

# AEI-raportti: Kohti hiiletöntä liikennettä – analyysi tulonjakovaikutuksista

EMPIIRINEN TARKASTELU HIILIDIOKSIMAKSUN  
VAIKUTUKSISTA KOTITALOUKSIIN

AALTO-YLIOPISTON TALOUSTIETEEN TYÖRYHMÄ: ARTTU AHONEN,  
MATTI LISKI, OSKARI NOKSO-KOIVISTO, EERO NURMI JA IIVO  
VEHVILÄINEN

## A. Tausta ja tavoitteet

1. Tämä työ on jatkoa Aalto Economic Institutun raportille *Kohti hiiletöntä liikennettä – ehdotus mekanismiksi* (2019). Raportissa käsiteltiin sääntelyinstrumentin valintaa ja ehdotettiin Suomeen polttoaineen jakeluoikeusjärjestelmää, joka asettaisi kiintiöt polttoaineen hiilisisällölle. Kiintiöinti saavuttaisi tavoitteen puolittaa tieliikenteen päästöt vuoteen 2030 mennessä. Järjestelmä mahdollistaisi kaupankäynnin oikeuksilla, mikä vähentäisi leikkaustavoitteesta aiheutuvia kustannuksia verrattuna esillä olleisiin vaihtoehtoihin.
2. Vaikka kiintiöjärjestelmä säästää kustannuksia, se ei kuitenkaan poista niitä kokonaan. Aiheutuvat kustannukset tulevat jakautumaan epätasaisesti yksilöiden kesken. Kiintiöjärjestelmän, tai minkä tahansa muun toteuttamistavan, yleisen hyväksyttävyyden kannalta on tärkeää ymmärtää, kuinka kustannukset jakautuvat ja voidaanko niitä tasata tulonjaon keinoin.
3. Tämä raportti käsittelee kiintiöjärjestelmän vaikutuksia kotitalouksiin yksilötason aineiston avulla. Lisääntyneet kustannukset vaikuttavat kuluttajien ja kotitalouksien nettotuloihin, joten tarkastelemme erityisesti polttoaineiden hinnannousun aiheuttamaa tulonjakovaikutusta. Kuinka suurta osaa kotitalouksien tuloista polttoaineen hiilisisällölle asetettu hinta edustaa? Voidaanko järjestelmään liittää esimerkiksi tuloihin, asuinpaikkaan, asuntokunnan kokoon tai vastaaviin tekijöihin perustuvia tulonsiirtoja, jotka varmistavat kustannusten oikeudenmukaisen jakautumisen? Näihin kysymyksiin pyrimme vastaamaan aineistolla, joka käsittää melkein jokaisen suomalaisen yksityiskäytössä olevan auton ajokilometrit vuodelta 2016, autojen kilometrikohtaiset päästöt sekä autoa käyttävän kotitalouden taustatietoja, mm. tulot, asuinpaikan ja työmatkojen pituuden.
4. Kiintiöjärjestelmä luo päästöille hinnan, jonka autoilija kohtaa bensiniipumpulla. Tällä hetkellä Suomessa autoilija kohtaa jo olemassa olevan hintalisän hiilidioksidiveron muodossa. Nyt käytössä oleva vero on yksi korkeimmista hiilidioksidiveroista maailmassa. Ehdotetussa kiintiöjärjestelmässä vero päästettäisiin kellumaan päästölupien hinnan kautta siten, että tavoitetaso päästöille toteutuu. Jos tavoite toteutuu helposti, nykyinen verotaso voisi jopa laskea. Jos taas tavoitteen saavuttaminen osoittautuu vaikeaksi, verotaso nousee nykyisestä.
5. Tämä tutkimus perustuu ajosuoritiedon keräyshetkellä voimassa olleen verotason määräämään hiilen hintaan. Tässä tutkimuksessa ei siis arvioida sitä, kuinka paljon ja millä teknologialla kukin yksilö ajaisi, jos hiilen hinta nousisi. Sen sijaan tutkimme, kuinka paljon on todellisuudessa ajettu ja siten maksettu veroja voimassa olleella hiilen hintatasolla. Faktat lähtökohdista ovat keskeisiä päätöksenteossa ja muodostavat pohjan arvioille käyttäytymisen muutoksista, joita on syytä tehdä jatkotutkimuksissa. Kumpuaahan järjestelmän ohjausvaikutus nimenomaan muutoksista ajosuoritteissa ja teknologioissa.
6. Raportti rakentuu seuraavasti. Yhteenvedossa on tulokset pähkinänkuoressa. Periaatteellinen tarkastelu valmistaa lukijaa empiiriseen osaan. Empiirinen osa jakautuu kahteen osaan. Ensimmäinen osoittaa liikenteen hiilidioksidiverorasituksen ja kotitalouksien käyttäytymisen eri näkökulmista. Toinen osa tutkii tulonjakoon käytettäviä keinoja ja kuinka hyvin ne saavuttavat eri kuluttajat.
7. Tutkimuksessa käytetään kansainvälisesti ainutlaatuista aineistoa, jonka akateeminen hyödyntäminen on vasta aluillaan. Tämä ensimmäinen tutkimus on luonteeltaan selvitys, jonka yhtenä tavoitteena on osoittaa mikroaineistojen hyödyt liikennesektorin päätöksenteossa.
8. Akateemiseen työryhmään kuuluvat Arttu Ahonen, Matti Liski, Oskari Nokso-Koivisto, Eero Nurmi sekä Iivo Vehviläinen. Kiitämme LVM:n asiantuntijoita asiantuntija-avusta sekä avusta datan saannin jouduttamisessa. Vaikka työn aikana onkin käyty LVM:n virkamiesten kanssa useita keskusteluita, akateeminen työryhmä vastaa työn tuloksista. Dataan liittyvästä yhteistyöstä kiitämme Tilastokeskusta ja Trafia.

## B. Tulosten yhteenveto

9. Tutkimus pohjautuu ajoneuvokohtaisiin tietoihin vuoden 2016 ajosuoritteista. Tarkasteltuja yksityiskäytössä olevia autoja on noin 2,6 miljoonaa kappaletta, joista eniten päästävä neljännes aiheuttaa 50% niiden kokonaispäästöistä. Hallituksen tavoite puolittaa päästöt voitaisiin siis yksityisautoilun osalta saavuttaa leikkaamalla päästöt kokonaan tästä eniten päästävästä neljänneksestä. Ajatuskoe auttaa mittasuhteiden ymmärtämisessä, mutta leikkausten kohdistaminen näin ei olisi tehokasta: Hiilen markkinahinta ohjaisi leikkauksia koko autokantaan, eikä välttämättä eniten päästöjä aiheuttavaan neljännekseen.
10. Asuntokunnan päästöjen tyypillinen arvo (mediaani) pysyttelee kahden CO<sub>2</sub> vuositonniin tuntumassa aina 30 000 € vuosituloon saakka per kotitalous, mutta alkaa voimakkaasti nousta tämän vuositulon jälkeen. 70 000€ vuositulon jälkeen päästöjen tyypillinen arvo on lähellä viittä CO<sub>2</sub> tonnia vuodessa.
11. Päästöihin vaikuttavat käytön intensiteetti ja auton teknologia. Osoittautuu, että auton tyypillinen päästävyys (160-180 CO<sub>2</sub>g/km) ei juurikaan vaihtelee tulojen myötä, vaikkakin suuri- ja pienipäästöisten autojen kirjo kasvaa korkeimmilla tulotasoilla. Näin ollen päästöjen kasvu tulojen myötä selittyy suoraan käytön intensiteetillä: 30 000 € vuosituloon saakka per kotitalous tyypilliset kilometrit ovat alle 15 000, mutta 80 000 € tuloilla ajetaan jo tyypillisesti 30 000 kilometriä vuodessa.
12. Päästöt vaihtelevat myös alueittain. Paikkatietopohjainen kaupunki-maaseutu-luokitus jakaa Suomen seitsemään aluetyyppiin, jota käytämme tässä tutkimuksessa. Sisemmän kaupunkialueen tyypilliset päästöt ovat kaikilla tulotasoilla alimmat alueiden vertailussa ja siten alemmat kuin koko maan tyypilliset päästöt kotitaloutta kohden. Kaupungin kehysalueella päästöt nousevat kaikilla tulotasoilla suhteessa kaupunkialueisiin ja riippuvat voimakkaasti kotitalouden tuloista. Sama ilmiö toistuu kaupungin läheisellä maaseudulla ja on jyrkimmillään harvaan asutulla maaseudulla: tyypilliset päästöt nousevat kahdesta vuositonniasta kolminkertaiseksi tulojen kaksinkertaistuessa maaseudulla, kun taas sama tuloista riippuva nousu on huomattavasti maltillisempi kaupunkialueilla.
13. Tässä tutkimuksessa kunkin asuntokunnan maksama hiilidioksidivero on laskettu katsastuksiin perustuvien ajokilometrien, auton keskimääräisen kilometrikulutuksen ja vuoden 2016 hiilidioksidiverojen perusteella. Mukana ovat vain yksityiskäytössä olevat autot.<sup>1</sup> Näin laskettu kokonaisverokertymä hiilidioksidiverosta oli noin puoli miljardia euroa. Vero on luonteeltaan regressiivinen eli pienituloiset maksavat sitä suuremman prosenttiosuuden tuloistaan kuin suurituloiset. Regressiivisyys on kuitenkin lievää, sillä jokaisessa tuloryhmässä, jossa tulot ylittävät 15 000€, pysyy keskimääräisen kotitalouden hiiliveroon kuluva menoerä alle prosentissa kotitalouden tuloista. Suurempia suhteellisia menoeriä on siis keskimäärin vain kaikkein pienituloisimmilla kotitalouksilla.
14. Suurituloiset ajavat sekä päästävät enemmän ja siksi maksavat myös suuremman osuuden verokertymästä. Kun kotitaloudet järjestetään tulojen mukaan suuruusjärjestykseen, havaitsemme, että pienituloisempi puolikas kotitalouksista maksaa vain neljänneksen kokonaisverokertymästä.
15. Verotulojen palautuksilla voidaan vaikuttaa siihen, paljonko kotitaloudet lopulta maksavat päästöjen leikkauksista. Yksinkertaisin palautus on koko verokertymän tasapalautus. Tämä palautustapa ei ole tehokas, koska verotuloja tulisi säästää myös vaihtoehtoihin käyttötarpeisiin

---

<sup>1</sup> Vero on laskettu bensiini- ja dieselkäyttöisille autoille. Muiden käyttövoimien osuus tarkastelussa olevista autoista on hyvin pieni (0.19%), joten ne eivät käytännössä vaikuta yleiskuvaan. Lisäksi veron laskennassa on oletettu, että kaikki kulutettu polttoaine on 100% bensiiniä tai dieselöljyä. Etenkin bensiiniautojen osalta todellinen vero on siis etanolisekoitusten myötä hieman pienempi.

julkistaloudessa, mutta laskelma on hyödyllinen vertailukohta muille palautusmalleille. Täysi tasapalautus tekee alempien tulotasojen kotitalouksista voittajia, eli niiden kustannus bensinipumpulla jää pienemmäksi kuin veronpalautus, jonka suuremman tulotason autoilijat veromaksuillaan rahoittavat. Veron regressiivisyys voidaan kuitenkin poistaa jo paljon pienemmällä tarkemmin suunnatulla palautuksella; esimerkiksi 15% kokonaisverokertymästä riittää tähän tarkoitukseen, kun palautus kohdennetaan vain alimpiin tuloryhmiin.

16. Tuloryhmien sisällä on kuitenkin paljon vaihtelua. Osa tästä vaihtelusta voidaan selittää havaittavilla muuttujilla, kuten asutokunnan sijainnilla. Veronpalautuksia voidaan kohdentaa niin, että tämä vaihtelu tasaantuu jonkin verran. Jos esimerkiksi halutaan tasata alueiden välistä epätasa-arvoa, voidaan kullekin alueelle palauttaa sen asukkaiden maksama vero. Tämä varmistaa sen, että alueiden välisiä tulonsiirtoja ei synny. Jos vuoden 2016 verokertymä olisi palautettu niin, että sisemmän kaupunkialueen autoilijoille olisi palautettu heidän maksamansa vero tasajaolla, harvaan asutun maaseudun autoilijoille heidän maksamansa vero jne., olisi kullakin aluetyypillä nettoveron tulo-osuus ollut tyyppilliselle asutokunnalle lähes sama: hieman vajaa 0%. Jokaisella alueella siis yli puolet asutokunnista olisivat saneet järjestelmästä enemmän palautusta, kuin mitä ne maksoivat veroa.
17. Vaikka alueiden välinen vaihtelu tyyppillisen asutokunnan kannalta on helppo tasoittaa, niiden sisälle jää silti huomattava määrä hajontaa, josta eroon pääseminen on jo paljon vaikeampaa. Karkeana sääntönä voidaan sanoa, että mitä harvempaan asuttu alue on, sitä enemmän jää alueellisessa palautusjärjestelmässä hajontaa voittajien ja häviäjien kesken eli järjestelmä synnyttää suuria hyötyjä ja näiden vastapainona suuria häviöjä.
18. Tuloryhmien sisäinen hajonta tarkoittaa siis sitä, että tyyppillisen asutokunnan kustannukset kattava palautus ei riitä kattamaan kaikkien kustannuksia. Tästä syystä on perusteltua tarkastella, millä rahasummalla kaikkien kotitalouksien kustannukset voidaan pitää halutun rajan puitteissa, esimerkiksi alle 1% kotitalouden tuloista.
19. Tässä työssä emme ota kantaa siihen, mitä kipurajaa ei tulisi ylittää, kun kompensatioita arvioidaan. Havainnollistamme mittasuhteita valitsemalla kipurajaksi juuri 1% kotitalouden tuloista ja osoitamme hypoteettisessa laskelmassa, että käyttämällä verokertymistä palautuksiin vain 9,8% varmistetaan, etteivät kenenkään kustannukset nouse yli 1%:n kipurajan. Laskelma on hypoteettinen, koska se perustuu toteutuneisiin päästöihin ja päästömaksuihin: Käytäntöön toteutettuna palautustapa kumoaisi täysin kiintiöjärjestelmän päästöjä ohjaavan vaikutuksen ja olisi siksi järjetön. Laskelma on kuitenkin hyödyllinen, koska se määrittelee yhdenlaisen tavoitebudjetin palautuksille: Jos sama raha käytetään palautuksiin, jotka kohdistetaan toteutuneiden päästöjen sijaan sellaisten tekijöiden perusteella, joita kotitalous ei voi käyttäytymisellään (ainakaan helposti) muuttaa, kuinka hyvin päästään samaan yhden prosentin tavoitteeseen? Mikä taustamuuttuja kohdentaa palautukset tehokkaimmin – asuinpaikka, perheen koko, työmatka, auton teknologia vai jokin muu?
20. Palautukset asuinpaikan, perheen koon, työmatkan, auton teknologian ja vastaavien tekijöiden perusteella eivät osu maaliin erityisen hyvin. Niillä päästään vain hieman lähemmäksi esimerkkitavoitetta, kuin palauttamalla sama summa tasan kaikille asutokunnille. Analyysin perusteella näyttäisi siltä, että palautukset kannattaisi kohdentaa suoraan tuotettujen päästöjen mukaan – takautuvasti kotitalouden aiempien vuosien päästöjen perusteella. Näin rakennettu kompensatiomalli on luultavasti tarkoin mahdollinen, eikä se vääristä kotitalouden valintoja, kunhan kompensatioiden ja tulevien ajokilometrien välillä ei ole yhteyttä. Mikäli tämä palautusmalli sovelletaan vain alimpiin tuloryhmiin, jää kokonaispalautuksen määrä pieneksi suhteessa koko verokertymään.

## C. Periaatteellisia kysymyksiä

### Ideaalimalli

21. Julkinen valta vaikuttaa tulonjakoon yhteiskunnassa monin eri tavoin. Ideaalimaailmassa yksittäisten politiikkatoimenpiteiden vaikutuksia ei erikseen kompensoida, vaan tulonjakokysymykset ratkaistaan yksittäisestä politiikkatoimenpiteestä erillisenä kysymyksenä osana tulonjaon kokonaisuutta yleisemmillä tulonjakoon liittyvillä ratkaisuilla.
22. Koska ihmisiin ja yrityksiin kohdistuu jatkuvasti suuri määrä erilaista yhteiskunnallista sääntelyä, jokaisen yksittäisten politiikkatoimenpiteiden erityinen kompensointi tekisi järjestelmästä hyvin monimutkaisen ja vaikeasti hallittavan. On myös riski, että kullekin sääntelyn kokonaisuudelle rakennettavat kompensatiomallit loisivat joko yksittäin tai kokonaisuutena epätoivottavia kannusteita, jotka heikentävät sääntelyn vaikutusta.

### Perusteluja kohdennetulle kompensatiolle

23. Vaikka ideaalitoimintatapa olisikin yksittäisen politiikkatoimen tulonjakovaikutusten mahdollinen kompensointi osana yleistä tulonjakoon liittyvää päätöksentekoa, voi kohdennettu politiikkatoimikohtainen kompensatio olla joissain tapauksissa perusteltua. Tärkein syy tälle usein on poliittinen. Poliittiset syyt voivat joskus estää tehokkaan mekanismin hyväksymisen, jos suoraa kompensatiomekanismia ei oikeudenmukaisuusperustein valituille ryhmille luoda.
24. Syyt yksittäisen sääntelytoimen kompensatiolle kumpuavat oikeudenmukaisuudesta. On esimerkiksi mahdollista, että yleiset tulonsiirtomekanismit eivät riittävällä tavalla tai riittävän nopeasti huomioi muuttunutta tilannetta. On myös syytä sille, että alimmissa tuloluokissa nopea sopeutuminen muuttuneeseen tilanteeseen voi olla erityisen vaikeaa. Tällaisia hidasteita luovat esimerkiksi päästöttömien teknologioiden korkeat hinnat muutoksen alkuvaiheessa sekä luottorajoitteet.
25. Perusteet kompensatioille voivat myös olla arvopohjaisia, laajalti yhteiskunnallisesti hyväksytyjä. Yhteiskunta voi esimerkiksi päättää, että lapsen saamiseen liittyvä hiilijalanjäljen ei tulisi johtaa päästömaksuihin. Tällöin lapsiperheiden saama kompensatio perusteellaan arvopohjaisesti.

### Kompensaatiomalli

26. Kompensaatiomallin pitäisi tuottaa tiedot yksilökohtaisesti siitä:
  - a. Kenelle kompensatiota pitäisi maksaa;
  - b. Kuinka paljon kullekin maksetaan;
  - c. Kuinka pitkään kompensatiota maksetaan.
27. Hyvässä kompensatiomallissa kaksi tavoitetta toteutuu yhtäaikaisesti:
  - d. Malli ei eliminoi kannusteita halutulle muutokselle, eli tässä tapauksessa polttoaineen käytön vähentämiselle.
  - e. Malli johtaa tehokkaasti haluttuun kompensointiin, eli kompensatio kohdentuu mahdollisimman tarkkarajaisesti niille ryhmille, joille sen poliittisesti päätettynä halutaan kohdentuvan.
28. Ensimmäinen tavoite, eli se, että kompensatiomalli ei eliminoi kannusteita halutulle muutokselle, toteutuu mallissa, jossa kompensatio määräytyy kustakin kuluttajasta saatavan historiallisen, mallin käyttöönottoa edeltävän datan perusteella. Kuluttajan käytöksen mallin käyttöönoton jälkeen ei siis tulisi vaikuttaa kompensation suuruuteen. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että jos esimerkiksi yksi kompensation määräytymisperuste olisi auton omistaminen, yksittäiselle kuluttajalle maksettuun kompensatioon ei vaikuttaisi järjestelmän käyttöönoton jälkeen ostettu tai myyty auto, vaan kompensatio määräytyisi esimerkiksi järjestelmän edeltävän vuoden autonomistutilanteen mukaisesti.

29. Toisen tavoitteen saavuttamiseksi ei ole olemassa suoraviivaista ratkaisua, vaan kaikki ajateltavissa olevat kompensatiomallit johtavat väistämättä joidenkin yksilöiden yli- tai alikompensointiin. Myöhemmin tässä raportissa arvioimme mikroaineistoja hyödyntämällä erilaisten kompensatiomallien tarkkuutta.
30. Kompensaation on perusteltua olla määräaikainen. Ajatuksena on, että ajan myötä yksittäisten kuluttajien käyttäytyminen, kiinteät kustannukset, erilaiset tulonsiirtojärjestelmät sekä tuotanto sopeutuvat uuteen tilanteeseen, jolloin erillistä kaukaiseen alkutilanteeseen perustuvaa kompensatiota enää ole mielekästä käyttää.

#### Tulonjakovaikutusten ulottuvuudet sekä tehtävät arvovalinnat

31. Jakeluoikeusjärjestelmä aiheuttaa verotaakan, koska luvan hinta on veron kaltainen maksu polttoaineen hinnassa. Verotaakan tulonjakovaikutukset voidaan jakaa kolmeen toisiinsa kytköksissä olevaan kysymykseen:
  - a. Miten käyttöön otettavan instrumentin aiheuttama verotaakka jakautuu tulotasoinnain? Jos pienempituloiset maksavat veroa keskimäärin suuremman osuuden tuloistaan kuin suurempituloiset, puhutaan usein regressiivisestä, ja päinvastaisessa tilanteessa progressiivisestä verosta. Tulotasojen välisen jakauman yhteydessä käytetään myös termiä vertikaalinen tasa-arvo.
  - b. Millaista tulotasokohtaista hajontaa verotaakassa on? Jos vero kohdistuu eri tavalla eri yksilöille, vaikka heidän tulonsa olisivat samanlaiset, sisältää verotaakka horisontaalista epätasa-arvoa.
  - c. Millainen verotaakan taso on? Vertikaalisen ja horisontaalisen tasa-arvon mittarit kertovat, miten verotaakka jakautuu eri ryhmien välillä, mutta ne eivät suoraan kerro sitä, kuinka suureksi taakaksi vero kunkin yksilön näkökulmasta muodostuu.
32. Kompensatiomallin tavoitteet voivat liittyä yhteen tai useampaan näistä ulottuvuuksista. Lisäksi tavoitteille asettaa raamit kompensatiion budjetti, eli se, kuinka suuri osa verolla kerätyistä tuloista käytetään kompensatioon.
33. On tärkeää huomata, että tavoitteet voivat olla osittain ristiriitaisia, ja että tavoitteen asettelu vaikuttaa myös olennaisesti siihen, miten käytössä olevaa dataa voidaan pyrkiä hyödyntämään sen saavuttamisessa.
  - a. Yksi kompensatiion tavoite voi olla kääntää regressiivinen vero progressiiviseksi. Kuten myöhemmin raportissa nähdään, polttoaineen hiilidioksidiveron kohdalla tähän päästäisiinkin varsin yksinkertaisella mallilla ja pienin kustannuksin, mutta koska verotaakassa on huomattavaa tulotasokohtaista hajontaa, voi taakka olla joillekin pienituloisille keskimääräisen progression aikaansaamasta kompensatiosta huolimatta selvästi monia suurituloisia suurempi.
  - b. Toinen tavoite voi olla tasata horisontaalista epätasa-arvoa. Horisontaalinen epätasa-arvo voi kuitenkin johtua useista eri tekijöistä, ja eri ihmisillä on väistämättä erilaisia näkemyksiä siitä, minkä tekijöiden aiheuttama horisontaalinen epätasa-arvo on oikeutettua. Lisäksi joitain horisontaalisen epätasa-arvon taustalla olevia tekijöitä – esimerkiksi henkilökohtaisia mieltymyksiä – ei edes voida havaita.
  - c. Kolmas tavoite voi olla esimerkiksi, että veron osuus tuloista ylittää jonkin tietyn ”kipurajan” mahdollisimman harvan yksilön kohdalla. Esimerkkinä tavoitteiden mahdollisista ristiriidoista on se, että jos tätä tavoitellaan mahdollisimman pienellä budjetilla, tarkoittaa tavoitteen saavuttaminen sitä, että regressiivinen vero ei käänny progressiiviseksi. Regressio toki vähenee, mutta koska suurituloisimmat ovat aina ”kipurajan” alapuolella, ei se voi hävitä kokonaan.

34. Se, miten näitä ulottuvuuksia painotetaan tavoitteen asettelussa, kumpuaa oikeudenmukaisuuskäsityksestä ja on siksi päätettävä poliittisesti. Tässä raportissa pyritään antamaan kuva siitä, miten data tukee kutakin tavoitetta.
35. Julkinen valta vaikuttaa monin eri tavoin vertikaaliseen tasa-arvoon. Tätä kysymystä koskevat päätökset on hyvä nähdä ja tehdä osana isompaa vertikaalisen tasa-arvon kokonaisuutta.
36. Horisontaaliseen tasa-arvoon pyrkiminen voidaan nähdä oikeudenmukaisuuskysymyksen lisäksi myös teknisenä haasteena – tulotasokohtaisen hajonnan minimointi vaatii tietoa siitä, mitkä tekijät ovat hajonnan taustalla. Mallin tarkkuuden tavoittelussa käytettävien tekijöiden määrittely on kuitenkin poliittisesti ratkaistava kysymys. Esimerkiksi alueelliset tekijät auttavat ennustamaan maksetun hiilidioksidiveron määrää, mutta on arvokysymys ja siten poliittinen päätös, oikeuttaako maaseudulla asuminen suurempaan kompensaation määrään.
37. Jos kompensaatiolla tavoitellaan sitä, että vero muodostuu mahdollisimman harvalle liian suureksi osuudeksi tuloista, on päätettävä poliittisesti, mitä ”liian suuri” tarkoittaa. Lisäksi on ymmärrettävä, että se, mitä ”mahdollisimman harva” tarkoittaa, riippuu siitä, mihin ”liian suuren” raja asetetaan, sekä siitä, kuinka suuri budjetti kompensaatiolle asetetaan. Tähän tavoitteeseen liittyy kuitenkin myös hyvin selvä tekninen ulottuvuus: jotta voidaan kompensoida niitä yksilöitä, joilla ”liian suuren” raja ylittyy, täytyy ne pystyä tunnistamaan ilman että tunnistaminen kumoaa veron kannustinvaikutusta.
38. Kun arvoalinnat on tehty, yksityiskohtainen malli voidaan laatia käytössä olevaa dataa hyödyntämällä asiantuntijatyönä.

## D. Liikenteen päästöjen nykytason empiirinen tarkastelu

### Liikennepolttoaineiden merkitys päästöjen ja energiankulutuksen kannalta

39. Tilastokeskuksen mukaan kotimaan liikenteen osuus kasvihuonekaasupäästöistä vuonna 2018 oli 21%, josta puolestaan noin 94% muodostuu tieliikenteestä. Tieliikenteen päästöistä VTT:n LIPASTO-laskentajärjestelmän mukaan noin 54% syntyi henkilöautoista, 32% kuorma-autoista, 8% pakettiautoista, 5% linja-autoista ja 1% moottoripyöristä, mopoista ja mopoautoista.<sup>2</sup>
40. Moottoribensiinin osuus energian kokonaiskulutuksesta on Tilastokeskuksen mukaan vuosina 1970-2018 vaihdellut neljän ja kahdeksan prosentin välillä, ollen keskimäärin 6 prosenttia. Myös dieselöljy on vastannut keskimäärin 6 prosentista kokonaisenergiankulutuksessa, vaihdellen niin ikään neljän ja kahdeksan prosentin välillä, joskin bensiinin ja dieselin välinen suhde on vaihdellut vuodesta toiseen. Vuonna 2018 moottoribensiinin osuus oli 4% ja dieselöljyn 8%, eli näiden kahden yleisimmän liikennepolttoaineen yhteenlaskettu osuus energian kulutuksesta oli 12%.<sup>3</sup>
41. Tieliikenne muodostaa siis merkittävän osan energian kulutuksesta, mutta vielä merkittävämmän osan päästöistä. Seuraavaksi tarkastelemme yksilötason dataa hyödyntäen, kuinka hiilidioksidipäästöt jakautuvat kotitalouksien kesken.

### Hyödynnetty data

42. Tässä raportissa esitetyt kuvaajat hyödyntävät kahta datalähdettä:
- Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan AVERO-data, joka sisältää Suomessa vuonna 2016 yksityiskäytössä olleet ajoneuvoverovelvolliset ajoneuvot ja näitä käyttävät henkilöt. Käyttäjät on päätelty ajoneuvoveron maksamisen perusteella, ja kullekin ajoneuvo-käyttäjä-parille on päätelty verokauden ajokilometrit. Noin 75%:lle ajoneuvoista vuoden 2016 ajokilometrit on saatu suoraan mittarilukemista katsastusten yhteydessä, kun taas 9%:lle on käytetty edellisen tai seuraavien vuosien tietoja. Lopuille 16%:lle ajokilometrit on arvioitu tilastollisella päättelyllä.<sup>4</sup>
  - Tilastokeskuksen FOLK-henkilötietodata, joka sisältää yksilötason väestörakenne- ja työssäkäyntitietoja kaikille Suomessa asuville henkilöille. Kuvaajissa on käytetty vuoden 2016 tietoja.<sup>5</sup>
43. Jotta saadaan käsitys edellä mainitut lähteet yhdistämällä syntyvän datan kattavuudesta, voidaan verrata sen sisältämien ajoneuvojen määrää ajoneuvoluokittain Trafi:n ajoneuvorekisteriin vuoden 2016 viimeisellä neljänneksellä:<sup>6</sup>
- Kaiken kaikkiaan Trafin rekisterissä on 4 949 913 ajoneuvoa, kun taas tässä raportissa käytetyssä datassa ajoneuvoja on 2 818 437. Huomattava osa tästä erosta selittyy sillä, että tämän raportin hyödyntämässä datassa ovat vain ajoneuvoverovelvolliset ajoneuvot, eli M- ja N-luokan ajoneuvot. Raportin tarkastelun ulkopuolelle jäävät siis esimerkiksi moottoripyörät, mopot ja traktorit.
  - Trafin rekisterissä henkilöautoja on 2 629 432, tässä raportissa hyödynnettyssä datassa 2 617 130
  - Pakettiautoja Trafin rekisterissä on 311 376, tässä raportissa hyödynnettyssä datassa 175 347

<sup>2</sup> Lähde: [https://www.liikennefakta.fi/ymparisto/paastot\\_ja\\_energiankulutus](https://www.liikennefakta.fi/ymparisto/paastot_ja_energiankulutus)

<sup>3</sup> Energiankulutusta energialähteittäin voi tarkastella Tilastokeskuksen tietokantapalvelussa täällä:

[http://pxnet2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin\\_\\_ene\\_\\_ehk/statfin\\_ehk\\_pxt\\_002.px/](http://pxnet2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin__ene__ehk/statfin_ehk_pxt_002.px/)

<sup>4</sup> Tarkempia tietoja AVERO-datasta: <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/161230>

<sup>5</sup> Tarkempia tietoja FOLK-datasta: <https://taika.stat.fi/>

<sup>6</sup> Tiedot ovat julkisia ja löytyvät täältä:

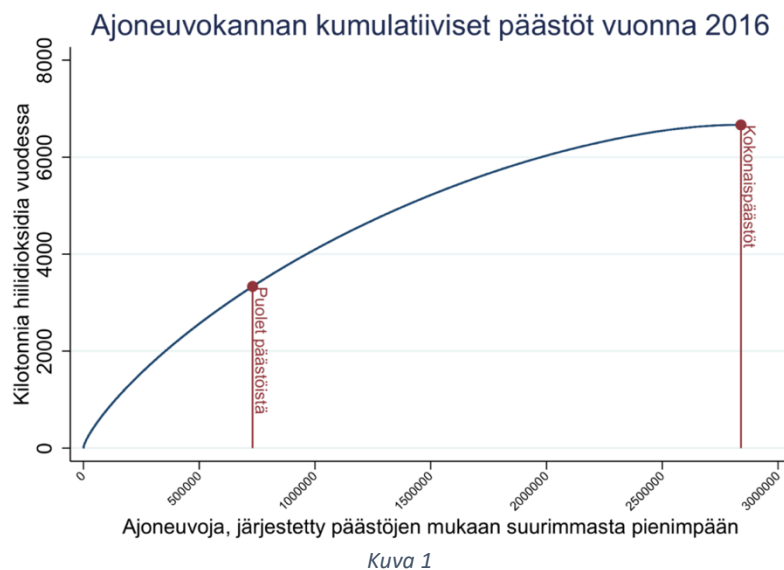
[https://trafi2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/TraFi/TraFi\\_\\_Liikennekaytossa\\_olevat\\_ajoneuvot/040\\_kanta\\_tau\\_104.px/](https://trafi2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/TraFi/TraFi__Liikennekaytossa_olevat_ajoneuvot/040_kanta_tau_104.px/)



- d. Kuorma-autoja Trafín rekisterissä on 94 780, tässä raportissa hyödynnettyssä datassa 21 272
- e. Yllä lueteltujen M- ja N-luokan ajoneuvojen osalta eroja selittää se, että yrityskäytössä olevat ajoneuvot eivät sisälly tämän raportin tarkasteluun. Yksityisautoilu todennäköisesti vastaa selvästi yli puolesta tieliikenteen päästöistä.<sup>7</sup>
44. Tutkimuksessa tarkastellaan, kuinka voimassa olleen hiilidioksidiveron taakka jakautuu väestössä. Yksilötason verotaakka on saatu todellisista ajetuista kilometreistä ja vuoden 2016 hiiliverosta, joka oli 16,25 snt/litra. Vertailun vuoksi havainnollistamme joitakin tuloksia käyttäen myös vuonna 1.1.-31.7.2020 voimassa ollutta verotaulukkoa, jossa vero on 21,49 snt/litra.<sup>8</sup> Päätulokset perustuvat kuitenkin laskelmiin, joissa kilometrit ja maksut tulevat saman vuoden eli vuoden 2016 aineistosta. Ajosuoritedatan keräysvuonna voimassa olleen verotason käyttämisellä on se etu, että voidaan kuvailla todellista käyttäytymistä tekemättä oletuksia siitä, miten käytös olisi muuttunut, jos veron taso olisi ollut erilainen.

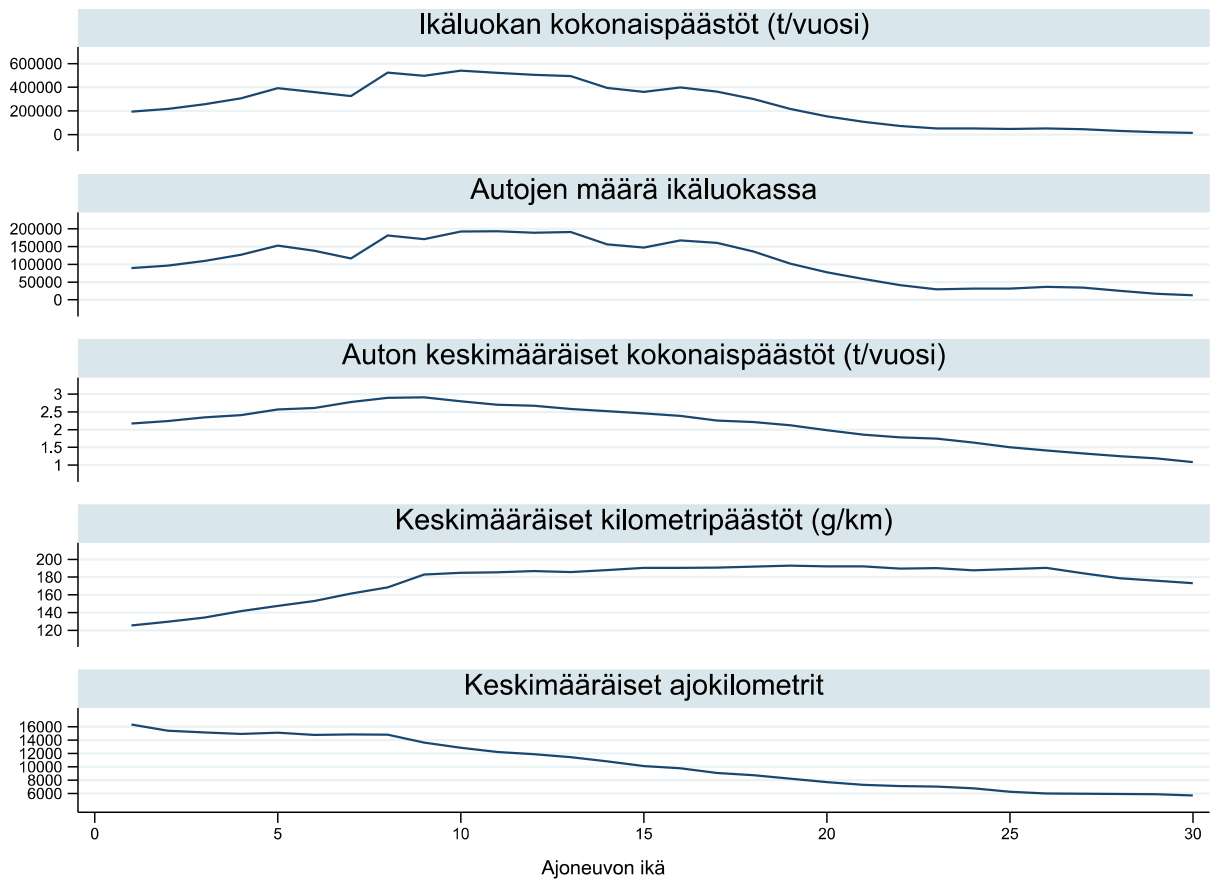
#### Päästöjen jakautuminen autokannassa

45. Ajoneuvojen aiheuttamat päästöt eivät jakaudu tasan. Vajaasta kolmesta miljoonasta vuonna 2016 yksityiskäytössä olleesta ajoneuvosta kertyi hiilidioksidipäästöjä reilut 6 000 kilotonnia, josta puolet tuotti vain noin 750 000 saastuttavimman ajoneuvon ryhmä (ks. Kuva 1). Siis noin neljäsosa yksityiskäytössä olevista autoista tuotti puolet kaikista päästöistä niiden päästöistä.
46. Autokannan tuottamat kokonaispäästöt voidaan jakaa osiin autojen ikäluokkien mukaan. Kuva 2 osoittaa, kuinka päästöt kussakin ikäluokassa riippuvat autojen määrästä, käytöstä ja teknologiasta. Keskimääräiset päästöt nousevat iän myötä näiden tekijöiden funktiona saavuttaen huippunsa ennen kymmenettä ikäluokkaa.
47. Vaikka vanhojen (yli 20 vuotiaiden) autojen kilometrikohtaiset päästöt ovat uusia suurempia, niiden keskimääräiset vuosipäästöt ovat matalampia, koska niillä ajetaan verrattain vähän. Niitä on myös kussakin ikäluokassa lukumäärällisesti uusia autoja vähemmän.



<sup>7</sup> Vain pieni osa henkilöautoista, joiden siis edellä todettiin vastanneen 54% tieliikenteen päästöistä vuonna 2018, on muussa kuin yksityiskäytössä, minkä lisäksi yli puolet pakettiautoista ja noin neljäsosa kuorma-autoista on yksityiskäytössä. Yksityisautoilulla tässä tarkoitetaan ajoneuvoja, joilla on henkilötonnuksellinen haltija, tai haltijan puuttuessa omistaja. Esimerkiksi työsuhdeautot, jotka omistaa yritys, mutta joita käyttää pääasiallisesti yksityishenkilö kuuluvat siis tähän kategoriaan. Tähän voi kuulua myös yksityisten elinkeinonharjoittajien ajoneuvoja.

<sup>8</sup> Polttonesteiden valmisteverotaulukot löytyvät täältä: [https://www.vero.fi/yritykset-ja-yhteisot/tieto-yritysverotuksesta/valmisteverotus/nestemaiset\\_polttoaineet/nestemaisten\\_polttoaineiden\\_verotaulukko/](https://www.vero.fi/yritykset-ja-yhteisot/tieto-yritysverotuksesta/valmisteverotus/nestemaiset_polttoaineet/nestemaisten_polttoaineiden_verotaulukko/)

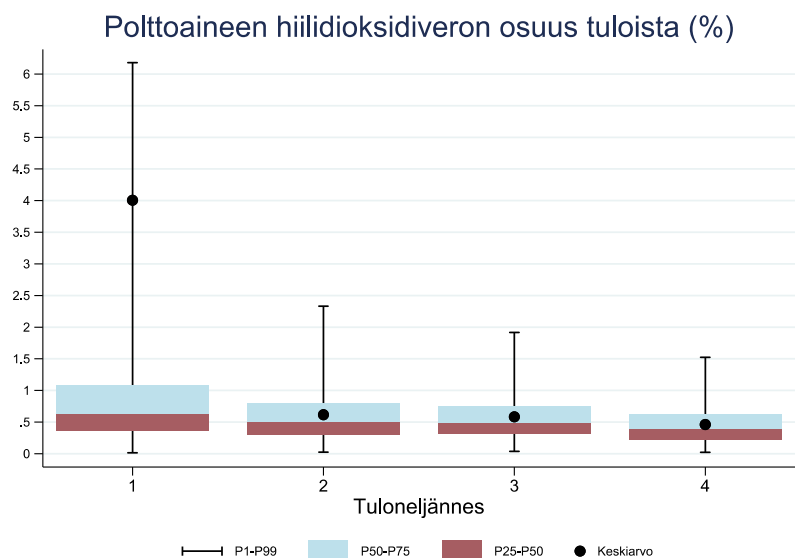


Kuva 2

### Kotitalouksien maksamat hiilidioksidiverot

48. Ajettujen kilometrien perusteella voimme laskea kunkin kotitalouden maksaman hiiliveron. Verorasitetta voidaan kuvata suhteuttamalla se kotitalouden käytettävissä oleviin nettotuloihin. Jaamme aluksi autoilevat kotitaloudet neljään ryhmään tulojen perusteella (ks. Kuva 3). Kunkin ryhmän sisäistä jakaumaa kuvataan *boxplot*-kuvaajalla, jossa laatikon alareuna on jakauman alimman neljänneksen ylärajan, keskiviiva mediaanin ja yläraja ylimmän neljänneksen alarajan kohdalla. Laatikon sisään mahtuu siis puolet jakaumasta. Laatikon kummallakin puolella on viikset, joiden sisään mahtuu koko jakauma ylintä ja alinta prosenttia lukuunottamatta. Lisäksi jokaisen laatikon päällä on jakauman keskiarvoa kuvaava musta piste.

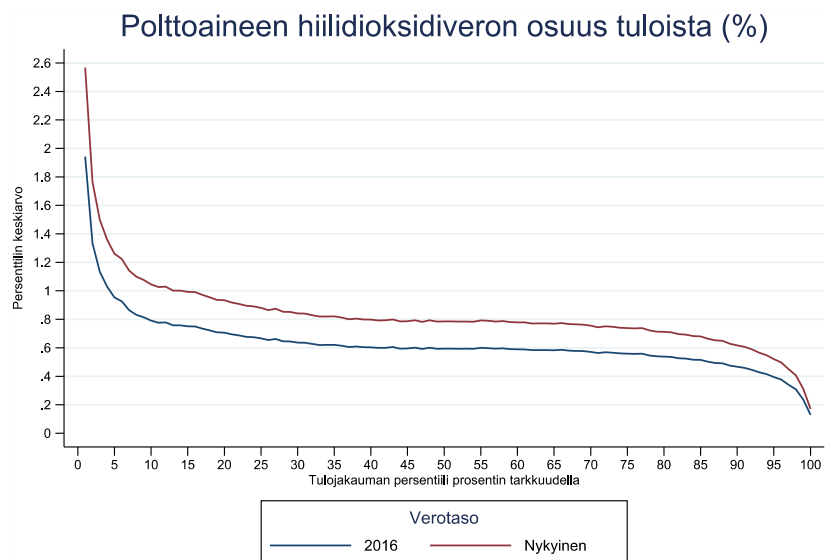
49. Alimmassa neljänneksessä verojen keskimääräinen osuus tuloista on melko tarkasti 4%, mikä on paljon korkeampi kuin ryhmän



Kuva 3

mediaani. Tämä selittyy osittain sillä, että alimmassa tuloluokassa on tapauksia, joiden tulot ovat hyvin pienet, jolloin niiden maksama vero voi olla moninkertainen niiden tuloihin verrattuna. Ylimmässä ryhmässä sekä keskiarvo, että mediaani ovat lähellä puolta prosenttia. Alimmassa ryhmässä on myös suurin hajonta, sillä 1% talouksista maksaa yli 6% tuloistaan verona, kun taas ylimmässä tuloryhmässä tämä kärkiryhmä saavutetaan jo 1,5%:n tulo-osuudella. Puolet kotitalouksista sisältävät laatikot pienentyvät tulojen noustessa, mikä edelleen osoittaa hajonnan pienentymistä tulojen noustessa.

50. Edellisen kohdan perusteella polttoaineen hiilidioksidivero on regressiivinen: pienituloiset maksavat veroa suuremman prosenttiosuuden tuloistaan kuin suurituloiset. Regressio on kuitenkin melko lievää aivan pienituloisimpia asuntokuntia lukuun ottamatta. Kaikkein pienituloisimpienkin asuntokuntien kannalta on hyvä pitää mielessä, että kuvaajassa on käytetty yhden vuoden tuloja, jolloin näihin saattaa sisältyä huomattava määrä asuntokuntia, jotka kyseisenä vuonna sattuvat tienaamaan vähemmän kuin ne yleensä tienavat – esimerkiksi pitämällä paljon palkatonta lomaa – mutta eivät vähennä ajamistaan.
51. Merkittävä enemmistö asuntokunnista maksaa polttoaineen hiilidioksidiveroa alle prosentin tuloistaan. Hiilidioksidiveron lisäksi polttoaineen kuluttajahinta muodostuu (hiilidioksidiveroa suuremmasta) energiasisältöverosta, (kumpaakin selvästi pienemmästä) huoltovarmuusmaksusta sekä verottomasta hinnasta ja edellisten päälle tulevasta arvonlisäverosta. Näiden menojen lisääminen kuvaan nostaisi tasoja, mutta ei muuttaisi tasojen välisiä eroja. Tässä raportissa on keskitytty vain hiilidioksidiveroon, koska se määräytyy hiilidioksiditonille asetetun hinnan mukaisesti, ja vertautuu siten suoraan hiilidioksidiperusteiseen kiintiöjärjestelmään.
52. Kuva 3 osoittaa, että tuloryhmien sisällä on merkittävää tulotasokohtaista hajontaa, eli ns. horisontaalista epätasa-arvoa. Erot tulotasojen välillä ovat puolestaan vertikaalista epätasa-arvoa.
53. Vertikaalista epätasa-arvoa voidaan edelleen havainnollistaa jakamalla kotitaloudet<sup>9</sup> tulojen suhteen pienempiin ryhmiin ja kuvaamalla kullekin ryhmälle keskimääräinen osuus tuloista, joka menee hiiliveromaksuihin (Kuva 4) kotitaloudet on jaettu sataan ryhmään, ja näiden ryhmien keskimääräinen tulo-osuus näytetään kahdella eri verotasolla: vuoden 2016 verolle ja nykyiselle verolle, joka on noin neljänneksen korkeampi. Todellisuudessa uudella verotasolla ajosuorite tosin poikkeaisi vuoden 2016 vastaavasta, eli kuvan 4 punainen viiva on

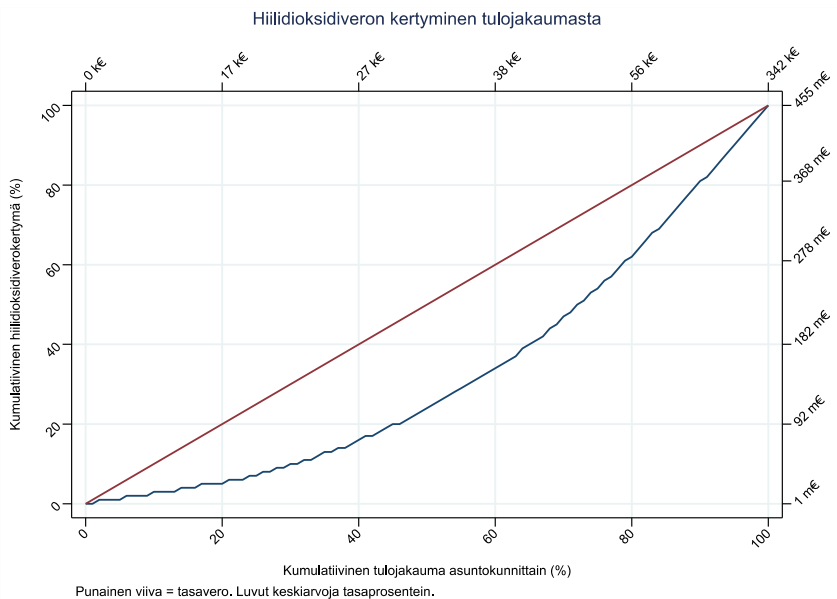


Kuva 4

<sup>9</sup> Alin 0.5% ei sisälly kuvaajaan, koska sen keskimääräinen tulo-osuus on niin suuri, että muuta kuvaaja ei pystyisi lukemaan. Tässä ryhmässä on huomattava määrä asuntokuntia, joiden vuositulot (tulonsiirrot mukaan lukien) ovat alle 1000 euroa. Käytännössä niiden siis täytyy elää esimerkiksi omien säästöjensä tai jonkun muun asuntokunnan tulojen varassa. Ryhmään kuuluu myös jonkin verran asuntokuntia, joiden tulot ovat vain muutamia euroja, jolloin niiden maksama vero voi olla vaikka 1000% niiden tuloista, mikä nostaa keskiarvoja huomattavasti.

suuntaa antava, eikä kerro oikeasti toteutunutta verotaakkaa.

54. Suhteessa tuloihin pienituloiset maksavat enemmän hiilidioksidiveroa ajamisestaan, mutta absoluuttisesti suurituloiset maksavat selvästi enemmän veroa: laskennallinen kokonaisverokertymä yksityisautoilusta vuoden 2016 ajosuoritteeseen ja verotasoon perustuen on noin puoli miljardia euroa, josta pienempi-

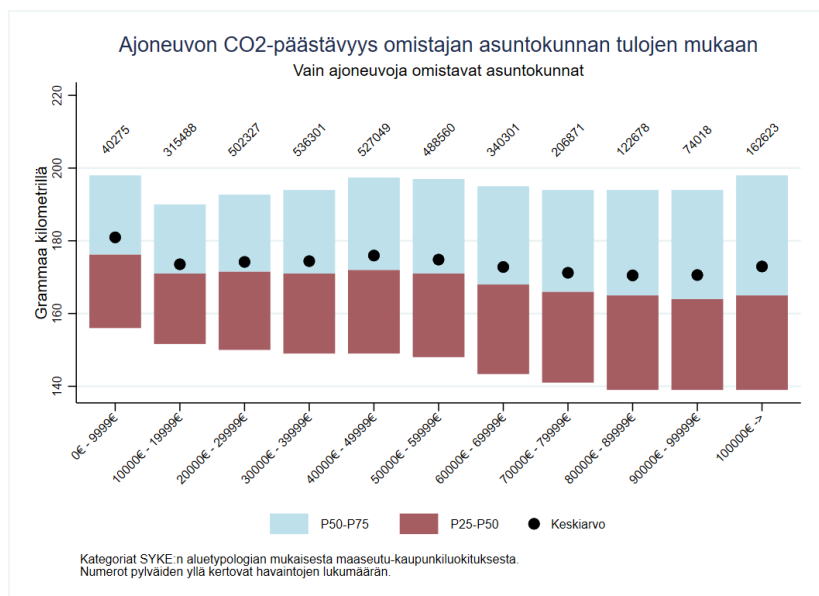


Kuva 5

tuloisempi puolikas asutokunnista maksaa noin neljäsosan. Kuva 5 kertoo, kuinka verosumma kertyy kotitalouksista (pystyakseli), joiden tulot summautuvat suurusjärjestyksessä vaak akselilla. Esimerkiksi pystyakselin puolessa välin veroa on kertynyt 50%, mutta kotitalouksien määrässä on saavutettu 75%. Varakkain neljännes maksaa siis loput, eli puolikkaan kokonaisverokertymästä.

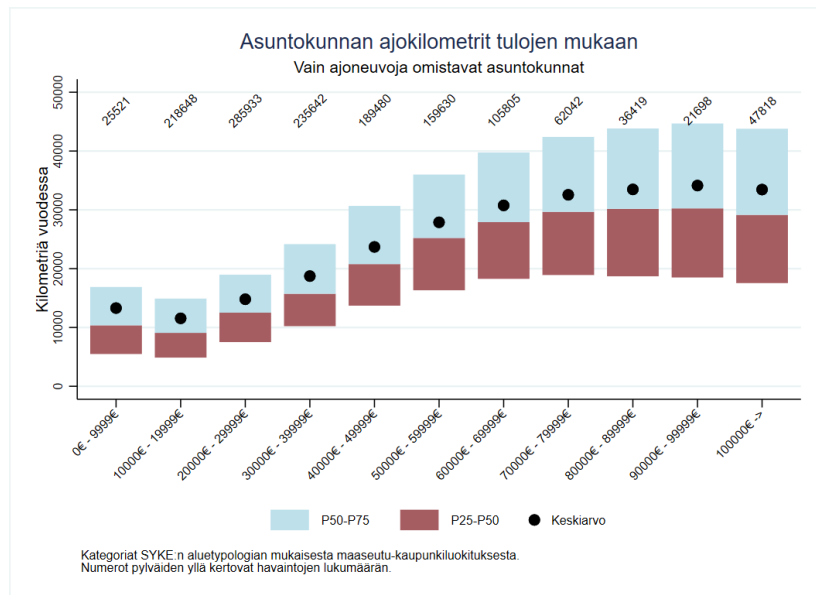
55. Miksi suurituloisemmat maksavat suuremman osan veropotista? Periaatteessa tämä voi johtua enemmän saastuttavista autoista (teknologia) tai suuremmista ajosuoritteista (käytön intensiteetti).

Tulotason noustessa auton tyypilliset ja keskiarvo-päästöt laskevat, mutta vain hieman (Kuva 6). Samalla autokannan kirjo päästöjen suhteen kasvaa selvästi tulojen noustessa. Todennäköinen selitys on, että suurempituloiset sijoittavat enemmän energiatehokkuuteen, mutta samalla he ajavat enemmän esimerkiksi suuremmilla ja nopeammilla autoilla, joiden energiatehokkuus on heikompi.



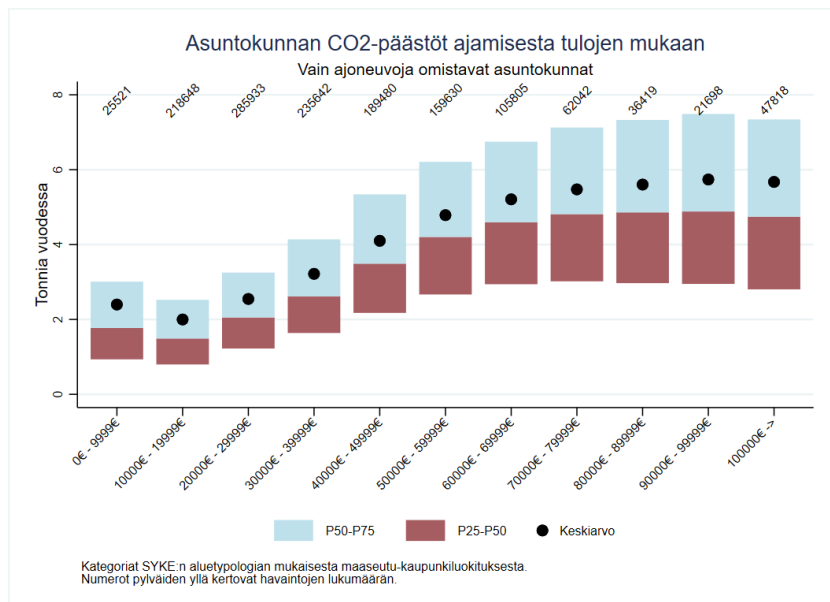
Kuva 6

56. Autojen tyypillinen tai keskimääräinen päästö-tekniologia ei siis muutu merkittävästi tulojen myötä. Tyypilliset kilometrit sen sijaan nousevat ensimmäisen ja kahdeksannen tuloluokan välillä kolminkertaisiksi, noin 10 000:sta noin 30 000 kilometriin vuodessa (Kuva 7). Tulot eivät enää tämän jälkeen kasvata tyypillisiä kilometrejä.



Kuva 7

57. Ajetut kilometrit selittävät suurituloisten suuremmat päästöt ja siten suuren kontribuution kokonaisverokertymään. Kuva 8 näyttää asuntokuntien päästöt tuloluokittain. Asuntokunnan päästöjen tyypillinen arvo pysyttelee kahden CO2 vuositonnin tuntumassa aina 30 000 € vuosituloon saakka, mutta alkaa tämän jälkeen voimakkaasti nousta. 70 000€ vuositulon jälkeen päästöjen tyypillinen arvo on lähellä viittä CO2 tonnia vuodessa.



Kuva 8

58. Vaikka käytön intensiteetti tällä hetkellä selittää erot päästöissä lähes kokonaan teknologian roolin ollessa marginaalinen, voi tämä tuki muuttua, jos esimerkiksi sähköautojen osuus kasvaa huomattavasti – vuoden 2016 otoksessa tuo osuus on häviävän pieni.

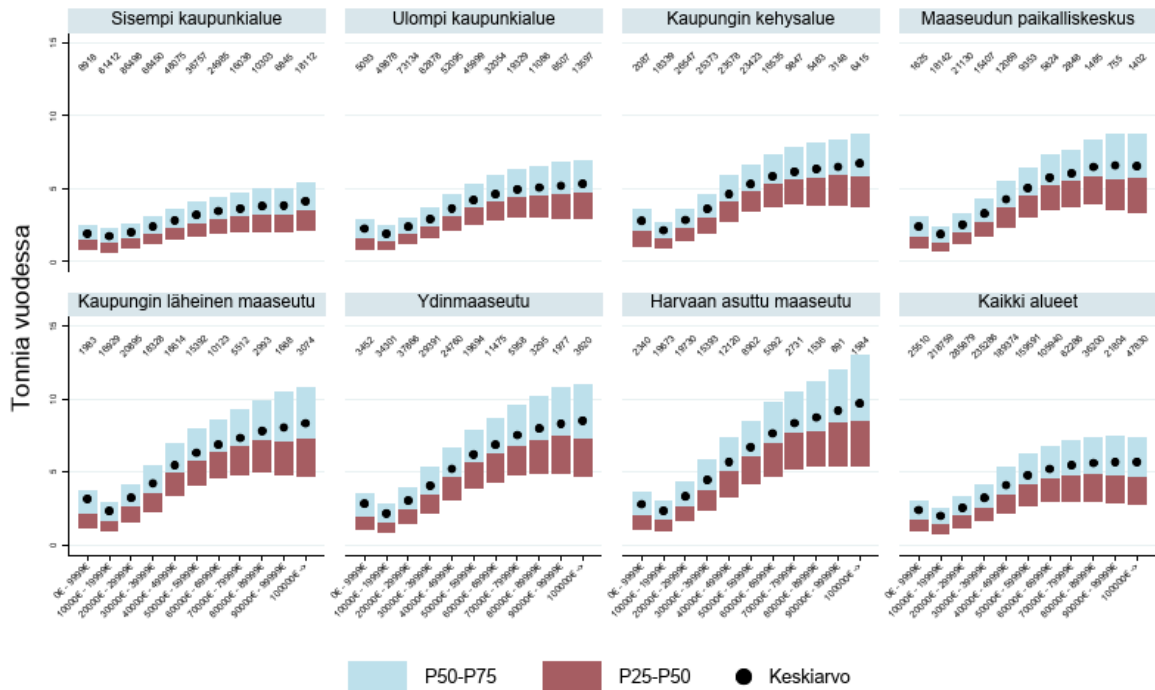
59. Tulojen lisäksi päästöt vaihtelevat huomattavasti asuntokunnan sijainnin mukaan. Kuva 9 erittelee yksityisautoilusta syntyvien hiilidioksidipäästöjen tulotasokohtaista jakaumaa seitsemänportaisen asuinalueuutyyppiluokituksen<sup>10</sup> mukaan.

60. Hiilidioksidipäästöt kasvavat tulojen mukana kaikilla alueilla lukuun ottamatta aivan alinta tuloluokkaa, jonka päästöt ovat kaikilla alueilla suuremmat kuin toiseksi alimmalla tuloluokalla.

<sup>10</sup> Alueluokitus on Suomen ympäristökeskuksen tekemä, ja sitä voi tarkastella kartalla täällä: <https://www.ymparisto.fi/kaupunkimaaseutuluokitus>

## Asuntokunnan CO2-päästöt ajamisesta tulojen mukaan

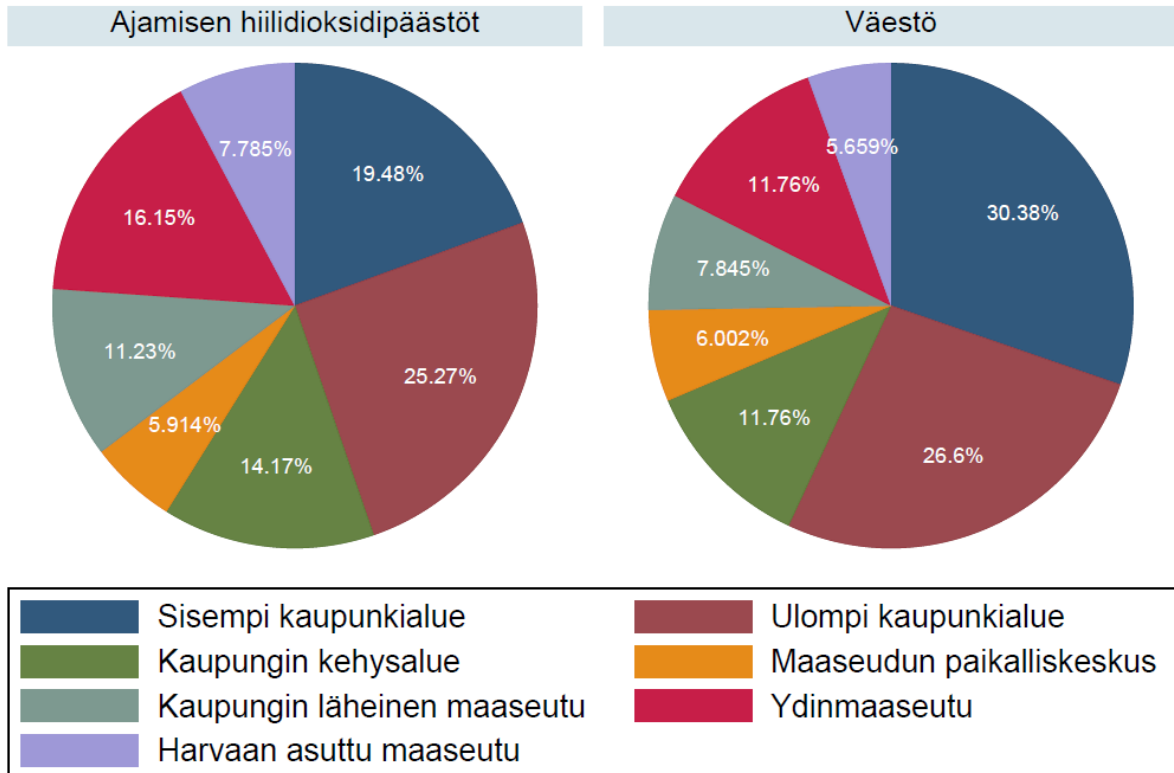
### Koko Suomi, Vain ajoneuvoja omistavat asuntokunnat



Kategoriat SYKE:n aluetypologian mukaisesta maaseutu-kaupunkiluokituksesta. Numerot pylväiden yllä kertovat havaintojen lukumäärän.

Kuva 9

## Asuinalueityypien osuudet ajamisen hiilidioksidipäästöistä



Kuva 10

61. Alimpien tuloluokkien päästöt ovat melko lähellä toisiaan kaikilla alueilla, mutta siirryttäessä 30 000 euron yläpuolelle, erot kaupunki- ja maaseutualueiden välillä kasvavat selvästi. Myös kunkin ryhmän sisäinen hajonta kasvaa tulojen mukana enemmän harvempaan asutuilla alueilla.
62. Vaikka yksilöiden päästöt autoilusta ovat suurempia harvaan asutuilla alueilla, on kuitenkin muistettava, että näillä alueilla asuu huomattavasti vähemmän väestöä. Kuva 10 osoittaa, että kaupunkialueiden asukkaiden osuus yksityisautoilun päästöistä on kokonaisuudessaan maaseutua suurempi, vaikka maaseutu vastaakin päästöissä väestöään isommasta osuudesta.

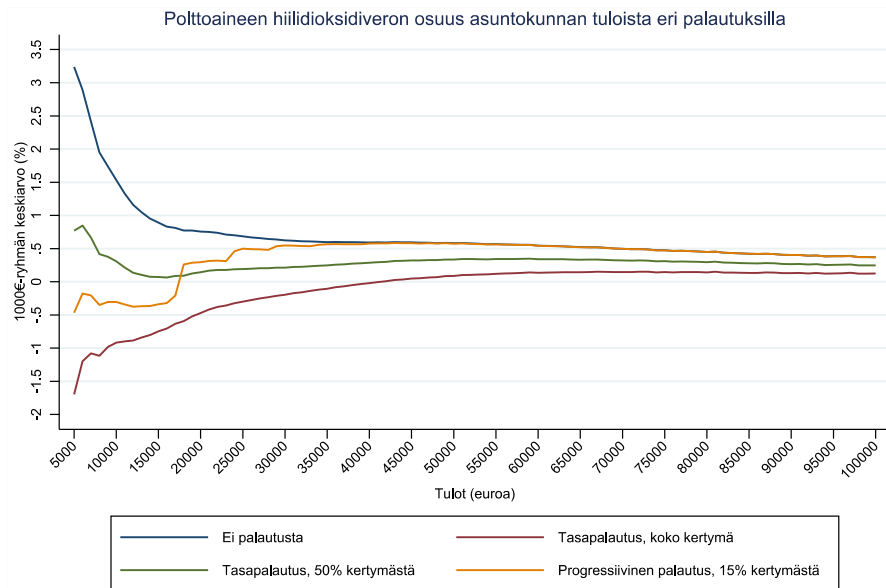
## E. Kompensaatiomallin empiirinen tarkastelu

63. Tarkastelemme seuraavaksi, kuinka hiilidioksidiveron aiheuttamia kustannuksia voitaisiin korvata kotitalouksille. Kuten edellä, tarkastelemme toteutuneita ajosuoritteita ja niiden havaintohetkellä voimassa ollutta verotasoa, jotta verokertymät ja kotitalouksien kustannukset vastaavat todellisuutta. Kiintiöjärjestelmässä vero korvaantuu kiintiöiden hinnalla, jolloin ajosuoritteet sekä hiilidioksidimaksut muuttuvat ja sitä kautta myös tässä esitetyt numeroestimaatit. Tässä osiossa tehdyn tarkastelun päämääränä on yksinomaan esitellä erilaisia kompensaatiomallin rakentamisessa hyödyllisiä näkökulmia ja esimerkkejä mahdollisista kompensaatiomalleista. Tässä tarkastelussa tarkoituksena ei ole ottaa kantaa siihen, millainen kompensaatiomallin oikeudenmukaisuusnäkökulmasta pitäisi olla. Jätämme sen työn poliittisille päätöksentekijöille.

### Vertikaalinen tasa-arvo

64. Yllä todettiin, että tulonjaolla voidaan tasa-arvon kannalta nähdä olevan kaksi ulottuvuutta: vertikaalinen ja horisontaalinen. Vertikaalisella tasa-arvolla tarkoitetaan sitä, miten verotaakka jakautuu tulotasojen välillä, ja horisontaalisella sitä, miten verotaakka jakautuu tuloluokan sisällä. Tarkastelemme ensin, miten hiilidioksidiveron kompensoinnilla voitaisiin tavoitella vertikaalista tasa-arvoa.
65. Kaikkein yksinkertaisin kompensaatiomalli on tasapalautus, jossa kaikki saavat saman kompensaation (Kuva 11). Koska tämä tasasumma on pienituloisille suhteellisesti suurempi, vähentää se veron regressiivisyyttä. Regressiivisyys vähenee sitä enemmän, mitä suurempi summa palautetaan. Jos vuonna 2016 koko yksityisautoilun hiilidioksidiverokertymä olisi palautettu tasan autoilevien asuntokuntien kesken, olisi jokainen asuntokunta saanut palautusta noin 260 euroa.

66. Suuremman summan palauttaminen kuitenkin tarkoittaa sitä, että verokertymästä jää pienempi summa käytettäväksi esimerkiksi verorasituksen pienentämiseen muilla sektoreilla tai julkisiin palveluihin. Erillinen liikennesektorin kompensaatiomalli siis monimutkaistaa tulonjaon kokonaisvaikutusten arviointia: Palautettu raha olisi voitu käyttää johonkin, jonka rahoittamiseen pitää nostaa jotain toista veroa.



Vain bensiini- ja dieselajoneuvoja omistavat asuntokunnat.  
Alle 5000 € ja yli 100 000€ vuositulot piilotettu kuvaajan luettavuuden vuoksi.

Kuva 11

67. Tavoiteltaessa vertikaalista tasa-arvoa tasajako ei siis ole budjetin näkökulmasta kovin tehokas kompensaatiomalli. Vastaviin tuloksiin voidaan päästä huomattavasti pienemmällä budjetilla, kun palautus kohdistetaan vain pienituloisille. Tätä havainnollistetaan yksinkertaisen progressiivisen palautusmallin avulla: Puolet jaettavasta summasta jaetaan alimmalle tulokymmenykselle, jäljelle jäävästä summasta puolet toiseksi alimmalle jne. yhdeksänteen

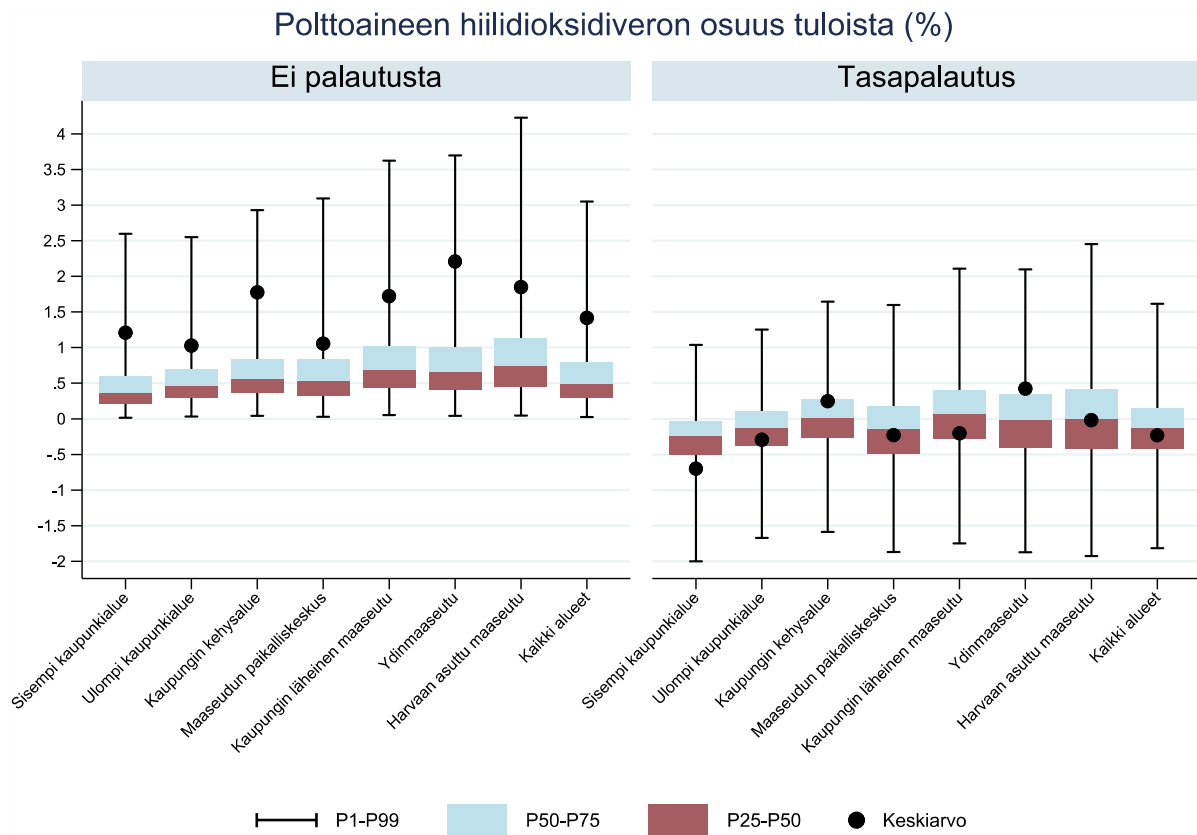


- kymmenykyseen asti. Vielä tästä yli jäävä osuus jaetaan tasajaolla. Verokertymästä palautetaan vain 15%, mutta vaikutus siihen, miten hiilidioksidimaksu kuormittaa kotitalouksia on merkittävä.
68. Kuvasta käy ilmi myös yksi progressiivisen mallin potentiaalinen ongelma: tulo-osuuskäyrään syntyy porrasmaisia nousuja tulotasoille, joilla kompensatioluokka vaihtuu. Tällä voi olla käyttäytymisvaikutuksia, mikäli kompensatio perustuisi nykyiseen tuloon. Käyttäytymisvaikutukset eivät ole ongelma, jos kompensation perustana käytetään tuloja ajalta ennen mallin käyttöönottoa. Portaita voi myös tasoittaa progression huolellisemmalla suunnittelulla – kuvan yksinkertaisen esimerkin tavoitteena on havainnollistaa eroa progressiivisen palautuksen ja tasapalautuksen välillä, ei esittää optimaalista tapaa rakentaa progressio.

#### Horisontaalinen tasa-arvo

69. Käyrät edellä (Kuva 11) esittävät keskiarvoja ryhmälle, jolla on samat tulot 1000 euron tarkkuudella. Ne siis kätkevät taakseen tulotasokohtaista hajontaa eli horisontaalista epätasa-arvoa. Seuraavaksi pohditaan, miten tätä hajontaa olisi mahdollista vähentää. Tämä tapahtuu antamalla kompensation riippua eri havaittavista tekijöistä ja tarkastelemalla, miten verotaakan jakauma muuttuu. Harjoitelman lähtökohdaksi on edelleen, että kompensation ei tulisi riippua ajosuoritteesta suoraan, jottei veron ohjausvaikutus poistuisi.
70. Yksinkertaisuuden vuoksi kompensatio suoritetaan niin, että kullekin ryhmälle palautetaan sen maksaman veron keskiarvo. Tämä tarkoittaa sitä, että ryhmien välille ei synny tulonsiirtoa. Ryhmällä tarkoitetaan tässä esimerkiksi asuinalueen määrittämää ryhmää.
71. Palautus tehdään koko tulojakaumalle, mikä tarkoittaa sitä, että koko verokertymä palautetaan. Keskiarvo myös lasketaan seuraavissa kuvaajissa koko tulojakauman perusteella. Tämä on tärkeää huomioida, koska keskiarvot eivät ole riippumattomia siitä, minkä joukon perusteella ennuste tehdään. Jos esimerkiksi keskiarvot lasketaan asuinalueityypeittäin, saavat ne eri arvon riippuen siitä, lasketaanko ne koko tulojakauman vai esimerkiksi vain alimman tuloneljännksen perusteella.
72. Jos siis haluttaisiin esimerkiksi kompensoida vain pienituloisia heidän maksamansa veron pohjalta, näyttäisivät tämän osion kuviot jokseenkin erilaisilta. Horisontaalinen tasa-arvo on siis väistämättä kytköksissä vertikaaliseen tasa-arvoon ja budjettiin.
73. Vaikka tämän osion kuvien taustalla on koko populaatio, on kuitenkin selvää, että havaittavat erot tulo-osuusjakaumissa syntyvät suurimmaksi osaksi tulojakauman alapäässä. Tämä johtuu siitä, että kompensatio muuttaa suurituloisten tulo-osuutta huomattavasti vähemmän kuin pienituloisten (Kuva 11 edellä).
74. Esimerkkitarkastelussa lähtökohdaksi otetaan yksinkertaisin mahdollinen palautus, eli koko verokertymän palauttaminen tasajaolla. Kuva 12 esittää hiilidioksidiveron tulo-osuuksien jakauman aluetyypeittäin, kun kaikille asutokunnille palautetaan kaikkien asutokuntien keskiarvo, verrattuna tilanteeseen, jossa palautusta ei tehdä ollenkaan.
- Kuvasta nähdään, että ilman palautusta polttoaineen hiilidioksidiveron osuus tuloista vuonna 2016 oli 99 prosentille autollisista asutokunnista vähemmän kuin kolme prosenttia, ja yli 75 prosentille vähemmän kuin prosentti (kaikki alueet, vasen kuva).
  - Jokainen esitetty jakauman luku nousee asutuksen harventuessa, ja harvaan asutulla maaseudulla etenkin jakauman yläpää on selvästi muita alueita korkeammalla. Mediaani oli kuitenkin jokaisella alueella lähempänä puolta prosenttia kuin prosenttia.
  - Tasapalautuksen jälkeen 99 prosentille asutokunnista tulo-osuus on vähemmän kuin hieman yli 1,5 prosenttia. Prosentti asutokunnista saa nettopalautusta lähes kaksi prosenttia tuloistaan, kun taas keskiarvo ja mediaani putoavat hieman nollan alapuolelle.

- d. Mediaani putoaa lähelle nollaa tai sen alapuolelle kaikilla alueilla, mutta jakaumissa on yhä selkeitä eroja. Sisempi kaupunkialue hyötyy tasapalautuksesta keskiarvoilla mitattuna eniten.

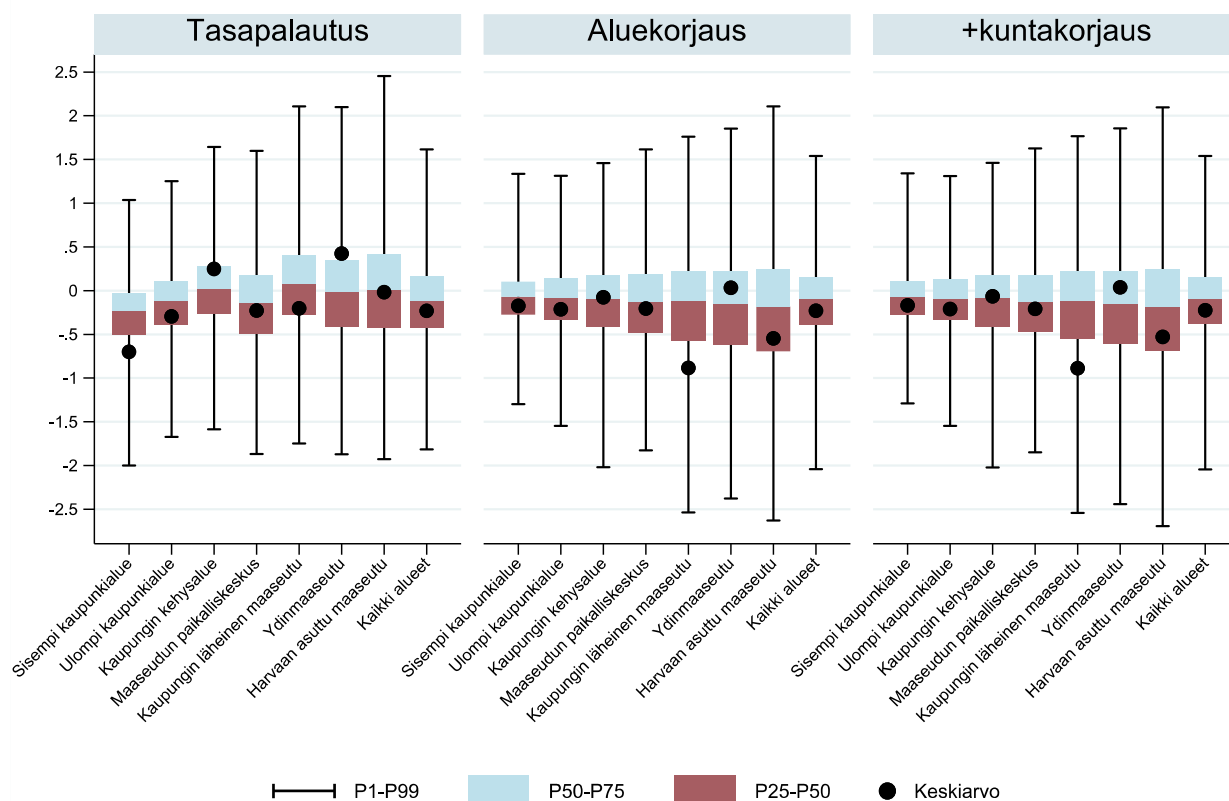


Kuva 12

75. Seuraavaksi tarkastellaan, miten jakauma muuttuu, kun keskiarvon annetaan vaihdella asuinalueen mukaan. Tämä tarkoittaa, että kullekin aluetyypille palautetaan tämän aluetyypin asukkailta kerätyt verot, eli alueiden väliset tulonsiirrot poistuvat. Kuva 13 esittää vertailun vuoksi vasemmalla puolella tilanteen tasapalautuksen jälkeen (sama kuin kuva 12, oikea puoli). Keskellä näkyy tilanne kompensaaion jälkeen, jos keskiarvon annetaan vaihdella maaseutu-kaupunkiluokituksen mukaan. Oikealla puolestaan keskiarvon annetaan vaihdella vielä maaseutu-kaupunkiluokituksen lisäksi asuinkunnan mukaan. Käytännössä siis esim. Helsingin ja Tampereen keskustat erotellaan nyt toisistaan, ja lähiö Jyväskylässä saa eri keskiarvon kuin lähiö Vaasassa.

- Kun kompensoidaan kunkin aluetyypin keskiarvo, mediaanit tasautuvat melkein täydellisesti hieman nollan alapuolelle. Kullakin alueella siis yli puolet asutokunnista saavat verosta nettona palautusta.
- Alueiden sisäinen hajonta kasvaa kaupungista maaseudulle siirryttäessä: harvaan asutulla maaseudulla on selvästi suurempi osuus sekä suuremman osuuden tuloistaan verona maksavia, että suuremman osuuden nettopalautusta saavia asutokuntia kuin sisemällä kaupunkialueella, jossa 98 prosenttia asutokunnista mahtuu alle kolmen prosenttiyksikön sisään.

## Polttoaineen hiilidioksidiveron osuus tuloista (%)

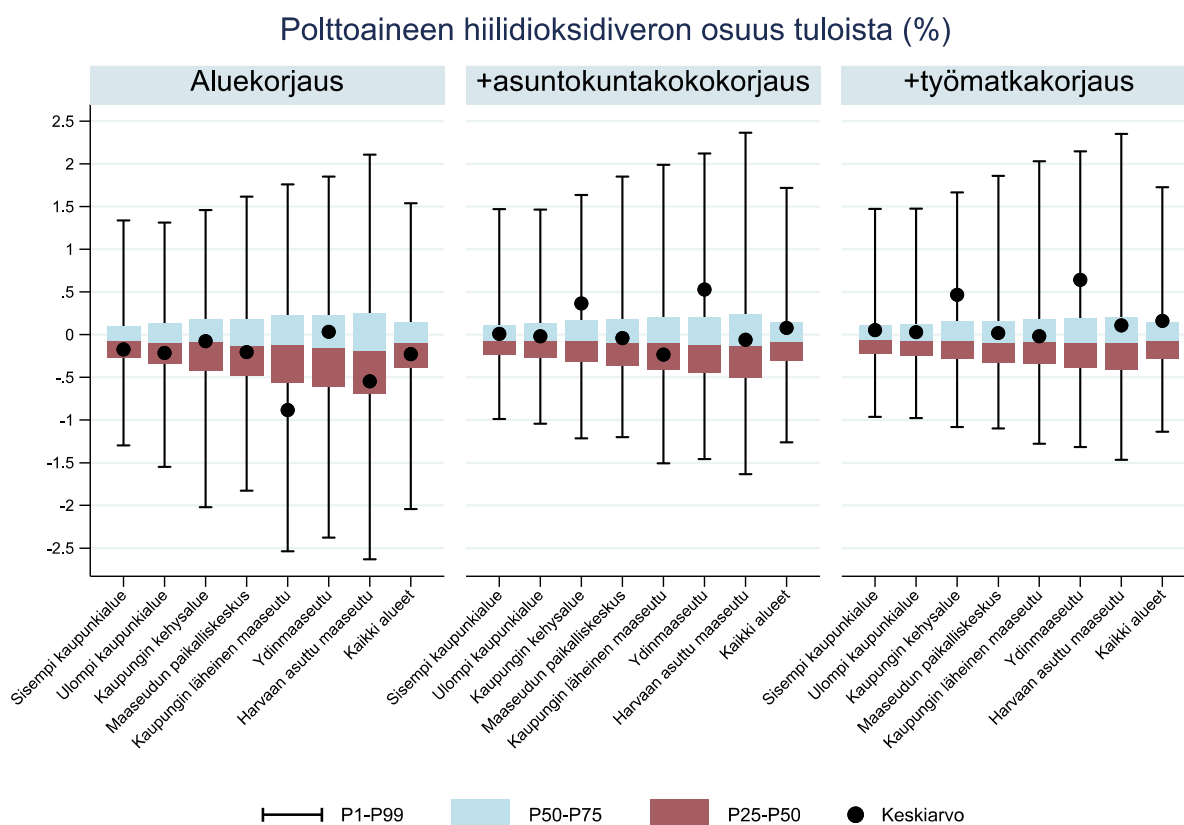


Kuva 13

76. Alueellisesti eroavalla kompensatiolla on kaksijakoinen vaikutus horisontaaliseen tasa-arvoon:
- Alueiden välinen epätasa-arvo pienenee keskimäärin, kun alueet, joilla maksetaan keskimäärin enemmän veroa saavat enemmän kompensatiota.
  - Samalla tulotasolla saman verran veroa maksaneet asutokunnat erilaisilla asuinalueilla saavat nyt eri määrän kompensatiota, eli horisontaalisen epätasa-arvon voidaan katsoa lisääntyvän näiden asutokuntien välillä. On jälleen arvokysymys, nähdäänkö tämä vaikutus ylipäätään ongelmana, ja jos nähdään, niin miten paljon sitä siedetään.
77. Kun keskiarvon annetaan vaihdella aluetyypin lisäksi kuntatasolla, muuttuu jakauma vain hyvin vähän. Samalla maaseutu-kaupunkiluokituksen erittely kuntatasolla johtaa kuitenkin siihen, että joillain yhdistelmillä havaintomäärät laskevat varsin pieniksi. Havaintomäärien pienentyessä kasvaa todennäköisyys, että havaitaan äärimmäisiä arvoja täysin sattumalta.
- Jos kahdessa kunnassa asuu harvaan asutulla maaseudulla kymmenen asutokuntaa kummassakin, on paljon todennäköisempää, että yhden kunnan asukkaat vain sattuvat pitämään ajamisesta keskimäärin huomattavasti toisen kunnan asukkaista enemmän, kuin jos molemmissa kunnissa harvaan asutulla maaseudulla olisi asunut sata asutokuntaa.
  - Tällöin kunnassa, jossa sattuu asumaan ajamisesta enemmän pitäviä henkilöitä, saadaan enemmän kompensatiota kuin kunnassa, jossa sattuu asumaan ajamisesta vähemmän pitäviä henkilöitä, vaikka ympäristötekijät olisivat hyvin samanlaisia.
  - Toisaalta voi olla, että yhden kunnan harvaan asutulla maaseudulla ajetaan huomattavasti toista kuntaa enemmän esimerkiksi siksi, että yhdessä kunnassa on tarjolla liikkuvia palveluja (esim. kauppa-auto) kun taas toisessa ei.

78. Asuinalueen lisäksi moni muukin tekijä voi aiheuttaa horisontaalista epätasa-arvoa. Kuva 15 esittää vertailun vuoksi aluekorjauksen (Kuva 14, keskellä), jossa kompensatio vaihtelee asuinaluetyypin mukaan, ja tilanteen, jossa kompensation annetaan vaihdella lisäksi asutokunnan koon mukaan niin, että esimerkiksi sisemmällä kaupunkialueella asuville kolmehenkisille asutokunnille lasketaan oma keskiarvonsa, ja harvaan asutulla maaseudulla asuville yksihenkisille asutokunnille omansa. Oikealla on esitetty vielä tilanne, jossa edellisten lisäksi keskiarvon annetaan vaihdella asutokunnan yhteenlasketun työmatkan pituuden mukaan kymmenen kilometrin välein niin, että yli 100 km työmatkat yhdistetään yhdeksi ryhmäksi.

- Kun keskiarvon annetaan vaihdella aluetyypin lisäksi asutokunnan koon mukaan, pienenee alueiden sisäinen hajonta selvästi. Samalla kuitenkin jakauman ylin pää nousee kaikilla alueilla pelkkään aluekorjaukseen verrattuna.
- Työmatkakorjaus tiivistää jakaumia vielä hieman lisää, mutta muutos on pieni verrattuna edelliseen. Tämä johtunee osittain siitä, että asutokunnan koolla on vahva yhteys yhteenlaskettuun työmatkaan silloin, kun suuremmassa asutokunnassa on useampi työssäkäyvä jäsen. Yhteenlaskettu työmatka lisää siis verrattain vähän tietoa, kun asutokunnan koko on jo huomioitu.



Kuva 14

79. Yhteenvetona voidaan sanoa, että horisontaalista epätasa-arvoa – niin alueiden välillä kuin niiden sisällä – on mahdollista tasata antamalla kompensation vaihdella havaittavien muuttujien mukaan. Jo pelkästään ottamalla huomioon aluetyyppien väliset erot keskimääräisessä verossa päästään tilanteeseen, jossa verotaakan mediaani on kaikilla alueilla lähes sama. Kaikesta alueiden sisäisestä hajonnasta ja alueiden välisistä eroista hajonnassa ei kuitenkaan voida – eikä välttämättä halutakaan – päästä eroon.

80. Lopuksi on huomioitava, että koska käytössä oleva data sisältää vain yhden vuoden poikkileikkauksen, on tässä osiossa kompensatio kohdistettu saman vuoden tietojen perusteella, kuin miltä vero on kerätty. Tämä palautus olisi mahdollista tehdä takautuvasti, mutta jos esimerkiksi vuonna 2021 käyttöön otetulla kompensatiomallilla kompensoitaisiin vuoden 2022 veroa vuoden 2022 asuinpaikan, asuntokunnan koon tai työmatkan perusteella, voisi tämä osin kumota hintaohjauksen kannustimia.

#### Verotaakan taso

81. Tässä osiossa havainnollistetaan tilannetta, jossa kompensatiolla pyritään siihen, että polttoaineen hiilidioksidivero muodostuu mahdollisimman harvalle asuntokunnalle liian suureksi osuudeksi sen tuloista.

82. On selvää, ettei ”liian suurelle” ole olemassa mitään objektiivista määritelmää. Tässä osiossa lähdetään liikkeelle siitä, että polttoaineen hiilidioksidiveron aiheuttama taakka on kasvanut ”liian suureksi”, kun se ylittää prosentin asuntokunnan tuloista. On tärkeää pitää jatkuvasti mielessä, että tämä rajanveto on täysin mielivaltaisen, ja se tehdään vain siksi, että tämän tyyppisen tavoitteen haasteita voidaan havainnollistaa helposti ymmärrettävällä tavalla. Prosentin raja ei ole millään muotoa ehdotus todelliseksi tavoitteeksi, vaan todellinen tavoite tulee määritellä poliittisessa prosessissa.

#### Täydellinen tieto ja kompensointi historiallisten päästöjen perusteella

83. Jos kutakin asuntokuntaa kompensoitaisiin suoraan sen maksaman hiilidioksidiveron perusteella, voitaisiin aina päästä tilanteeseen, jossa yhdenkään asuntokunnan verotaakka ei ylittäisi asetettua rajaa. Tällöin kullekin asuntokunnalle voitaisiin kompensoida tasan se osuus verosta, joka ylittää asetetun rajan. Mitä matalammaksi raja asetettaisiin, sitä suurempi osuus verosta kompensointiin tarvittaisiin, mutta tarpeeksi suurella osuudella tavoite saavutettaisiin aina. Kompensatiota ei kuitenkaan ole järkevää rakentaa näin, koska se kumoaisi silloin suurelta osin hintaohjauksen kannustinvaikutuksen. Vaikka tämä ”täydellisen tiedon” tilanne ei ole toteutettavissa, antaa se hyvän vertailukohdan, kun tarkastellaan muita vaihtoehtoja.

a. Vuonna 2016 täydellisillä tiedoilla 9,8% yksityisautoilusta kerätystä hiilidioksidiverokertymästä olisi riittänyt kompensatioon, jonka jälkeen yhdenkään asuntokunnan verotaakka ei olisi ylittänyt prosenttia sen tuloista. Tämä selviää yksinkertaisesti laskemalla, kuinka monta euroa kullekin asuntokunnalle pitäisi antaa, jotta sen nettovero ei ylittäisi prosenttia sen tuloista, summaamalla nämä määrät yhteen ja vertaamalla saatua summaa maksettujen verojen summaan.

b. Jos tavoitetta olisi kiristetty puoleen prosenttiin, olisi puolestaan tarvittu 31% verokertymästä (huom. jälleen yksityisautoilusta kerätystä – tämä luku ei sisällä koko hiilidioksidiverokertymää!). Jos tavoitetta olisi höllennetty puoleentoista prosenttiin, tarvittava osuus verokertymästä olisi pudonnut 4,2 prosenttiin.

c. Jos vero olisi vuonna 2016 ollut nykyisellä tasolla, mutta ajokäyttäytyminen ei olisi muuttunut, olisi prosentin tavoitteen saavuttamiseen tarvittu 17% verokertymästä. Jos vero puolestaan olisi ollut kolme kertaa nykyisen verotason suuruinen, tarvittava osuus kertymästä kasvaisi 58 prosenttiin. Näiden laskelmien taustalla on epärealistinen oletus, että ajokäyttäytyminen ei olisi muuttunut. Jos päästöt olisivat laskeneet, sekä verokertymä että kompensatiosumma olisivat pienempiä. On kuitenkin mahdotonta sanoa missä suhteessa nämä kaksi summaa olisivat laskeneet, ja mihin tarvittava osuus kertymästä sitä myötä olisi asettunut, tekemättä vahvoja oletuksia käyttäytymisen muutoksesta eri tulotasoilla.

84. Koska täydellistä tietoa ei voida käyttää, jää vaihtoehdoksi ennustaa tarvittavaa kompensatiota sellaisilla tekijöillä, joiden käyttäminen kompensatión perusteena ei kumoa hintaohjauksen

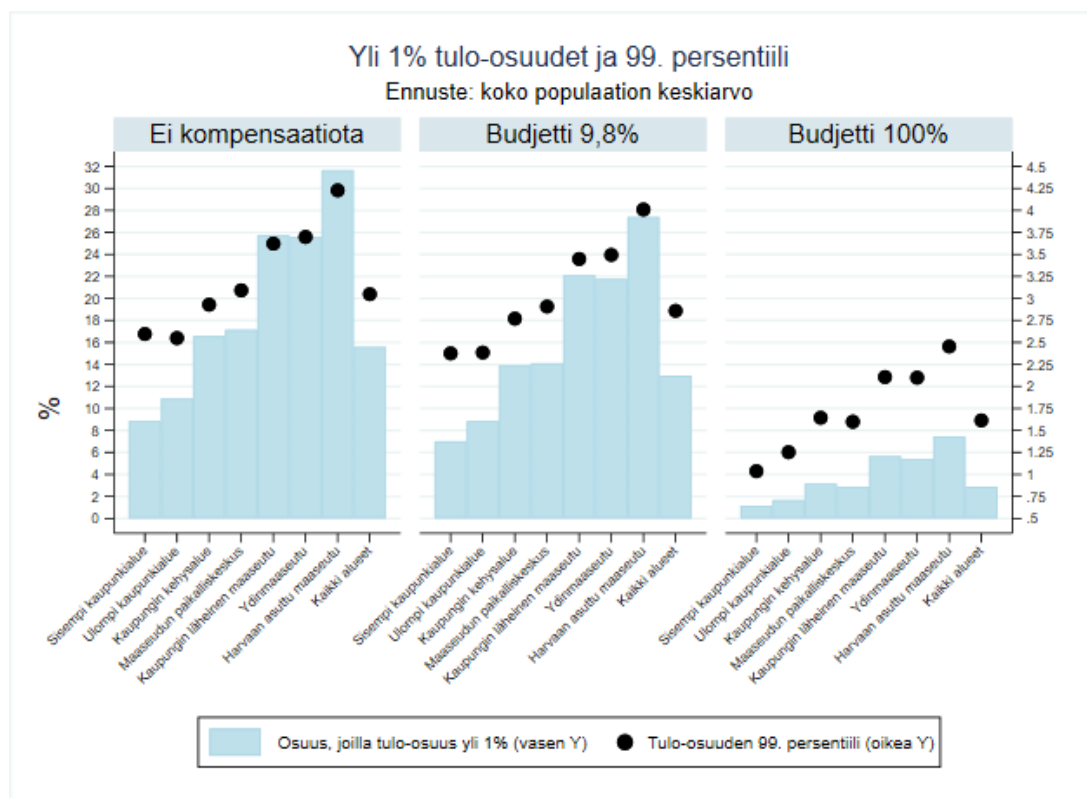
kannustinvaikutusta. Ennusteen tarkkuus määrittelee sen, kuinka lähelle täydellisen tiedon tilannetta voidaan päästä.

85. Kunkin asuntokunnan päästöjä voidaan todennäköisesti ennustaa tarkimmin hyödyntämällä sen historiallisia päästöjä. Kompensaatio voidaan suorittaa historiallisten päästöjen pohjalta kumoamatta hintaohjauksen kannustinvaikutusta, koska asuntokunnat eivät pysty käyttäytymisellään vaikuttamaan menneisiin päästöihinsä.
86. Kompensaation kohdistumisen tarkkuus tässä tapauksessa riippuu siitä, kuinka hyvin menneet päästöt ennustavat tulevia päästöjä. Koska nyt käytetty data sisältää vain yhden vuoden poikkileikkauksen, ei tätä kysymystä pystytä tarkastelemaan empiirisesti tämän raportin puitteissa. Suomalaisella datalla tämän kysymyksen tarkastelu on kuitenkin mahdollista, ja aikomuksenamme on palata siihen tulevaisuudessa.

#### *Kompensointi havaittavien muuttujien perusteella*

87. Mikäli kompensaatiota ei syystä tai toisesta haluta – tai voida – toteuttaa menneiden päästöjen perusteella, voidaan ennuste tehdä myös muiden muuttujien perusteella. Tässä osiossa vertaillaan muutamaa potentiaalista ennustavaa muuttujaa seuraavalla tavalla:
  - a. Jokaiselle asuntokunnalle lasketaan tavoitekompensaatio, eli se euromääräinen summa, joka asuntokunnalle pitäisi maksaa, jotta sen nettovero ei ylittäisi prosenttia sen tuloista. Jos asuntokunnan maksaman hiilidioksidiveron tulo-osuus on jo ennen kompensaatiota alle prosentin, tavoitekompensaatio on 0 euroa.
  - b. Tavoitekompensaatiota pyritään ennustamaan tarkastelussa olevalla muuttujalla (tai muuttujajoukolla).
  - c. Jokainen ennustettu kompensaatio kerrotaan samalla kertoimella niin, että niiden summa asettuu 9,8 prosenttiin verokertymästä, eli samaan summaan, joka täydellisen tiedon tilanteessa riittäisi siihen, että yhdenkään asuntokunnan nettovero ei ylittäisi prosenttia sen tuloista. Näin voidaan siis verrata suoraan, miten lähelle tätä päästäisiin samalla budjetilla, jos jouduttaisiin tyytymään tarkastelussa olevien muuttujien sisältämään tietoon.
  - d. Lopuksi jokaista ennustettua kompensaatiota korotetaan vielä samalla kertoimella niin paljon, että niiden summa asettuu yhtä suureksi, kuin koko verokertymä. Näin nähdään, kuinka moni asuntokunta jää kyseisillä muuttujilla ennustettaessa prosentin rajan yläpuolelle, vaikka kompensaatioon käytettäisiin koko verokertymä.
88. Ennen kuin ennustamiseen otetaan mukaan yhtään muuttujaa, lähdetään jälleen liikkeelle yksinkertaisimmasta mahdollisesta mallista, eli tasapalautuksesta. Kuva Kuvan 15 keskellä on esitetty aluetyypeittäin, kuinka suuri osa asuntokunnista jäisi prosentin rajan yläpuolelle, jos 9,8% verokertymästä jaettaisiin tasan kaikille asuntokunnille. Vasemmalla on vertailun vuoksi tilanne ennen kompensaatiota, ja oikealla puolella tilanne, kun kompensaatioon käytetään koko budjetti. Kuvaan on lisätty myös piste, joka kertoo sen tulo-osuuden, jonka alla 99% kunkin alueen asuntokunnista kussakin tilanteessa on (tulo-osuudet luetaan oikealta pysty akselilta). Tämä antaa vihiä siitä, miten tulo-osuudet muuttuvat niillä asuntokunnilla, jotka jäävät prosentin rajan yläpuolelle.
  - a. Ennen kompensaatiota vajaa 16% asuntokunnista on prosentin rajan yläpuolella. Tulo-osuus on 99 prosentille asuntokunnista pienempi kuin hieman yli kolme prosenttia. Alueiden välillä on suuria eroja molemmissa.
  - b. Kun 9,8 prosenttia kertymästä palautetaan, prosenttirajan ylittävien asuntokuntien osuus tippuu noin 13 prosenttiin ja 99. persenttiin tulo-osuus vajaa kolmeen prosenttiin. Käyttämällä koko budjetti, päästään prosenttirajan ylittävien osuudessa noin kolmeen

prosenttiin, ja 99. persentiiliin tulo-osuus tippuu reiluun puoleentoista prosenttiin. Alueiden väliset erot pysyvät tasapalautuksessa suurina.



Kuva 15

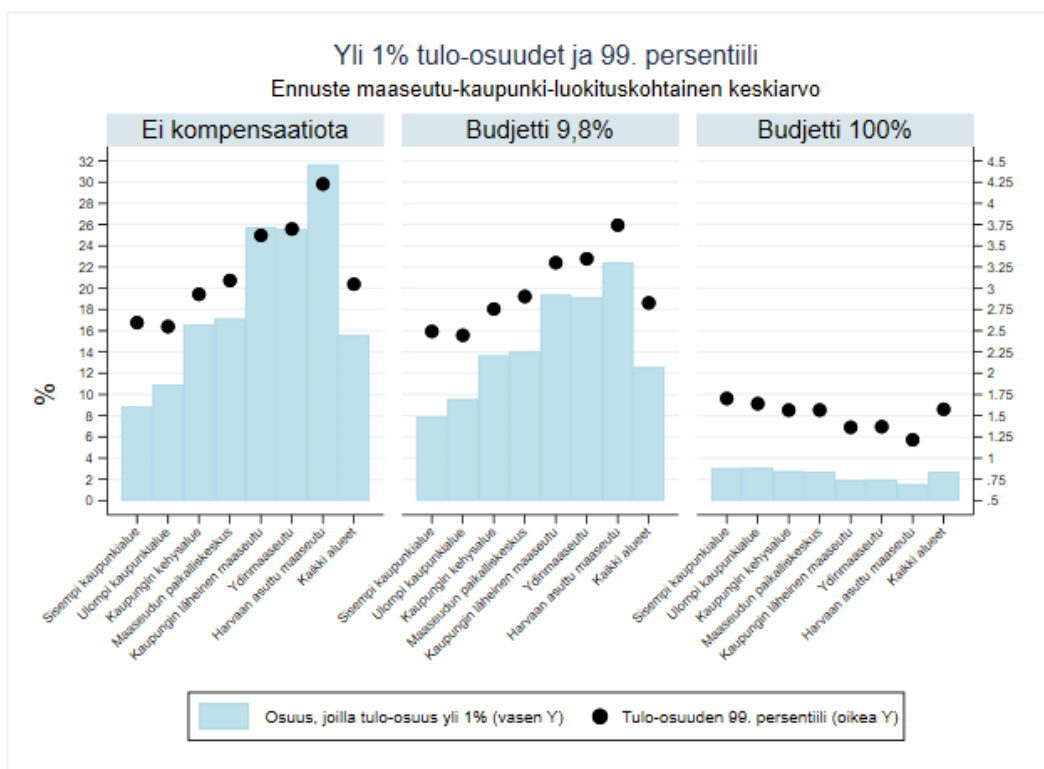
89. Seuraavaksi tehdään ennuste maaseutu-kaupunkiluokituksen perusteella. Käytännössä siis jokaiselle asuinalueelle lasketaan, kuinka monella eurolla prosentin raja alueella keskimäärin ylittyy, ja tätä ennustetta skaalataan, kunnes budjetti asettuu halutulle tasolle. Tulokset on esitetty kuvassa 16.

- a. Tasapalautukseen verrattuna sekä prosenttirajan ylittävien asuntokuntien osuus, että 99. persentiiliin tulo-osuus putoavat, mutta vain hyvin vähän. Alueiden väliset erot sen sijaan tasoittuvat selvästi enemmän, etenkin kun budjettia kasvatetaan.
- b. Ennustetta koitettiin tarkentaa myös tarkentamalla maaseutu-kaupunkiluokitusta kuntatiedolla, mutta erot pelkän maaseutu-kaupunkiluokituksen pohjalta tehtyyn ennusteeseen olivat todella pieniä.

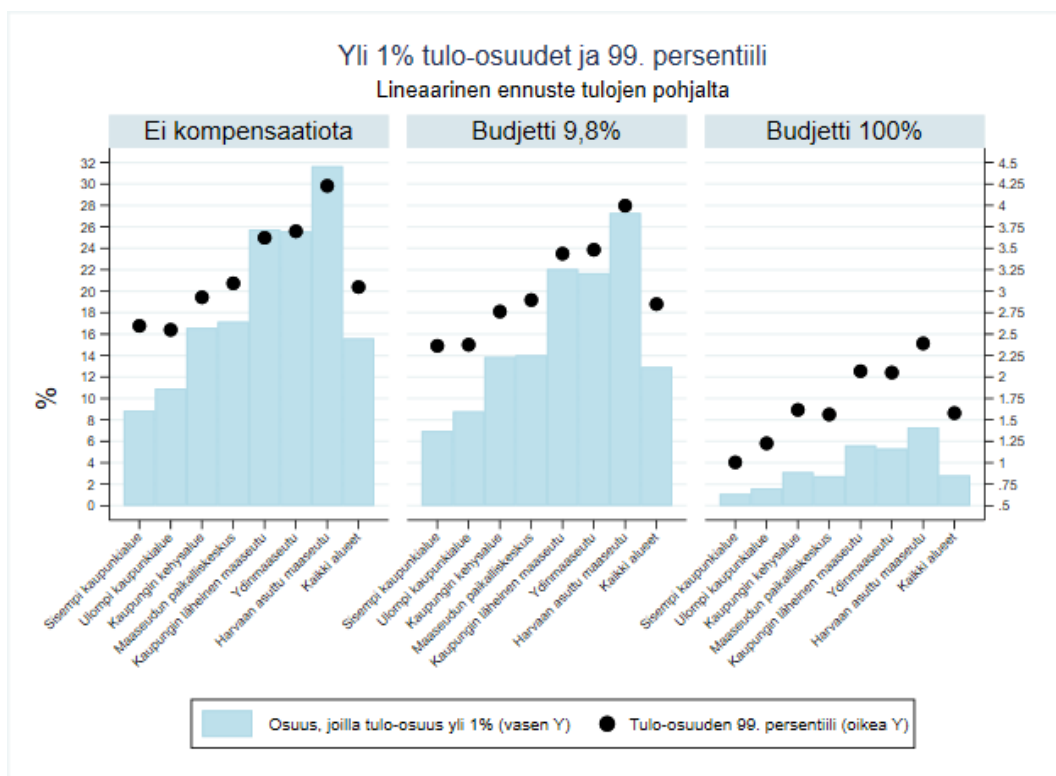
90. Ennuste voidaan tehdä myös tulojen pohjalta. Kuten aiemmin tässä raportissa on todettu, tulojen ja päästöjen välillä on vahva positiivinen korrelaatio. Jos siis ennustettaisiin suoraan maksettua veroa, tulojen voisi odottaa saavan suuren positiivisen kertoimen. Nyt kuitenkin ennustetaan vain sitä osaa verosta, joka ylittää prosentin rajan, ja prosentin raja ylittyy hyvin harvalla suurituloisella. Tulojen vaikutus ennustettavaan muuttujaan on siis kaksisuuntainen, joten ei ole yllätys, että kuvassa 17 esitetyt tulokset lineaariseen regressioon pohjautuvalla ennusteella eivät ole kummoisia – kuvio on lähes identtinen tasapalautustilanteen kanssa.

- a. Tuloja voitaisiin hyödyntää tällaisessa harjoitteessa myös muilla tavoin – esimerkiksi rajaamalla joukkoa, jolle kompensatiota maksetaan. Tämä tarkoittaisi sitä, että prosentin rajan ylittäminen hyväksyttäisiin suurempituloisille, mikä voisi olla perusteltua, jos esimerkiksi katsotaan, että suurituloisten on helpompi muuttaa käyttäytymistään.

- b. Tällaista rajattua tavoitetta voitaisiin luonnollisesti myös tavoitella pienemmällä budjetilla. Rajaus toisi kuitenkin tarkasteluun yhden ulottuvuuden ja mielivaltaisen rajanvedon lisää, joten yksinkertaisuuden vuoksi sitä ei tässä yhteydessä tehdä.



Kuva 16

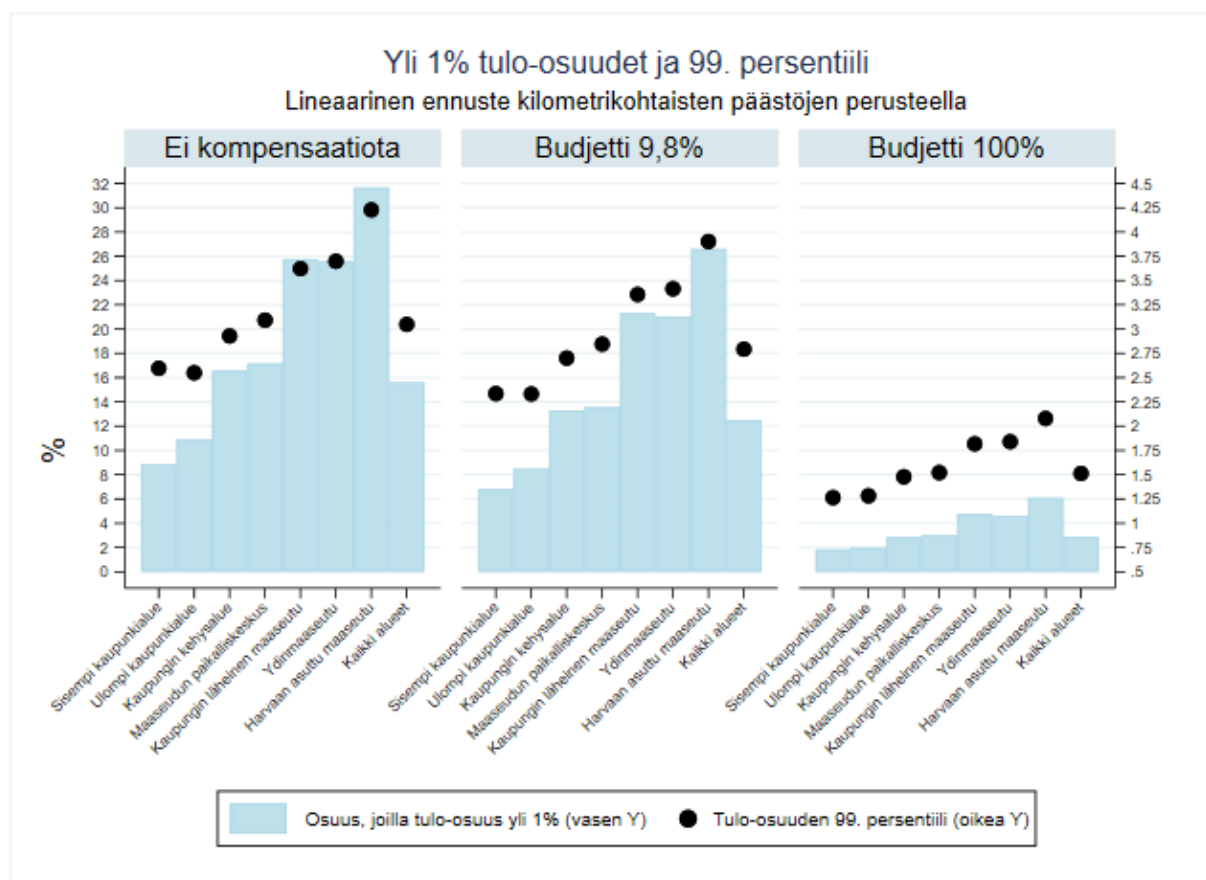


Kuva 17



91. Asuntokunnan ominaisuuksien lisäksi ennusteessa voidaan hyödyntää myös asuntokunnan omistamien ajoneuvojen ominaisuuksia. Kuvassa 18 on tehty lineaariseen regressioon pohjautuva ennuste auton kilometrikohtaisten päästöjen perusteella. Jos asuntokunta omistaa useamman auton, on käytetty näiden painottamatonta keskiarvoa.

- 9,8 prosentin budjetilla sekä prosenttirajan ylittävien asuntokuntien osuus että 99. persentiiliin tulo-osuus putoavat hieman enemmän kuin maaseutu-kaupunkiluokitukseen pohjautuvalla ennusteella, mutta toisaalta ero on hyvin pieni, ja alueiden väliset erot jäävät huomattavasti suuremmiksi.
- Jos palautetaan koko verokertymä, kokonaisluvussa ei ole juuri eroa maaseutu-kaupunkiluokitusennusteeseen (prosenttirajan ylittävien osuus on itseasiassa kilometripäästöperusteisella ennusteella hieman suurempi, kun taas 99. persentiiliin tulo-osuus hieman pienempi), mutta alueiden väliset erot ovat kilometripäästöperusteisella ennusteella huomattavasti suurempia.



Kuva 18

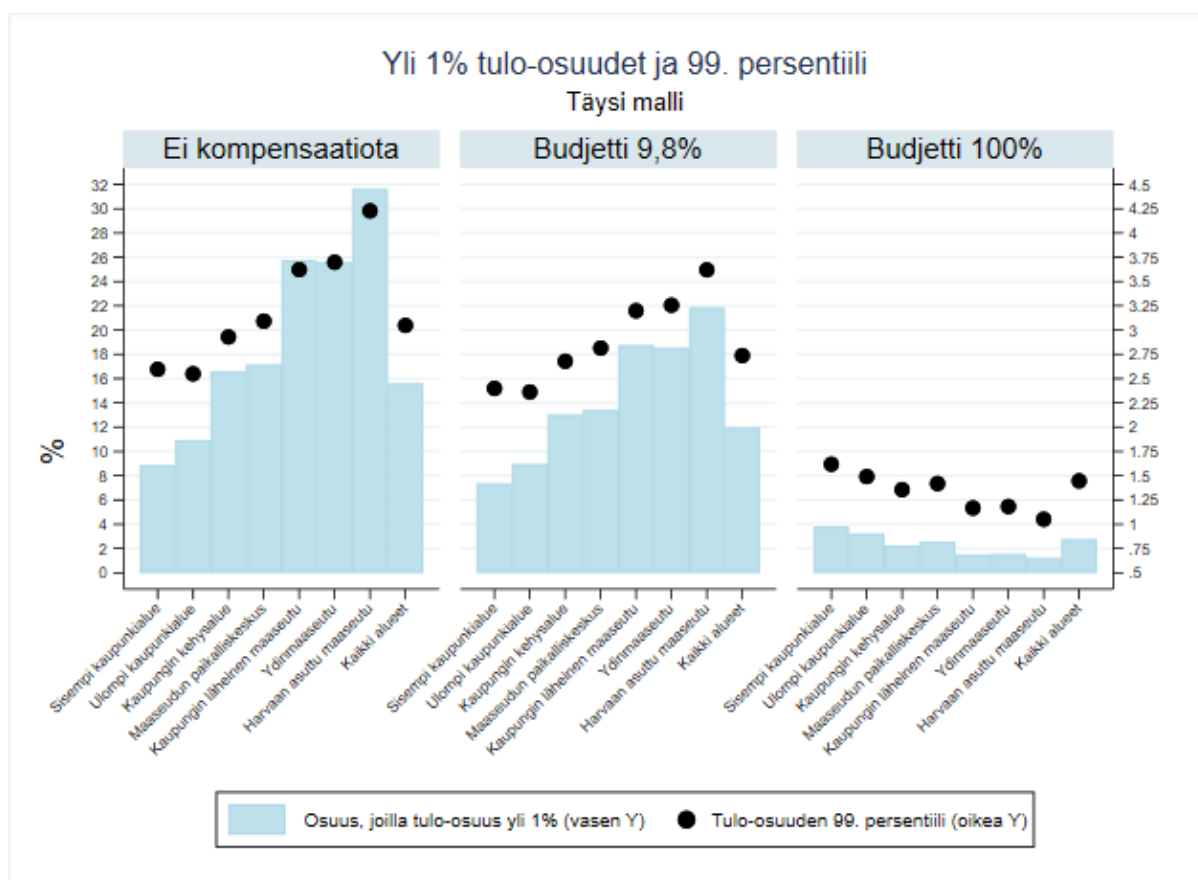
92. Kokeilimme myös asuntokunnan yhteenlasketun työmatkan pituuden ja asuntokunnan koon pohjalta tehtyjä ennusteita. Niiden tulokset eivät juuri eroa tuloihin pohjautuvasta ennusteesta, mikä ei ole yllättävää, sillä näiden muuttujien välillä on vahva yhteys: jos asuntokuntaan lisätään työssäkäyviä ihmisiä, kasvavat sen yhteenlasketut tulot ja työmatka samalla.

93. Tähän asti muuttujia on käsitelty yksi kerrallaan. Muuttujia voidaan kuitenkin käyttää ennustamiseen myös yhdessä. Tässä osiossa tarkastellaan vielä lopuksi ”täyttää mallia”, jossa ovat mukana kaikki tässä osiossa käsitellyt muuttujat. Ennusteen taustalla on lineaarinen regressio, jossa veroa selitetään seuraavilla muuttujilla:

- Kuntatasolla eritelty maaseutu-kaupunkiluokitus kategorisena muuttujana
- Asuntokunnan käytettävissä olevat rahatulot jatkuvana muuttujana
- Asuntokunnan koko kategorisena muuttujana
- Asuntokunnan yhteenlaskettu työmatka jatkuvana muuttujana
- Asuntokunnan omistaman auton kilometrikohtaiset hiilidioksidipäästöt jatkuvana muuttujana. Jos asuntokunta omistaa useamman auton, on käytetty näiden painottamatonta keskiarvoa.

94. Täyden mallin tulokset on esitetty kuvassa 19.

- 9,8% prosentoin budjetilla malli pudottaa prosenttirajan ylittävien asuntokuntien osuuden 12 prosenttiin, mikä on suurempi pudotus kuin millään muuttujalla yksinään. Ero on silti vain noin prosenttiyksikön tasapalautukseen verrattuna.
- Täydellä budjetilla prosenttirajan ylittävien asuntokuntien osuus kuitenkin pysyy kahden ja kolmen prosentin välissä, eli hyvin lähellä sitä, mihin päästiin jo tasapalautuksella. 99. persentiiliin tulo-osuus saadaan täydellä mallilla pudotettua 1.5 prosentin alle, mihin yksittäisillä muuttujilla ei pystytty, mutta ero tasapalautukseen on jälleen melko pieni.
- On tärkeää pitää mielessä, että vaikka mallin selitysvoima voi vain kasvaa, kun siihen lisätään muuttujia, kasvaa samalla myös ns. overfitting-ongelma, eli malli selittää tuloksia hyvin sille joukolle, jonka pohjalta se on luotu, mutta pärjää yksinkertaista mallia huonommin yritettäessä ennustaa tuloksia jollekin muulle joukolle. Tämä voi muodostua ongelmaksi esimerkiksi silloin, kun tulevaisuutta yritetään ennustaa historiallisten tietojen pohjalta.



Kuva 19

95. Yhteenvedona tämän osion viesti on, että käytettyjen muuttujien hyödyllisyys tavoiteltaessa tietyn "kipurajan" ylittymistä mahdollisimman harvan asutokunnan kohdalla on jokseenkin vaatimaton. Ennustavien muuttujien lisääminen pudottaa rajan yläpuolelle jäävien asutokuntien osuutta tasapalautukseen verrattuna hyvin vähän. Myös pudotukset tulo-osuusjakauman 99. persenttilissä ovat maltillisia. Malliin sisällytettävillä muuttujilla on kuitenkin merkittävä vaikutus siihen, miten prosenttirajan yläpuolelle jäävät asutokunnat jakautuvat eri aluetyyppien kesken.
- a. Tässä osiossa käytetyt mallit ovat hyvin yksinkertaisia, ja hienostuneemmilla malleilla tulosta saatettaisiin pystyä jonkun verran parantamaan. Mallien hiomisella ei kuitenkaan voi saavuttaa mitään marginaalista parannusta merkittävämpää, jos mallin käyttämillä muuttujilla ei ole tarpeeksi selitysvoimaa.
  - b. Lisäksi on otettava huomioon, että tässä osiossa tuloksia ennustettiin samalle joukolle, eli samoille asutokunnille ja samalle vuodelle, jonka pohjalta ennustavat mallit oli luotu. Jos näin toimittaisiin todellisuudessa, voisi jollain ennustamisessa käytetyistä muuttujista olla käyttäytymisvaikutuksia. Käyttäytymisvaikutuksista päästään eroon hyödyntämällä dataa ajalta ennen kompensatiomallin käyttöönottoa, mikä puolestaan väistämättä laskee ennustustarkkuutta jonkin verran. Jotta voidaan arvioida, kuinka paljon ennustustarkkuus laskee, tarvitaan dataa useammalta vuodelta.
96. Huomattava parannus todennäköisesti saavutettaisiin hyödyntämällä ennustamisessa asutokuntien päästöhistoriaa. Tätä ei voida kuitenkaan tämän raportin puitteissa empiirisesti testata.
97. Palauttamalla koko (yksityisautoilun) verokertymä, päästään tasapalautuksellakin melko lähelle tilannetta, jossa kenenkään verotaakka ei ylitä asetettua rajaa (prosentin raja ylittyy vajaalla kolmella prosentilla asutokunnista). Täytyy kuitenkin muistaa, että tämä tulos ei ole suoraan yleistettävissä muille verotasoille tai tavoiterajoille.
98. Lopuksi on vielä uudelleen painotettava, että prosentin raja on vain esimerkkinä käytetty mielivaltainen valinta, eikä sitä pidä tulkita ehdotukseksi todellisesta tavoitteesta. Todellinen tavoite on määriteltävä poliittisesti, minkä jälkeen vastaava harjoite voidaan tehdä todelliselle tavoitteelle.

## F. Johtopäätökset ja seuraavat askeleet

99. Suomi on sitoutunut puolittamaan liikenteen päästöt vuoteen 2030 mennessä. Edellisessä raportissamme tarkastelimme vaihtoehtoisten sääntelyinstrumenttien kustannustehokkuutta ja esitimme, että polttoaineen jakeluoikeuksiin perustuva järjestelmä olisi Suomen oloissa kustannustehokkain.
100. Jakeluoikeuksiin perustuva järjestelmä vastaa hiilidioksidiveroa sikäli, että se ohjaa kuluttajien käyttäytymistä polttoaineen hinnalla ja aiheuttaa heille verotaakan, sekä luo verotuloja, joita on mahdollista käyttää verotaakan kompensointiin. Tässä raportissa tarkastellaan polttoaineen hinnan kautta tapahtuvan ohjauksen tulonjakovaikutuksia periaatteellisesti sekä empiirisesti yksilötason aineistoa hyödyntäen. Empiirisessä tarkastelussa kuvataan polttoaineen kulutuksen nykytila, sekä esitetään olemassa olevaa hintaohjausta – eli hiilidioksidiveroa – hyödyntäen, kompensoitajärjestelmän mahdollisuuksia.
101. Kompensaatiolla voi olla tulonjaon suhteen erilaisia tavoitteita, joita kaikkia ei ole yhtä helppo saavuttaa:
  - a. Vaikka hiilidioksidivero edustaa pienituloisemmille autoilijoille suurempaa osuutta heidän tuloistaan, suurituloiset autoilijat maksavat selvästi suuremman osan verosta. Tämän takia veron keskimääräisestä regressiivisyydestä voidaan päästä eroon pienin kustannuksin suuntaamalla veronpalautus pienituloisille.
  - b. Jos halutaan, että verotaakka on yhtä suuri tyyppilliselle kuskille kaupungissa ja maaseudulla, päästään myös tähän helposti palauttamalla kullekin aluetypille sen asukkaiden maksama vero. Tämä tarkoittaa myös, että kompensoatio ei synnytä tulonsiirtoja alueiden välille.
  - c. Verotaakassa on kuitenkin paljon tulotasokohtaista hajontaa, joka ei selity asutuksen sijainnilla. Asutuksen koko, sen yhteenlaskettu työmatkan pituus ja sen käytössä olevien ajoneuvojen kilometrikohtaiset päästöt auttavat selittämään hajontaa vain hieman. Jos siis kompensoatio halutaan kohdistaa tehokkaasti niille asutuskunnille, joille vero aiheuttaa kaikkein suurimman taakan, on paras vaihtoehto todennäköisesti kompensoida asutuskuntia niiden menneiden päästöjen perusteella.
102. Tulonjakokysymykset ovat yhteiskunnallisesti tärkeitä arvokysymyksiä ja poliittisen päätöksenteon ytimessä. Seuraava vaihe mahdollisen kompensoatiomallin rakentamiseksi on poliittinen päätöksenteko kompensoatiomallin yksityiskohtaisista tavoitteista. Kun tavoitteet on asetettu, voimme auttaa kompensoatiomallin yksityiskohtien suunnittelussa.