterna om fordonsbeståndet och trafikvolymen med befolkningsuppgifterna så att effekterna kan granskas även ur de olika befolkningsgruppernas synvinkel. I ett tredje skede utvidgas modellen till att omfatta hela bilbeståndet. Projektet skall vara klart i februari 2001.

"Modellen över fordonsbeståndet" utvecklas av en projektgrupp, som leds av professor Harri Kallberg. Till projektgruppen hör professor Jorma Mäntynen, specialforskare Kari Korpela, specialforskare Pasi Pirtala och forskare Mika Kulmala. Vid behov har även andra sakkunniga anlitats av projektet.

I denna rapport beskrivs modellens kalkyleringsprinciper. Då arbetet fortfarande är halvfärdigt presenteras ännu inte alla de sifferuppgifter som behövs vid kalkyleringen.

Helsingfors, den 13. april 2000

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Ove Knekt', written over a horizontal line.

Ove Knekt

SISÄLLYSLUETTELO

1. MALLIN YLEISKUVAUS.....	1
1.1. TARKOITUS	1
1.2. TOIMINTAPERIAATE.....	1
1.3. RAKENTEEN PÄÄLINJAT	1
1.4 . ENNUSTEIDEN LASKENTA	2
2. AUTOJEN MÄÄRÄ JA KANNAN RAKENNE	3
2. 1. LASKENNAN TARKOITUS JA TAUSTAA.....	3
2.2. KIINTEÄT LÄHTÖTIEDOT.....	5
2.2.1. Lähtötilanteen autokanta.....	5
2.2.2. Ensirekisteröinnit.....	5
2.3. MUIDEN LASKELMIEN TULOISTA SAATAVAT LÄHTÖTIEDOT	6
2.3.1. Poistumat.....	6
2.3.2. Nettotuonti.....	6
2.4. IMPULSSIT:.....	6
2.4.1. Ensirekisteröinnit.....	6
2.5. LASKENTA LYHYESTI	7
2.6. TULOKSET.....	7
3. POISTUMAT.....	7
3.1. LASKENNAN TARKOITUS JA TAUSTAA.....	7
3.2. KIINTEÄT LÄHTÖTIEDOT.....	10
3.2.1. Peruspoistumaprosentit.....	10
3.2.2. Käyttöikäkerroinfunktio.....	11
3.3. MUIDEN LASKELMIEN TULOISTA SAATAVAT LÄHTÖTIEDOT	11
3.4. IMPULSSIT	11
3.5. LASKENTA LYHYESTI	11
3.6. TULOKSET.....	12
4. NETTOTUONTI.....	12
4.1. LASKENNAN TARKOITUS JA TAUSTAA.....	12
4.2. KIINTEÄT LÄHTÖTIEDOT.....	14
4.3. MUIDEN LASKELMIEN TULOISTA SAATAVAT LÄHTÖTIEDOT	15
4.4. IMPULSSIT	15
4.5. LASKENTA LYHYESTI	15
4.6. TULOKSET.....	15
5. UUSIEN AUTOJEN HINNAT KOTIMAASSA.....	16
5.1. LASKENNAN TARKOITUS JA TAUSTAA.....	16
5.2. KIINTEÄT LÄHTÖTIEDOT.....	16
5.3. IMPULSSIT	17
5.4. LASKENTA LYHYESTI	17
5.5. TULOKSET.....	17

6. KÄYTETTYJEN AUTOJEN HINTATASO KOTIMAASSA.....	17
6.1. LASKENNAN TARKOITUS JA TAUSTAA.....	17
6.2. KIINTEÄT LÄHTÖTIEDOT.....	18
6.2.1. <i>Uusien autojen vähittäishinnat</i>	<i>18</i>
6.2.2. <i>Käytettyjen autojen hinnan alenema</i>	<i>19</i>
6.2.3. <i>Uusien autojen määrä ja autokannan ikärakenne.....</i>	<i>21</i>
6.3. MUIDEN LASKELMIEN TULOISTA SAATAVAT LÄHTÖTIEDOT	22
6.3.1. <i>Autokanta</i>	<i>22</i>
6.4. IMPULSSIT	22
6.4.1. <i>Käytettyjen autojen nettotuonti</i>	<i>22</i>
6.4.2. <i>Vuotuisen verotuksen ja polttoaineverotuksen vaikutus käytettyjen autojen hintatasoihin.....</i>	<i>23</i>
6.5. LASKENTA LYHYESTI	24
6.6. TULOKSET.....	24
7. UUSIEN AUTOJEN MÄÄRÄT.....	25
7.1. LASKENNAN TARKOITUS JA TAUSTAA.....	25
7.2. KIINTEÄT LÄHTÖTIEDOT.....	28
7.2.1. <i>Polttoaineen veroton hinta</i>	<i>28</i>
7.2.2. <i>Polttoaineveron perusteena käytettävä polttoainemäärä</i>	<i>28</i>
7.2.3. <i>Ajoneuvoveron ikäraja</i>	<i>28</i>
7.2.4. <i>Hinta- ja ristijoustot.....</i>	<i>28</i>
7.3 MUIDEN LASKELMIEN TULOISTA SAATAVAT LÄHTÖTIEDOT	29
7.4. IMPULSSIT	29
7.4.1. <i>Polttoaineen verollinen hinta.....</i>	<i>29</i>
7.4.2. <i>Ajoneuvovero.....</i>	<i>29</i>
7.5. LASKENTA LYHYESTI	29
7.6. TULOKSET.....	29
8. LIIKENNESUORITTEET.....	30
8.1. <i>Laskennan tarkoitus ja taustaa</i>	<i>30</i>
8.2. KIINTEÄT LÄHTÖTIEDOT.....	31
8.2.1. <i>Liikennesuorite perusennusteessa.....</i>	<i>31</i>
8.2.2. <i>Keskimääräiset ajosuoritteet</i>	<i>31</i>
8.2.3. <i>Alueelliset korjauskertoimet</i>	<i>34</i>
8.3. MUIDEN LASKELMIEN TULOISTA SAATAVAT LÄHTÖTIEDOT	34
8.4. IMPULSSIT	34
8.4.1. <i>Polttoainevero</i>	<i>34</i>
8.4.2. <i>Vuotuiset verot.....</i>	<i>36</i>
8.5. LASKENNAN KUVAUS.....	37
8.6. TULOKSET.....	39
9. KUSTANNUSTULOKSET.....	40
9.1. LASKENNAN TARKOITUS JA TAUSTAA.....	40
9.2. MUIDEN LASKELMIEN TULOISTA SAATAVAT LÄHTÖTIEDOT	40
9.3. IMPULSSIT	40
9.4. MUUTTUVAT KUSTANNUKSET.....	40
9.5. KIINTEÄT KUSTANNUKSET	46
9.6. LASKENNAN KUVAUS.....	47

9.7. TULOKSET	49
10. VEROKERTYMÄT	49
10.1. LASKENNAN TARKOITUS JA TAUSTAA	49
10.2. LÄHTÖTIEDOT	49
10.2.1. Muiden laskelmien tuloksista saatavat lähtötiedot:	49
10.2.2. Impulssit	49
10.3. LASKENNAN KUVAUS	51
10.4. LOPPUTULOKSET	53
11. LIIKENNETURVALLISUUS	54
11.1. TAUSTAA	54
11.2. LASKENNAN TARKOITUS	54
11.3. LÄHTÖTIEDOT	54
11.4. LASKENNAN KUVAUS	55
11.5. LOPPUTULOKSET	59
12. YMPÄRISTÖTULOKSET	60
12.1. LASKENNAN TARKOITUS JA TAUSTAA	60
12.2. TIETOJEN MUUNTAMINEN	61
12.3. LASKENNAN KUVAUS	55

1. Mallin yleiskuvaus

1.1. Tarkoitus

Ajoneuvohallintokeskus huolehtii verohallinnon toimeksiannosta ajoneuvoveron, moottoriajoneuvoveron ja osittain autoveron maksuunpanosta ja kannosta. Mahdollistaakseen aloitteita tieliikenteen verojen kehittämiseksi on Ajoneuvohallintokeskus halunnut selvittää näiden verojen yhteiskunnallisia vaikutuksia. Verotusta ja sen vaikutuksia kuvaavan laskentamallin tarve liikenneveropoliittisten vaihtoehtojen vaikutusten arvioimiseksi on viime vuosina lisääntynyt erilaisten muutospainneiden johdosta.

Tässä työssä kehitetyn autokannan hallintamallin avulla pystytään ennakolta arvioimaan autokannan rakenteen tai käytön kautta tieliikenteen välittömiin vaikutuksiin kohdistuvien tai kohdistumaan tarkoitettujen toimien merkitys. Välittömiä vaikutuksia ovat vaikutukset kustannuksiin, verojen määriin, liikenneturvallisuuteen, energiankulutukseen ja päästöihin sekä niiden kohdentumiseen. Välittömien vaikutusten arvioimiseksi mallista saadaan välituloksina toimien vaikutukset ajoneuvokantaan ja sen rakenteeseen sekä käytön määrään. Mallissa olevaa autokantatietoa voidaan käyttää tieliikenteen ennakoarvioinneissa.

1.2 Toimintaperiaate

Mallissa tieliikenteen vaikutuksiin kohdistuvien toimien merkityksen selvittämiseksi verrataan kahta tilannetta, joista toisessa toimet eivät vaikuta ja toisessa vaikuttavat. Ensiksi mainittu tilanne toimii vertailuperusteena ja sitä kutsutaan mallissa *perusennusteeksi*. Toimien vaikutukset taas kuvataan *skenaarioissa*, jotka perustuvat perusennusteen kanssa samaan tunnettuun lähtötilanteeseen, mutta ovat tähän nähden erilaisin perustein muodostettuja ennusteita. Skenaarioiden erona perustilanteeseen nähden ovat aiemmin mainitut tieliikenteen olosuhteita muuttamaan tarkoitettut toimet, joita tässä nimitetään *impulsseiksi*. Vaihtoehtoiset oletukset yleisestä taloudellisesta ja yhteiskunnallisesta kehityksestä ennusteisiin sovellettuna voivat tuottaa *vaihtoehtoisia perusennusteita*, joiden pohjalta toimien vaikutuksia voidaan tarkastella vaihtoehtoisina pidetyissä tulevaisuuksissa.

Mallin rakenne on pyritty luomaan mahdollisimman pelkistetyksi ja avoimeksi, jotta muutkin kuin mallin kehittäjät pystyvät sitä tulevaisuudessa soveltamaan. Laskentamalli on rakennettu siten, että sillä voidaan kuvata liikennepoliittikan ja ajoneuvotekniikan todennäköinen kehitys ja tarkastella erilaisten toimenpiteiden vaikutuksia. Tässä raportissa kuvattu malli koskee yksinomaan henkilöautokantaa. Myöhemmin osin rakennetta supistamalla ja pienekkoilla muutoksilla tullaan luomaan mallit myös paketti-, kuorma- ja linja-autoille.

Malli toimii niin, että siihen voidaan syöttää halutut verojärjestelmämuutokset, impulssit, jonka jälkeen malli tulostaa vaikutukset ajoneuvokantaan ja liikennesuoritteeseen sekä muut vaikutuslaskelmat, jotka perustuvat ennustettuun autokannan rakenteeseen ja suoritteeseen. Ennustajakso ulottuu ainakin vuoteen 2020.

1.3. Rakenteen päälinjat

Mallissa vaikutusten määrittäminen tapahtuu autokannasta ja liikennesuoritteesta laadittavien ennusteiden avulla. Myöhemmin toteutettavassa työn toisessa vaiheessa autokanta- ja liikennesuoritetiedot yhdistetään väestötietoihin, jotta ajoneuvokustannusten ja niiden muutosten kohdistumista pystytään tarkastelemaan väestöluokakohtaisesti. Tällöin malliin otetaan mukaan myös väestöennusteet.

Autokannan katsotaan mallissa riippuvan impulsseista ja väestöstä. Liikennesuorite taas riippuu impulsseista, väestöstä ja autokannasta. Toisessa vaiheessa mukaan otettava väestö sen sijaan on riippumaton sekä autokannasta että liikennesuoritteesta eli näin ollen väestön määrä sekä luokitus ovat samat sekä perusennusteissa että skenaarioissa.

Liikennesuoritteen ja autokannan ennusteet kehitetään perustilanteesta lähtien. Perusennusteet autokannalle ja liikennesuoritteelle valtakunnan tasolla muodostetaan "mallin ulkopuolella" niin, että niissä otetaan lukuun muualla näistä asioista tehtyjä ennusteita.

Skenaarioiden vastaavat ennusteet muodostetaan ensisijaisesti määrittämällä impulssimuuttujien välittömästi tai välillisesti aiheuttamat muutokset perusennusteeseen nähden. Vaikutusten kohdentamisen selvittämiseksi yhdistetään kussakin tilanteessa (vuosi ja alue) vastaavat autokanta- ja liikennesuoritetiedot ja myöhemmin myös väestötiedot. Tuloksena saatavat vero-, kustannus-, energiankulutus-, liikenneturvallisuus- ja ympäristövaikutustiedot perustuvat toisaalta aluksi alueille ja myöhemmässä vaiheessa myös ruokakuntaryhmille kohdistettuihin autokanta- ja suoritetietoihin ja toisaalta

autojen teknisiä ominaisuuksia koskeviin tietoihin. Jälkimmäiset pohjautuvat perustilanteen analyysiin ja sen avulla ”mallin ulkopuolella” laadittuun ennusteeseen, joka annetaan lähtötietojen osana.

1.4 . Ennusteiden laskenta

Ennusteiden laskenta tapahtuu hallintamallista laaditun tietokoneohjelman AHMA (=Autokannan HallintaMalli) avulla. Ohjelma toimii PC:llä Windows32 ympäristössä ja käyttäjänä voi toimia kuka tahansa Windows –peruskäytön hallitseva henkilö. Laskentakaavoja, laskennan alkamisvuotta sekä osaa kiinteästä lähtötiedosta voi sen sijaan muuttaa vain mallin ylläpitäjä.

Ohjelma laskee ennusteet kiinteän lähtötiedon sekä käyttäjän ohjelmaan syöttämien impulssien avulla. Ohjelman käyttö tapahtuu erilaisten valikoiden avulla sisältäen seuraavat päävaiheet:

1. Nimetään laskettava malli
2. Valitaan tarkasteltava alue (koko maa tai maakunta)
3. Syötetään impulssit vuosille 2000-2020
4. Käynnistetään laskenta
5. Valitaan ennusteet, joita halutaan tarkastella

Syötettävät impulssit ovat:

1. Arvonlisävero
2. Autoveron prosenttiosa
3. Autoveron vähennysosa
4. Katalysaattorivähennys
5. Varustevähennys
6. Ajoneuvovero
7. Varsinainen ajoneuvovero (dieselvero)
8. Polttoainevero
9. Nettotuonnin vakiovähennys
10. Nettotuonnin ikävähennyskerroin
11. Verokertoimet autojen hinnoille
12. Ensirekisteröinnit

Valittavissa olevat ennusteet ovat:

1. Autokanta käyttöönottovuosittain koko maassa
2. Autokanta käyttöönottovuosittain eri käyttövoima- ja kokoluokissa valitulla alueella
3. Nettotuonti käyttöönottovuosittain eri käyttövoima- ja kokoluokissa valitulla alueella
4. Uusien autojen hinnat eri käyttövoima- ja kokoluokissa
5. Käytettyjen autojen hinnat käyttöönottovuosittain eri käyttövoima- ja kokoluokissa
6. Uusien autojen eri käyttövoima- ja kokoluokissa
7. Liikennesuorite valitulla alueella
8. Muuttuvat kustannukset
9. Polttoaine-, rengas-, korjaus-, huolto- ja voitelukustannukset
10. Kiinteät kustannukset koko maassa
11. Pääoman poistot ja korkokustannukset valitulla alueella

Ohjelmaan on valmiiksi koodattu vuoden 1999 impulssit, jotka näin ollen ovat osa ohjelman kiinteää lähtötietoa ja toimivat oletusarvoina tulevien vuosien impulsseille. Mikäli käyttäjä ei tee muutoksia impulsseihin, ohjelma laskee oletusarvoja käyttäen perusenusteiden mukaisen ennusteen.

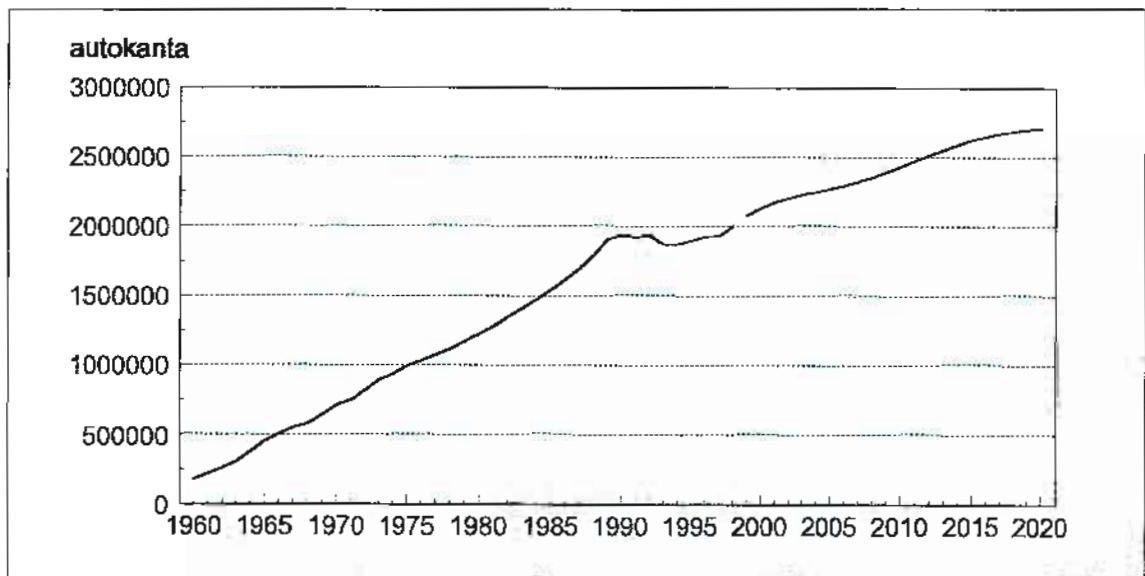
Ennusteiden laskennan voidaan katsoa muodostuvan yhdestätoista erillisestä osiosta, jotka kuitenkin liittyvät kiinteästi toisiinsa joko hyödyntäen samoja lähtötietoja tai siten, että toisen osion laskennan tuloksia käytetään toisessa osiossa lähtötietoina. Osiot esitellään seuraavissa luvuissa.

2. Autojen määrä ja kannan rakenne

2.1. Laskennan tarkoitus ja taustaa

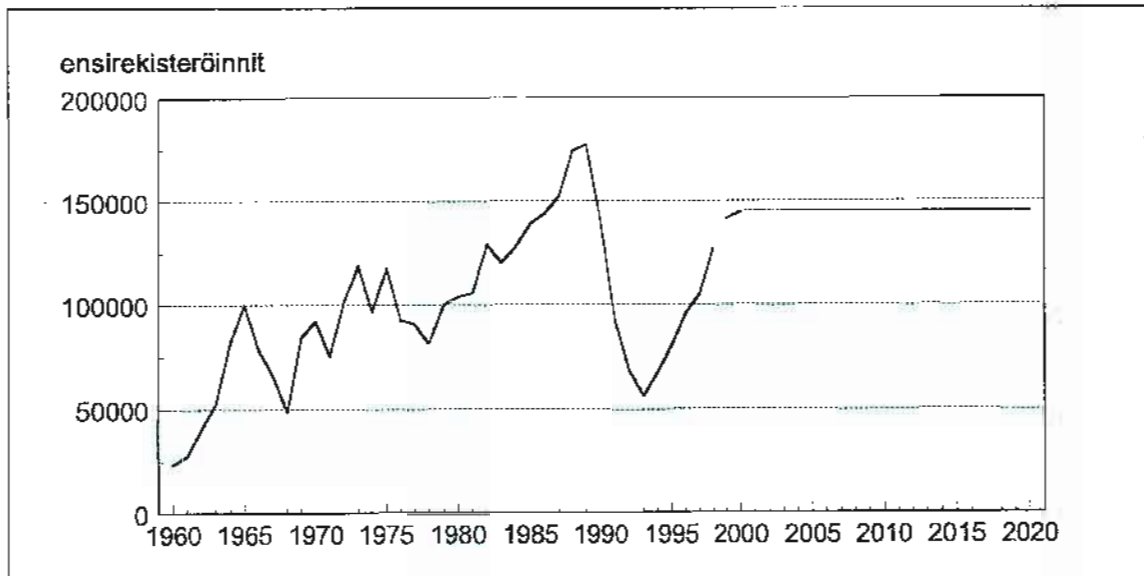
Henkilöautokanta on kasvanut Suomessa tasaisesti autoistumisen alusta lähtien vuoteen 1990, jolloin se ylitti 1,93 miljoonan rajan. Vähentyneen ensirekisteröintien määrän takia alkoi autokanta hiljalleen pienetä, ja vuonna 1994 se oli alimmillaan 1,87 miljoonaa. Tällä hetkellä Suomen henkilöautokanta on hieman yli 2 miljoonaa ajoneuvoa. Vaikka Suomen autotiheys kasvoikin 1980-luvulla nopeasti, on autotiheytemme edelleen alhainen OECD-maihin verrattuna. Vuoden 1998 lopussa Suomessa oli 392 henkilöautoa jokaista 1000 asukasta kohden. Esimerkiksi Ruotsissa vastaava luku oli 413. Yhdysvalloissa oli 562 henkilöautoa jokaista 1000 asukasta kohden.

Autoistumisen odotetaan jatkuvan myös korkeasti autoistuneissa maissa. Esimerkiksi Saksassa autotiheyden uskotaan nousevan lähivuosina nykyisestä 496 henkilöautosta / 1000 asukasta 540 - 570 henkilöautoon / 1000 asukasta. Myös Suomessa valmistuneissa tutkimuksissa autotiheyden oletetaan kasvavan.



Kuva 1. Suomen henkilöautokannan kehitys vuosina 1960-1998 ja arvio vuosille 1999-2020.

Henkilöautojen ensirekisteröintien määrä vaihtelee taloudellisen kehityksen mukaisesti. Esimerkiksi 1980-luvun suotuisalla ansiokehityksellä ja toisaalta 1990-luvun alun reaalitulojen alenemisella on ollut selvä yhteys samana aikana rekisteröityjen henkilöautojen lukumäärään. Henkilöautojen ensirekisteröintimäärät vuosina 1960 - 1998 ja perusennusteessa oletusarvoina käytetyt ensirekisteröintimäärät vuosille 1999 - 2020 on esitetty kuvassa 2. Ensirekisteröintimäärät ovat samat kuin LIPASTO 1998 -laskentajärjestelmässä. LIPASTO:ssa olevat henkilöautojen ensirekisteröintimäärät on saatu alan asiantuntijaryhmän ennusteesta, jonka mukaan uusien henkilöautojen vuosimyynti olisi 145 000 autoa vuodesta 2001 eteenpäin.



Kuva 2. Henkilöautojen ensirekisteröintien määrät vuosina 1960-1998 ja perustilanteessa käytetty ennuste vuosille 1999-2020.

Dieselmääräisten henkilöautojen osuus ensirekisteröinneistä on muuttunut vuosien 1975 - 1998 aikana yllättävän paljon. Pelkästään polttoaineen hinnan muutoksilla eroja ei voida selittää. Esimerkiksi vuosien 1975 - 1983 aikana dieselin hintaero bensiiniin kaventui, mutta silti samana ajanjaksona dieselmääräisten henkilöautojen osuus ensirekisteröinneistä kasvoi 3 %:sta lähes 13 %:iin. Laskentamallin perustilanteessa oletetaan dieselmääräisten henkilöautojen osuuden ensirekisteröinneistä pysyvän nykyisen suuruusena eli 15 %:ssa tutkimusajanjakson loppuun asti. Käytännössä se tarkoittaa ettei polttoaineiden hintaerossa eikä varsinaisessa ajoneuvoverossa tapahdu merkittäviä muutoksia.

Vuoden 1999 alussa ensirekisteröidyistä henkilöautoista joka kolmas myytiin Uudellamaalla. Osuus on huomattavan suuri verrattuna muiden osa-alueiden ensirekisteröintiosuuksiin. Esimerkiksi Varsinais-Suomessa, jossa ensirekisteröitiin toiseksi eniten henkilöautoja, myytiin vain 9 % kaikista henkilöautoista. Tällä hetkellä käynnissä olevan Suomen sisäisen muuttoliikkeen vaikutuksia autokauppaan on tutkittu LTT:n tekemässä tutkimuksessa. LTT:n tutkimuksen mukaan alueittaisen ensirekisteröintiosuuksien muutokset olisivat vuosina 2000 - 2005 suhteellisen pieniä. Tutkimuksen mukaan Uudenmaan ensirekisteröintiosuuden arvioitiin kasvavan 2,1 prosenttiyksikköä. Toiseksi suurin muutos ennustettiin Etelä-Pohjanmaalle jonka ensirekisteröintiosuuden arvioitiin laskevan 0,4 % viiden vuoden aikana.

Koska LTT:n tutkimuksessa lähitulevaisuuden alueelliset ensirekisteröintimuutokset arvioidaan pieniksi, käytetään laskentamallissa perustilanteen ensirekisteröintiosuuksina vuoden 1999 alun ensirekisteröintijakaumaa.

Autojen määrän ja kannan rakenteen laskennan tarkoituksena on muodostaa kuvaukset autokannasta eri vuosina ja eri tilanteissa eli perusennusteessa, mahdollisissa vaihtoehtoisissa perusennusteissa ja skenaarioissa. Laskennan tuloksena saadaan henkilöautojen määrä ikä-, käyttövoima- ja kokoluokittain koko maassa ja alueittain. Aluejaon perustana ovat maakunnat, joita on Ahvenanmaa pois lukien yhteensä 19.

Autot jaetaan 25 ikäluokkaan, joista viimeinen muodostetaan liittämällä kunkin tarkasteluvuonna 25-vuotiaat ja sitä vanhemmat autot samaan luokkaan. Käyttövoimaluokkia on kaksi eli bensiini ja diesel. Kussakin käyttövoimaluokassa autot jaetaan edelleen viiteen kokoluokkaan. Kokoluokitus perustuu auton moottorilavuuden [l] ja auton omamassan [kg] tuloon. Luokkarajat sekä esimerkit eri kokoluokkiin kuuluvista automalleista esitetään taulukossa 1.

Taulukko 1. Bensiini- ja dieselkäyttöisten henkilöautojen kokoluokkajako, luokkarajat, luokan osuus kyseisen käyttövoimaluokan autoista sekä esimerkkejä eri luokkaan kuuluvista uusista automalleista.

Bensiini Luokka	Rajat	Osuus %	Esimerkki	Moottori-Tilavuus [l]	Omamassa [kg]	Tulo [kg]
1	-1131	17,4	Renault Twingo	1,149	895	1028
2	1132-1621	32,5	Opel Corsa 1,4i 16V Sport	1,389	992	1378
3	1622-2052	21,2	VW Golf 1,6 Firstline 3-ov	1,595	1150	1834
4	2053-2799	22,4	Ford Mondeo 1,8i CLX STW	1,796	1330	2389
5	2800-	6,5	Volvo S80 2,4	2,435	1489	3626

Diesel Luokka	Rajat	Osuus %	Esimerkki	Moottori-Tilavuus [l]	Omamassa [kg]	Tulo [kg]
1	-1713	12,9	Peugeot 106 1,5D 2-ov	1,52	950	1444
2	1714-2031	5,0	Opel Corsa Edition 100 5-ov	1,686	1047	1765
3	2032-2571	22,5	Renault Megane Classic 1,9	1,870	1225	2291
4	2572-3257	25,9	Opel Vectra 2,0 TDI 16V CD	1,994	1440	2871
5	3258-	33,7	Audi A6 2,5 V6 TDI	2,496	1595	3981

2.2. Kiinteät lähtötiedot

2.2.1. Lähtötilanteen autokanta

Tulvien vuosien autokannan ja sen rakenteen määrittämiseen tarvitaan tiedot lähtötilanteen autokannasta ikä-, käyttövoima- ja kokoluokittain koko maassa ja alueittain. Lähtötilanteen autokantatiedot on määritetty vuoden 1999 ajoneuvorekisterin avulla.

2.2.2. Ensirekisteröinnit

Ensirekisteröintejä koskevaa kiinteää lähtötietoa mallissa ovat:

- Käyttövoima- ja kokoluokkien osuudet ensirekisteröinneistä
- Ensirekisteröintien alueellinen jakautuma

Perusennusteessa oletetaan uusien autojen käyttövoima- ja kokoluokkajakautumien noudattavan vuoden 1999 jakautumia muuttumattomina vuoteen 2020 asti.

Taulukko 2. Henkilöautojen ensirekisteröintiosuudet käyttövoima- ja kokoluokittain.

Kokoluokka	Bensa [%]	Diesel [%]
1	4,3	0,2
2	14,5	0,5
3	31,3	6,0
4	26,4	4,7
5	8,5	3,6
Yhteensä	85,0	15,0

Laskentamallissa käytetään perustilanteen ensirekisteröintiosuuksina vuoden 1999 alun ensirekisteröintijakaumaa, koska LTT:n tutkimuksessa lähitulevaisuuden alueelliset ensirekisteröintimuutokset arvioidaan pieniksi

Taulukko 3. Henkilöautojen ensirekisteröintiosuudet alueittain vuonna 1999 ja LTT:n arvio vuosille 2000 ja 2005.

Alue	1999 [%]	2000 [%]	2005 [%]
Uusimaa	33,7	34,3	36,4
Itä-Uusimaa	2,3	1,9	1,7
Kanta-Häme	3,1	2,9	2,8
Päijät-Häme	3,3	3,3	3,3
Kymenlaakso	3,7	3,7	3,6
Etelä-Karjala	2,7	2,6	2,5
Varsinais-Suomi	9,1	8,3	8,3
Satakunta	4,3	4,2	4,1
Pirkanmaa	8,2	7,7	7,8
Keski-Suomi	4,4	4,1	4,0
Etelä-Pohjanmaa	3,3	3,3	2,9
Pohjanmaa	3,1	3,4	3,2
Keski-Pohjanmaa	1,2	1,1	1,1
Etelä-Savo	2,6	2,6	2,5
Pohjois-Savo	3,7	4,0	3,8
Pohjois-Karjala	2,1	2,6	2,5
Pohjois-Pohjanmaa	5,5	5,5	5,4
Kainuu	1,4	1,4	1,3
Lappi	2,4	3,1	2,8
Yhteensä	100,0	100,0	100,0

2.3. Muiden laskelmien tuloksista saatavat lähtötiedot

2.3.1. Poistumat

Poistumien laskennasta käytetään autokannan määrän ja rakenteen laskentaan seuraavat tiedot:

- Poistumaprocentit vuosina 1999-2019 vuosimallista 1961 lähtien
- Poistumaprocentit vuosina 1999-2019 käyttövoiman ja kokoluokan mukaan vuosimallista 1974 lähtien

2.3.2. Nettotuonti

Nettotuontia koskevasta laskelmasta autokannan määrän ja rakenteen laskennassa käytetään lähtötietona:

- Nettotuonnin osuus autokannasta vuosina 1999-2019 käyttövoima- ja kokoluokittain vuosimallista 1974 lähtien

2.4. Impulssit:

2.4.1. Ensirekisteröinnit

Suoraan autokannan laskentaan kohdistuvana impulssina malliin voidaan antaa uusien autojen ensirekisteröintien määrä vuosina 1999-2020. Välillisesti autokannan laskentaan kohdistuvat myös poistumien ja nettotuonnin laskennoissa vaikuttavat impulssit, jotka esitellään tarkemmin ao. laskentojen kuvausten yhteydessä.

2.5. Laskenta lyhyesti

Autokannan laskenta tapahtuu pääpiirteittäin seuraavasti:

1. Tarkasteltavan vuoden autokannasta vähennetään vastaava poistuma.
2. Lisätään vastaava nettotuonti autokantaan
3. Lasketaan ensirekisteröintien korjauskertoimet
4. Lasketaan korjauskertoimien avulla ensirekisteröinnit
5. Lasketaan seuraavan vuoden autokanta lisäämällä ensirekisteröintien määrä edellä laskettuun kantaan

2.6. Tulokset

Laskennan tuloksena saadaan vuosien 1999-2020 autokannat koko maassa ja alueittain autojen iän-, käyttövoiman- ja kokoluokan mukaan.

3. Poistumat

3.1. Laskennan tarkoitus ja taustaa

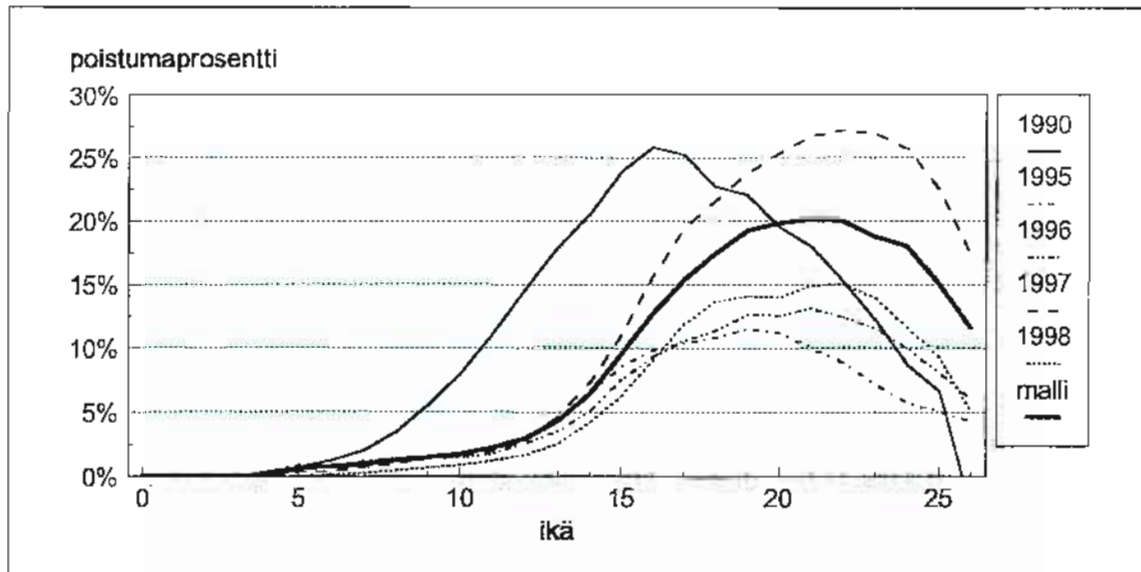
Ajoneuvokierron määrittämisessä olennaisen tärkeää on poistuman mallintaminen. Pelkistetysti henkilöauton odotettavissa oleva elinikä riippuu teknisestä ja taloudellisesta kehityksestä. Ahuksi vain harvat autot lähinnä onnettomuuksien seurauksena poistuvat kannasta. Myöhemmin käytöstä johtuvan kulumisen ja korroosion vaikutuksesta kannasta poistuvien määrä alkaa kasvaa, jolloin suuri osa ikäluokasta poistuu suhteellisen lyhyessä ajassa. Lopuksi jäljelle jää pieni määrä autoja, jotka ovat kannassa pitkään.

Ajoneuvotekniikan kehittymisen ja tieverkon paranemisen vaikutuksesta poistuman alkaminen on siirtynyt yhä myöhemmäksi ja ajoittuu aikaisempaa pidemmälle aikavälille. Vuonna 1972 kolme neljäsosaa poistumasta oli 7 - 12 vuotta vanhoja autoja. 1980-luvun lopussa eli ennen lamaa osuus oli noin kolmannes ja tällä hetkellä osuus poistumasta on alle viidesosa. 1980-luvun alussa yli 15 vuotta vanhojen henkilöautojen osuus rekisteristä poistuvista oli neljännes, vuonna 1990 kolmannes ja nykyisin noin 60 % rekisteristä poistuvista henkilöautoista on yli 15 vuotta vanhoja.

Ulkomailla tehtyjen tutkimusten mukaan auton romuttamispäätökseen vaikuttaa enemmän auton nykyinen tai tuleva arvo kuin tekninen kunto. Norjalaisen tutkimuksen mukaan auto romutetaan, kun sen korjauskustannusten ja romutusravon summa ylittää auton arvon korjauksen jälkeen. Autoilijat huopuvat nykyään autostaan sen ollessa arvoton, eivät teknisten ominaisuuksien perusteella.

Kuvassa 3 on esitetty vuosien 1990, 1995, 1996, 1997 ja 1998 toteutuneita poistumaprosentteja Suomessa ja laskentamallissa käytettyjä peruspoistumaprosentteja. Poistumaprosentilla tarkoitetaan ikäluokan poistuneiden osuutta suhteessa edellisen vuoden lopun autokantaan

Eri ajoneuvoikäluokkien poistumaprosentteihin vaikuttaa auton ikää enemmän vallitseva taloudellinen suhdanne. Esimerkiksi 1990-luvun alussa poistumaprosentit olivat suurempia kuin 1980-luvun lopussa huolimatta teknisesti keskimäärin kestävimmistä henkilöautoista.

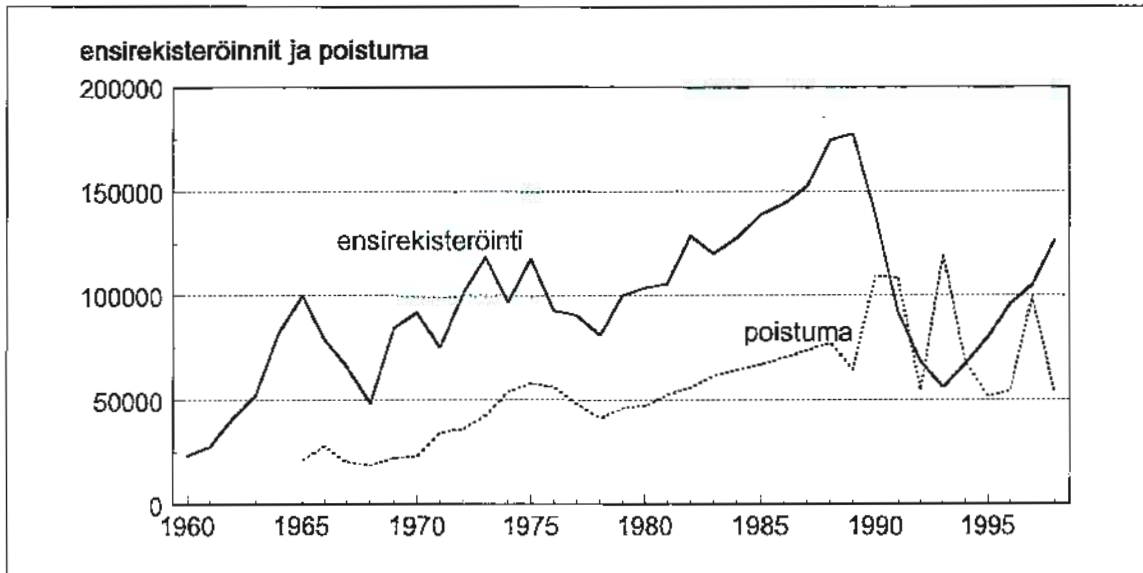


Kuva 3. Toteutuneet henkilöautojen poistumaprosentit eri vuosina.

Ensirekisteröintimäärien lisäksi henkilöautojen vero- ja maksuperusteissa tapahtuvat muutokset näkyvät poistumassa. Esimerkiksi vuodesta 1998 vuotuisen ajoneuvoveron maksuperusteissa tapahtunut muutos näkyi vuoden 1997 poistumaprosenttien huomattavana kasvuna. Henkilöautojen poistumaprosentit muodostuvat teknisen kestävyuden ja taloudellisten muutosten yhteisvaikutuksesta.

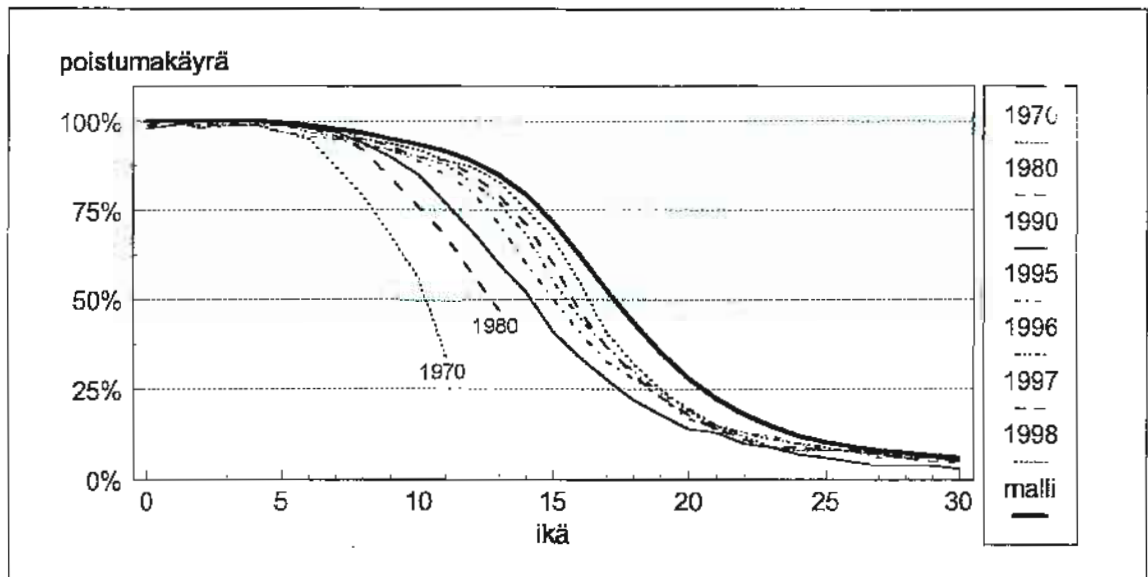
Poistumaa mallinnettaessa suhteellinen tarkkuus on sitä parempi mitä pidemmältä ajanjaksolta ja mitä suurempi lähtöaineisto autokannasta on käytettävissä. Laskentamallissa paras poistuma-arvio saavutetaan iän mukaista kokonaispoistumaa arvioitaessa, jolloin autokantatiedot on jaettu 26 tarkasteluluokkaan. Tällä tarkastelutasolla henkilöautokannan tiedot olivat poistumaa määritettäessä käytettävissä vuosilta 1980 - 1998. Tarkastelutasoa fokuoitaessa käyttövoima ja kokoluokkiin autokantatiedot jaetaan 260 luokkaan ($26 \times 2 \times 5 = 260$). Tällä tarkastelutasolla henkilöautokannan tiedot olivat käytettävissä vuosilta 1998 ja 1999. Tästä johtuen laskentamallissa poistuma määritetään ensiksi iän mukaan koko autokannalle. Tällä tasolla laskettu kokonaispoistuma jaetaan käyttövoima- ja kokoluokista saatujen poistumaprosenttien suhteessa.

Kuvassa 4 on esitetty henkilöautojen ensirekisteröintimäärät vuosina 1960 - 1998 ja poistumamäärät vuosina 1965 - 1998. Henkilöautojen ensirekisteröinti- ja poistumamäärien vaihtelussa on havaittavissa selvää yhdenmukaisuutta. Esimerkiksi vuoden 1965 suuri henkilöautojen ensirekisteröintimäärä näkyy poistumamäärän kasvuna vuonna 1975 ja vuoden 1968 ensirekisteröintimäärien lasku näkyy poistumamäärän pienenemisenä vuonna 1978. Tämän lisäksi ensirekisteröintimäärien sekundaarinen vaikutus poistumamääriin näkyy selvimmän 1990-luvun toteutuneista rekisteröinti- ja poistumamääristä. Ensirekisteröintimäärien vähennyttä myös poistumamäärät vähenivät, vaikka poistuma olisi 10 - 20 vuotta aiemmin rekisteröityjen henkilöautojen vaikutuksesta pitänyt olla kasvava. Vuoden 1993 poistumapiikki aiheutui pääosin käytettyjen autojen viennistä ulkomaille ja vuoden 1997 poistumapiikki muuttuneella "tarraverokäytännöllä". Poistumamäärä on ns. nettopoistuma, joka on saatu vähentämällä ensirekisteröintimäärästä henkilöautokannan kasvu. Määrä on viidenneksen pienempi kuin vuosittain rekisteristä poistettavien autojen lukumäärä. Ero johtuu siitä että esimerkiksi onnettomuuden takia kerran rekisteristä poistettuja autoja rekisteröidään uudelleen. Autokannan muutoksia tarkasteltaessa on tarkoituksenmukaisempaa käyttää nettopoistumaa.



Kuva 4. Henkilöautojen ensirekisteröinnit vuosina 1960-1998 ja poistuma vuosina 1965-1998.

Henkilöautokannan kestävyys on lisääntynyt nopeasti. Kun keskimääräinen käyttöikä oli vuonna 1970 hieman yli 10 vuotta niin vuonna 1989 käyttöikä oli jo 14,5 vuotta. Keskimääräisellä käyttöiällä tarkoitetaan ikää, jolloin 50 % alkuperäisestä kannasta on poistunut käytöstä. Kaksi seuraavaa vuotta keskimääräinen käyttöikä lyheni hieman. Vuonna 1998 keskimääräinen käyttöikä oli 17 vuotta eli 1980-luvun alussa käyttöön otetuista henkilöautoista puolet on vielä rekisterissä ja puolet on romutettu. Kuvassa 5 on esitetty poistumakäyrät vuosille 1970, 1980, 1990, 1995, 1996, 1997 ja 1998. Poistumakäyrällä esitetään kannassa jäljellä olevien ajoneuvojen määrä suhteessa kaikkiin samana vuonna käyttöön otettuihin henkilöautoihin iän funktiona.

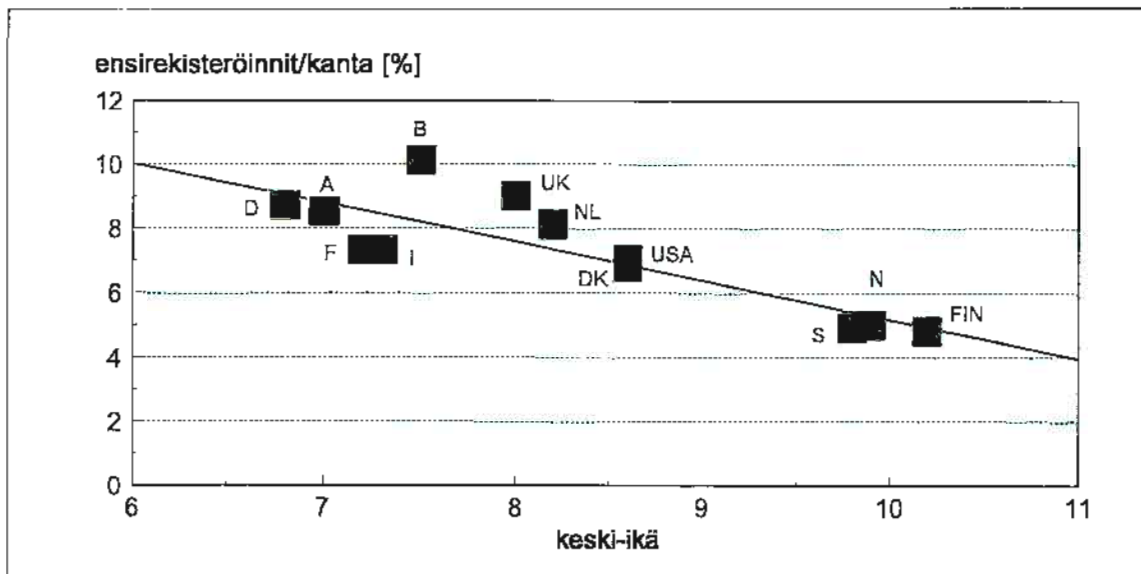


Kuva 5. Henkilöautojen poistumaa kuvaavia käyriä Suomessa eri vuosina. Mallissa käytetty poistumakäyrä on esitetty paksuimmalla viivalla.

Uusilla materiaaliavainnoilla henkilöauton kestävyttä voidaan tulevaisuudessa parantaa huomattavasti, mutta toisaalta ajoneuvotekniikan muuttuessa monimutkaisemmaksi kasvavat vanhojen autojen huoltokustannukset, mikä lyhentää auton käyttöikää. Autokannan kehitystä arvioitaessa on autotekniikan tulevaisuudessa oletettu vastaavan kestävyyskehitystä nykyistä tekniikkaa. 1990-luvulla ensirekisteröityjen henkilöautojen poistumaa tutkimalla henkilöautojen keskimääräisen käyttöiän on mallissa arvioitu nousevan 17,9 vuoteen (kuvassa 2.4 paksuimmalla). Norjassa tehdyssä henkilöautokantamallissa (BIG1) poistumakäyrä on arvioitu saman muotoiseksi.

Vanhojen autojen jäljellä oleva osuus kasvaa tulevaisuudessa, kun kestävämpää tekniikkaa edustavat autot vanhenevat. Esimerkiksi 1970-luvun henkilöautot olivat 19-28 vuotta vanhoja vuonna 1998. Autokannassa 1970-luvun ikäluokista oli jäljellä samana vuonna 6 - 25 %. Vastaavasti vuonna 2008 ovat 1980-luvun autot yhtä vanhoja, mutta kannassa niitä on jäljellä ikäluokasta riippuen 7 - 35 %.

Henkilöautojen ensirekisteröintimäärät vaikuttavat autokannan keskimääräiseen käyttöikään. Kuvassa 6 on esitetty henkilöautokannan keski-ikä suhteessa ensirekisteröintisuhteeseen eräissä maissa. Ensirekisteröintisuhte on laskettu 1990-luvun ensirekisteröintien ja kannan suhteen keskiarvona. Kuvasta nähdään että maissa jossa ensirekisteröintimäärä on lähes 9 % kannasta niin keski-ikä on noin 7 vuotta. On myös mahdollista, että näissä maissa osa rekisteröidyistä autoista siirtyy ulkomaille. Vastaavasti pohjoismaissa joissa ensirekisteröintimäärät ovat 1990-luvulla olleet noin 5 % kannasta keski-ikä on tällä hetkellä noin 10 vuotta.



Kuva 6. Henkilöautokannan keski-ikä ja ensirekisteröintien suhde eri maissa.

3.2. Kiinteät lähtötiedot

3.2.1. Peruspoistumaprosentit

Taulukko 4. Auton iän mukaiset poistumaprosentit

Ikä	%	Ikä	%
0	0,00	16	10,71
1	0,00	17	13,01
2	0,00	18	14,77
3	0,00	19	16,26
4	0,00	20	16,79
5	0,50	21	17,03
6	0,63	22	16,97
7	0,78	23	15,91
8	1,04	24	15,22
9	1,24	25	12,71
10	1,44	26	9,80
11	1,86	27	9,49
12	2,48	28	8,52
13	3,66	29	8,07
14	5,48	30	7,00
15	8,04		

Taulukko 5. Auton iän, käyttövoima- ja kokoluokan mukaiset poistumaprocentit

Bensiinikäyttöiset:

Ikä	25	24	23	22	21	20	19	18	17
Kokoluokat 1-4	19	20	21	22	22	21	20	17	14
Kokoluokka 5	11	10	8	7	8	7	6	6	5
Ikä	16	15	14	13	12	11	10	9	8
Kokoluokat 1-4	11	9	6	5	3	2	2	2	1
Kokoluokka 5	4	3	2	2	2	2	1	1	1
Ikä	7	6	5	4	3	2	1	0	
Kokoluokat 1-4	1	1	1	1	1	0	0	0	
Kokoluokka 5	1	1	1	1	1	1	0	0	

Dieselkäyttöiset:

Ikä	25	24	23	22	21	20	19	18	17
Kokoluokat 1-4	40	38	35	32	30	27	22	19	16
Kokoluokka 5	15	16	14	13	12	12	12	11	10
Ikä	16	15	14	13	12	11	10	9	8
Kokoluokat 1-4	13	11	9	8	6	4	2	2	1
Kokoluokka 5	10	8	6	5	4	3	3	2	2
Ikä	7	6	5	4	3	2	1	0	
Kokoluokat 1-4	1	1	1	1	1	1	1	1	
Kokoluokka 5	2	1	1	1	1	1	1	1	

3.2.2. Käyttöikäkerroinfunktio

Ensirekisteröintien ja keskimääräisen käyttöiän suhde laskettiin yhdistämällä Suomen henkilöautokannan poistumaprocentit ja ensirekisteröintien ja keski-ikä suhde. Tulosten mukaan henkilöautokannan keskimääräinen käyttöikä Suomessa saadaan kaavasta:

$$\text{Käyttöikä} = 22,3 - \text{ensirekisteröintien keskiarvo neljältä viimeiseltä vuodelta} \times 3/100000$$

3.3. Muiden laskelmien tuloksista saatavat lähtötiedot

Autokannan määrää ja rakennetta koskevasta laskelmasta tarvitaan poistumien laskentaa varten vuosien 1999-2020 autokannat luokiteltuna käyttöönottovuoden, käyttövoiman, kokoluokan ja alueen mukaan.

3.4. Impulssit

Poistumien laskentaan kohdistuvana impulssina malliin voidaan antaa uusien autojen ensirekisteröintien määrä vuosina 1999-2020.

3.5. Laskenta lyhyesti

Poistumien laskenta tapahtuu pääpiirteittäin seuraavasti:

1. Lasketaan tarkasteltavan vuoden autokannan keskimääräinen käyttöikä
2. Lasketaan käyttöikäkerroinfunktion arvo eli poistumaprocentin korjauskerroin kyseisellä käyttöiällä
3. Lasketaan poistumaprocentit tarkasteluvuonna
4. Lasketaan tarkasteltavan vuoden kokonaispoistuma käyttäen autokantaa ikäluokittain
5. Lasketaan tarkasteltavan vuoden kokonaispoistuma käyttäen autokantaa käyttöönottovuoden, käyttövoiman, kokoluokan ja alueen mukaan. Lasketaan poistumat ensin käyttövoima- ja kokoluokittain muodostamalla pistetulo koko maan autokannan ja sen koko

3.6. Tulokset

Laskennan tuloksena saadaan:

- Poistumaprocentit vuosina 1999-2020 vuosimallista 1961 lähtien
- Poistumaprocentit vuosina 1999-2020 käyttövoima- ja kokoluokittain vuosimallista 1974 lähtien

4. Autojen nettotuonti

4.1. Laskennan tarkoitus ja taustaa

Autojen nettotuonnin laskennan tarkoituksena on varautua autokannan hallintamallissa siihen, että henkilöautojen tuonti tulee mahdollisten veromuutosten kautta niin edulliseksi, että sillä on autokannan rakenteeseen olennaista merkitystä.

Nykyisin käytettyjä autoja Suomeen tuotaessa peritään autovero, jonka määrä perustuu teknisesti ja muutoin vastaavan uuden auton veroon ja siitä laskettuun ikäalennukseen. Autoveron määrälle peritään vielä arvonlisävero. Vastaava uusi auto määritellään käytännössä vähittäismarkkinoilta saatavissa olevan verottoman hinnan mukaisena. Tämä hinta on yleensä korkeampi kuin autojen tukkukaupan maahan tuomistaan uusista autoista maksama hinta. Näin yksityisen käytetyn auton tuonnin vero voi suhteellisesti ja markkamääräisestikin tulla korkeammaksi kuin tukkukaupan kautta tuotavan uuden auton vero. Käytettyjä autoja voidaan tuoda Suomeen myös muuttoautoina, jolloin tuonnin verotus olennaisesti kevenee säädettyjen edellytysten täytyessä.

EU:n komissio on vuonna 1998 edellyttänyt, että Suomi muuttaa käytettyjen autojen tuonnin verotustaan lähinnä ikäalennusten kohdalta. Autoverolakia on tämän johdosta muutettu.

Nykyiset käytettyinä tuotavat henkilöautojen määrät eivät ole autokannan rakenteen kannalta olennaisia. Vuonna 1998 tuotiin 3366 henkilöautoa ns. rinnakkaismaahantuontina. Tähän sisältyvät muuttoautot ja muut autot sekä käytettyinä että mahdollisesti uusina. Määrä on alle 0,2 % autokannasta ja 2,7 uusien henkilöautojen määrästä.

Impulsseista

Nettotuonnin määrään vaikuttavina alkuperäisinä impulsseina voivat olla tuonnin verosääntöjen muutos joko yksin tai uusien autojen veromuutosten seurauksena. Impulssien vaikutuksen kannalta olennainen tekijä on kotimaan käytettyjen autojen hintatason ero vastaavaan edulliseen ulkomaiseen (Eurooppa) hintatasoon. Tähän voivat vaikuttaa muutkin impulssit kuin suoraan käytettyjen autojen tuontiin vaikuttamaan tarkoitetut. Näin käytettyjen autojen tuonti olisi laskettava niissäkin tapauksissa, joissa suoraan siihen ei kohdistu impulsseja.

Yksityisesti tuotavan henkilöauton verotuksen perusteena on vastaavan uuden auton veroton hinta ulkomailla. Laskennallisesti voidaan katsoa, että tämän hinnan autoluokkakohdaiset keskiarvot ovat johdettavissa autoluokkakohdaisista uuden auton vähittäishinnoista ulkomailla. Mahdollisia käytetyn auton tuonnin verotuksen laskennallisia arvoperusteita voivat olla esimerkiksi:

- uuden auton vähittäishinta ulkomailla
- uuden auton vähittäishinta Suomessa
- käytetyn auton hinta ulkomailla
- käytetyn auton hinta Suomessa

Tässä yhteydessä katsotaan, että kunkin autoluokan tuonnin veron määrä voidaan kuvata näiden mahdollisena pidettävien arvoperusteiden kertoimien ja vakioerän avulla seuraavasti:

$$V = (x \times i \times a) + (y \times j \times b) + (z \times c) + (u \times d) + w, \text{ jossa}$$

V = veron keskiarvo autoluokassa

a, b, c , ja d ovat edellä esitetyt autoluokan keskimääräiset arvot

x, y, z ja u ovat vakio kertoimia

i ja j ovat ikävähennyskertoimia (vektoreita)

W on vakiotermi (käytännössä vakiovähennys)

Osa tai kaikki mallin vakiotermeistä voivat olla nollia. Nykyinen verotus voidaan kuvata mallilla, jossa y, z , ja u ovat nollia eikä j :n arvolla ole merkitystä. Nykyisin autoverosta perittävä arvonlisävero tai sen mahdollinen pois jättäminen voidaan myös kuvata käyttämällä em. kertoimia ja vakioita.

Nykyinen käytettynä tuotavan henkilöauton verotus perustuu useimmiten auton vähittäishintaan Suomessa (b) ja ikäalennukseen. Auton verotusarvo määräytyy vastaavan uuden auton verottoman hinnan mukaan. Tämä on useimmiten noin 60 % uuden auton vähittäishinnasta Suomessa. Autovero on $100\% \cdot \text{verotusarvo} - 4600$ mk (KAT –vähennystä ei myönnetä, koska se on jo mukana uuden vastaavan auton vähittäishinnassa). Autoveron laskentakaava olisi nyt siis:

$$V = 0,6 \cdot b \cdot j - 4600$$

Kun autoverosta **peritään** myös ALV, on tuonnin verotus yhteensä:

$$V = 1,22 \cdot (0,6 \cdot b \cdot j - 4600) \text{ eli}$$

$$V = 0,732 \cdot b \cdot j - 5612, \text{ jossa}$$

Ikäkerroin j on ensimmäisten 100:n kuukauden ajalta:

$$J = 1 - 0,006 \cdot \text{ikä}(\text{kk}) \text{ eli } j = 1 - 0,072 \cdot \text{ikä}(\text{a})$$

Osamallissa katsotaan, että käytettynä tuotavan auton tuontiin suoraan vaikuttavat impulssit voivat olla vain tuonnin verotuksen muutoksia, jotka voidaan kuvata kertoimien x, y, z , ja u sekä vektoreiden i ja j muutoksilla. Impulssien toteutuminen kuvataan mallissa muuttamalla näiden suureiden arvoja.

Olennaiset kysymykset laskennassa ovat:

1. Kuinka käytettyjen autojen tuonnin verotussäännösten mahdollinen muutos vaikuttaa käytettyjen autojen Suomen hinnan ja ulkomailta tapahtuvan hankinnan ja tuonnin kustannuksen eroihin.
2. Kuinka käytettyjen autojen hintatasoerojen muutos vaikuttaa käytettyjen autojen tuontiin.

On ilmeistä, että esimerkiksi nykyisin käytettyjen autojen tuontimahdollisuuksia koskevassa keskustelussa kritiikin kohteena oleva verotuskohtelun heikohko ennustettavuus vaikuttaa myös käytettyjen autojen tuonnin toteutumiseen niin kuin ehkä myös käytettyjen autojen kansainvälisen kaupan piirissä toimivien yritysten maine ja rakenne. Näitä tai muitakaan käytettyjen autojen tuontiin mahdollisesti vaikuttavia asioita ei sisällytetä laskentamalliin.

Laskentamallin toiminnasta

Käytettyjen autojen hintataso vaikuttaa niiden tuonnin määrään ja toisaalta tuonnin ehdot ja määrä voivat vaikuttaa suoraan uusien ja käytettyjen autojen hintatasoon sekä uusien autojen hintataso että käytettyjen autojen tuonnin kautta mahdollisesti muuttunut autokannan ikärakenne vaikuttavat käytettyjen autojen hintatasoon. Näin kysymyksessä on runsaasti välillisiä vaikutuksia sisältävä prosessi, joka samoilla ehdoilla riittävän monesti toistettuna saattaa hakeutua tasapainotilaan tai myös osoittautua epästabiiliksi. Tässä osamallissa katsotaan, että kukin välillisistä vaikutuksista toteutuu vuosittain vain kerran kokonaismallin laskennan osoittamassa järjestyksessä.

Käytettyjen autojen Suomen hintojen ja ulkomailta tuonnin kustannusten välillä vallitsevaan eroon katsotaan vaikuttavan vain käytettyjen autojen Suomen hintatason ja tuonnin verotuksen. Muiden tekijöiden, kuten ulkomaisen hintatason, katsotaan pysyvän muuttumattomina

Käytettyjen autojen tuonnin mahdollisista määristä ei ole kovin hyvin sovellutuskelpoisia tietoja saatavilla. Ruotsissa poistui uusien autojen hankinnan vero vuonna 1996 ja samalla myös käytettyjen autojen tuonti ulkomailta muuttui verovapaaksi. Siellä autotukku kaupan ohj "suoraa" tuotujen autojen määrä on asettunut runsaan 30000 auton tasolle vuosittain. 1998:32646 ja 1997:32387.

Vuosittaisesti tuonnista alle kolme vuotta vanhojen autojen osuus on ollut noin 6000 kappaletta. Jos alle kolmevuotiaiden osuutta verrataan vastaavaan autokantaan, on suoraan tuotujen osuus alle 1 % vuodessa. Kaikkien ikäluokkien kohdalla vastaava suhde on myös alle 1 %.

Ruotsissa voidaan katsoa kysymyksen olevan toisaalta siitä, että joissakin autoluokissa kotimaista tarjontaa ei pidetä riittävänä ja taas toisaalta, että kotimaan käytettyjen autojen hintataso ei ole välittömästi sopeutunut verotuksen poistuksessa muuttuneeseen uusien autojen hintatasoon.

Ruotsissa on kiinnitetty huomiota siihen, että asiakkaan harhauttaminen esimerkiksi matkamittariväärennöksin ja myös varastetuksi joutuminen on suoraan tuotujen autojen kohdalla ollut muuta autokantaa yleisempää.

Norjassa on vuonna 1996 otettu käyttöön muutetut käytettyjen autojen maahantuontia koskevat säännökset. Seurauksena oli, että käytettyjen autojen osuus henkilöautojen tuonnista nousi 15 %:n oltuaan edellisenä vuonna 7 % ja yleensä tasolla 2-7 %. Tietoja hintatasoeroista ei ole. Käytetyn auton verotuksen perusteena ovat k.o. automallin hinta uutena sekä ikälennus veron määrästä. Esimerkiksi 6 vuotta vanhalla autolla tämä alennus on 50 %.

Sekä Ruotsissa että Norjassa on päädytty ”suoraan” ja useimmiten käytettyinä tuotavien autojen määrässä 10-15 % tasolle uusina myytävien autojen määrästä. On ilmeistä, että molemmissa maissa kotimaan hintatasot ovat jo ainakin suurimmalta osin sopeutuneet tuonnin muodostamaan uhkaan ja näin ollen voidaan arvioida, että käytettynä tuotavan auton kustannustasot ovat samaa luokkaa kotimaan markkinoiden hintojen kanssa. Esitetty 10-15 % on noin 1 % autokannasta.

Muunnettaessa kustannuseroja tuonnin määräksi käytetään ensi vaiheessa ”tuontimotivaation” käsitettä, joka riippuu kotimaan hinnan ja tuotavan auton kustannusten erosta niin, että motivaatio kasvaa tämän eron mukana. Kun sekä absoluuttiset (markkamääräiset) että suhteelliset erot ovat ilmeisesti kiinnostavia, lasketaan tuontimotivaatioon nämä molemmat niin, että 1000 markan hintaero painaa yhtä paljon kuin 1 % hintaero. Tuontimotivaatio määritellään siis

$$\text{Tuontimotivaatio} = \text{kustannusero}/1000 \text{ FIM} + \text{kustannusero}/\%$$

Tuontimotivaatio on vielä muunnettava tuotavien autojen määräksi. Laskentaperusteena tässä käytetään kyseisen luokan autojen määrää Suomen autokannassa eli katsotaan, että eri luokissa samalla tuontimotivaation arvolla sama osuus k.o. autokannasta voi täydentyä käytettynä tuotavien autojen kautta. On periaatteessa mahdollista, että tämä osuus nousee hyvinkin korkeaksi, jopa yli 1:n, sillä ainakin periaatteessa tilaa on. Kuitenkaan hyvin suuret tuontiautojen osuudet eivät käytännössä ole mahdollisia suuressa osassa autokantaa, sillä laskennallisena seurauksena olisi ainakin lyhytaikaisesti autokannan kokonaismäärän voimakas kasvu. Tämä taas ei näytä todennäköiseltä autoistumisen ollessa jo nykyisellä melko korkealla tasolla.

Muutosta varten sovitetaan potenssifunktio, jossa tuotavien osuus kasvaa tuontimotivaation potenssissa, kun tämä on yli -100. Tällä rajalla kotimaassa 50000 mk maksavan tuotavan auton kustannus saisi olla runsaat 80000 mk. Tätä tasoa edullisemman tuonnin katsotaan edes jossain määrin toteutuvan. Vastaavasti arvioidaan, että tuontimotivaation ollessa 100 (esimerkiksi hinta Suomessa 100000 mk ja kustannus tuotuna 50000), olisi tuotavien autojen suhde kotimaan kantaa 0,1, mikä koko autokannan osalta vastaa noin 1,5-kertaista uusien autojen myyntimäärää. Tässä tilanteessa uusien autojen myynti olisi käytännössä täysin korvautunut käytettyjen autojen tuonnilla ja tuonnin määrä olisi vielä nykyistä uusien autojen määrää olennaisesti korkeampi.

Mallin eksponentti sovitetaan niin, että tuontimotivaation ollessa keskimäärin nollan luokkaa, tulee laskentatulokseksi Ruotsissa ja Norjassa havaittu noin 1 %:n suoran tuonnin osuus autokannasta laskettuna. Tämä toteutuu parhaiten eksponentilla 4, jos pitäydytään kokonaisluvuissa.

Käytettyjen autojen tuonnin suhde autokantaan tulee edellä olevan perusteella lasketuksi kaavalla

$$\text{Osuus} = 6,25 \times 10^{-11} \times (\text{tuontimotivaatio} + 100)^4$$

4.2. Kiinteät lähtötiedot

Kiinteinä lähtötietoina malliin on sisällytetty uusien ja käytettyjen autojen hinnat ulkomailta vuosina 1999-2020 käyttövoiman ja kokoluokan mukaan.

4.3. Muiden laskelmien tuloksista saatavat lähtötiedot

Muiden laskelmien tuloksena saadaan nettotuonnin laskennassa tarvittavat seuraavat hintatiedot

- Uusien autojen hinnat kotimaassa
- Käytettyjen autojen hinnat kotimaassa

4.4. Impulssit

Nettotuonnin laskentaan kohdistuvana impulssina malliin voidaan antaa:

- Verokertoimet uuden ja käytetyn auton hinnalle kotimaassa ja ulkomailla
- Ikävähennyskertoimen laskennassa käytettävä kerroin kokoluokittain
- Vakiovähennys

4.5. Laskenta lyhyesti

Käytetty autojen tuonti mallinnetaan seuraavasti:

1. Otetaan käyttöön kotimaan käytettyjen autojen hintamalli, joka esittää keskihinnat autoluokittain (käyttöönottovuosi $\times$ kokoluokka $\times$ polttoaine)
2. Laaditaan todennäköisenä tuonnin lähteenä käytettävän hintatasoltaan edullisen ulkomaan käytettyjen autojen hinnoille vastaava malli
3. Tuonnin vero kuvataan käytettyjen ja uusien autojen hintatasojen kertoimien sekä ikäalennusten avulla.
4. Lasketaan autoluokittain mahdollisesti tuotavan auton kustannus ulkomaan hintamallin ja veron summana
5. Lasketaan tuontimotivaatio kotimaan hinnan ja tuotavan auton kustannuksen perusteella:

$$\text{Tuontimotivaatio} = \text{kustannusero}/1000 \text{ FIM} + \text{Kustannusero}/\%$$

6. Lasketaan tuonnin osuus autokannasta autoluokittain kaavalla:

$$\text{Osuus} = 6,25 \times 10^{-11} \times (\text{tuontimotivaatio} + 100)^4$$

7. Lasketaan tuontiautojen luvut osuuksien ja autokannan tuloina autoluokittain

4.6. Tulokset

Laskennan tuloksena saadaan nettotuonnin osuus autokannasta vuosina 1999-2020.

5. Uusien autojen hinnat kotimaassa

5.1. Laskennan tarkoitus ja taustaa

Laskennan tarkoituksena on määrittää uusien autojen asiakashintojen muutokset ja muuttuneet hintatasot autokannan hallintaan kohdistuvien impulssien seurauksena. Laskennassa oletetaan, että uuden henkilöauton asiakashintaan vaikuttavat tulevaisuudessa samat erät kuin nykyisinkin eli:

- tuontiarvo
- tullimaksu
- varustevähennys verotusarvon laskennassa
- katalysaattorivähennys verotusarvon laskennassa
- autoveron prosenttiosa verotusarvosta
- autoveron vähennysosa
- kotimaiset kulut
- maahantuojan ja piirimyyjän kate
- arvonalisävero

Autoveron laskentakaavan rakenteen katsotaan voivan säilyä ennallaan, mutta autoveron enimmäismäärä määräytyy lisäksi auton markkinahinnan perusteella. Tällä rakenteella voidaan varautua siihen, että autovero joskus perustuisi markkinahintaan. Jos halutaan laskea tilanne, jossa nykyinen rakenne on voimassa, merkitään markkinahinnan mukainen enimmäismäärä niin korkeaksi, että sillä ei ole vaikutusta. Jos taas halutaan laskea tilanne, jossa markkinahinta yksin määrää autoveron tason, merkitään tuontiarvoon perustuva vero niin korkeaksi, ettei sillä ole merkitystä. On myös mahdollista laskea tilanteita, joissa sekä tuontiarvolla että markkinahinnalla voi olla (eri autoluokissa) olennaista merkitystä veron määrään. Laskentakaavan rakenteen säilyessä sovellettavat vakiot voivat muuttua. Autokannan hallintaan vaikuttavien impulssien katsotaan laskennassa voivan kohdistua seuraaviin tekijöihin:

- varustevähennys verotusarvon laskennassa
- katalysaattorivähennys verotusarvon laskennassa
- autoveron prosenttiosa verotusarvosta
- autoveron vähennysosa

Impulssi voi kohdistua kaikkien autoluokkien kohdalla näihin eriin samanlaisena tai se voidaan eriyttää auton käyttövoima- ja kokoluokan mukaan. Eriyttämällä saadaan mm. kuvattua polttoaineenkulutustuloksen mahdollinen vaikutus autoveron prosenttiosaan.

Maahantuojan ja piirimyyjän katteen katsotaan muuttuvan suhteessa auton hintaan (laskentamenettelyssä hinta ilman k.o. katetta ja ALV:a muuttuu samassa suhteessa kuin asiakashinta).

Tuontiarvon kehitys autoluokittain on yhdistetty perusennusteeseen eikä se siis ole impulssien kohteena. Perusennusteessa tuontiarvot voidaan autoluokittain merkitä muuttuviksi esimerkiksi teknistä kehitystä tai markkinatilanteita ennakoiden. On myös mahdollista, että tuontiarvot merkitään vakioiksi.

5.2. Kiinteät lähtötiedot

- Tuontiarvo (CIF)

Kokoluokka	1	2	3	4	5
Bensiini	26604	33744	44275	64606	82537
Diesel	32961	40351	51250	72291	90848

- Tullikerroin (tk) = 1,01797
- Varustevähennys verotusarvoin laskennassa = 400 mk
- Katalysaattorivähennys verotusarvon laskennassa = 4500 mk
- Autoveron prosenttiosa verotusarvosta = 100
- Autoveron vähennysosa = 4600 mk
- Kotimaiset kulut = 2600 mk
- Maahantuojan ja piirimyyjän katekerroin = 1,2092

5.3. Impulssit

- Varustevähennyksen impulssikerroin
- Katalysaattorivähennyksen impulssikerroin
- Autoveron prosenttiosan impulssikerroin
- Autoveron vähennysosan impulssikerroin
- Arvonlisävero

5.4. Laskenta lyhyesti

Tuontiarvoon perustuvan laskennan lähtötietoina ovat **asiakashintojen keskiarvot** autohuokittain **nykyisillä hinnan määräytymisperusteilla**. Malli laskee niistä ensin "takaperin" arvioitua tuontiarvon keskiarvot. Näistä lähtien lasketaan muuttuneet asiakashinnat seuraavasti:

1. tuontiarvoon lisätään tullimaksu
2. summasta vähennetään varustevähennys ja katalysaattorivähennys ja saadaan verotusarvo
3. $\text{autovero} = \text{verotusarvo} \cdot \text{prosenttiosa} - \text{vähennysosa}$
4. $\text{välisumma} = \text{tuontiarvo} + \text{tullimaksu} + \text{autovero}$
5. välisummaan lisätään kotimaiset kulut
6. lisätään maahantuojan ja vähittäismyyjän kate suhteellisenä eränä
7. lisätään arvonlisävero

5.5. Tulokset

Laskennan tuloksena saadaan uusien autojen hinta, arvonlisävero ja autovero vuosille 1999-2020

6. Käytettyjen autojen hintataso kotimaassa

6.1. Laskennan tarkoitus ja taustaa

Käytettyjen autojen hintatasot määräytyvät kilpailutilanteen mukaan. Hinnan muodostuksen lähtökohtana voidaan pitää uusien autojen hintoja, joihin nähden käytettyjen autojen hinnat alenevat auton iän lisääntyessä. Tähän alenemaan vaikuttavat markkinoilla vallitsevat kysyntä ja tarjonta. Uusien autojen hintatasot jäävät erityisesti uudehkojen käytettyjen autojen hintatasojen kannalta merkittäviksi tekijöiksi. Näin uusien autojen hintatasoihin vaikuttavilla tekijöillä, kuten auton hankinnan verotuksella, on olennainen merkitys myös käytettyjen autojen hintatasoihin.

Käytettyjen autojen hintaan vaikuttavat:

- Uusien autojen hintataso (ja sen taustalla olevat tekijät)
- Uusien autojen määrä
- Autokannan ikärakenne
- Autojen vuotuinen verotus, joka voidaan eriyttää autoluokan (tai sen teknisten ominaisuuksien perusteella)
- Polttonesteiden verotus, joka vaikuttaa polttoaineiden hintojen kautta.
- Käytettyjen autojen ulkomaankauppa

Käytettyjen autojen hintatason laskennan tarkoituksena on muodostaa käytetyille autoille iän mukainen keskihinta-arvio käyttövoima- ja kokoluokittain.

Olellaisimmat kysymykset laskennassa ovat:

- Kuinka uusien autojen hintataso vaikuttaa käytettyjen autojen hintatasoon
- Kuinka uusien autojen määrä vaikuttaa käytettyjen autojen hintatasoon
- Kuinka autokannan ikärakenne vaikuttaa käytettyjen autojen hintatasoon
- Kuinka autojen vuotuinen verotus vaikuttaa käytettyjen autojen hintatasoon
- Kuinka polttoaineiden hintataso vaikuttaa käytettyjen autojen hintatasoon
- Kuinka käytettyjen autojen ulkomaankauppa vaikuttaa käytettyjen autojen hintatasoon

Laskennan perusrakenteena on, että kunkin luokan käytettyjen autojen hinnat ovat suhteessa vastaavien uusien autojen hintoihin. Siis uusien autojen hintojen muuttuessa muuttuvat käytettyjen autojen hinnat aina samassa suhteessa kuin uusienkin. Muut impulssit vaikuttavat käytettyjen autojen hintoihin muuttamalla näiden hintojen suhteita vastaavien uusien autojen hintoihin.

Malli muodostaa kullekin käyttövoima-kokoluokka -yhdistelmälle käytetyn auton keskihinta-arvion iän mukaan. Lähtökohtana on kullekin käyttövoima-kokoluokka -yhdistelmälle tyypillinen käytetyn auton suhteellinen hintakehitys (suhteessa uuden auton hintaan). Näistä keskihinta-arvioista määritetään käytettyjen autojen vuotuiset arvon aleneman osuudet nykytilanteen mukaisessa tapauksessa. Uusien autojen määrä, autojen ikärakenne, vuotuinen verotus, polttoainelajien hintataso tai käytettyjen autojen ulkomaankauppa voivat aiheuttaa muutoksia näihin alenemiin.

6.2. Kiinteät lähtötiedot

6.2.1. Uusien autojen vähittäishinnat

Uusien bensiinikäyttöisten autojen keskihinnat kokoluokittain nykytilanteessa on määritetty käytettyjen autojen hintatiedoston perusteella. Tiedostossa on kustakin luokasta kannan yleisimmät mallit, yhteensä 115 mallia. Kaikista malleista ei ole uuden auton hintaa. Keskimääräisen uuden auton hinnat on laskettu 0-5 vuotta vanhojen autojen keskihintojen perusteella korjaamalla käytettyjen autojen hintoja keskimääräisten arvon alenemien mukaisesti. Koska näytteessä ovat luokittain yleisimmät automallit, ei siinä ole yhtään dieselikäyttöistä mallia. Tämän vuoksi näytteestä laskettua tulosta on pidettävä vain bensiinikäyttöisiä autoja edustavana. Dieselikäyttöisten henkilöautojen hintaeroja vastaaviin bensiinikäyttöisiin autoihin nähden on tutkittu erillisellä näytteellä, jossa ovat automallit, joissa on uutena tarjolla vastaavat bensiini- ja dieselikäyttöiset versiot. Näistä vastinpareista otettiin 18 kpl:n näyte ja laskettiin vähittäishintojen lineaarinen regressiomalli. Malli on muotoa:

$$Dih = 23300 + 1,035 \cdot Beh \quad (R^2 = 0,98), \text{ jossa}$$

Beh = bensiinikäyttöisen auton hinta ja Dih on vastaavan dieselikäyttöisen auton hinta.

Mallin mukainen hintojen vastaavuus on esitetty kuvassa 7.

Näin saaduista eri autoluokkien uusien autojen keskimääräisistä vähittäishinnoista on laskettu myös vastaavat tuontiarvot osamallissa "Uusien autojen hinnat" määritellyllä tavalla. Tulokset on esitetty taulukossa 6.

Taulukko 6. Henkilöautojen keskimääräiset vähittäishinnat ja tuontiarvot käyttövoiman ja kokoluokan mukaan.

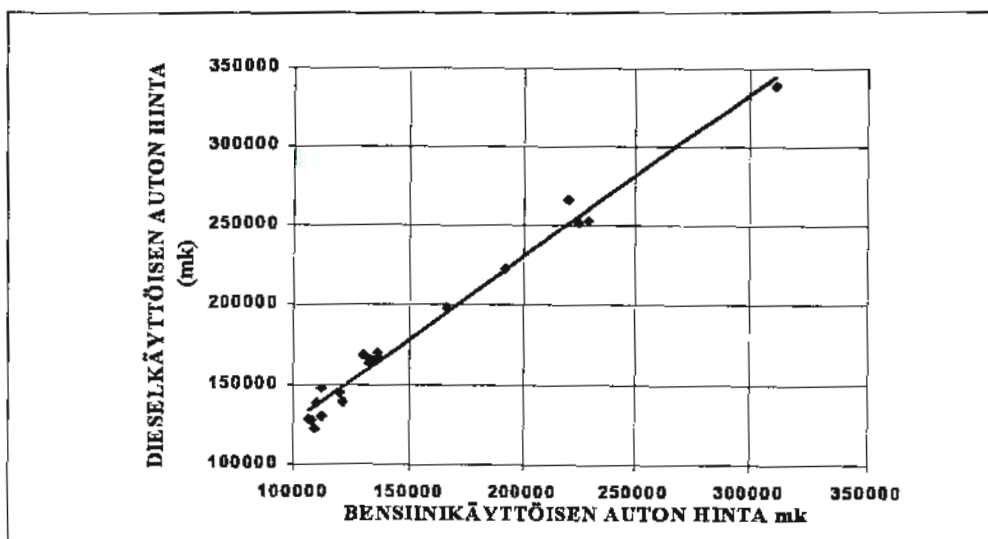
Vähittäishinnat

LUOKKA	Bensiini	Diesel
1	69724	95456
2	91171	117653
3	122801	150387
4	183864	213583
5	237719	269319

Tuontiarvot (CIF)

LUOKKA	Bensiini	Diesel
1	26604	32961
2	33744	40351
3	44275	51250
4	64606	72291
5	82537	90848

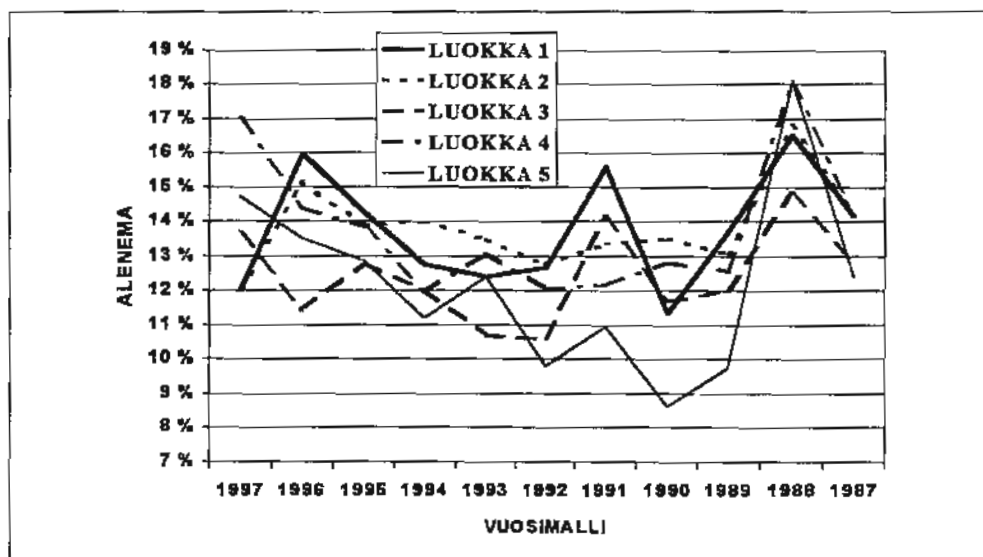
Tässä yhteydessä katsotaan, että käytettyjen autojen keskihinnat kokoluokittain muodostuvat edellä mainittujen uusien autojen keskihintojen ja hintaperusteiden mahdollisesti muuttuessa em. tuontiarvojen perusteella.



Kuva 7. Bensiini- ja dieselkäyttöisten henkilöautojen vertailuparien hinnat.

6.2.2. Käytettyjen autojen hinnan alenema

Kuvassa 8 esitetään autojen kokoluokille lasketut keskimääräiset hinnan alenemat vuosimalleittain. Vuosimallin 1997 kohdalla on esitetty uuden auton ohjehinnan 1999 keväällä ja vuosimallin 1997 käytetyn auton keskihinnan suhde laskettu 1 vuotta kohti. Kuitenkin tähän ensimmäiseen hinnan alenemaan sisältyy se epäjohtamukaisuus, että uuden auton hintana on ohjevähittäishinta ja käytetyn auton hintana on arvio myyntihinnasta. Näin mahdollisten alennusten vaikutus mahdollisesti vääristää vuodelle 1997 merkittyä alenemaa. Toisaalta käytettyjen autojen hintoihin sisältyy yleisesti sellaisten varusteiden arvoa, jotka eivät ole mukana uusien autojen ohjehinnoissa. Tämä vähentää mahdollisen vääristymän merkitystä ja tässä käsittelyssä uusien autojen ohjehinnat rinnastetaan käytettyjen autojen markkinahintoihin.



Kuva 8. Henkilöautojen hintojen vuotuiset alenemat kokoluokittain.

Kuvasta 8 näkyy, että hinnan alenemat eivät kovin säännöllisesti riipu auton vuosimallista luokkaa 5 lukuun ottamatta. Tässä luokassa on kuitenkin vähemmän havaintoja kuin muissa ja todellista riippuvuutta on pidettävä epävarmana.

Autokannan ikärakenteen merkityksen tarkistamiseksi laskettiin lineaariset regressiomallit, joissa kunkin kokoluokan ja vuosimallin autojen lukumäärällä selitettiin hinnan alenemaa. Korrelaatiokertoimet jäivät heikoiksi:

Luokka 1: $R = 0,55$
 Luokka 2: $R = 0,78$
 Luokka 3: $R = 0,06$
 Luokka 4: $R = 0,31$
 Luokka 5: $R = 0,05$

Mahdollisten riippuvuuksien tarkastelu graafisten esitysten perusteella vahvisti päätelmän, että autokannan koko ei nykytilanteessa selitä autojen eri vuosimallien keskinäisiä suhteellisia hintaeroja.

Tässä osamallissa katsotaan, että autokannan ikärakenne tai auton vuosimalli ei nykyisin vaikuta käytettyjen autojen vuotuisiin hinnan alenemiin. Näin nykytilannetta vastaavat käytettyjen autojen hinta-arviot muodostetaan kokoluokittain käyttäen vuosimalleittain vakiona pysyviä alenemia. Aineiston keskimääräiset alenemat olivat:

Luokka 1: 13,74 %
 Luokka 2: 13,82 %
 Luokka 3: 12,41 %
 Luokka 4: 13,81 %
 Luokka 5: 12,21 %

Näissä näyttää olevan epä johdonmukaista se, että luokkien 2 ja 4 alenema on suurempi kuin muiden luokkien. Mallia varten nämä aineiston ilmeisestä puutteellisuudesta johtuvat ilmiöt oikaistaan niin, että mallissa käytetään alenemina:

1. ja 2. luokka: 13,8 %
 3. ja 4. luokka: 13,2 % ja
 5. luokka: 12,2 %

Edeillä esitettyjen alenemien mukaiset käytettyjen autojen hinnan suhteessa vastaavien luokkien uusiin autoihin on esitetty taulukossa 7.

Taulukko 7. Käytettyjen autojen hintojen suhteet uusien autojen hintoihin iän mukaan kokoluokittain nykytilanteessa.

Auton ikä	LK 1 ja 2	LK 3 ja 4	LK 5
0	100,0 %	100,0 %	100,0 %
1	86,2 %	86,8 %	87,8 %
2	74,3 %	75,3 %	77,1 %
3	64,1 %	65,4 %	67,7 %
4	55,2 %	56,8 %	59,4 %
5	47,6 %	49,3 %	52,2 %
6	41,0 %	42,8 %	45,8 %
7	35,4 %	37,1 %	40,2 %
8	30,5 %	32,2 %	35,3 %
9	26,3 %	28,0 %	31,0 %
10	22,7 %	24,3 %	27,2 %
11	19,5 %	21,1 %	23,9 %
12	16,8 %	18,3 %	21,0 %
13	14,5 %	15,9 %	18,4 %
14	12,5 %	13,8 %	16,2 %
15	10,8 %	12,0 %	14,2 %
16	9,3 %	10,4 %	12,5 %
17	8,0 %	9,0 %	10,9 %
18	6,9 %	7,8 %	9,6 %
19	6,0 %	6,8 %	8,4 %
20	5,1 %	5,9 %	7,4 %
21	4,4 %	5,1 %	6,5 %
22	3,8 %	4,4 %	5,7 %
23	3,3 %	3,9 %	5,0 %
24	2,8 %	3,3 %	4,4 %
25	2,4 %	2,9 %	3,9 %

6.2.3. Uusien autojen määrä ja autokannan ikärakenne

Automarkkinoille on tyypillistä, että uusien autojen määrä kasvaa uudehkojen käytettyjen autojen hintatasojen ollessa suhteellisen korkealla. Tällöin väli rahat jäävät kohtuullisiksi vaihdettaessa muutaman vuoden ikäinen auto aivan uuteen. Korkeat vaihtoautojen hinnat johtavat myös siihen, että uusien autojen kilpailukyky suhteessa uudehkoihin vaihtoautoihin lisääntyy, mikä tukee uusien autojen menekin kasvua. Vaihtoautojen hintatason nousut ja laskut olisi nähtävä saman ilmiön eri aikoina tapahtuviksi ilmenemismuodoiksi.

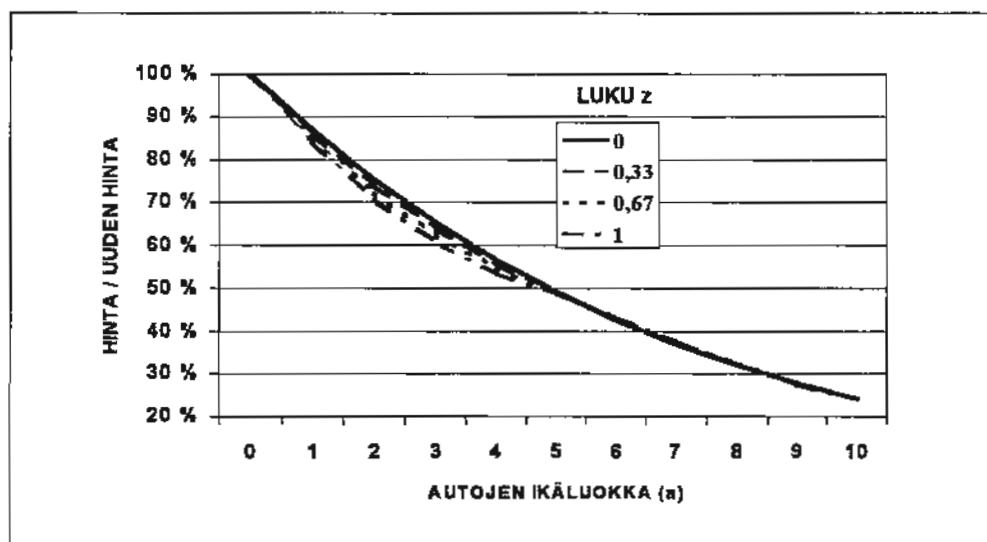
Jos asiaa tarkastellaan toisin päin eli vaihtoautojen hintatason vaikutuksena uusien autojen menekkiin, tulisi riippuvuuden olla sellainen, että uusien autojen menekki kasvaa vaihtoautojen hintojen noustessa (jostain muusta syystä kuin uusien autojen määrän seurauksena). Sen sijaan jos kysytään, kuinka uusien autojen määrän muutos (muusta syystä kuin vaihtoautojen hintojen vaikutuksesta) vaikuttaa vaihtoautojen hintoihin, on seurauksena hintojen aleneminen, mutta myöhemmin, ei välttämättä edes samana vuonna. Kun syytä ja seurausta ei uusien autojen määrän ja käytettyjen autojen hintojen vuorovaikutuksessa voida täsmällisesti erottaa, katsotaan tässä osamallissa, että uusien autojen määrällä ei ole välitöntä vaikutusta käytettyjen autojen hintatasoihin.

Autokannan ikärakenteen tulisi teoreettisesti muuttaa käytettyjen autojen hintoja niin, että hinnat alenisivat voimakkaammin niiden ikäluokkien kohdalla, joissa on paljon autokantaa. Tämä perustuu oletukseen, että tarjonnan lisääntyminen yleensä alentaa hintoja jos kysyntä ei muutu ja autokannan suuri ikäluokka merkitsee käytettyjen autojen markkinoilla tarjonnan lisääntymistä. Edellä selostettu tarkastelu ei kuitenkaan tukenut tätä oletusta. Ikäluokkien kokoa seuraavia muutoksia hinnan alenemissa ei näkynyt, vaikka Suomessa on suurehkoja eroja 1990 luvun autokannan ikäluokkien kesken. Autokannan ikärakenteen vaikutuksen huomioon ottamiseen varaudutaan tässä osamallissa niin, että määritellään luku z , jonka merkitys on seuraava:

- Autokannan ikäluokille 1..10 vuoteen lasketaan kokoluokittain osuudet näiden ikäluokkien yhteenlasketusta kannasta ja osuudet kerrotaan 10:llä, jolloin osuuksia ilmaisevien lukujen q keskiarvoksi tulee 1.
- Käytettyjen autojen kokoluokkien vuotuiset hinnan alenemat (edellä 12,2%..13,8 %) kerrotaan ikäluokittain suurella q^z .

Luvun z mahdollinen vaihtelualue on $0 \dots 1$. Osamallia sovelletaan toistaiseksi – ellei tietoa autokannan ikäjakauman vaikutuksesta hinnan alenemiin saada täsmennettyä – käyttäen z :lle arvoa 0.

Edellä mainitun luvun z merkitystä määriteltäviin käytettyjen autojen hintatasoihin on hahmotettu kuvassa 9, jossa on esitetty 3. kokoluokan autojen hintalaskelmat z :n arvoilla 0, 0,33, 0,67 ja 1. Tässä kokoluokassa q :n arvot vaihtelivat 0,7:n ja 1,23:n välillä. Kuvasta näkyy, että autokannan ikäjakauman merkitys käytettyjen autojen hintoihin näin lasketuna jää melko vähäiseksi, enimmilläänkin alle 5 %:n uuden auton hinnasta laskettuna.



Kuva 9. Teoreettinen tarkastelu autokannan ikäluokajakajan merkityksestä käytettyjen autojen hintoihin 3. kokoluokan autoilla.

6.3. Muiden laskelmien tuloksista saatavat lähtötiedot

6.3.1. Autokanta

Autokannan määrää ja rakennetta koskevasta laskelmasta tarvitaan lähtötiedoiksi autojen määrä käyttöönottovuoden, käyttövoiman ja kokoluokan mukaan.

6.4. Impulssit

6.4.1. Käytettyjen autojen nettotuonti

Käytettyjen autojen mahdollisen ulkomaankaupan on ensi sijassa katsottava olevan seurausta kotimaan käytettyjen autojen hintataseista tai käytettyjen autojen tuonnin verotuksesta. Käytännössä tapahtunee kuitenkin niin, että niissä käyttövoima-, ikä- ja kokoluokissa, joissa käytettyjen autojen tuonti vilkastuu, alenee kotimaan hintatase. Tämä mahdollinen alenema tulisi tässä mallissa ottaa huomioon. Toisessa osamallissa tarkastellaan kotimaan hintatason ja tuonnin ehtojen vaikutusta tuotaviin määriin. On arvioitu, että tuonnin kustannusten keskimäärin vastatessa kotimaan hintatasoa, olisi tuotavien autojen määrä suuruusluokaltaan 0,5..1,0 % kotimaan autokannasta autoluokittain.

Käytettyjen autojen ulkomaankaupan osamallin mukaisesti tuonnin suhde autokannan vastaavaan osaan on noin 5 %, jos tuontimotivaatio (hintaeron ja hintasuhteen summa) on noin 70 (1000 mk + %). Tämä voidaan saavuttaa kalleimmissa hintaluokissa (250 000 mk) hintasuhteella 1,25 ja halvemmissa suuremmilla hintasuhteilla.

Tässä osamallissa katsotaan harkinnanvaraisesti, että tuonnin ollessa 5,5 % vastaavasta autokannan luokan lukumäärästä, alenee tämän autoluokan keskihinta 25 %, joka kalleimmissa hintaluokissa siis riittää neutraloimaan tuonnin edun

ja halvemmissa hintaluokissa olennaisesti vähentää sitä. Lisäksi katsotaan, että tuonnin ollessa 0,5 % vastaavasta autokannan luokan lukumäärästä, ei hintatason sopeutumista tapahdu, koska tätä suuruusluokkaa olevan tuonnin katsotaan tapahtuvan tuonnin kustannusten keskimäärin vastatessa kotimaan hintoja. Mallia sovelletaan niin, että käytettyjen autojen käyttövoima-, koko- ja ikäluokan keskihinta muuttuu kunkin vuoden alussa käytettyjen autojen tuonnin vuoksi kertoimella:

$$D = 1 - 5 \cdot (T/K - 0,05), \text{ jossa}$$

D = hinnan kerroin

T = luokkaan kuuluvien käytettyjen autojen tuonti edellisenä vuonna (kpl)

K = luokkaan kuuluvien autojen luku edellisen vuoden alussa

Huomattakoon, että esitetty malli pyrkii korjaamaan runsaaseen käytettyjen autojen tuontiin houkuttelevaa kotimaan hintatasoa usean vuoden aikaan peräkkäin, mikäli runsas tuonti hintatason korjauksista huolimatta jatkuu. Laskentakäytävään valittavalla hinnan alenemalla ja tuonnin riippuvuudella on siten vaikutusta hintatasojen mukautumisen nopeuteen, mutta ei juurikaan sen lopulliseen määrään.

6.4.2. Vuotuisen verotuksen ja polttoaineverotuksen vaikutus käytettyjen autojen hintatasoihin

Teoreettisesti vuotuisen verotuksen tulisi alentaa käytettyjen autojen hintatasoja sitä selvemmin, mitä halvemmasta autosta on kysymys, sillä vuotuisen veron osuus auton kiinteistä kustannuksista kasvaa yleensä auton tullessa halvemmaksi, koska koron ja kuoletuksen osuus vähenee. Auton hintaluokan alentuessa kasvaa niiden asiakkaiden osuus, joilla auton hankinnan vaihtoehtona on olla hankkimatta autoa. Vuotuisella verolla on merkitystä käytettyjen autojen hintoihin ennen muuta näiden asiakkaiden ja hintaluokkien kohdalla.

Polttoaineverotus rinnastetaan tässä vuotuisen verotukseen niin, että sen käsittelytapa on periaatteessa saman kaltainen.

Havaintoja vuotuisen veron tai polttoaineveron muutosten mahdollisesta vaikutuksesta käytettyjen autojen hintoihin ei ole käytettävissä.

Vuotuisen veron noustessa nousee auton ostamista harkitsevan mieltämä kustannus ja ellei muuta tapahdu, vähenee ostettavien autojen määrä. Kuitenkin käytettyjen autojen tapauksessa määrä on ainakin osaksi seurausta aikaisemmin hankittujen autojen määristä ja sitä kautta autokannan ikärakenteesta. Autojen hintajoustopuolella uusien autojen tapauksessa todettu olevan suuruusluokaltaan -1. Jos tätä sovelletaan ja ajatellaan vuotuisen veron aiheuttavan auton hintaan h lisäyksen w, olisi muuttunut määrä $h/(h+w)$ -kertainen alkuperäiseen määrään nähden. Alkuperäinen määrä saataisiin myytyä hinnalla $h \times h/(h+w)$.

Koska auton hankinta sellaisessa tapauksessa, jossa vaihtoehtona on olla kokonaan hankkimatta autoa, lielee melko lyhyellä tähtäyksellä tehtävä päätös, arvioidaan tässä että määrä w (edellä) on arvioitava melko lyhyen ajan veromuutoksen perusteella. Harkinnanvaraisena päätöksenä esitetään, että mallissa sovellettaisiin veromuutosta 2 vuoden ajalta käytettyjen autojen hintatasomuutosta arvioitaessa.

Vuotuisen veron ja polttoaineveron mahdollisen muutoksen katsotaan muuttavan käytettyjen autojen hintatasoja kertoimella

$$C = h/(h+w), \text{ jossa}$$

C = kerroin

h = koko- ja ikäluokan keskimääräinen hintataso ja

w = kahden vuoden ajalta laskettu vuotuisen veron muutos nykyiseen nähden lisättynä polttoaineveron muutoksella, joka lasketaan eri autoluokissa seuraavien määrien perusteella:

Luokka 1:	1200 l
Luokka 2:	1600 l
Luokka 3:	2000 l
Luokka 4:	2400 l
Luokka 5:	3000 l

Koska menettely on suurelta osin harkinnanvarainen, ei näitä polttoainemääriä mallissa yhdistetä suoritteiden tai polttoainekulutuksen laskentaan. Edellä olevissa määriissä on karkeasti pyritty ottamaan huomioon kokoluokkien polttoainekulutuksen ja suoritteiden erot vanhemmissa ikäluokissa.

Ajoneuvoveron määrä vuosina 1998 ja 1999 on 500 mk ennen vuotta 1994 rekisteröidyistä autoista ja 700 mk tätä uudemmissa autoista. Veron määrä vuodesta 2000 eteenpäin on laskentamallin käyttäjän määriteltävissä.

Polttoaineiden verollisina hintoina vuosina 1998-2000 mallissa käytetään:

	Bensiini 95E	Dieselöljy
v. 1998	5,55 mk/l	3,80 mk/l
v. 1999	5,90 mk/l	4,03 mk/l
v. 2000	6,22 mk/l	4,35 mk/l

Polttoaineiden verolliset hinnat vuodesta 2001 eteenpäin ovat laskentamallin käyttäjän määriteltävissä.

Vuosien 1998 ja 1999 arvonnäköveroprosentti (22) on kiinteää lähtötietoa. Laskentamallin käyttäjä voi muuttaa tulevien vuosien arvonnäköveroprosentit ovat sen sijaan laskentamallin käyttäjän määriteltävissä.

6.5. Laskenta lyhyesti

1. Määritetään uusien autojen vähittäishintojen sekä hintojen iän mukaisten alenemaprocenttien perusteella käytettyjen autojen hintatasot käyttövoima- ja kokoluokittain.

Alle 10 vuoden ikäisillä autoilla hinnan alenemia korjataan autokannan ikäjakauman mukaan seuraavasti, kuitenkin suureen z arvoksi annetaan tässä vaiheessa 0, jolloin tällä korjauksella ei ole nyt merkitystä:

- Autokannan ikäluokille 1..10 vuoteen lasketaan kokoluokittain osuudet näiden ikäluokkien yhteenlasketusta kannasta ja osuudet kerrotaan 10:llä, jolloin osuuksia ilmaisevien lukujen q keskiarvoksi tulee 1.
- Käytettyjen autojen kokoluokkien vuotuiset hinnan alenemat (edellä 12,2%..13,8 %) kerrotaan ikäluokittain suurella q^z .

2. Hintatasoja korjataan vuotuisen veron ja polttoaineveron mahdollisten muutosten vuoksi kertoimella C
3. Hintatasoja korjataan käytettyjen autojen tuonnista seuraavalla kertoimella D

6.6. Tulokset

Laskennan tuloksena saadaan käytettyjen autojen hinnat vuosille 1999-2020 käyttöönottovuoden, käyttövoiman ja kokoluokan mukaan

7. Uusien autojen määrät

7.1. Laskennan tarkoitus ja taustaa

Laskennan tarkoituksena on määrittää ne muutokset, jotka uusien autojen määrään kohdistuvat impulssit aiheuttavat eri luokkien uusien autojen määrään eri kokoluokissa. Taustana ovat uusien autojen määrät kokoluokittain perusennusteen mukaisina. Uusien autojen kauppaa tavanomaisissa oloissa ohjaavien muuttujien katsotaan jo vaikuttavan perusennusteeseen. Näitä muuttujia ovat mm. yleinen taloudellinen kehitys ja kehitysnäkymät, väestön varallisuus, työllisyystilanne, korkotaso, uusien autojen kansainvälinen hintataso sekä auton valmistajien tai maahantuojien välinen kilpailutilanne. Autokannan ikärakenne on muutaman vuoden tähtäimellä myös uusien autojen määrään vaikuttava asia. Sen vaikutuksen perusennusteen mukaisena katsotaan sisältyvän perusennusteeseen (perusennusteen johdonmukaisuus on tarkistettava mm. ikärakenteen suhteen). Sen sijaan aikaisempien vuosien impulssien vaikutukset ikärakenteeseen ja sitä kautta uusien autojen kysyntään tulisi tässä mallissa ottaa tarkasteluun.

Uusien autojen määrään välittömästi vaikuttavia tekijöitä voivat olla:

- A) Uusien autojen hankinnan verotus, joka vaikuttaa hintatason kautta. Vero voi olla eri autoluokissa erilainen (muuttunut veron kohdistuminen). Hankinnan verotuksen rinnalla voidaan käsitellä myös muita hinnoittelulaskelman eriä koskevia muutoksia, kuten tuontihintojen yleistä tasoa tai kotimaisia kustannuksia.
- B) Polttonesteiden verotus, joka vaikuttaa polttoainehintojen kautta. Verotuksen kehitys voi olla BE- ja DI-käytössä erilainen.
- C) Autojen vuotuinen verotus, joka voidaan eriyttää autoluokan (tai sen teknisten ominaisuuksien) tai alueen mukaan.
- D) Käytettyjen autojen tuonti ulkomailta, koska ne ovat jossain määrin myös uusien autojen substituuotteja.
- E) Tulotason muutokset, jotka tässä mallirakenteessa tulevat merkitseviksi käytettäessä vaihtoehtoisia perusennusteita, joiden taustana on perusennusteesta poikkeava BKT-kehitys.

Muita mahdollisia tekijöitä, joiden merkitys on ilmeisesti selvästi edellä mainittuja vähäisempi, voisivat olla:

- a) Muutokset ajokortin saamisen tai pitämisen ehdoissa
- b) Liikenneturvallisuustilanteen olennaiset muutokset.
- c) Alueittaiset tullimaksut, tietullit tai auton käytön rajoitukset
- d) Käytettyjen autojen markkinoiden kautta toteutuvat vaikutukset, kuten esimerkiksi kuluttajansuojan muutokset hintatasovaikutuksineen.

Jälkimmäisenä esitettyjä tekijöitä ei kuitenkaan sisällytetä uusien autojen määriä ennustavaan malliin.

Olenaisia kysymyksiä laskennassa ovat:

- Kuinka uusien autojen mahdolliset veromuutokset vaikuttavat niiden menekkiin?
- Kuinka polttoaineiden hintataso vaikuttaa uusien autojen menekkiin?
- Kuinka vuotuinen vero vaikuttaa uusien autojen menekkiin?

Uusien autojen menekin ennustamisessa sovelletaan hintajoustoja. Hintajousto ilmaisee kysynnässä tapahtuvan muutoksen hinnan muutoksen seurauksena. Yleisesti oletetaan, että kysynnän muutos on suhteessa hinnan muutokseen niin, että kysynnän muutoksen ja hinnan muutoksen suhdetta voidaan kuvata yhdellä vakiolla, jota sanotaan hintajoustoksi. Hintajouston laskennassa käytetään sekä hinnan että kysynnän muutosten laskennassa suhteellisia (prosentuaalisia) muutoksia. Seuraava esimerkki selvittää hintajouston käsitettä:

Alkuperäinen tilanne:	hinta = 100 rahaa, kysyntä = 100 yksikköä.
Muuttunut tilanne:	hinta = 110 rahaa, kysyntä = 95 yksikköä
Hinnan muutos:	$(110 - 100) / 100 = 10/100 = 0,10 = 10 \%$
Kysynnän muutos:	$(95 - 100) / 100 = -5 / 100 = -0,05 = -5 \%$
Hintajousto:	$-0,05 / 0,10 = -5 \% / 10 \% = -0,5$

Tarkkaan ottaen hintajoustolla tarkoitetaan kysynnän ja hinnan muutosten raja-arvoa hinnan muutoksen lähestyessä nollaa. Tästä johtuen hintajoustoa soveltavissa laskelmissa käytetään laskentakaavaa, jossa hintajoustopotensilausekkeen eksponenttina:

$M = H^J$, jossa
 M on menekin suhde (menekki jälkeen/ menekki ennen)
 H on hinnan suhde (hinta jälkeen / hinta ennen) ja
 J on hintajousto (normaalitapauksissa negatiivinen luku)

Tutkimuksessa henkilöautojen hintatason ja autoveron alenemisen kansantaloudellisista vaikutuksista (Neste Oy, 1987) on henkilöautojen hintajoustoista tehty seuraavia päätelmiä:

Hintajoustoa voidaan tutkia tilastoista koottujen aikasarjojen avulla. Eräänä ongelmana tässä autojen kohdalla on, että hinta- ja tulotekijät vaikuttavat lähes samanaikaisesti jolloin hinta- ja tulojoustojen erottelu tulee epävarmaksi. Tilastolliset analyysit ovat osittain ristiriitaisia. Joustojen arvot eivät aina ole tilastollisesti merkitseviä ja mallit toimivat huonosti viime vuosien aikasarjoilla. Niistä saatu arvio on kuitenkin yleensä itseisarvoltaan yli yhden (Djerf ja Uusitalo 1985)

Tarkasteltaessa autollisia ja autottomia talouksia haastattelututkimusten perusteella, ilmenee että tiettyjen osamarkkinoiden kohdalla kyllästymispiste on lähellä tai on jo saavutettu. Toisaalta autottomista talouksista huomattava osa on sellaisia, jotka eivät missään tapauksessa autoa ostaisi. Tämänkaltaisiin laadullisiin tekijöihin perustuen on arvioitu, että henkilöautojen hintajousto on pitkällä aikavälillä itseisarvoltaan pikemminkin alle kuin yli yhden (LTT 1985).

Hintajoustoista saatavien tietojen epävarmuuden vuoksi tutkimuksessa päädyttiin käyttämään kahta vaihtoehtoista hintajoustoa (-0,75 ja -1,50).

Tätä edeltäneessä Liiketaloustieteellisen tutkimuslaitoksen tutkimuksessa (LTT 1985) oli automarkkinoihin liittyviä tekijöitä selvitetty sekä kotitalouskyselyllä että autokaupan asiantuntijahaastatteluilla. Jälkimmäisessä katsottiin yleisesti henkilöautojen eri merkien ja mallien menekin olevan melko herkkää hinnan muutoksille. Autojen mallikohtaisilla hintojen alentamisilla oli todettu olevan vaikutuksia menekkiin. Menekin lisääntyminen oli lähinnä markkinaosuuden ansiota. Voimakkainta hinnan vaikutusten nähtiin olevan alhaisimpiin hintaluokkiin kuuluvien automerkkien kohdalla. Tämän haastattelun tulokset näyttivät viittaavan siihen, että henkilöautojen kysynnän hintajousto olisi itseisarvoltaan selvästi alle 1. Samoin kotitaloushaastattelun perusteella pääteltiin henkilöautojen kysynnän olevan pitkällä tähtäyksellä pikemminkin melko joustamatonta kuin joustavaa.

Kuitenkin tutkimuksessa (LTT 1985) autokaupan asiantuntijat ennakoivat vuosien 1985..1990 henkilöautojen ensirekisteröintimäärien jäävän tasolle 120000...125000 jos verotus pidetään silloisella tasolla ja nousevan tasolle 135000...140000 jos autoverotus asteittain poistetaan ja kompensoidaan polttoaineverotuksessa. (toteutui 154 526). Tämän perusteella voidaan katsoa, että autoalan asiantuntijoiden arviot menekin vaihtelumahdollisuuksista olivat tuolloin melko varovaisia.

TTKK:n selvitys autoveron alentamisen vaikutuksista (Korpela ja Kalenoja 1995) toteaa samoin lähteiden hajanaisuuden hintajoustopotensilausekkeen määrityksessä, mikä näkyy alla olevassa taulukossa 8.

Taulukko 8. Eri tutkimuksissa saatuja hintajoustokertoimia henkilöautoille (Korpela ja Kalenoja 1995)

Tutkimus	Henkilöautojen hintajousto
Jalonen, 1989	-0,9
Jørgensen & Wentzel-Larsen, 1990	-1,0
Suomen Pankki, 1972	-0,5...-2,0
TVH, 1992	-1,8
Uusitalo & Djerf, 1985	-1,5...-2,5
Viren	lähes -3

On mahdollista, että uusien autojen hintajousto muuttuu ajan kuluessa mm. taloudellisen kehityksen seurauksena, joten vanhemmille tuloksille tulisi antaa vähemmän painoa kuin uudemmille. Tutkimuksessa päädyttiin tehdyn kirjallisuus-tutkimuksen perusteella soveltamaan henkilöautojen hintajoustolle arvoa -1,0.

Esille tulleet selvitykset käsittelivät yleensä henkilöautojen menekkiä kokonaisuutena. Sellaista mahdollista tapausta, että eri kokoluokkiin kuuluvien autojen hintasuhteet olennaisesti muuttuisivat, ei kirjallisuudessa ole analysoitu. Kuitenkin voidaan pitää ilmeisenä, että muihin kokoluokkiin kuuluvat autot voivat toimia jonkin nimetyn kokoluokan substituutteina sellaisessa tapauksessa, että vain tämän luokan hinta muuttuu.

Kirjallisuusselvityksen perusteella koko maan uusien autojen määrän riippuvuus hinnoista laaditaan seuraavien periaatteiden pohjalta:

- Hintajoustojen yleinen taso on suuruusluokkaa -1.
- Eri kokoluokkien autojen hintajoustot voivat olla eri suuruiset. Suurten autojen hintajoustot ovat ilmeisesti itseisarvoltaan pienempiä kuin pienten autojen.
- Kunkin autoluokan hintamuutokset vaikuttavat myös muiden luokkien kysyntään. Selvimmin tämä näkyy kyseistä luokkaa lähinnä vastaavissa luokissa.

Automarkkinoilla on mahdollista, että muuttuneen hintatilanteen mukainen tasapaino saavutetaan suurten hintamuutosten jälkeen vasta useita vuosia myöhemmin. Reagointitapa näyttää ilmeisesti sellaiselta, että muutos toteutuu ensin suurena, mutta vähenee myöhemmin. Autokannan ikärakenteen puskuroiva vaikutus antaa tähän mahdollisuuden.

Näin ollen kunkin vuoden hintamuutosten vaikutus voitaisiin kuvata joustojen aikasarjoilla. Tällöin kunkin vuoden mahdolliset hintamuutokset heijastuvat tuleviin vuosiin hintajoustojen määrittämällä kertoimilla ja samaan vuoteen voi olla vaikuttamassa samanaikaisesti useita edeltäneitä hintamuutoksia. Muutosten suhteellinen laskentatapa tekee tämän käsittelyn ainakin teoriassa mahdolliseksi.

Seuraavassa on kuitenkin päädytty yksinkertaisuuden vuoksi esittämään hintavaikutusten vaimeneminen yksinomaan autokannan keski-ikä mukaisen riippuvuuden kautta.

Käyttövoimaluokan katsotaan vaikuttavan hintajoustoihin niin että niiden itseisarvot ovat dieselkäyttöisillä hieman pienemmät kuin bensiinikäyttöisillä tai ”muulla” käyttövoimaluokalla. Perusteena tälle muunnokselle on, että dieselauton kysyntä painottuu ammattiluontoiseen ajoon.

Polttoaineen hinnan ja vuotuisen veron katsotaan vaikuttavan uusien autojen menekkiin hinnan kautta. Nämä tekijät otetaan huomioon liittämällä laskelmissa käytettäviin auton hintoihin polttoaineen hinnan muutoksen ja vuotuisen veron muutoksen osittain pääomitettut arvot. Pääomituksen osittaisuuden perusteena on arvio, jonka mukaan uuden auton ostaja ei ostopäätöksen yhteydessä ota lukuun auton koko käyttöiän aikaisia kustannuksia, koska pitää auton myyntiä mahdollisena ja diskonttaa tulevia menoja.

Hintajoustojen ohella kirjallisuudessa on selvitetty myös henkilöautojen kysynnän tulojoustoja. Tulojen menekkivaikutuksen laskennallinen käsittely vastaa hintojen käsittelyä niin, että hintasuhteen sijasta laskentakaavassa on tulojen suhde ja hintajouston sijasta tulojousto. Tulojousto on yleensä positiivinen.

LTT:n tutkimuksessa (LTT 1985) referoitujen tietojen mukaan tulojousto alenee talouden tulotason noustessa. Iso-Britanniassa oli saatu alimman tuloluokan joustoksi 5 ja ylimmän 1. USA:ssa vastaavat joustot olivat 2 ja 0,4. Henkilöautotiheyden kasvun ja taloudellisen kehittyneisyyden nousun on todettu alentavan tulojoustoja. Arvioita eri maisen tulojoustoista voidaan kuitenkin pitää korkeintaan suuntaa antavina eikä niitä voida suoran soveltaa Suomen oloihin. Djerf ja Uusitalo (1985) ovat saaneet Suomen henkilöautokannan tulojoustoksi eri malliversioissa 1,9..2,1 ja kansainvälisessä vertailulaskelmassa 1,8. Suomen Pankin (1972) tutkimuksessa henkilöautojen tulojoustoksi estimoitui 2,2. Suomessa on yksityisten kulutusmenojen rakenteesta ja kehityksestä tehdyissä tutkimuksissa saatu yksityisille kulkuvälineille tulojoustoja 2,8..3,0.

Tulojoustoista käytettävissä olevien tietojen ollessa 1980-luvun alusta tai aiempaa ja kun tulojouston aleneminen autotietumisen ja varallisuuden kehittyessä on ilmeistä ja kun tulojouston itseisarvot toisaalta yhtä ilmeisesti ovat vastaavia hintajouston itseisarvoja suuremmat, olisi mallinnuksessa sovellettava henkilöautojen kysyntään luokkaa 1,5 olevia tulojoustoja. Kun tulojousto nousee ruokakunnan tulotason alentuessa, olisi loogista käyttää pienemmille autoluokille

suurempia tulojoustoja kuin suurille. Tulojouston arvon mahdollinen aleneminen ennustevuosina jätetään mallinnuksessa huomioon ottamatta tietojen vähäisen tarkkuuden vuoksi.

7.2. Kiinteät lähtötiedot

7.2.1. Polttoaineen veroton hinta

Polttoaineen verottomana hintana vuosina 1999-2020 laskennassa käytetään 1,50 mk/litra.

7.2.2. Polttoaineveron perusteena käytettävä polttoainemäärä

Auton hintaan skenaariossa lisätään polttoaineen verojen (polttoainevero + ALV) ero perusskenaarioon nähden 5000 litran osalta. Perusteena ovat arviot, että auton käytönaikainen polttoainekulutus on noin 20000 litraa ja 25 % tästä otetaan ostopäätöksen yhteydessä huomioon.

7.2.3. Ajoneuvoveron ikäraja

Auton hintaan skenaariossa lisätään vuotuisen veron ero perusskenaarioon nähden 5 vuoden osalta. Perusteena on arvio, että auton käytönaikaisesta vuotuisesta verosta noin kolmannes otetaan ostopäätöksen yhteydessä huomioon. Tämä osuus on hieman suurempi kuin polttoaineveron yhteydessä, koska vuotuinen vero vaikuttaa konkreettisemmin auton jälleenmyyntiarvoon.

7.2.4. Hinta- ja ristijoustit

Autoluokittain hintajousten perusarvot ovat seuraavan taulukon 9 mukaiset. Autoluokat on taulukossa numeroitu niin, että 1 tarkoittaa pienintä ja 5 suurinta kokoluokkaa. Taulukossa on esitetty myös autoluokkien väliset (positiiviset) ristijoustit, jotka kuvaavat autoluokan hinnan muutosten vaikutuksia muihin luokkiin:

Taulukko 9. Henkilöautoluokkien hintajoustit ja ristijoustit

Käyttövoima: bensiini tai muu

Hinta- Vaikutusluokka	Kysyntävaikutusluokka				
	1	2	3	4	5
1	-1,4	0,2	0,0	0,0	0,0
2	0,1	-1,2	0,1	0,0	0,0
3	0,0	0,1	-1,0	0,1	0,0
4	0,0	0,0	0,1	-0,9	0,1
5	0,0	0,0	0,0	0,2	-0,7

Käyttövoima: diesel

Hinta- Vaikutusluokka	Kysyntävaikutusluokka				
	1	2	3	4	5
1	-1,3	0,2	0,0	0,0	0,0
2	0,1	-1,1	0,1	0,0	0,0
3	0,0	0,1	-0,9	0,1	0,0
4	0,0	0,0	0,1	-0,8	0,1
5	0,0	0,0	0,0	0,2	-0,7

Autoluokkien hintajoustit (ml. ristijoustit) kerrotaan kertoimella joka ilmaisee autokannan ikäjakauman (poikkeaman perusennusteesta) vaikutuksen hintajoustiton. Autokannan keski-ikä noustessa arvioidaan hintajousten pienenevän, koska mahdollisuudet olemassa olevan autokannan käyttöön vähenevät. Kerroin k(ikä) johdetaan perusennusteen ja laskettavan skenaarion koko autokannan keski-ikäien eron perusteella. Skenaarion keski-ikä ollessa perusennusteen mukaisista korkeampi, saa kerroin yhtä pienempiä arvoja ja päinvastoin. Arvioidaan, että Suomen autokannan keski-ikä

nousu 7 vuoden tasolta 10 vuoteen olisi pienentänyt hintajoustop itseisarvoa 15 %:lla, josta saadaan likimääräisesti lineaarinen mallinnus:

$$k(ikä) = 1 - 0,05 * (keski-ikä\ skenaariossa - keski-ikä\ perusennusteessa).$$

7.3 Muiden laskelmien tuloksista saatavat lähtötiedot

Uusien autojen määrän laskennassa tarvitaan lähtötietoina muista laskelmista:

- uusien autojen hinnat
- autokanta käyttöönottovuosittain sekä käyttövoima- ja kokoluokittain

7.4. Impulssit

7.4.1. Polttoaineen verollinen hinta

Polttoaineiden verollisina hintoina vuosina 1998-2000 mallissa käytetään:

	Bensiini 95E	Dieselöljy
v. 1998	5,55 mk/l	3,80 mk/l
v. 1999	5,90 mk/l	4,03 mk/l
v. 2000	6,22 mk/l	4,35 mk/l

Polttoaineiden verolliset hinnat vuodesta 2001 eteenpäin ovat laskentamallin käyttäjän määriteltävissä.

7.4.2. Ajoneuvovero

Ajoneuvoveron määrä vuosina 1998 ja 1999 on 500 mk ennen vuotta 1994 rekisteröidyistä autoista ja 700 mk tätä uudemmissa autoista. Veron määrä vuodesta 2000 eteenpäin on laskentamallin käyttäjän määriteltävissä.

7.5. Laskenta lyhyesti

Uusien autojen menekit lasketaan autoluokittain seuraavasti:

1. Laskentahinta skenaariossa kaikissa autoluokissa saadaan lisäämällä hintaan skenaariossa mahdolliset polttoaineveron ja vuosiveron muutoksen aiheuttamat korjaukset.
2. Hinta- ja ristijoustomatriisin alkiot kerrotaan autokannan ikärakenteen mukaisella em. kertoimella.
3. Autoluokan menekin **muutos** skenaariossa perusennusteeseen nähden saadaan laskemalla yhteen hinta- ja ristijoustomatriisin k.o. sarakkeen mukaisilla joustoilla J lausekkeet:

$$[(laskentahinta/perushinta)^J - 1] \times autoluokan\ perusmäärä$$

Autoluokan perusmäärä tarkoittaa sen autoluokan määrää perusennusteessa, jonka hinnan muutos on tarkasteltavana.

7.6. Tulokset

Laskennan tuloksena saadaan uusien autojen määrät vuosina 2000-2020 käyttövoima- ja kokoluokittain.

8. Liikennesuoritteet

8.1. Laskennan tarkoitus ja taustaa

Liikennesuorite on kaikilla autoilla vuodessa ajettu ajokilometrien määrä. Liikennesuorite voidaan laskea koko autokannalle tai sen määritellylle luokalle. Suomen henkilöautojen liikennesuorite on v. 1999 suuruusluokaltaan 35 miljardia ajoneuvokilometriä.

Liikennesuoritteiden laskennan tarkoituksena tässä yhteydessä on määrittää koko maan kaikkien ajoneuvoluokkien yhteenlaskettu liikennesuorite skenaariossa ja jakaa tämä edelleen alueille. Määrityksen oleellisena lähtökohtana on perusennusteen koko maan liikennesuorite. Tavanomaisissa oloissa tapahtuvat, mm. yhteiskunnalliseen ja taloudelliseen kehitykseen liittyvät muutokset sisältyvät perusennusteeseen. Jos halutaan ottaa tutkittavaksi tämän yleisen kehityksen vaihtoehtoja, on se tehtävissä käyttämällä vaihtoehtoisia perusennusteita, joissa voidaan ottaa huomioon esimerkiksi kansantuotteen tai työllisyyden vaihtoehtoisia kehityspolkuja.

Skenaariossa toteutuu ja vaikuttaa yksi tai useampi autokannan tai autoliikenteen hallintaan suunnattu impulssi. Laskennassa määritetään impulssien aiheuttamat muutokset liikennesuoritteeseen. Tämä tapahtuu kahdessa vaiheessa. Ensin määritetään koko maan liikennesuorite skenaariossa energianlähdehuokittain ja sitten jaetaan saadut tulokset alueille.

Keskeisiä kysymyksiä laskennassa ovat:

- Kuinka polttoaineiden hintataso vaikuttaa liikennesuoritteeseen
- Kuinka vuotuiset verot vaikuttavat liikennesuoritteeseen
- Kuinka autokannan rakenne vaikuttaa liikennesuoritteeseen
- Kuinka BKT:n muutos vaikuttaa liikennesuoritteeseen

Mallissa määritetään ensin impulssimuuttujien perusteella koko maan liikennesuoritteen muutos perusennusteeseen nähden energianlähdehuokittain. Koko maan liikennesuorite jaetaan alueille ajoneuvojen lukumäärien ja tulohuokkajakaumien perusteella. Tämän jälkeen jaetaan alueiden suoritteet ajoneuvojen koko- ja ikäluokille käyttäen tunnettuja keskimääräisiä riippuvuuksia näiden muuttujien suhteen.

Polttoaineveron muutokset vaikuttavat sekä auton omistukseen että käyttöön. Myös vuotuisen veron katsotaan vaikuttavan sekä autokannan että auton käytön muutosten kautta, koska vuotuisen veron korotukset vaikuttavat paitsi ostopäätökseen, myös kotitalouden käytettävissä oleviin tuloihin. Tässä yhteydessä käsitellään näiden impulssien välitöntä vaikutusta autojen käyttöön. Impulssien vaikutus autojen hankintaan ja autokantaan näkyy liikennesuoritteessa välillisesti hallintamallin muiden laskentojen kautta, sillä autokannan rakenteen vaikutus on sisällytetty tähän osamalliin.

Auton käyttäjän kohdalla polttoaineen hintaan kohdistuvien impulssien katsotaan vaikuttavan välittömästi ostettavan polttoaineen määrään. Periaatteessa auton käyttäjällä on mahdollisuus muuttaa polttoainemäärän ja oman ajosuoritteensa suhdetta esimerkiksi ajotapoja kehittämällä tai valitsemalla matkojen ajoitus ja suuntautuminen uudella tavalla. Tässä yhteydessä katsotaan kuitenkin yksinkertaisuuden vuoksi, että polttoaineenkulutus ja liikennesuorite muuttuvat aina samassa suhteessa.

8.2. Kiinteät lähtötiedot

8.2.1. Liikennesuorite perusennusteessa

Perusennusteena käytetään Tielaitoksen ennustetta henkilöautojen liikennesuoritteelle vuosille 1999–2020. Ennuste esitetään taulukossa 10.

Taulukko 10. Henkilöautojen liikennesuorite (milj.km) vuosina 1999–2020. Tielaitoksen ennuste (lähde: www.tielaitos.fi).

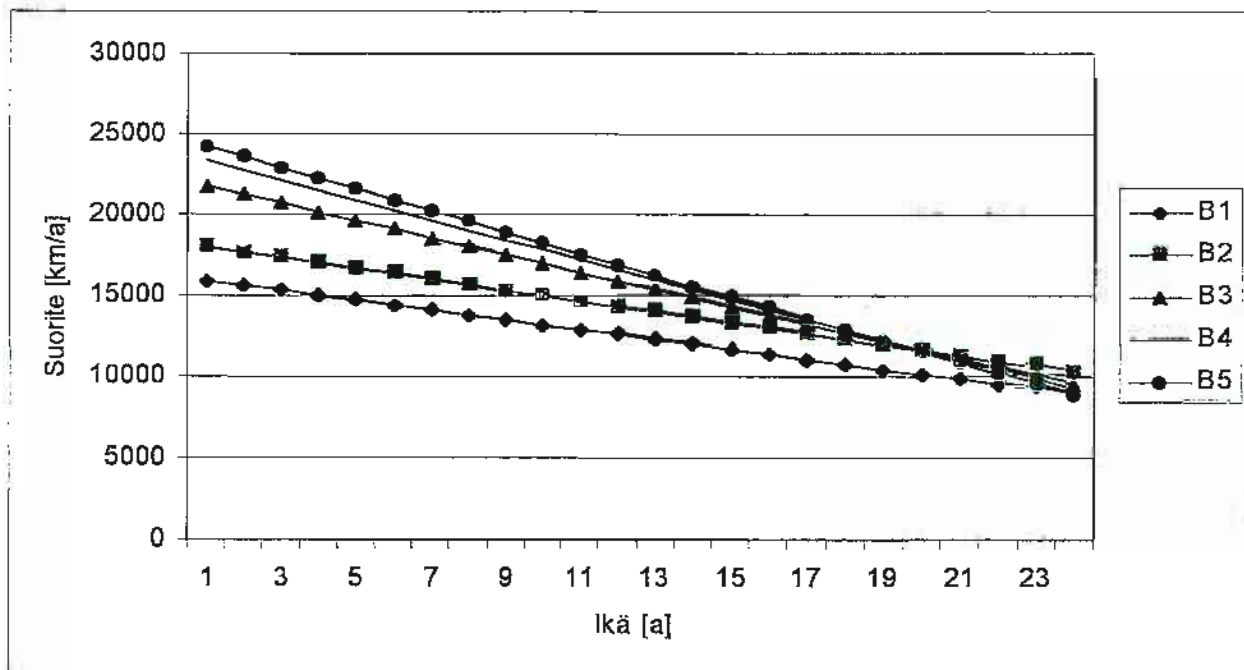
Vuosi	Suorite	Vuosi	Suorite
1999	39490	2010	45400
2000	40900	2011	45640
2001	41420	2012	45880
2002	41940	2013	46120
2003	42460	2014	46360
2004	42980	2015	46600
2005	43500	2016	46820
2006	43880	2017	47040
2007	44260	2018	47260
2008	44640	2019	47480
2009	45020	2020	47700

8.2.2. Keskimääräiset ajosuoritteet

Liikennesuoritteiden laskentaa varten tarvitaan lähtötietoina henkilöautojen keskimääräiset vuotuiset ajosuoritteet alueittain sekä ikä-, käyttövoima- ja kokoluokittain. Nämä on määritetty Suomen Autokatsastus Oy:n katsastusten yhteydessä keräämien matkamittarilukemien perusteella.

Autojen ajosuoritteet vaihtelevat niin, että keskimääräisiä riippuvuoksia auton ominaisuuksien mukaan voidaan esittää. Tyypillisesti uusilla ja suurilla autoilla ajetaan enemmän kuin pienillä ja vanhoilla. Tässä yhteydessä katsotaan, että autokannan rakenteen muutokset voivat vaikuttaa liikennesuoritteen määrään. Tämän vaikutuksen hallitsemiseksi otetaan käyttöön liikennesuoritepotentiaalin käsite. Se on laskennallinen liikennesuorite, joka toteutuisi, jos autoluokka-kohtaiset keskimääräiset liikennesuoritteet säilyisivät muuttumattomina autokannan rakenteen (lukumäärä ja jakautuminen luokkiin) muuttuessa. Mallissa katsotaan, että liikennesuoritepotentiaalin muutos (ero perusennusteeseen) yksin määrittää suoritteen muutoksen.

Esimerkkinä liikennesuoritepotentiaalin määrittämisestä ovat kuvissa 10 ja 11 esitetyt bensiini- ja dieselkäyttöisten henkilöautojen keskimääräiset ajosuoritteet koko- ja ikäluokittain.



Kuva 10. Bensiinikäyttöisten henkilöautojen vuotuinen ajosuorite koko- ja ikäluokittain.

Kuvan 10 suorien yhtälöt ovat seuraavat:

Kokoluokka (moott.til×omamassa)

B1 (-1131,99)

B2 (1132-1620,99)

B3 (1621-2051,99)

B4 (2052-2798,99)

B5 (2799-)

Yhtälö

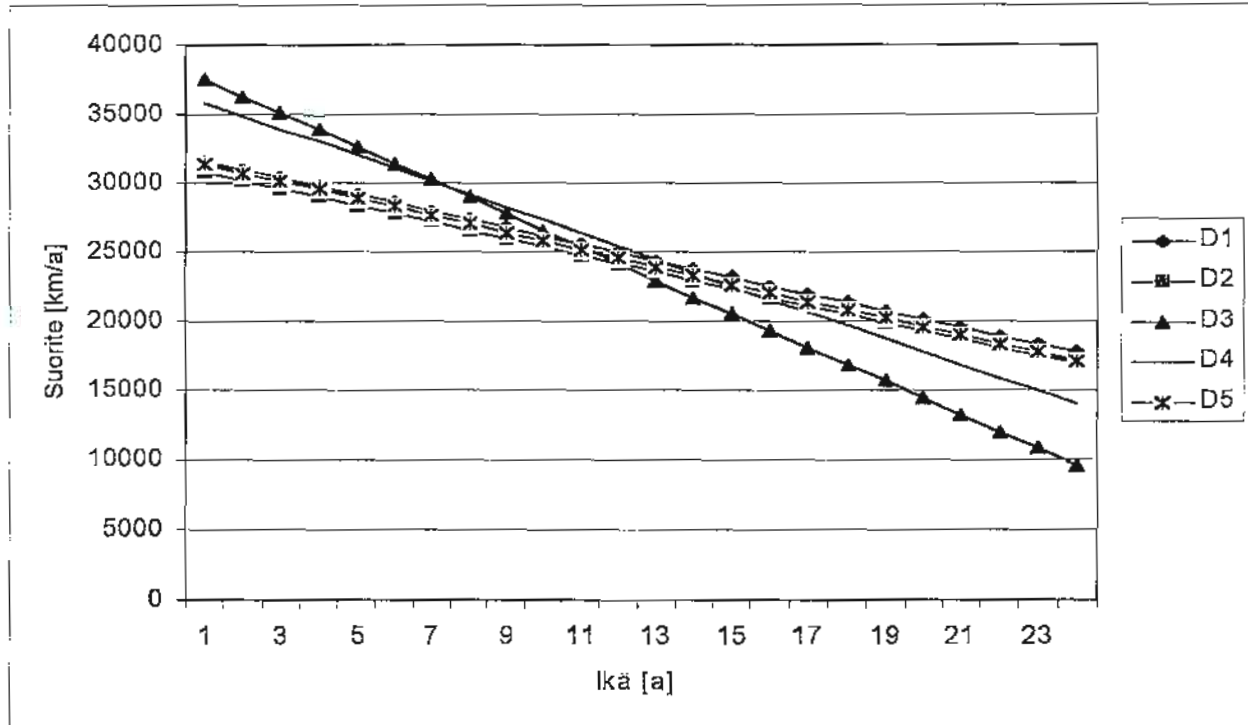
$$y = -305,851x + 16236,178$$

$$y = -337,691x + 18343,832$$

$$y = -533,867x + 22294,993$$

$$y = -617,807x + 23996,687$$

$$y = -672,059x + 24950,253$$



Kuva 11. Dieselsikäyttöisten henkilöautojen vuotuinen ajosuorite koko- ja ikäluokittain.

Kuvan 11 suorien yhtälöt ovat seuraavat:

Kokoluokka (moott.til×omamassa)

D1 (-1713,99)

D2 (1714-2030,99)

D3 (2031-2570,99)

D4 (2571-3256,99)

D5 (3257-)

Yhtälö

$$y = -602,019x + 32179,678$$

$$y = -605,013x + 31408,114$$

$$y = -1215,73x + 38739,473$$

$$y = -950,926x + 36803,934$$

$$y = -620,229x + 31997,900$$

Liikennesuoritepotentiaalin ei kuitenkaan sellaisenaan katsota olevan muuttuneen tilanteen liikennesuorite, sillä voidaan olettaa autoluokkakohtaisten keskimääräisten ajosuoritteiden alenevan samalla kun liikennesuoritepotentiaali kasvaa ja päinvastoin. Koska liikennesuoritepotentiaalin käsitekin lience tässä yhteydessä uusi, ei sen ja liikennesuoritteen yhteydestä ole tietoja saatavilla. Arvionvaraisesti oletetaan, että aina puolet liikennesuoritepotentiaalin muutoksesta näkyy liikennesuoritteessa ja toinen puoli jää muuttamaan autoluokkakohtaisia ajosuoritteen keskiarvoja.

8.2.3. Alueelliset korjauskertoimet

Keskimääräisiä ajosuoritteita korjataan alueellisesti seuraavassa taulukossa esitetyillä korjauskertoimilla.

Taulukko 11. Ajosuoritteiden alueelliset korjauskertoimet eri käyttövoimaluokissa.

Alue	Bensa	Diesel
Uusimaa	1,05	1,04
Varsinais-Suomi	0,92	0,93
Satakunta	0,95	0,95
Kanta-Häme	1,01	0,99
Pirkanmaa	1,00	0,98
Päijät-Häme	1,03	1,07
Kymenlaakso	0,96	0,98
Etelä-Karjala	1,02	1,02
Etelä-Savo	0,98	0,96
Pohjois-Savo	1,02	1,06
Pohjois-Karjala	1,01	0,98
Keski-Suomi	1,00	0,96
Etelä-Pohjanmaa	0,98	1,02
Pohjanmaa	0,88	0,88
Keski-Pohjanmaa	0,99	1,02
Pohjois-Pohjanmaa	1,05	1,03
Kainuu	1,03	1,01
Lappi	1,07	1,03
Itä-Uusimaa	1,04	0,98

8.3. Muiden laskelmien tuloksista saatavat lähtötiedot

Autokannan määrää ja rakennetta koskevan laskennan tulokset ovat olennainen osa liikennesuoritteiden laskentaa.

8.4. Impulssit

8.4.1. Polttoainevero

Polttoaineiden hintatason muutokset vaikuttavat liikennesuoritteeseen tässä mallissa välittömästi autojen käytön muutosten kautta. Ennustettaessa polttonesteiden hintatason vaikutusta autojen käyttöön ja edelleen liikennesuoritteeseen sovelletaan hintajoustoja. Hintajousto ilmaisee kysynnässä tapahtuvan muutoksen hinnan muutoksen seurauksena. Yleisesti oletetaan, että kysynnän muutos on suhteessa hinnan muutokseen niin, että kysynnän muutoksen ja hinnan muutoksen suhdetta voidaan kuvata yhdellä vakiolla, jota sanotaan hintajoustoksi. Hintajouston laskennassa käytetään sekä hinnan että kysynnän muutosten laskennassa suhteellisia (prosentuaalisia) muutoksia. Seuraava esimerkki selventää hintajouston käsitettä:

Alkuperäinen tilanne:	hinta = 100 rahaa, kysyntä = 100 yksikköä.
Muuttunut tilanne:	hinta = 110 rahaa, kysyntä = 95 yksikköä
Hinnan muutos:	$(110 - 100) / 100 = 10/100 = 0,10 = 10 \%$
Kysynnän muutos:	$(95 - 100) / 100 = -5 / 100 = -0,05, = -5 \%$
Hintajousto:	$-0,05 / 0,10 = -5 \% / 10 \% = -0,5$

Tarkkaan ottaen hintajoustolla tarkoitetaan kysynnän ja hinnan muutosten raja-arvoa hinnan muutoksen lähestyessä nollaa. Tästä johtuen hintajoustoa soveltavissa laskelmissa käytetään laskentakaavaa, jossa hintajouston arvo on potenssilausekkeen eksponenttina.

Polttoaineen hinnan nousun vaikutuksia kotitalouksien auton käyttöön on tutkittu useissa eri tutkimuksissa. Vuonna 1985 Liiketaloustieteellisen tutkimuslaitoksen tutkimuksessa selvitettiin aikaisemmin tehtyjen tutkimuksen tuloksia bensiinin hintajoustoista. Tutkimuksessa verrattiin Suomen (1983) sekä Uusitalon ja Djerfin (1985) tutkimusten tuloksia. Kaikkien em. tutkimusten perusteella polttonesteiden kysynnän voidaan katsoa olevan suhteellisen joustamatonta hintojen suhteen. Kummankin tutkimuksen hintajoustoarvot olivat hyvin samansuuntaiset ja jouston voidaan arvioida

olevan selvästi alle $-0,5$. Hintojen nousu on ollut kuitenkin hidasta, joten suurien hinnannousujen arvioiminen voi olla vaikeaa. (LTT 1985)

Tielaitoksen vuonna 1995 tehdyssä tutkimuksessa (Tielaitoksen selvityksiä 73/1995) tutkittiin hintajoustoja käyttäen aineistona Tilastokeskuksen kuluttajabarometrikyselyjä. Kyselyissä kotitalouksilta kysyttiin paljonko he vähentäisivät auton käyttöä eri polttoaineen hinnannousuilla. Taulukossa 12 on esitetty tutkimuksen mukaiset kokonaissuoritteiden keskimääräiset muutokset eri hinnannousuilla.

Taulukko 12. Kokonaissuoritteiden keskimääräiset muutokset poikkileikkausaineistosta vuonna 1994. (Tielaitoksen selvityksiä 73/1995)

	Alle 1 mk/l	1-2 mk/l	2-3 mk/l	3-5 mk/l
Kokonaissuoritteiden keskimääräinen muutos	-11%	-22%	-34%	-49%

Vuonna 1996 Jyväskylän Yliopiston taloustieteen laitoksella tehty tutkimus (Ville Hännikäinen & Juuso Rantala) muutti huomattavasti kuvaa bensiinin kysynnän sopeutumisesta bensiinin hinnannousuihin. Hintajoustot laskettiin ns. yhteisintegraatiomenetelmällä, jota ei ollut aikaisemmin sovellettu bensiinin kysyntämalleissa. Yhteisintegraatiomenetelmällä saadaan lyhyen ja pitkän aikavälin joustot ilman, että tarvitaan osittaissopeutusmallien rajoittavia oletuksia. Analyysia on tutkimuksessa täydennetty bensiinin hinnankorotusten ja polttoaineveron kohdentumislaskelmilla, joita on tehty siten, että kotitalouden elinvaihe, sosioekonominen asema ja maantieteellinen alue on otettu huomioon. Bensiinin lyhyen ja pitkän aikavälin hintajoustot on määritetty käyttäen sekä osittaissopeutus- että yhteisintegraatiomenetelmää. (Hännikäinen & Rantala)

Tutkimuksessa saatiin yhteisintegraatiomenetelmää käyttäen bensiinin lyhyen aikavälin hintajoustoksi $-0,5$, ja jo ensimmäisen vuoden jälkeen hintajousto laski $-0,3$:een. Tämä tarkoittaa sitä, että bensiinin hinnankorotukseen totutaan hyvin nopeasti. Yhteisintegraatiomenetelmällä saadut tulokset eroavat melko paljon aikaisemmista tutkimustuloksista, joiden perusteella lyhyen aikavälin jousto on itseisarvoltaan pitkän aikavälin joustoa pienempi. Tutkimuksessa vertailtiinkin määritettyjä joustoja aikaisempiin tutkimuksiin. Taulukossa 13 on esitetty yhden yhtälön malleilla aikasarjoista estimoidut Djerfin (1992), Malkan (1992) ja Unkilan (1991) sekä kyseisessä tutkimuksessa (R-H) saadut keskeiset tulokset. Unkilan tutkimus poikkeaa muista aikaperiodin ja tutkimusongelman suhteen. (Hännikäinen & Rantala)

Taulukko 13. Yhteenveto eri tutkimusten tuloksista (Hännikäinen & Rantala)

	Lyhyen aikavälin hintajoustot	Pitkän aikavälin hintajoustot
R-H yhteisintegraatio	$-0,5/-0,3^*$	$-0,3$
R-H osittaissopeutus	$-0,2$	$-0,6$
Djerf	$-0,2$	$-0,6$
Malka	$-0,2$	$-0,7$
Unkila	$-0,4$	$-0,8$
*tulojousto toiselle vuodelle		

Taulukosta 13 nähdään, että yhteisintegraatiomallin tulokset poikkeavat huomattavasti muista, kun taas osittaissopeutusmallilla lasketut tulokset ovat Unkilaa lukuunottamatta hyvin samankaltaiset. Yhteisintegraatiomallin perusteella bensiinin pitkän aikavälin hintajousto onkin pienempi kuin lyhyen aikavälin hintajousto, kun osittaissopeutusmalleilla laskettuna tilanne on päinvastainen. Jyväskylän taloustieteen laitoksen tutkimuksessa yhteisintegraatiomallilla saatuja tuloksia pidetään luotettavampina kuin osittaissopeutusmenetelmällä saatuja.

Kirjallisuusselvityksen perusteella voidaan todeta, että eri malleilla lasketut polttoaineen hintajoustot vaihtelevat välillä $-0,2$... $-0,8$. Viimeisimmässä, vuonna 1996 tehdyssä tutkimuksessa (Hännikäinen & Rantala) todettiin, että bensiinin lyhyen aikavälin (ensimmäisen vuoden) hintajousto on itseisarvoltaan pitkän aikavälin joustoa suurempi. Tässä tutkimuksessa käytettävä hintajousto määritettiin siten, että bensiinin hinnalle määritettiin tietty kehitys kymmenelle tulevalle vuodelle. Tämän hintakehityksen perusteella laskettiin kysynnän muutos käyttäen ensimmäisen vuoden hintajoustona $-0,5$ ja toisesta vuodesta eteenpäin $-0,3$. Eli esimerkiksi viidentenä vuonna kysyntään vaikutti viimeisen vuoden hinnan muutos joustolla $-0,5$ ja aikaisempina vuosina tapahtuneet hinnannuutokset joustolla $-0,3$. Näin saatiin tietty kysynnän muutos 10. vuodelle. Tämän jälkeen määritettiin keskimääräinen hintajousto, joka aiheuttaa saman kysynnän muutoksen kymmenentenä vuonna. Keskimääräiseksi bensiinin hintajoustoksi saatiin $-0,32$. Tässä tutkimuksessa sovelletaan hintajoustop kaavaa, jonka tulos on riippumaton hintamuutoksen mahdollisesta jakamisesta eriin:

$$M=H^J$$

jossa

M= menekin suhde (menekki jälkeen/menekki ennen)

H= hinnan suhde (hintaa ennen/hintaa jälkeen)

J = hintajousto

8.4.2. Vuotuiset verot

Vuotuisten verojen (ajoneuvovero ja dieselveero) muutosten vaikutukset auton käyttöön on periaatteessa mahdollista mallintaa tulojouston tai bensiinin hintajouston avulla. Mallinnettaessa tulojouston avulla tarkastellaan vuotuisten verojen osuutta kotitalouksien käytettävissä olevista tuloista. Mikäli vuotuisten verojen muutokset mallinnetaan bensiinin hintajouston avulla, tarkastellaan kotitalouksien vuodessa bensiiniin ja vuotuisiin veroihin käyttämää rahamäärää perusennusteessa ja skenaariossa. Seuraavassa on laskettu esimerkkilaskelma autoveron muutoksen vaikutus liikennesuoritteeseen sekä polttoaineen hintajoustoja että tulojoustoja käyttäen.

Tulojousto ($T=0,9$):

Oletetaan, että kotitalouksien keskimääräinen kuukausitulo on 10 000 mk (vuositulo 120 000 mk) ja vuotuisen veron ero perusennusteeseen nähden on skenaariossa 1000 mk. Tällöin veron osuus vuosituloista on 0,83%, jolla osuudella tulojen katsotaan vähentyvän. Vaikutus suoritteeseen on siten $-(0,0083^{0,9})=-0,013$ eli liikennesuorite alenee 1,3%.

Bensiinin hintajousto ($J=-0,3$):

Lasketaan kotitalouksien keskimääräinen bensiinin käyttämä rahamäärä käyttäen seuraavia lähtötietoja:

Ajoneuvon polttoaineenkulutus 8,0 l/100 km

Vuotuinen ajosuorite 20 000 km

Polttoaineen hinta 5,5 mk/l

Kotitalouksien keskimääräiseksi vuotuiseksi bensiinin käytettäväksi rahamääräksi saadaan 8800 mk. Vuotuinen vero on skenaariossa 1000 mk enemmän kuin perusennusteessa eli bensiiniin ja veroihin käytettävä vuotuinen rahamäärä nousee 11,3 %. Liikennesuoritteen muutos saadaan bensiinin hintajouston kaavasta $1,113^{-0,3}=0,968$. Näin ollen liikennesuorite alenee 3,7%.

Esimerkkilaskelmasta nähdään, että liikennesuoritteen muutos on suurempi käyttäessä hintajoustoja kuin tulojoustoja. Tämä vahvistaa oletuksen, jonka mukaan muuttuvien kustannusten vaikutukset liikennesuoritteeseen ovat suurempia kuin kiinteiden kustannusten. Näin ollen vuotuisten verojen ollessa kiinteistä kustannuksista niiden vaikutukset lasketaan tässä yhteydessä tulojoustoja avulla.

Taulukossa 14 on esitetty polttoaineen tulojoustoja eri tutkimusten mukaan.

Taulukko 14. Yhteenvedo eri tutkimusten tuloksista. (Hännikäinen & Rantala)

	Lyhyen aikavälin tulojoustot	Pitkän aikavälin tulojoustot
R-H yhteisintegraatio	0,6	1,0
R-H osittaissopeutus	0,4	1,0
Djerf	0,3	0,9
Malka	0,2	0,6
Unkila	0,5	0,9

Taulukosta nähdään, että kaikkien tutkimusten mukaan tulojousto on lyhyellä aikavälillä itseisarvoltaan pitkää aikaväliä pienempi. Tulojoustot ovat eri tutkimusten mukaan samaa suuruusluokkaa Malkan arvoa lukuunottamatta. Sopeutumisaika on yhteisintegraatiomallilla 2-3 vuotta, mikä on noin puolet vähemmän kuin osittaissopeutusmalleilla. Tässä mallissa sovelletaan myös tulojoustoja osalta yhteisintegraatiomallilla saatua tulosta. Tulojoustolle määritettiin keskimääräinen arvo samaan tapaan kuin edellä hintajoustoja määritettäessä. Käytettäessä hinnannuutoksesta kahtena ensimmäisenä vuonna lyhyen aikavälin tulojoustoja 0,6 ja seuraavana kahdeksana vuonna pitkän aikavälin tulojoustoja 1,0, saatiin keskimääräiseksi tulojoustoksi 0,91. Tätä tulojoustoja käytetään myös vuotuisen veron muutosten vaikutusten mallintamisessa.

8.5. Laskennan kuvaus

Liikennesuorite koko maassa

- Polttoaineen hinnankorotusten aiheuttama autojen käytön muutos lasketaan hintajouston avulla. Muutos lasketaan energialähdeluokittain. Kerroin (k_{1x}), jolla suoritetta perusennusteen mukaista liikennesuoritetta muutetaan, saadaan hintajouston kaavasta

$$k_{1x} = (H_{x,skn} / H_{x,per})^J$$

x = energialähde (b=bensiini, d=diesel, m=muu)

$H_{x,skn}$ = energialähdeluokan x polttoaineen hinta skenaariossa

$H_{x,per}$ = energialähdeluokan x polttoaineen hinta perusennusteessa

J = polttoaineen hintajousto = (-0,32)

- Vuotuisen veron (ajoneuvovero ja dieselvero) aiheuttamat auton käytön muutokset lasketaan tulojoustojen avulla. Perusennusteen mukainen liikennesuorite kerrotaan kertoimella k_{2x} , joka lasketaan energialähdeluokittain ja saadaan kaavasta

$$k_{2x} = (1 - v_x^T)$$

jossa

v_x = energialähdeluokan x ajoneuvon vuotuisen veron muutoksen osuus kotitalouksien käytettävissä olevista keskimääräisistä tuloista

T = tulojousto (=0,91)

- Autokannan rakenteen vaikutuksen selvittämiseksi lasketaan liikennesuoritepotentiaali, jonka avulla määritetään vaikutukset liikennesuoritteeseen. Perusennusteen mukainen liikennesuorite kerrotaan kertoimella k_{3x} , joka määritetään seuraavan kaavan mukaisesti:

$$k_{3x} = \left[\frac{\sum_{i=1}^5 \sqrt{S_{x,i,skn}}}{\sum_{i=1}^5 \sqrt{S_{x,i,per}}} \right]^{0,5}$$

jossa

x = energialähdeluokka

$i=1 \dots 5$ (kokoluokka)

$S_{x,i,skn}$ = (energiälähdeluokan x ja kokoluokan i keski-ikää vastaava ajosuorite skenaariossa) $\times$ (energiälähdeluokan x ja kokoluokan i ajoneuvojen lukumäärä [kpl] skenaariossa)

$S_{x,i,per}$ = (energiälähdeluokan x ja kokoluokan i keski-ikää vastaava ajosuorite perusennusteessa) $\times$ (energiälähdeluokan x ja kokoluokan i ajoneuvojen lukumäärä [kpl] perusennusteessa)

- Liikennesuorite energialähdeluokassa x skenaariossa ($Suorite_{x,skn}$) kertomalla perusennusteen mukainen liikennesuorite energialähdeluokassa x ($Suorite_{x,per}$) kertoimilla k_{1x} , k_{2x} ja k_{3x} seuraavan kaavan mukaisesti:

$$Suorite_{x,skn} = Suorite_{x,per} * k_{1x} * k_{2x} * k_{3x}$$

- Koko maan liikennesuorite skenaariossa saadaan laskemalla yhteen eri energialähdeluokkien liikennesuoritteet.

$$Suorite_{skn} = Suorite_{b,skn} + Suorite_{d,skn} + Suorite_{m,skn}$$

Suoritteiden jakaminen alue-, koko-, ja ikäluokille

- Skenaarion koko maan liikennesuorite jaetaan alueille ja kokoluokille skenaarion alueellisten liikennesuoritepotentiaalien ($S_{x,n,skn}$) suhteessa. Liikennesuoritepotentiaalit lasketaan kokoluokittain, jolloin voidaan määrittää myös eri kokoluokkien suoritteet alueittain. Skenaarion liikennesuoritepotentiaali alueella n saadaan seuraavasti:

Jossa

$$S_{x,n,skn} = \sum_{i=1}^5 S_{x,n,i,skn}$$

x =energialähdeluokka (b =benssiini, d =diesel, m =muu)

n =alue ($n=1 \dots 20$)

i =kokoluokka ($i=1 \dots 5$)

$S_{x,n,i,skn}$ =(energialähdetuokan x ja kokoluokan i keski-ikää vastaava ajosuorite skenaariossa alueella n) $\times$ (energialähdetuokan x ja kokoluokan i ajoneuvojen lukumäärä skenaariossa alueella n)

- Kokonaissuorite jaetaan alueille liikennesuoritepotentiaalien $S_{x,n,skn}$ suhteessa. Esimerkiksi benssiinikäyttöisten ajoneuvojen suorite alueella 1 skenaariossa ($Suorite_{b,1,skn}$) saadaan seuraavasti:

$$Suorite_{b,1,skn} = [S_{b,1,skn} / (S_{b,1,skn} + \dots + S_{b,20,skn})] * Suorite_{b,skn}$$

- Alueiden liikennesuoritteet jaetaan edelleen kokoluokille edellä laskettujen alueellisten liikennesuoritepotentiaalien avulla. Tarkastellaan esimerkkinä benssiinikäyttöisten, kokoluokan 2 ajoneuvojen liikennesuoritteiden laskemista alueella 1.

$$Suorite_{b,1,2,skn} = [S_{b,1,2,skn} / (S_{b,1,1,skn} + \dots + S_{b,1,5,skn})] * Suorite_{b,1,skn}$$

- Suoritteiden jakaminen ikäluokille tapahtuu vastaavalla tavalla kuin jako kokoluokille. Ikäluokille jako tehdään jokaiselle energialähde-alue-kokoluokkayhdistelmälle. Liikennesuoritepotentiaali lasketaan ikäluokille samaan tapaan kuin alue- ja kokoluokille. Esimerkkinä tarkastellaan benssiinikäyttöisten, 7-vuotiaiden, kokoluokan 2 ajoneuvojen liikennesuoritteiden laskemista alueella 1.

$$Suorite_{b,1,2,7,skn} = [S_{b,1,2,7,skn} / (S_{b,1,2,1,skn} + \dots + S_{b,1,2,26,skn})] * Suorite_{b,1,2,skn}$$

Jossa

$S_{b,1,2,7,skn}$ = (benssiinikäyttöisten, kokoluokan 2 ja 7-vuotiaiden ajoneuvojen keskimääräinen ajosuorite alueella 1 skenaariossa) $\times$ (benssiinikäyttöisten, kokoluokan 2 ja 7-vuotiaiden ajoneuvojen lukumäärä [kpl] alueella 1 skenaariossa)

$S_{b,1,2,1,skn}, S_{b,1,2,26,skn}$ = ks. edellä

MERKINNÄT

x =energialähdetuokka (b =benssiini, d =diesel, m =muu)

i =ajoneuvon kokoluokka, $i=1 \dots 5$

n =alueluokka (maakunnat), $n=1 \dots 20$

u =väestön tuloluokka, $u=1 \dots 5$

Liikennesuoritteet

$Suorite_{per}$ = koko maan liikennesuorite perusennusteessa

$Suorite_{muut}$ = koko maan liikennesuorite vaihtoehtoisessa perusennusteessa

$Suorite_{x,skn}$ = energianlähdeluokan x koko maan liikennesuorite skenaariossa

$Suorite_{x,n,skn}$ = energianlähdeluokan x ja alueen n liikennesuorite skenaariossa

$Suorite_{x,n,i,skn}$ = energianlähdeluokan x , alueen n ja kokoluokan i liikennesuorite skenaariossa

$Suorite_{x,n,i,y,skn}$ = energianlähdeluokan x , alueen n , kokoluokan i ja ikäluokan y liikennesuorite skenaariossa

Liikennesuoritepotentiaalit

$S_{x,n,per}$ = energianlähdeluokan x ja alueen n liikennesuoritepotentiaali perusennusteessa

$S_{x,n,muutt.}$ = energianlähdeluokan x ja alueen n liikennesuoritepotentiaali vaihtoehtoisessa perusennusteessa

$S_{x,n,skn}$ = energianlähdeluokan x ja alueen n liikennesuoritepotentiaali skenaariossa

$S_{x,n,i,skn}$ = energianlähdeluokan x , alueen n ja kokoluokan i liikennesuoritepotentiaali skenaariossa

$S_{x,n,i,y,skn}$ = energianlähdeluokan x , alueen n , kokoluokan i ja ikäluokan y liikennesuoritepotentiaali skenaariossa

Kulutuspotentiaali

V_{nskn} = alueen n väestön kulutuspotentiaali (Käsitellään osamallissa L2: Alueen liikennesuoritteen väestöluokkajako ??)

Muut

BKT_{per} = BKT perusennusteessa

$BKT_{muutt.}$ = BKT vaihtoehtoisessa perusennusteessa

$H_{x,skn}$ = energianlähdeluokan x polttoaineen hinta skenaariossa

$H_{x,per}$ = energianlähdeluokan x polttoaineen hinta perusennusteessa

J = polttoaineen hintajousto

T = tulojousto

v_x = energianlähdeluokan x ajoneuvon vuotuisen veron muutoksen osuus kotitalouksien käytettävissä olevista keskimääräisistä tuloista

k_{1x} , k_{2x} , k_{3x} kertoimet, joilla korjataan perusennusteen mukaista energianlähdeluokan x koko maan liikennesuoritetta skenaarion liikennesuoritetta määritettäessä

8.6. Tulokset

Laskennan tuloksena saadaan henkilöautojen liikennesuorite koko maassa ja alueittain luokiteltuna auton käyttöönotto-vuoden, käyttövoiman ja kokoluokan mukaan.

9. Kustannustulokset

9.1. Laskennan tarkoitus ja taustaa

Laskennan tarkoituksena on määrittää autoilusta aiheutuvien kustannusten jakautuminen eri alueilla ja autoluokittain sekä työn myöhemmässä vaiheessa myös väestöluokittain. Kustannukset määritetään kustannuslajeittain.

Autoilusta aiheutuvat kustannukset voidaan jakaa kiinteisiin ja muuttuviin kustannuksiin. Muuttuvat kustannukset muuttuvat ajosuoritteiden mukana. Muuttuvia kustannuksia ovat polttoain-, korjaus-, huolto- ja voiteluaine- sekä rengaskustannukset. Kiinteät kustannukset riippuvat sekä ajosuoritteesta että ajasta. Kiinteitä kustannuksia ovat pääomakustannukset (pääoman poisto ja korko) sekä ylläpitokustannukset. Ylläpitokustannukset koostuvat ajoneuvon säilytys- ja pesukustannuksista. Henkilöautojen ylläpitokustannukset ovat suuruushuokkaa alle 2 p/km (Airaksinen 1999), joten ne jätetään huomioimatta. Ajoneuvokustannusten lisäksi auton omistuksesta ja käytöstä maksetaan veroa. Autoiluun kohdistuvia veroja ovat ajoneuvovero, dieselvero, autovero ja polttoainevero. Lisäksi kaikista kustannuseristä maksetaan arvonnalisäveroa. Tässä yhteydessä tarkastellaan ns. yksityistaloudellisia kustannuksia, jolloin kustannukset sisältävät verot. Verotulosten laskenta muodostaa hallintamallissa oman kokonaisuutensa.

Perusennusteen kustannukset määritetään käyttäen perusennusteen mukaisia autojen lukumäärä-, hinta- ja suoritettietoja. Tässä esitetään kustannusten yksityiskohtainen laskenta skenaariossa. Perusennusteen laskenta tehdään vastaavalla tavalla.

Olellaisia kysymyksiä kustannustulosten laskennassa ovat:

- Kuinka autoilun kustannukset kehittyvät perusennusteessa eri alueilla ja autoluokissa
- Kuinka impulssit vaikuttavat autoilun kustannuksiin eri alueilla ja autoluokissa

9.2. Muiden laskelmien tuloksista saatavat lähtötiedot

Mallissa hyödynnettäviä lähtötietoja ovat:

- Autokannan rakenne ja liikennesuorite
- Käytettyjen autojen hinta-arviot ja iän mukainen vuotuinen arvonaleneminen

9.3. Impulssit

Kustannuksiin välittömästi vaikuttavia impulsseja ovat

- Polttonesteiden verotus, joka vaikuttaa polttoaineiden hintojen kautta
- Autovero, joka vaikuttaa autojen hintatasojen kautta
- Arvonnalisävero

Muut autoiluun kohdistuvat verot (ajoneuvovero ja varsinainen ajoneuvovero eli dieselvero) vaikuttavat kustannuksiin autokannan rakenteen muutosten tai liikennesuoritteiden muutosten kautta.

9.4. Muuttuvat kustannukset

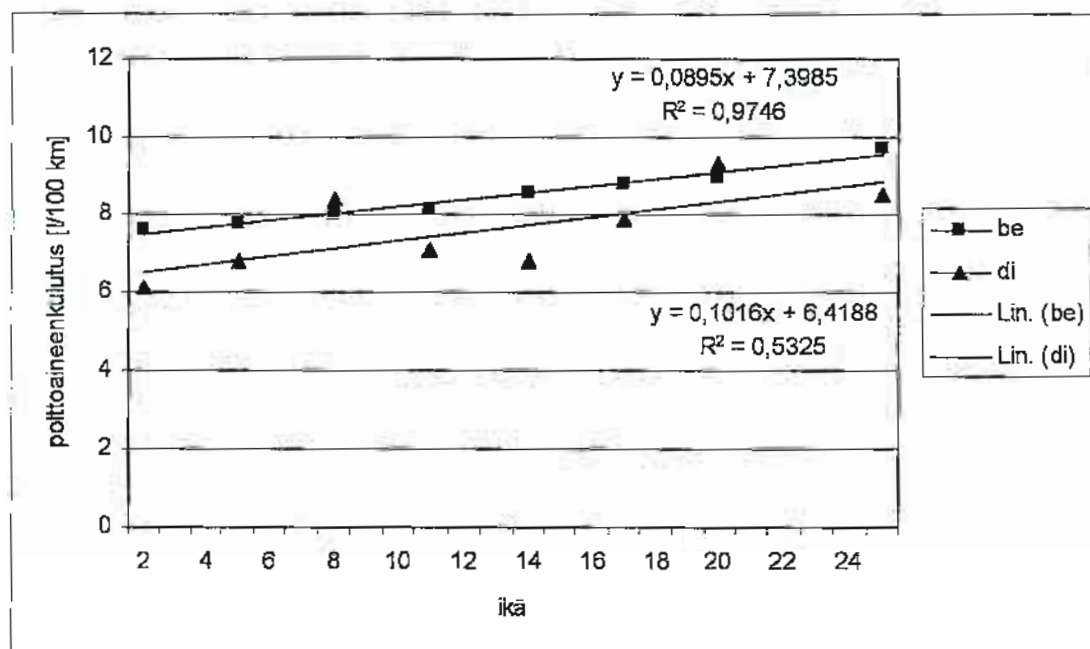
Polttoainekustannukset

Polttoainekustannukset määritetään polttoaineenkulutuksen, polttoaineen hinnan ja liikennesuoritteiden avulla. Tietoa polttoaineen hinnasta alueittain on saatavilla (Öljy- ja Kaasualan keskusliitto), ja polttoaine- ja arvonnalisäveron mahdolliset muutokset tulee huomioida käyttäessä kustannusten laskennassa polttoaineen kuluttajahintaa. Tämän vuoksi veroja ei tässä osamallissa erikseen eritellä. Polttoaineenkulutuksesta on saatavilla tietoa aikaisemmista tutkimuksista. TTKK:ssa vuonna 1999 valmistuneen tutkimuksen (Airaksinen 1999) yhteydessä suoritettiin henkilöautojen kustannuskysely, jonka aineistosta saadaan tietoa polttoaineenkulutuksista. Kustannuskyselyaineisto sisältää tietoja 2228 henkilöautosta. Aineisto vastaa hyvin koko Suomen autokantaa. Taulukossa 15 on esitetty kustannuskyselyaineiston perusteella määritetty henkilöautojen polttoaineenkulutus energianlähde- ja kokoluokittain. Näitä arvoja käytetään polttoainekustannusten laskentaan sekä perusennusteessa että skenaariossa.

Taulukko 15. Laskennassa käytettävät arvot polttoaineenkulutukselle kokoluokittain.

Kokoluokka	Polttoaineenkulutus p	
	Bensiini	Diesel
1	7,37	5,80
2	7,60	6,33
3	8,03	6,30
4	8,95	7,51
5	10,01	9,35

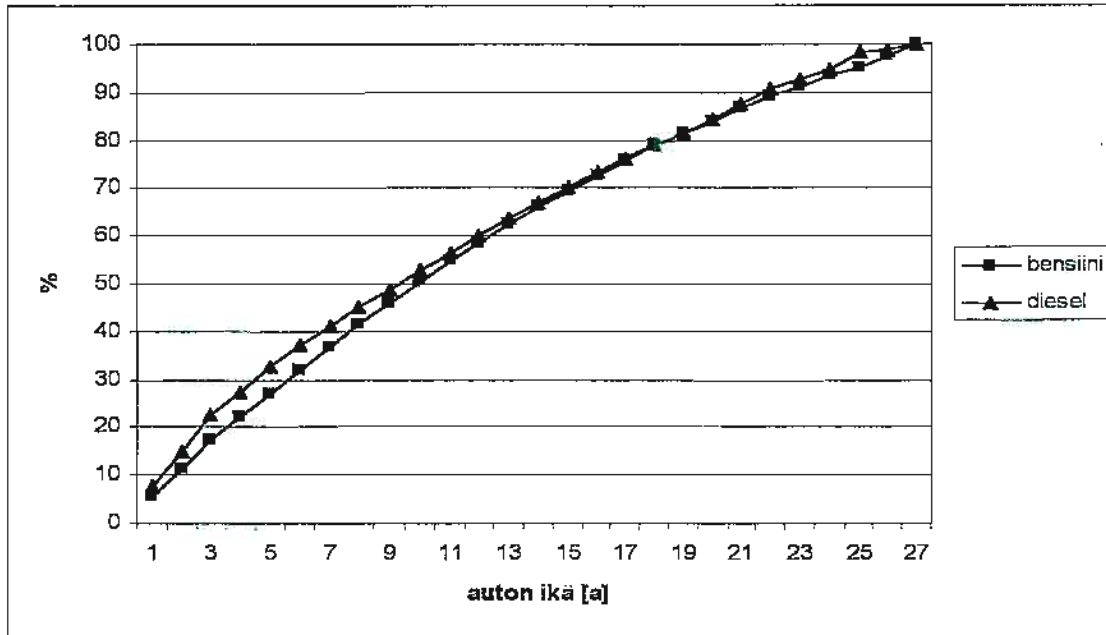
Kustannuskyselyaineistosta saatiin tietoa myös ajoneuvon iän vaikutuksesta polttoaineenkulutukseen. Kyselyaineiston perusteella polttoaineenkulutus kasvaa auton iän kasvaessa. Henkilöauton polttoaineenkulutus ikäluokittain kustannuskyselyn perusteella on esitetty kuvassa 12. Kulutusarvojen lisäksi kuvassa on esitetty bensiini- ja dieselmääräyksille henkilöautoille myös lineaarinen regressiosuora kuvaamaan iän ja polttoaineenkulutuksen välistä yhteyttä. Kuvasta nähdään, että bensiinikäyttöisillä henkilöautoilla iän ja polttoaineenkulutuksen välinen yhteys kustannuskyselyn perusteella on lähes lineaarinen ($R^2=0,9746$). Dieselmääräyksillä autoilla korrelaatio regressiosuoran ja kustannuskyselystä saatujen arvojen välillä ei ole yhtä hyvä ($R^2=0,5325$). Korrelaatiota voidaan kuitenkin pitää riittävän hyvänä, joten eri ikäluokkien polttoaineenkulutuksen väliset suhteet määritetään kuvan esittämien suorien avulla.



Kuva 12. Henkilöauton polttoaineenkulutus ikäluokittain kustannuskyselyn mukaan.

Iän vaikutus polttoaineenkulutukseen mallinnetaan ikäluokittaisten polttoaineenkulutuskertoimien avulla. Kuvan 12 suorien avulla määritetyt eri ikäluokkien polttoaineenkulutusten suhteellista eroa kuvaavat kertoimet on esitetty taulukossa 16. Polttoaineenkulutuksen oletetaan muuttuvan iän mukaan eri kokoluokissa samalla tavalla, joten taulukon kertoimia käytetään kaikissa kokoluokissa.

Koska polttoainekustannukset riippuvat liikennesuoritteesta (yksikkö p/km), kertoimen arvo 1 on autoilla, joiden ikä vastaa liikennesuoritteen perusteella laskettua auton keski-ikää. Bensiini- ja dieselmääräyksen henkilöauton keskimääräinen kumulatiivinen liikennesuorite ikäluokittain on esitetty kuvassa 13. Ajosuoritettujen lähteenä on käytetty henkilöautojen matkamittarilukemiin perustuvaa suoritettutkimusta (Korpela & Kulmala 1999). Kuvasta nähdään, että bensiinikäyttöisen henkilöauton liikennesuoritteesta 50% on ajettu auton ollessa noin 10 vuotta. Dieselmääräyksellä autolla vastaava ikä on noin 9 vuotta. Näin ollen vastaavan ikäiset autot saavat polttoaineenkulutuskertoimen arvon 1.



Kuva 13. Bensiini- ja dieselkäyttöisen henkilöauton keskimääräinen kumulatiivinen liikennesuorite iän mukaan.

Taulukko 16. Ajoneuvon iän vaikutusta kuvaava polttoaineenkulutuserroin bensiiini- ja dieselkäyttöisille henkilöautoille

Ikä	Polttoaineenkulutuserroin (k_1)	
	bensiini	Diesel
0	0,892	0,875
1	0,903	0,889
2	0,914	0,903
3	0,924	0,917
4	0,935	0,931
5	0,946	0,945
6	0,957	0,958
7	0,968	0,972
8	0,978	0,986
9	0,989	1,000
10	1,000	1,014
11	1,011	1,028
12	1,022	1,042
13	1,032	1,055
14	1,043	1,069
15	1,054	1,083
16	1,065	1,097
17	1,076	1,111
18	1,086	1,125
19	1,097	1,139
20	1,108	1,152
21	1,119	1,166
22	1,129	1,180
23	1,140	1,194
24	1,151	1,208
25	1,162	1,222
26	1,173	1,236

Korjaus-, huolto- ja voiteluainekustannukset

Korjaukseen, huoltoon ja voiteluaineisiin käytettävää rahamäärää selvitettiin myös TTKK:ssa tehdyssä tutkimuksessa (Airaksinen 1999). Tutkimuksen mukaan bensiinikäyttöisten autojen korjaukseen, huoltoon ja voiteluaineisiin käytettiin vuodessa keskimäärin 2 200 mk ja dieselikäyttöisten 4 200 mk. Kilometrikustannukseksi bensiinikäyttöiselle autolle saatiin keskimäärin 12,3 p ja dieselikäyttöiselle 13,9 p. Arvot ovat ajokilometreillä painotettuja ja ne sisältävät arvonlisäveron. Tulokset perustuvat kustannuskyselyaineistoon. Verrattaessa tuloksia muihin lähteisiin, havaitaan, että kustannukset ovat matalahkot. Tämän on arvioitu johtuvan siitä, että ajoneuvojen haltijat tekevät autojensa korjauksia ja huoltoja paljon itse, ja eivät siinä tapauksessa ole aina arvottaneet omaa työtään vastatessaan kustannuskyselyyn. Näin ollen osa kustannusarvoista sisältää todennäköisesti vain varaosien hinnat. Kustannuksia eri lähteiden mukaan on esitetty seuraavassa taulukossa.

Taulukko 17. Henkilöautojen korjaus-, huolto- ja voiteluainekustannuksia eri lähteiden mukaan.

Lähde	Korjaus-, huolto- ja voiteluainekustannus [p/km]
TTKK (Airaksinen 1999)	13,0
Kotitalouskysely, 1995 (Airaksinen)	8,2
Tielaitos (Ajokustannukset 1995)	20,7
Autoliitto (Kilometrikustannuslaskelma 1998)	26,0*
* sis. myös ylläpitokustannukset	

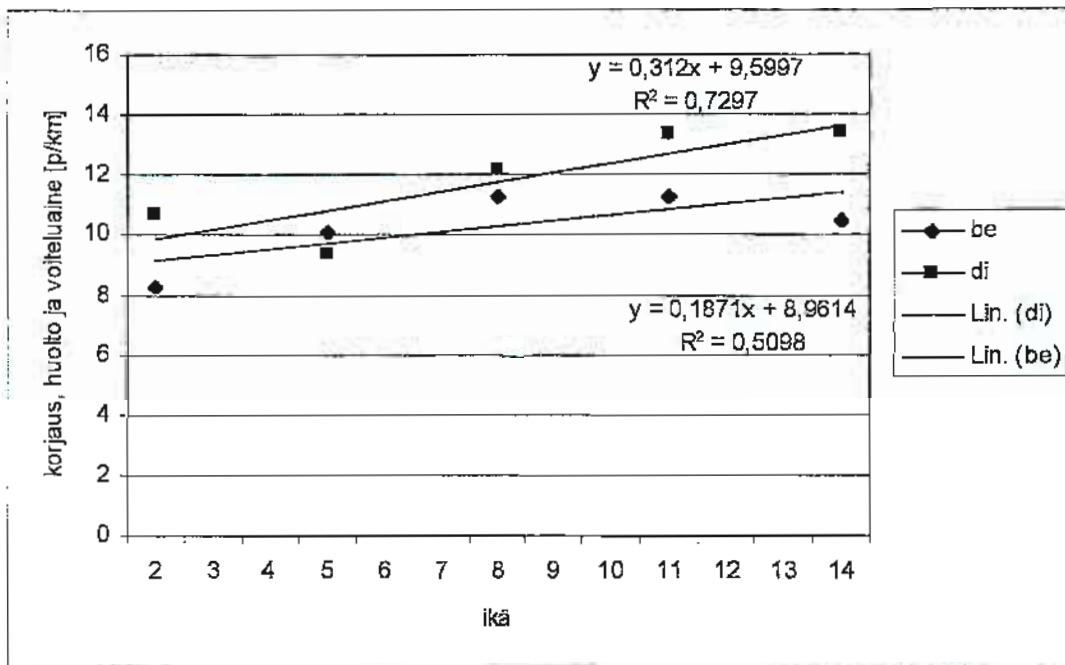
Autoalan tutkimuskeskuksen Jälkimarkkinat 1997 –tutkimuksessa on selvitetty mm. henkilöautojen korjaus- ja huolto- paikkoja. Tutkimuksen mukaan 68% 3 - 5-vuotiaiden autojen viimeisestä huollosta tai korjauksesta oli tehty merkkikorjaamoissa. Muussa korjaamossa tai huoltoasemalla oli tehty 22% ja 10% oli tehty itse tai teetetty tuttavalla. Samansuuntaisia tuloksia on saatu TTKK:ssa vuonna 1998 valmistuneessa tutkimuksessa, jossa selvitettiin pakettiautojen huolto- paikkoja. Tutkimuksessa pakettiautojen haltijoille lähetettiin ajopäiväkirjakysele. Vastausten mukaan lähes 70% uusista pakettiautoista huollettiin merkkiliikkeissä. Kaikista vastanneista 25% ilmoitti huoltavansa auton merkkiliikkeessä, 10% huoltoasemalla, 17% jossakin muussa liikkeessä, 9%:lla oli oma korjaamo ja 39% teki pakettiauton huollot itse. Tutkimusten perusteella voidaan olettaa, että henkilöautojen korjauksia ja huolto ja tehdään jonkin verran itse, ja oman työn osuus lisääntyy auton vanhetessa. Tässä tutkimuksessa käytetään kustannuskyselyaineiston perusteella määritettyjä arvoja (Airaksinen 1999), koska tieto on uusinta ja perustuu kattavaan aineistoon.

Keskimääräiset korjaus-, huolto- ja voiteluainekustannukset sekä bensiini- että dieselikäyttöisille autoille kokoluokittain on esitetty seuraavassa taulukossa. Kustannukset ovat arvonlisäverottomia. Arvonlisävero lisätään kustannuksiin mallinnuksen yhteydessä erikseen, koska sen muutoksia tulee voida mallintaa.

Taulukko 18. Mallissa käytettävät arvonlisäverottomat arvot korjaus-, huolto- ja voiteluainekustannuksille kokoluokittain.

Kokoluokka	Korjaus-, huolto- ja voiteluainekustannukset K [p/km]	
	bensiini	diesel
1	8,5	7,2
2	8,6	8,4
3	9,7	10,0
4	10,8	12,5
5	14,8	11,7

Ajoneuvon ikä vaikuttaa myös korjaus-, huolto- ja voiteluainekustannuksiin. Kustannukset kilometriä kohden nousevat auton vanhetessa. Kustannuskyselyaineistosta saatuja iän mukaisia kustannuksia on esitetty kuvassa 14. Kuvassa on esitetty kustannusarvojen lisäksi niitä parhaiten kuvaava suora ja korrelaatiokerroin. Kuvasta nähdään, että dieselikäyttöisillä autoilla kustannusten ja suoran korrelaatio on parempi kuin bensiinikäyttöisillä (0,7297 vs. 0,5098). Voidaan kuitenkin todeta, että korrelaatio on sekä bensiini- että dieselikäyttöisillä autoilla riittävän hyvä, joten kustannuksia voidaan mallissa kuvata kuvassa esitettyjen suorien avulla määritetyillä kertoimilla.



Kuva 14. Henkilöauton korjaus-, huolto- ja voiteluainekustannuksia ikäluokittain.

Ajoneuvon iän vaikutus kuvataan korjaus-, huolto- ja voiteluainekustannuskertoimella. Kertoimet on määritetty samaan tapaan kuin polttoaineenkulutuskertoimet, jolloin liikennesuoritteen perusteella määritettyä keski-ikää vastaavan ikäluokan kerroin saa arvon 1.

Taulukko 19. Ajoneuvon iän vaikutusta kuvaava korjaus-, huolto- ja voiteluainekustannuserroin bensini- ja dieselkäyttöisille henkilöautoille.

Ikä	Korjaus-, huolto- ja voiteluainekustannuserroin (k_2)	
	be	di
0	0,755	0,842
1	0,779	0,859
2	0,804	0,877
3	0,828	0,895
4	0,853	0,912
5	0,877	0,930
6	0,902	0,947
7	0,926	0,965
8	0,951	0,982
9	0,975	1,000
10	1,000	1,018
11	1,025	1,017
12	1,049	1,017
13	1,074	1,017
14	1,098	1,016
15	1,123	1,016
16	1,147	1,016
17	1,172	1,016
18	1,196	1,015
19	1,221	1,015
20	1,245	1,015
21	1,270	1,015
22	1,294	1,015
23	1,319	1,014
24	1,343	1,014
25	1,368	1,014
26	1,392	1,014

Rengaskustannukset

Bensiinikäyttöisten henkilöautojen keskimääräiset rengaskustannukset ovat kustannuskyselyn mukaan 4,4 p/km ja dieselkäyttöisten 4,5 p/km (Airaksinen 1999). Kustannusarvot ovat muiden lähteiden kanssa samaa suuruusluokkaa. Ainoastaan Autoliiton laskelman mukaan kustannukset poikkeavat huomattavasti muista arvioista. Henkilöauton rengaskustannuksia eri lähteiden mukaan on esitetty taulukossa 20. Kustannukset sisältävät arvonlisäveron.

Taulukko 20. Henkilöautojen rengaskustannuksia eri lähteiden mukaan.

Lähde	Rengaskustannus [p/km]
TTKK (Airaksinen 1999)	4,4
Tielaitos (Ajokustannukset 1995)	3,2
Autoliitto (Kilometrikustannuslaskelma 1998)	8,0
Rengasmyyjät (Airaksinen 1999)	4,0

Tässä yhteydessä käytetään TTKK:ssa määritettyjä arvoja, koska aineiston kattavuus on hyvä ja tieto ajankohtaista. Autoliiton kilometrikustannuslaskelmassa käytetty rengaskerran hinta on melko korkea. Rengaskustannukset energianlähdeluokittain ja kokoluokittain kustannuskyselyaineiston perusteella ilman arvonlisäveroa on esitetty taulukossa 21. Arvonlisävero lisätään kustannuksiin mallinnuksen yhteydessä. Auton iän ei oleteta vaikuttavan mallissa rengaskustannuksiin.

Taulukko 21. Mallissa käytettävät arvonlisäverottomat arvot rengaskustannuksille kokoluokittain.

Kokoluokka	benssiini	diesel
1	3,8	3,4
2	3,9	3,4
3	4,0	3,9
4	4,7	3,8
5	5,0	5,7

9.5. Kiinteät kustannukset

Kiinteitä kustannuksia ovat pääoman poisto ja korkokustannukset. Kustannukset lasketaan mallissa siten, että ajoneuvoille määritetään keskimääräinen hinta-arvio energianlähde-, alue-, koko- ja ikäluokittain, josta määritetään vuotuinen poisto- ja korkokustannus vuotuisen keskimääräisen arvonaleneman ja korkokannan avulla. Ajoneuvon arvo laskentakauden alkaessa (ikäluokittaiset hinta-arviot) saadaan käytettyjen autojen hintoja käsittelevästä osamallista. Keskimääräinen arvonalenemiskerroin määritettiin käytettyjen autojen osamallista kaikkien luokkien keskiarvona, jolloin kertomaksi saatiin 0,14.

Pääoman poisto lasketaan mallissa seuraavaa kaavaa hyödyntäen:

$$P = H \times (1-a)^n$$

jossa

P = pääoman poisto [mk]

H = ajoneuvon arvo laskentakauden alkaessa [mk] (saadaan osamallin A6 tuloksista)

a = vuotuinen arvonalenemiskerroin = 0,14

n = aika, jolle kustannukset lasketaan [a]

Kustannukset lasketaan vuosittain, jolloin $n=1$.

Pääoman vuotuinen korkokustannus lasketaan mallissa seuraavan kaavan avulla

$$K = H \times r/100$$

jossa

K = vuotuinen korkokustannus [mk]

H = ajoneuvon arvo laskentakauden alkaessa [mk] (saadaan osamallin A6 tuloksista)

r = korkokanta

Kustannukset sisältävät verot.

9.6. Laskennan kuvaus

Muuttuvat kustannukset

- Polttoainekustannukset lasketaan energianlähde-, alue-, koko- ja ikäluokittain. Polttoainekustannukset ($M1$) mallinetaan polttoaineenkulutuksen, polttoaineen hinnan ja suoritteen avulla hyödyntäen seuraavaa kaavaa:

$$M1 = H \times p \times k_1 \times (\text{Suorite}/100)$$

Jossa

$M1$ =polttoainekustannukset [mk]

H = polttoaineen hinta [mk/l]

p = polttoaineenkulutus [l/100 km]

k_1 =ikäluokan mukainen polttoaineenkulukerroin

- Polttoainekustannukset koko maassa energianlähde-, alue- ja koko- ja ikäluokittain saadaan soveltaen edellä määritettyä kaavaa seuraavasti:

$$M1_{x,n,i,y,sken} = H_{x,n,sken} \times p_{x,i,sken} \times k_{1,x,y} \times (\text{Suorite}_{x,n,i,y,sken}/100)$$

Jossa

$M1_{x,n,i,y,sken}$ = Polttoainekustannukset [mk] energianlähdeluokassa x (b=benssiini, d=diesel, m=muu), alueella n, kokoluokassa i ja ikäluokassa y skenaariossa.

$H_{x,n,sken}$ = polttoaineen hinta [mk/l] energianlähdeluokassa x ja alueella n skenaariossa (ei riipu koko- eikä ikäluokasta).

$p_{x,i,y,sken}$ = energianlähdeluokan x ja kokoluokan i ajoneuvojen keskimääräinen polttoaineenkulutus [l/100km] skenaariossa (ei riipu alueesta)

$k_{1,x,y}$ = energianlähdeluokan x ja ikäluokan y polttoaineenkulukerroin

$\text{Suorite}_{x,n,i,y,sken}$ = energianlähdeluokan x, alueen n, kokoluokan i ja ikäluokan y ajoneuvojen liikennesuorite [km] skenaariossa

- Korjaus-, huolto- ja voiteluainekustannukset ($M2$) mallinetaan soveltaen seuraavaa kaavaa:

$$M2 = K \times (1 + \text{alv}/100) \times k_2 \times \text{Suorite}$$

Jossa

K = korjaus-, huolto- ja voiteluainekustannus kilometriä kohti [p/km] (ilman ALV:tä)

a = arvonnäisävero (%)

k_2 = ikäluokan mukainen korjaus-, huolto- ja voiteluainekerroin

- Korjaus-, huolto- ja voiteluainekustannukset lasketaan mallissa energianlähde-, alue-, koko- ja ikäluokittain edellä esitetyn kaavan mukaisesti:

$$M2_{x,n,i,y,sken} = K_{x,i,sken} \times (1 + \text{alv}_{sken}/100) \times k_{2,x,y} \times \text{Suorite}_{x,n,i,y,sken}$$

Jossa

$M2_{x,n,i,y,sken}$ = korjaus-, huolto- ja voiteluainekustannukset [mk] energianlähdeluokassa x, alueella n, kokoluokassa i ja ikäluokassa y skenaariossa.

$K_{x,i,sken}$ = energianlähdeluokan x ja kokoluokan i korjaus-, huolto- ja voiteluainekustannukset [p/km] skenaariossa

alv_{sken} = arvonnäisävero (%) skenaariossa

$k_{2,x,y}$ = energianlähdeluokan x ja ikäluokan y korjaus-, huolto- ja voiteluainekustannuskerroin

$\text{Suorite}_{x,n,i,y,sken}$ = energianlähdeluokan x, alueen n, kokoluokan i ja ikäluokan y ajoneuvojen liikennesuorite [km] skenaariossa.

- Rengaskustannukset energianlähde-, alue-, koko- ja ikäluokittain saadaan mallissa seuraavasti:

$$M3_{x, n, i, y, sken} = R_{x, i, sken} \times (1 + alv_{sken}/100) \times Suorite_{x, n, i, y, sken}$$

Jossa

$M3_{x, n, i, y, sken}$ = rengaskustannukset [mk] energianlähdeluokassa x, alueella n, kokoluokassa i ja ikäluokassa y skenaariossa.

$R_{x, i, sken}$ = energianlähdeluokan x ja kokoluokan i rengaskustannukset [p/km] skenaariossa (ei riipu alue-, ja ikäluokista)

alv_{sken} = arvonlisävero (%) skenaariossa

$Suorite_{x, n, i, y, sken}$ = energianlähdeluokan x, alueen n, kokoluokan i ja ikäluokan y ajoneuvojen liikennesuorite [km] skenaariossa.

- Muuttuvat kustannukset yhteensä saadaan laskemalla yhteen eri osakustannukset seuraavasti:

$$M_{yht, sken} = M1_{sken} + M2_{sken} + M3_{sken}$$

- Kustannukset eri luokittelijoiden yhdistelmänä saadaan laskemalla kustannukset yhteen haluttujen luokittelijoiden osalta.

Kiinteät kustannukset

- Pääoman vuotuinen poisto energianlähde-, alue-, koko- ja ikäluokittain lasketaan hyödyntäen edellä mainittua kaavaa seuraavasti:

$$P_{x, n, i, y, sken} = H_{x, n, i, y, sken} \times (1 - a)$$

jossa

$P_{x, n, i, y, sken}$ = energianlähdeluokan x, alueluokan n, kokoluokan i ja ikäluokan y ajoneuvojen vuotuinen pääoman poisto [mk] skenaariossa.

$H_{x, n, i, y, sken}$ = energianlähdeluokan x, alueluokan n, kokoluokan i ja ikäluokan y ajoneuvon arvo [mk] laskentakauden alkaessa skenaariossa.

a = vuotuinen arvonalenemiskerroin (= 0,14)

- Pääoman vuotuinen korkokustannus energianlähde-, alue-, koko- ja ikäluokittain lasketaan seuraavasti:

$$K_{x, n, i, y, sken} = H_{x, n, i, y, sken} \times r/100$$

jossa

$K_{x, n, i, y, sken}$ = energianlähdeluokan x, alueen n, kokoluokan i ja ikäluokan y vuotuinen pääoman korkokustannus [mk] skenaariossa.

$H_{x, n, i, y, sken}$ = energianlähdeluokan x, alueluokan n, kokoluokan i ja ikäluokan y ajoneuvon arvo [mk] laskentakauden alkaessa skenaariossa.

r = korkokanta

- Kiinteät kustannukset yhteensä skenaariossa saadaan laskemalla pääoman poisto ja korkokustannukset yhteen

$$K_{yht, sken} = P_{sken} + K_{sken}$$

- Pääomakustannukset eri luokittelijoiden yhdistelmänä saadaan laskemalla yhteen eri luokittelijoiden kustannukset.

Kokonaiskustannukset

- Kokonaiskustannukset saadaan laskemalla yhteen muuttuvat ja kiinteät kustannuserät:

$$KOK_{sken} = K_{yht, sken} + M_{yht, sken}$$

9.7. Tulokset

Laskennan tuloksena saadaan kustannukset kustannuslajeittain, alueittain ja autoluokittain.

10. Verokertymät

10.1. Laskennan tarkoitus ja taustaa

Laskennassa määritetään verokertymät verolajin ja autoluokan mukaisina alueittain. Verot jaetaan mallissa suorite-, hankinta- ja omistuspohjaisiin veroihin. Polttoainevero on suoritepohjainen ja autovero hankintapohjainen vero. Ajoneuvovero ja varsinainen ajoneuvovero (dieselvero) ovat omistuspohjaisia veroja. Verokertymän mallintamisen yhtenä tarkoituksena on määrittää myös mahdollisten uusien autoiluun kohdistuvien verojen vaikutukset. Tämän vuoksi hallintamalliin varataan mahdollisuus määrittää uusia veroja perustuen käytettyihin autokannan luokittelijoihin.

Verokertymän laskennassa olennaisia kysymyksiä ovat:

- Kuinka autoilusta saatavat verot jakautuvat alueittain nyt ja tulevaisuudessa
- Kuinka mahdolliset impulssit vaikuttavat verokertymiin alueittain
- Kuinka mahdolliset uudet autoiluun kohdistuvat verot vaikuttavat verokertymiin?

10.2. Lähtötiedot

10.2.1. Muiden laskelmien tuloksista saatavat lähtötiedot:

Verokertymän laskennassa tarvittavia lähtötietoja ovat:

- Autokannan rakenne ja liikennesuorite
- Korjaus-, huolto- ja voiteluaine- ja rengaskustannukset
- Uusien autojen hintatasot kokoluokittain
- Uusien autojen määrät

10.2.2. Impulssit

Verotuloksiin vaikuttavia, laskentaan sisällytettyjä impulsseja ovat:

- Polttonesteiden verotus
- Autovero
- Varsinainen ajoneuvovero (dieselvero)
- Ajoneuvovero
- Arvonlisävero
- Mahdolliset uudet autoiluun kohdistuvat verot

Polttoainevero

Polttoaineverokertymä lasketaan autojen polttoaineenkulutuksen ja liikennesuoritteen avulla määritettävien myytyjen polttoainelitrojen perusteella, koska polttoaineveron osuus yhdestä polttoainelitrasta ei muutu bensiinin hinnan muuttuessa. Polttoaineenkulutus ikäluokittain skenaariossa määritetään samaan tapaan kuin kustannustulosten laskennassa, jossa eri kokoluokille määritettiin keskimääräinen kulutusarvo, jota korjattiin ikäluokan mukaisella kertoimella. Laskennalliset, myydyt polttoainelitrat lasketaan energianlähde-, alue-, koko- ja ikäluokittain seuraavasti:

$$L = p \times (\text{Suorite}/100)$$

Jossa

L = ”kuluneet” polttoainelitrat [l]

p = polttoaineenkulutus [l/100 km]

Polttoaineverokertymä [mk] saadaan kertomalla polttoainelitrat veron määrällä yhdestä polttoainelitrasta [mk/l]

Autovero

Autoveroa maksetaan ostettaessa uusi auto. Lisäksi auton hinnasta (myös autoverosta) maksetaan arvonnalisäveroa. Uusien autojen hinnat ja verojen osuuden hinnoista energianlähde- ja kokoluokittain skenaariossa saadaan osamallin A2 Uusien autojen hintatasot tuloksista. Eri alueiden verokertymät saadaan em. tietojen ja uusien autojen lukumäärien avulla. Uusien autojen määrät koko maassa luokittelijoittain skenaariossa saadaan osamallien A3 Koko maan uudet autot ja A5 Uusien autojen aluejako tuloksista.

Ajoneuvovero ja dieselvero

Vuotuista ajoneuvoveroa maksetaan verokauden alkaessa (1.1.) rekisterissä olevista ja siihen verokaudella tulevista henkilö-, paketti- ja eräistä erikoisautoista. Vero koko vuodelta on 500 mk yli neljä vuotta vanhoista ja 700 mk tätä uudemmista autoista. Verokertymä saadaan laskettua veron ja ajoneuvojen lukumäärän avulla. Veron suuruus skenaariossa voidaan määrittää. Ajoneuvoverosta osa voidaan kuitenkin palauttaa, mikäli auto poistetaan kannasta kesken vuoden. Palautusten määrän arvioimiseksi voidaan selvittää, kuinka monelta autolta ajoneuvovero jäi puuttumaan esim. vuodelta 1998. Voidaan olettaa, että kaikki kyseiset autot kuuluvat 500 mk:n ajoneuvoveron piiriin. Tämän jälkeen muodostetaan arvio olettamalla, että puolet autoista maksavat 500 mk:n veron, jolloin autojen verosta puolet maksettai-siin.

Varsinaista ajoneuvoveroa eli dieselveroa maksetaan ajoneuvorekisteriin merkitystä henkilö-, paketti- ja kuorma- ja erikoisautosta, jonka käyttövoimana on dieselöljy, moottoripetroli, sähkö tai nestekaasu. Dieselveroa maksetaan jokaiselta alkavalta 100 kg:lta henkilöautoista 150 mk. Varsinaisen ajoneuvoveron kertymä saadaan laskettua autojen keskimääräisen painon ja veron määrän avulla.

Arvonnalisävero

Polttoainekustannuksista maksettava arvonnalisäveron laskeminen esitettiin polttoaineveronkertymän määrittämisen yhteydessä ja uuden auton hinnasta maksettava arvonnalisäverokertymä puolestaan autoverokertymän yhteydessä. Tässä yhteydessä määritetään muista kustannuksista maksettava arvonnalisäverokertymä.

Arvonnalisäveroa maksetaan 22% kustannuksista, joten sen osuus kokonaiskustannuksista on 18%. Arvonnalisäverokertymä lasketaan tässä yhteydessä prosentteina kokonaiskustannuksista.

Mahdolliset uudet verot

Laskentaan varataan mahdollisuus määrittää myös uusia omistus-, hankinta- tai suoritepohjaisia veroja. Omistuspohjaisten verojen kertymät lasketaan autojen lukumäärien mukaan (vertaa ajoneuvovero). Hankintapohjaiset verot lasketaan uusien autojen määrien ja hintojen avulla (vertaa autovero) ja suoritepohjaiset verot lasketaan liikennesuoritteiden (polttoainevero myös polttoaineenkulutuksen) avulla (vertaa polttoainevero).

Uusien verojen vaikutuksia voitaisiin mallintaa siten, että luodaan skenaario, jossa jaetaan autokanta kahteen luokkaan ilman kokoluokkajakoa. Toinen luokka olisi ns. tax-free -luokka, jossa auton voisi rekisteröidä alhaisella autoverolla, mutta vuotuinen vero olisi huomattavasti nykyistä suurempi. Toisessa luokassa autovero olisi edelleen korkea, ja vuotuinen vero alhaisempi. Skenaariossa ei tehtäisi autokohtaista tarkastelua, vaan autokanta jaetaan ainoastaan em. kahteen luokkaan. Skenaariossa autojen ulkomaankauppa olisi vapaata (tax-free -luokka). Skenaario toisi malliin yhden luokkajaan lisää.

10.3. Laskennan kuvaus

Polttoainevero ja polttoainekustannusten arvonlisävero

Polttoaineverokertymä määritetään energianlähde-, alue-, koko- ja ikäluokittain, jolloin esim. koko maan verokertymä saadaan laskemalla eri luokittelijoiden verokertymät yhteen.

- Laskettaessa polttoaineverokertymää energianlähdeluokassa x , alueella n , kokoluokassa i ja ikäluokassa y skenaariossa, määritetään ensin kyseisten luokittelijoiden mukaiset ”kuluneet” polttoainelitrat:

$$L_{x, n, i, y, sken} = p_{x, i, sken} \times k_{i, x, y} \times (Suorite_{x, n, i, y, sken} / 100)$$

Jossa

$L_{x, n, i, y, sken}$ = energianlähdeluokan x , alueen n , kokoluokan i ja ikäluokan y kuluttama polttoainemäärä [l] skenaariossa.

$p_{x, i, sken}$ = energianlähdeluokan x ja kokoluokan i keskimääräinen polttoaineenkulutus [l/100 km] skenaariossa (ei riipu alueesta eikä iästä). Saadaan osamallista *T2 Kustannustulokset*

$k_{i, x, y}$ = energianlähdeluokan x ja ikäluokan y polttoaineenkulutuskertoimen

$Suorite_{x, n, i, y, sken}$ = energianlähdeluokan x , alueen n , kokoluokan i ja ikäluokan y liikennesuorite [km] skenaariossa

Polttoaineverokertymä luokitteloittain saadaan kertomalla edellä määritetyt polttoainelitrat ($L_{x, n, i, y, sken}$) veron määrällä [mk/l] seuraavasti:

$$V_{pa, x, n, i, y, sken} = L_{x, n, i, y, sken} \times Vero_{x, sken}$$

Jossa

$V_{pa, x, n, i, y, sken}$ = polttoaineverokertymä energianlähdeluokassa x , alueella n , kokoluokassa i ja ikäluokassa y skenaariossa [mk]

$Vero_{x, sken}$ = veron määrä [mk/l] yhdessä polttoainelitrassa energianlähdeluokassa x (ei muutu alueittain, kokoluokittain eikä ikäluokittain)

- Polttoainekustannusten arvonlisäverokertymä lasketaan mallissa %-osuutena polttoainekustannuksista, koska se muuttuu polttoaineen hinnan muuttuessa ja myös polttoaineverosta maksetaan arvonlisäveroa. Arvonlisäverokertymä saadaan seuraavasta kaavasta:

$$ALV_{pa, x, n, i, y, sken} = MI_{x, n, i, y, sken} \times (a_{pa, x, sken} / 100)$$

jossa

$ALV_{pa, x, n, i, y, sken}$ = polttoainekustannusten arvonlisäverokertymä energianlähdeluokassa x , alueella n , kokoluokassa i , ja ikäluokassa y skenaariossa [mk]

$MI_{x, n, i, y, sken}$ = polttoainekustannukset energianlähdeluokassa x , alueella n , kokoluokassa i ja ikäluokassa y skenaariossa [mk]

$a_{pa, x, sken}$ = arvonlisäveron osuus [%] energianlähdeluokan x polttoaineen hinnasta skenaariossa (ei muutu alueittain eikä koko- ja ikäluokittain).

Autovero ja uudesta autosta maksettava arvonlisävero

- Autoverokertymä energianlähdeluokassa x ja kokoluokassa i saadaan seuraavasti:

$$V_{auto, x, i} = \frac{p_{auto, x, i}}{100} \times H_{x, i} \times n_{x, i}$$

jossa

$V_{auto, x, i}$ = autoverokertymä energianlähdeluokassa x ja kokoluokassa i skenaariossa.

$p_{auto, x, i}$ = autoveron osuus auton hinnasta energianlähdeluokassa x ja kokoluokassa i skenaariossa.

$H_{x, i}$ = uuden auton hinta energianlähdeluokassa x ja kokoluokassa i skenaariossa.

$n_{x, i}$ = uusien autojen lukumäärä energianlähdeluokassa x ja kokoluokassa i skenaariossa.

- Arvonlisäverokertymä (myös autoverosta maksettava arvonlisävero) energianlähdeluokassa x ja kokoluokassa i saadaan seuraavasti:

$$ALV_{auto, x, i} = \frac{a_{auto, x, i}}{100} \times H_{x, i} \times n_{x, i}$$

jossa

$ALV_{auto, x, i}$ = auton hinnasta maksettavan arvonlisäveron kertymä energianlähdeluokassa ja kokoluokassa i skenaariossa.

$a_{auto, x, i}$ = arvonlisäveron osuus [%] auton hinnasta energianlähdeluokassa x ja kokoluokassa i skenaariossa.

$H_{x, i}$ = uuden auton hinta energianlähdeluokassa x ja kokoluokassa i skenaariossa.

$n_{x, i}$ = uusien autojen lukumäärä energianlähdeluokassa x ja kokoluokassa i skenaariossa.

Verokertymät alueittain saadaan kertomalla veron osuus kyseisen autoluokan hinnasta uuden auton hinnalla ja kyseisen alueen uusien autojen lukumäärällä. Uuden auton hinta ja veron osuus ei riipu alueista.

Ajoneuvovero ja dieselvero

- Ajoneuvoverokertymä saadaan seuraavasta kaavasta:

$$V_{ajon, sken} = (vero_1, sken \times n_1, sken) + (vero_2, sken \times n_2, sken)$$

Jossa

$V_{ajon, sken}$ = ajoneuvoveron kertymä skenaariossa

$vero_1, sken$ = yli neljä vuotta vanhojen autojen ajoneuvojen veron määrä skenaariossa

$vero_2, sken$ = neljä vuotta ja sitä nuorempien ajoneuvojen veron määrä skenaariossa

$n_1, sken$ = yli neljä vuotta vanhojen, verovelvollisten ajoneuvojen lukumäärä skenaariossa

$n_2, sken$ = neljä vuotta tai sitä nuorempien, verovelvollisten ajoneuvojen lukumäärä skenaariossa

Lisäksi verokertymää tulee korjata määritettyjen palautettujen verojen vuoksi.

Ajoneuvoverokertymä alue-, koko- ja ikäluokittain saadaan kertomalla verojen suuruudet ($vero_1$ ja $vero_2$) ennen ja jälkeen vuonna 1994 rekisteröityjen autojen lukumäärillä kyseisissä luokissa.

- Varsinainen ajoneuvoverokertymä (dieselvero) määritetään koko-, alue- ja ikäluokittain, jolloin esim. koko maan kertymä saadaan laskemalla yhteen haluttujen luokittelijoiden mukaiset kertymät. Kertymät saadaan seuraavasti (määritetään ainoastaan dieselskäyttöisille ajoneuvoille)

$$V_{dies, n, i, y, sken} = (m_{dies, n, i, y, sken}) / 100 \times vero_{dies / kg, sken} \times n_{dies, n, i, y, sken}$$

Jossa

$V_{dies, n, i, y, sken}$ = varsinaisen ajoneuvoveron kertymä alueella n, kokoluokassa i ja ikäluokassa y skenaariossa.

$m_{dies, n, i, y, sken}$ = dieselskäyttöisten, alueen n, kokoluokan i ja ikäluokan y autojen keskimääräinen kokonaispaino skenaariossa (pyöristettynä ylöspäin seuraavaan 100 kg:aan)

$vero_{dies/kg, sken}$ = veron suuruus alkavalta 100 kg:lta skenaariossa.

$n_{dies, n, i, y}$ = dieselskäyttöisten, alueen n, kokoluokan i ja ikäluokan y autojen lukumäärä skenaariossa.

Arvonlisävero

- Korjaus-, huolto- ja voiteluaine- sekä rengaskustannuksista saatava arvonlisäverokertymä lasketaan mallissa seuraavasti:

$$ALV_{muut, sken} = \frac{a_{muut}}{100} \times (M2_{sken} + M3_{sken})$$

Jossa

ALV_{muut} = muista kuin polttoainekustannuksista ja uuden auton hinnasta maksettava arvonlisäverokertymä [mk]

a_{muut} = arvonlisäveron osuus kustannuksista (%)

$M2_{sken}$ = korjaus-, huolto- ja voiteluainekustannukset skenaariossa [mk]

$M3_{sken}$ = rengaskustannukset skenaariossa [mk]

Arvonlisäverokertymät energianlähde-, alue-, koko- tai ikäluokittain saadaan em. kaavalla käyttäen kustannusten (M1 ja M2) kohdalla haluttujen luokittelijoiden tai niiden yhdistelmien kustannuksia. Esimerkiksi arvonlisäverokertymä skenaariossa energianlähdeluokassa x ja alueella n saadaan seuraavasti:

$$ALV_{muut, x, n, sken} = \frac{a_{muut}}{100} \times (M2_{x, n, sken} + M3_{x, n, sken})$$

Koko arvonlisäverokertymä yhteensä (kaikista kustannuksista) saadaan laskemalla yhteen edellä esitetyt polttoainekustannuksista ja uuden auton hinnasta maksettavat arvonlisäverot sekä muista kustannuksista maksettavat arvonlisäverot:

$$ALV_{yht} = ALV_{pa} + ALV_{auto} + ALV_{muut}$$

10.5. Lopputulokset

Verokertymien laskennan lopputuloksena saadaan verokertymät verolajeittain, alueittain sekä autoluokittain.

11. Liikenneturvallisuus

11.1. Taustaa

Henkilöautojen turvallisuuden voidaan katsoa muodostuvan kahdesta osasta eli aktiivisesta ja passiivisesta turvallisuudesta. Aktiivisen eli ulkoisen turvallisuuden parantamisella tähdätään siihen, että henkilöautojen riski joutua onnettomuuteen vähenee. Esimerkkejä aktiivisen turvallisuuden parantamiseksi kehitetyistä varusteista ovat lukkiutumattomat jarrut ja luistonestojärjestelmät. Passiivinen eli sisäinen turvallisuus taas tarkoittaa auton törmäystilanteessa kuljettajalle ja matkustajille tarjoamaa suojaa. Passiivisen turvallisuuden parantamisella päämääränä on kuljettajan ja matkustajien törmäyksessä saamien vammojen estäminen tai lieventäminen. Turvautunut ovat esimerkiksi passiivisen turvallisuuden parantamiseksi tehdystä kehitystyöstä.

Henkilöautojen aktiivisen ja passiivisen liikenneturvallisuuden arvioinnissa voidaan käyttää useita erilaisia mittareita. Haluttaessa verrata eri ikäisten tai mallisten autojen aktiivista turvallisuutta, mittarina käytetään yleensä onnettomuusriskiä eli onnettomuusmäärää valittuun riskistöön suhteutettuna. Yleisin käytetty riskistö lienee liikennesuorite. Passiivisen turvallisuuden mittarina voidaan käyttää vakavuusastetta eli onnettomuuksissa loukkaantuneiden määrää suhteutettuna onnettomuuksien määrään. Aktiivisen ja passiivisen turvallisuuden yhdistelmänä voidaan pitää mittaria, jossa tarkastellaan henkilövahinkoihin johtaneiden onnettomuuksien määrää ajosuoritteeseen suhteutettuna.

Koko yhteiskunnan kannalta onnettomuusriskiä suurempi merkitys on sillä, kuinka onnettomuuksien sekä niissä loukkaantuneiden ja menehtyneiden määrät kehittyvät tulevaisuudessa, joten pelkkä lukumäärä voi olla onnettomuusriskiä käyttökelpoisempi turvallisuuden mittari.

Henkilöautojen liikenneturvallisuus voi tulevaisuudessa parantua autojen teknisen kehittymisen, tienpitäjien toimenpiteiden, tehokkaamman valvonnan, erilaisten lakien ja asetusten, liikennesuoritteiden vähenemisen sekä kansalaisten vastuuntuntoisemman liikennekäytännön myötä. Päinvastaiseen suuntaan voivat vaikuttaa esimerkiksi liikennesuoritteiden kasvu, liikennekurin höltyminen, riskikuljettajien määrän lisääntyminen sekä parempien autojen turvallisuuden ulosmittaus.

Henkilöauton kuljettajien välillä on huomattavia eroja sekä onnettomuuteen joutumisen todennäköisyydessä että loukkaantumisriskissä. Nuoret ja iäkkäät kuljettajat joutuvat onnettomuuteen keski-ikäisiä selvästi useammin. Nuoret taas fyysisesti vahvempina kestävät onnettomuuden seuraukset iäkkäitä kuljettajia paremmin.

Henkilöautojen onnettomuuksien ja niissä loukkaantuneiden ja menehtyneiden määriä tulevina vuosina voidaan arvioida liikennesuorite-ennusteiden pohjalta. Pelkkä kokonaissuorite ei kuitenkaan riitä, vaan lisäksi tarvitaan vähintään myös ennusteet suoritteiden jakautumisesta eri henkilöautoluokkien välillä.

Liikennesuoritetietojen lisäksi onnettomuusmäärien arvioinnissa tarvitaan ennusteet henkilöautojen teknisen kehityksen vaikutuksesta liikenneturvallisuuteen tulevaisuudessa. Näissä ennusteissa taas tulee huomioida liikenneturvallisuuden paranemiselle asetetut yleiset tavoitteet ja niiden saavuttamiseksi valitut toimenpiteet.

11.2. Laskennan tarkoitus

Liikenneturvallisuusosion tarkoituksena on määrittää autokannan rakenteessa tai käytössä tapahtuvien muutoksien vaikutus liikenneturvallisuuteen eli onnettomuuksien sekä niissä loukkaantuneiden ja menehtyneiden määrään.

Tuloksena saadaan autokannan liikenneturvallisuusindeksit. Indeksit kuvaavat tieliikenteen välittömiin vaikutuksiin kohdistuvien toimien eli impulssien seurauksena syntyvää liikenneturvallisuuden tilaa perusennusteen mukaisesti kehittyvään liikenneturvallisuuden tilaan, jossa impulssit eivät vaikuta.

Autokannan rakenteessa tapahtuvat muutokset vaikuttavat sekä henkilöautojen aktiiviseen että passiiviseen turvallisuuteen. Passiivisen turvallisuuden kannalta olennaisinta on kuinka nopeasti eri kokoluokissa tapahtuu uusimmilla turvavarusteilla, kuten turvavyöillä varustettujen autojen yleistymisen ja toisaalta turvattomimpien vanhojen autojen poistuminen autokannasta. Onnettomuustilastojen avulla pystytään arvioimaan passiivisen turvallisuuden kehitystä tarkastelemalla eri ikäisten henkilöautojen onnettomuuksien vakavuusastetta useamman peräkkäisen vuoden aikana.

Aktiivisen turvallisuuden kehitystä on vaikeampaa arvioida. Aktiivista turvallisuutta parantamaan tarkoitettujen ratkaisujen ja järjestelmien, kuten esimerkiksi luistoneston ja lukkiutumattomien jarrujen, merkityksestä ei onnettomuustilastojen perusteella ole juurikaan saatavissa tietoa, sillä lisävarusteita ei tilastoihin kirjata. Vasta kun tietyt turvavarusteet tulevat vakiovarusteiksi, voidaan niiden turvallisuusvaikutuksia määrittää tilastojen avulla.

Aikaisempien tutkimusten mukaan uusimmat automallit joutuvat vanhempia useammin onnettomuuteen. Syitä saattaa olla monia, kuten esimerkiksi erilaiset käyttöympäristöt, kuljettajakunnat ja tilastoon tuloperusteet, oletetun paremman turvallisuuden ulosmittaus sekä suuremman suorituskyvyn ja matkustusmukavuuden myötä mahdollisesti kasvavat nopeudet.

Henkilöautojen käytössä muutokset voivat koskea liikennesuoritetta ja sen jakautumista. Liikennesuorite voi kasvaa tai vähentyä henkilöautojen määrässä tai autokohtaisessa keskimääräisessä vuosisuoritteessa tapahtuvien muutosten seurauksena. Suoritteen jakautuminen taas saattaa muuttua eri luokkiin kuuluvien autojen ja onnettomuusriskiltään poikkeavien alueiden tai kuljettajaryhmien kesken.

Olennaiset kysymykset laskennassa ovat:

- Kuinka liikenneturvallisuus kehittyy perusennusteessa
- Kuinka autokannan tai autoliikenteen hallintaan suunnatut impulssit vaikuttavat liikenneturvallisuuteen

11.3. Lähtötiedot

Laskennassa ei käytetä impulsseja, vaan laskenta perustuu autokannan määrään ja rakenteen sekä liikennesuoritteiden laskennasta saataviin tietoihin.

Laskennassa käytettävät lähtötiedot ovat:

Autokannan rakenne ja liikennesuorite perusennusteessa
 Autokannan rakenne ja liikennesuorite skenaarioissa
 Aktiivisen turvallisuuden nykytila ja arvio kehityksestä
 Passiivisen turvallisuuden nykytila ja arvio kehityksestä

11.4. Laskennan kuvaus

Aktiivinen turvallisuus

Liikenneturvallisuusosamallin aktiivista turvallisuutta koskevassa osassa määritetään turvallisuuden kehitys perusennusteessa sekä impulssien vaikutuksesta syntyvissä skenaarioissa. Onnettomuusriskin laskenta perustuu liikennesuoritteiden laskentaan, jonka tuloksena saadaan liikennesuorite alueittain auton käyttövoima-, koko- ja ikäluokissa.

Onnettomuusriski perusennusteessa

Määritetään onnettomuustilastojen ja aikaisempien tutkimusten avulla onnettomuusriskit koko henkilöautokannalle sekä käyttövoima-, koko ja ikäluokittain. Luokittaiset onnettomuusriskit ilmaistaan koko henkilöautokannan riskin avulla seuraavasti

$$R_{i,j,k} = a_{i,j,k}R$$

jossa

R = on koko henkilöautokannan onnettomuusriski
 i = käyttövoimaluokka (2)
 j = kokoluokka (5)
 k = ikäluokka (25)
 a on kerroin

Perusennusteessa oletetaan, että luokittaisten onnettomuusriskien ja koko henkilöautokannan onnettomuusriskin suhde säilyy saman suuruisena eli kertoimen $a_{ij,k}$ arvot säilyvät muuttumattomina.

Luokittaisille riskikertoimille tehdään alueesta riippuvat korjaukset. Korjauskertoimet määritetään jakamalla alueittaiset (19) riskiluvut koko henkilöautokannan onnettomuusriskillä. Vaikka eri alueiden autokantojen käyttövoima-, koko-, ikä- sekä merkki- ja mallijakautumissa saattaa olla poikkeamia, oletetaan mallissa alueiden välisten onnettomuusriskierojen johtuvan yksinomaan erilaisista liikenneympäristöistä. Onnettomuusriskien suhteellisten erojen oletetaan tulevaisuudessa säilyvän samansuuruisina.

Alueellinen korjauskerroin b_n saadaan kaavasta:

$$b_n = R_n / R_0$$

jossa

n = alue

R_n = henkilöautojen onnettomuusriski (onn./liikennesuorite) alueella n

R = koko henkilöautokannan onnettomuusriski

Perusennusteessa oletetaan lisäksi, että henkilöautojen aktiivinen turvallisuus paranee tulevaisuudessa sekä autojen teknisen kehittymisen että liikenneympäristöön ja liikenteenohjaukseen kohdistuvien toimenpiteiden ansiosta. Turvallisuuden kehitys kuvataan yhtälöllä

$$R_{(y+1),k} = (e_k)^y R_k, \quad R_0 = R$$

jossa

n = vuosi

R = onnettomuusriski

y = vuosi

k = ikäluokka

e = kerroin (<1)

Uusien autojen turvallisuuden oletetaan paranevan eniten ja vanhojen vähiten, joten $e_k > e_{(k+1)}$.

Onnettomuusriski perusennusteessa vuonna y alueella n , käyttövoimaluokassa i , kokoluokassa j ja ikäluokassa k saadaan edellä esitetyn perusteella kaavasta

$$R_{per,y,n,i,j,k} = a_{i,j,k} \times b_n \times (e_k)^y \times R$$

Koko henkilöautokannan onnettomuusriski perusennusteessa saadaan kaavasta

$$R_{per} = \frac{\sum (S_{per,n,i,j,k} \times R_{per,n,i,j,k})}{\sum S_{per,n,i,j,k}}$$

jossa

S_{per} = suorite perusennusteessa

R_{per} = onnettomuusriski perusennusteessa

n = alue

i = käyttövoimaluokka

j = kokoluokka

k = ikäluokka

Onnettomuusriski skenaariossa

Skenaariossa oletetaan, että henkilöautokannan rakenteen ja keskimääräisissä ajosuoritteissa tapahtuneiden muutosten seurauksena liikennesuoritteen erilainen jakautuminen eri käyttövoima-, koko- ja ikäluokkiin kuuluvien autojen kesken voi vaikuttaa koko henkilöautokannan onnettomuusriskiin.

Osamallissa kuitenkin oletetaan, että eri autoluokkien riskierot johtuvat suurimmaksi osaksi erilaisista käyttöympäristöistä sekä kuljettajakunnista ja vain osittain teknisistä ominaisuuksista. Näin ollen, mikäli liikennesuoritteiden jakautuminen autoluokkien kesken muuttuu, muutoksen vaikutuksesta osa näkyy koko henkilöautokannan riskissä ja osa jää muuttamaan autoluokkakohtaisia riskilukuja.

Mikäli perusennusteen mukaiset autojen käyttövoima-, koko- ja ikäluokittaiset onnettomuusriskit säilyisivät autokannan rakenteen ja suoritteiden muuttuessa ennallaan, voitaisiin koko autokannan muuttuneen tilanteen onnettomuusriski R_{muut} laskea kaavalla

$$R_{muut} = \frac{\sum (S_{muut, n, i, j, k} \times R_{per, n, i, j, k})}{\sum S_{muut, n, i, j, k}}$$

jossa

S_{muut} = suorite muuttuneessa tilanteessa
 R_{per} = onnettomuusriski perusennusteessa
 n = alue
 i = käyttövoimaluokka
 j = kokoluokka
 k = ikäluokka

Henkilöautokannan riski skenaariossa saadaan olettamalla 30 % kuvitteellisen muuttuneen tilanteen riskin ja perusennusteen välisestä riskierosta näkyvän koko henkilöautokannan onnettomuusriskissä ja lopun 70 % jäävän muuttamaan luokkakohtaisia riskilukuja.

Koko henkilöautokannan onnettomuusriski skenaariossa saadaan kaavasta

$$R_{sken} = R_{per} + 0,3 \times (R_{muut} - R_{per})$$

Passiivinen turvallisuus

Liikenneturvallisuusosamallin passiivista turvallisuutta koskevassa osassa määritetään turvallisuuden kehitys perusennusteessa sekä autokantaan että suoritteeseen kohdistuvien impulssien vaikutuksesta syntyvissä skenaarioissa. Passiivisen turvallisuuden mittarina käytetään vakavuusastetta eli onnettomuuksissa loukkaantuneiden määrää onnettomuuksien määrään suhteutettuna.

Vakavuusaste perusennusteessa

Määritetään onnettomuustilastojen ja aikaisempien tutkimusten avulla onnettomuuksien vakavuusasteet koko henkilöautokannalle sekä käyttövoima-, koko ja ikäluokittain. Luokittaiset vakavuusasteet ilmaistaan koko henkilöautokannan onnettomuuksien vakavuusasteen avulla seuraavasti

$$V_{i,j,k} = g_{i,j,k} V$$

jossa

V = on koko henkilöautokannan onnettomuuksien vakavuusaste
 i = käyttövoimaluokka (2)
 j = kokoluokka (5)
 k = ikäluokka (25)
 g on kerroin

Perusennusteessa oletetaan, että luokittaisten vakavuusasteiden ja koko henkilöautokannan onnettomuuksien vakavuusasteiden suhde säilyy saman suuruisena eli kertoimen $g_{i,j,k}$ arvot säilyvät muuttumattomina.

Luokittaisille vakavuusasteluvuille tehdään alueesta riippuvat korjaukset. Korjauskertoimet määritetään jakamalla alueittaiset (19) vakavuusasteluvut koko henkilöautokannan onnettomuuksien vakavuusasteella. Vaikka eri alueiden autokantojen käyttövoima-, koko-, ikä- sekä merkki- ja mallijakautumissa saattaa olla poikkeamia, oletetaan mallissa alueiden välisten onnettomuuksien vakavuusaste-erojen johtuvan yksinomaan erilaisista liikenneympäristöistä. Onnettomuuksien vakavuusasteiden suhteellisten erojen oletetaan tulevaisuudessa säilyvän samansuuruisina.

Alueellinen korjauskerroin f_n saadaan kaavasta:

$$f_n = V_n / V,$$

jossa

n = alue

V_n = henkilöautojen onnettomuuksien vakavuusaste (onn./liikennesuorite) alueella n

V = koko henkilöautokannan onnettomuuksien vakavuusaste

Perusennusteessa oletetaan lisäksi, että henkilöautojen passiivien turvallisuus paranee tulevaisuudessa sekä autojen teknisen kehittymisen että liikenneympäristöön ja liikenteenohjaukseen kohdistuvien toimenpiteiden ansiosta. Turvallisuuden kehitys kuvataan yhtälöllä

$$V_{(y+1),k} = (p_k)^y V_k, \quad V_0 = V$$

jossa

n = vuosi

V = onnettomuuksien vakavuusaste

y = vuosi

k = ikäluokka

p = kerroin (<1)

Uusien autojen turvallisuuden oletetaan paranevan eniten ja vanhojen vähiten, joten $p_k > p_{(k+1)}$.

Vakavuusaste perusennusteessa vuonna y alueella n , käyttövoimaluokassa i , kokoluokassa j ja ikäluokassa k saadaan edellä esitetyn perusteella kaavasta

$$V_{per,y,n,i,j,k} = g_{i,j,k} \times f_n \times (p_k)^y \times V$$

Koko henkilöautokannan onnettomuuksien vakavuusaste perusennusteessa saadaan kaavasta

$$V_{per} = \frac{\sum (S_{per,n,i,j,k} \times R_{per,n,i,j,k} \times V_{per,n,i,j,k})}{\sum S_{per,n,i,j,k} \times R_{per,n,i,j,k}}$$

jossa

S_{per} = suorite perusennusteessa

R_{per} = onnettomuusriski perusennusteessa

n = alue

i = käyttövoimaluokka

j = kokoluokka

k = ikäluokka

Vakavuusaste skenaariossa

Skenaariossa oletetaan, että henkilöautokannan rakenteen ja keskimääräisissä ajosuoritteissa tapahtuneiden muutosten seurauksena liikennesuoritteen erilainen jakautuminen eri käyttövoima-, koko- ja ikäluokkiin kuuluvien autojen kesken voi vaikuttaa koko henkilöautokannan onnettomuuksien vakavuusasteeseen.

Laskennassa kuitenkin oletetaan, että eri autoluokkien onnettomuuksien vakavuusaste-erot johtuvat autojen teknisten ominaisuuksien erojen lisäksi myös erilaisista käyttöympäristöistä sekä kuljettajakunnista. Näin ollen, mikäli liikennesuoritteiden jakautuminen autoluokkien kesken muuttuu, muutoksen vaikutuksesta osa näkyy koko henkilöautokannan onnettomuuksien vakavuusasteessa ja osa jää muuttamaan autoluokkakohtaisia vakavuusastelukuja.

Mikäli perusennusteen mukaiset autojen käyttövoima-, koko- ja ikäluokittaiset vakavuusasteluvut säilyisivät autokannan rakenteen ja suoritteiden muuttuessa ennallaan, voitaisiin koko autokannan muuttuneen tilanteen onnettomuuksien vakavuusaste V_{muut} laskea kaavalla

$$V_{muut} = \frac{\sum (S_{muut, n, i, j, k} \times R_{per, n, i, j, k} \times V_{per, n, i, j, k})}{\sum S_{muut, n, i, j, k} \times R_{per, n, i, j, k}}$$

jossa

S_{muut} = suorite muuttuneessa tilanteessa
 R_{per} = onnettomuusriski perusennusteessa
 n = alue
 i = käyttövoimaluokka
 j = kokoluokka
 k = ikäluokka

Koko henkilöautokannan onnettomuuksien vakavuusaste skenaariossa saadaan olettamalla 50 % kuvitteellisen muuttuneen tilanteen vakavuusasteen ja perusennusteen välisestä vakavuusaste-erosta näkyvän koko henkilöautokannan onnettomuuksien vakavuusasteessa ja lopun 50 % jäävän muuttamaan luokkakohtaisia vakavuusastelukuja.

Koko henkilöautokannan onnettomuuksien vakavuusaste skenaariossa saadaan kaavasta

$$V_{sken} = V_{per} + 0,5 \times (V_{muut} - V_{per})$$

11.5. Lopputulokset

Laskennan saadaan aktiivisen ja passiivisen turvallisuuden yhdistävät liikenneturvallisuusindeksit.

Skenaation ja perusennusteen liikenneturvallisuutta verrataan kaavalla

$$I = \frac{R_{sken} \times V_{sken} \times S_{sken}}{R_{per} \times V_{per} \times S_{sken}}$$

Liikenneturvallisuuden kehitys perusennusteessa lasketaan kaavalla

$$I_2 = \frac{R_{per, y} \times V_{per, y} \times S_{per, y}}{R_{per, 0} \times V_{per, 0} \times S_{per, 0}}$$

jossa

y = tarkasteluvuosi (0=lähtötilanne)

12. Ympäristötulokset

12.1. Laskennan tarkoitus ja taustaa

Ympäristötulosten laskenta-osion tarkoituksena on muuttaa autokannan hallintamallin autokanta- ja liikennesuoritetiedot sellaiseen muotoon, että niitä voidaan käyttää VTT:n Suomen tieliikenteen pakokaasupäästöjen laskentajärjestelmän LIISA:n lähtötietoina. LIISA -järjestelmä on osa kaikkien liikennemuotojen laskentajärjestelmää LIPASTOA.

LIISA -järjestelmällä voidaan laskea liikennesuoritetietoihin, päästökertoimiin ja kulutetun poltonesteen määrään perustuen Suomen tieliikenteen pakokaasujen kokonaispäästömäärät kunnittain, lääneittäin ja koko maassa.

Päästölajit ovat:

- hiilimonoksidi CO
- hiilivedyt HC
- typen oksidit NO_x
- hiukkaset
- metaani CH₄
- typpioksiduuli N₂O
- rikkidioksidi SO₂
- hiilidioksidi CO₂

LIISA -laskentajärjestelmän runkona on LIISA -niminen ohjelma, jonka laskennassa käyttämät lähtötiedot ovat:

- väylien suoritetiedot
- autokannan ominaisuustiedot
- päästökertoimet
- ennustetiedot
- polttoaineenkulutus.

Lähtöarvoja ja ennusteita voidaan muuttaa ohjelman ulkopuolella, mikä mahdollistaa millaisen tilanteen tahansa tarkastelun.

Suoritetieto jaotellaan LIISA:ssa alueittain, tieluokittain, tietyypeittäin, ajoneuvotyypeittäin sekä ajoneuvojen ikäluokittain. Jakoperusteet ovat:

1. Alue: kunnat
2. Tieluokat: kadut ja yleiset tiet
3. Tietyyppit
 - a) kadut: pääkadut, kokoojakadut, tonttikadut sekä rakennuskaavatiet
 - b) yleiset tiet: taajamien päätiät, taajamien muut tiet
maaseudun päätiät, maaseudun muut tiet
4. Ajoneuvotyyppi:
 - henkilöautot, bensiini, ilman katalysaattoria
 - henkilöautot, bensiini, katalysaattorilla
 - henkilöautot, diesel
 - pakettiautot, bensiini, ilman katalysaattoria
 - pakettiautot, bensiini, katalysaattorilla
 - pakettiautot, diesel
 - linja-autot, diesel
 - kuorma-autot ilman perävaunua, diesel
 - kuorma-autot perävaunulla, diesel

Ajoneuvon ikä: 20 ikäryhmää

AKE:n tutkimuslinjan MUISTIO-sarja:

- 1/1999 Asiakastyytyväisyysmittaus 1997.
- 2/1999 Asiakastyytyväisyysmittaus 1998.
- 3/1999 Autojen vuosikatsastuksen laatukysely 1997.
- 4/1999 Autojen vuosikatsastuksen laatukysely 1998.
- 5/1999 Summala, H.: Rattijuoppous – paheksuttu mutta ei niinkään harvinainen ilmiö – vaatii lisätutkimusta.

AKE:n tutkimuslinjan TUTKIMUKSIA JA SELVITYKSIÄ-sarja:

- 1/1999 Hakamies-Blomqvist, L., Henriksson, P. & Heikkinen, S.: Diagnostisk testning av äldre bilförare. Möjligheter och begränsningar mot bakgrund av mobilitetsbehoven och den allmänna trafiksäkerheten.
- 1A/1999 Partinen, M., Pohja, M., Hublin, C. & Ojala, M.: Ikääntymiseen liittyvien sairauksien, aistitoimintojen häiriöiden ja lääkkeiden käytön vaikutukset autolla ajamiseen ja liikenneonnettomuusriskiin.
- 2/1999 Mikkonen, V.: Ajoluparikokset tieliikenteessä.
- 3/1999 Karttunen, R.: Henkilö- ja pakettiautojen lapsimatkustajat onnettomuuksissa. Aineistona liikennevahinkojen tutkijalautakuntien tutkimat kuolemaan johtaneet onnettomuudet 1990-1997.
- 4/1999 Malkamäki, A.: Tuotannon vaatimustenmukaisuuden valvonta tyyppihyväksynnän yhteydessä.
- 5/1999 Laukkanen, Kyösti: Valtakunnallinen ajoharjoitteluratojen liukasaluetutkimus. Nykytilaselvitys.
- 1/2000 Kallberg, H., Airaksinen, N., Korpela, K., Kulmala, M. & P. Pirtala: Autokannan hallintamalli. Osaraportti I.

MUISTIO-sarjan sekä TUTKIMUKSIA JA SELVITYKSIÄ-sarjan julkaisuja voi tilata tutkimuslinjalta, puh. (09) 6185 3209.

12.2. Autokannan hallintamallin tietojen muuntaminen

Autokannan hallintamallin ensimmäinen toteutusvaihe koskee vain henkilöautoja, joten päästöjen laskennassa muiden ajoneuvotyyppien osalta tukeudutaan tässä vaiheessa LIISA:n omiin lähtötietoihin ja ennusteisiin.

Henkilöautojen liikennesuorite saadaan autokannan hallintamallista helposti jaoteltuna LIISA:n edellyttämiin käyttövoima- ja ikäluokkiin. Autojen vuosimallitietojen perusteella pystytään myös helposti määrittämään ilman katalysaattoria olevien ja katalysaattorilla varustettujen autojen suoriteosuudet. Lisäksi suoritteet saadaan alueittain (maakunnat), mutta ei kuntatasolla. Myöskään suoritteen jakautumisesta eri tieluokkien ja -tyyppien kesken ei ajoneuvokannan hallintamallista ole saatavissa tietoa.

Autokannan hallintamallista puuttumaan jäävät liikennesuoritteen jakautumistiedot korvataan LIISA:sta saatavien tietojen avulla.

12.3. Laskennan kuvaus

Laskennassa ei käytetä erillisiä impulsseja, vaan pelkästään muutetaan sekä perusennusteen että eri skenaarioiden laskelmien tuloksena saatavat liikennesuoritetiedot sellaiseen muotoon, että ympäristötulokset voidaan tulostaa LIISA:n avulla.

Laskenta tapahtuu seuraavasti:

1. Lasketaan ajoneuvokannan hallintamallin avulla liikennesuorite luokittelijoina:
 - käyttöönottovuosi
 - käyttövoima (erikseen bensiini kat. ja ei kat.)
 - alue (maakunnat)
2. Jaetaan edellä lasketut liikennesuoritteet kunnille, tieluokille ja tietyypeille LIISA:n oman ennusteen mukaisesti. Tämä tapahtuu ”käsityönä” LIISA:n ulkopuolella.
3. Syötetään lähtötiedot LIISA:an.
4. Tulostetaan ympäristötulokset.