

Sähköisen liikenteen päästövähennysten kustannustehokkuus

Heikki Liimatainen, Riku Viri

Sisältö

Tiivistelmä

1. Lähtötilanne

2. Skenaarioiden CO₂-päästökehitys

3. Liikennesuorite ja autokanta

4. Energiankulutus energiamuodoittain

5. Vaikutukset valtiontalouteen

6. Taloudelliset vaikutukset käyttäjäryhmille

7. Kustannustehokkuusvertailu

Liite 1: Skenaarioiden oletukset

Liite 2: Autoilijoiden kustannusten esimerkkilaskelmat

Tiivistelmä

Liikenteen merkittävät päästövähennykset ovat välttämättömiä taakanjakosektorin päästövähennysvelvoitteen täyttämiseksi Suomessa vuoteen 2030 mennessä ja Suomen hiilineutraalisuustavoitteen 2035 toteuttamiseksi.

Tämän selvityksen tarkoituksena on tarkastella liikenteen päästökehitystä, liikenteen kustannuksia, verokertymiä ja kustannustehokkuutta Suomessa vuosina 2025-2035 nykykehityksen mukaisessa skenaariossa, jossa päästötavoitteisiin 2030 ja 2035 ei päästä, ja neljässä skenaariossa, joissa tavoitteisiin ylletään.

Tavoitteisiin voidaan päästä kasvattamalla nopeasti uusiutuvien polttoaineiden jakeluvelvoitetta (Bio-skenaario) tai kasvattamalla nopeasti sähköautojen käyttöönottoa sekä henkilö- että kuorma-autoissa (Sähkö-skenaariot). Sähkö-skenaarioissa on tehty tarkastelut kehityksessä, jossa sähköistymisen myötä alenevat kilometrikustannukset kasvattavat henkilöautoilla ajettuja kilometrejä (Sähkö-skenaario), jossa kilometrit eivät kasva (Sähkö ilman km –skenaario) ja jossa sähköautojen hankintahinnat alenevat merkittävästi (Sähkö hinta-ale –skenaario)

Tarkastelussa on käytetty Liikenteen tutkimuskeskus Vernen kehittämiä HEETRA-skenaariomalleja, joita on aiemmin hyödynnetty mm. [Valtioneuvoston tutkimushankkeessa](#) ja [Suomen Ilmastopaneelin raportissa](#).

1. Lähtötilanne

Lähtötilanne

Lähtökohdaksi selvitys fossiilisen polttoaineen käytön vähentymisestä 2005=>2023

- ✓ Liikenteessä käytetyt keskeiset fossiiliset polttoaineet ja niiden käytön muutokset (benssiini, diesel,..)

Peruskysymys

- ✓ Kuinka paljon fossiilisen polttoaineen käyttöä on vähennetty ?
- ✓ Kuinka paljon fossiilisen polttoaineen käyttöä vielä vähennettävä vuoteen 2030, jotta puolittuminen toteutuu

Tarkentavat kysymykset

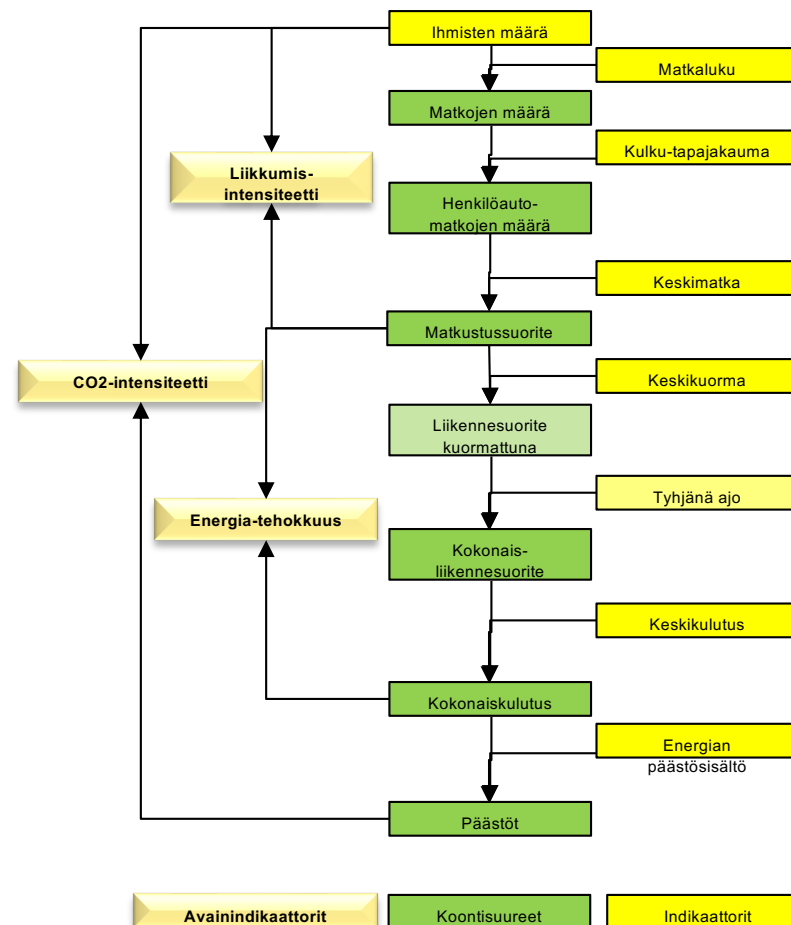
- ✓ Miten polttoaineen käytön vähentyminen on jakautunut eri ajoneuvoluokkiin ja käyttövoimiin
- ✓ Mikä on energiatehokkuuden osuus (ajoneuvoluokat / käyttövoimat)
- ✓ Päästöttömien energioiden kasvu (sähkö / päästöttömät polttoaineet)
- ✓ Ajoneuvosuorituksen muutosten vaikutus (+/-)?

Lähtötilanne

Liikenteen päästöt muodostuvat päätösten ketjussa

Kokonaiskuvan muodostaminen vaatii eri tilastolähteiden yhdistämistä, eikä lopputulos ole siten eksakti autotyypeittäin

- [Väestötilasto](#) / [Kansantalouden tilinpito](#)
- [Tietilasto](#) / [Tieliikenteen tavarankuljetustilasto](#)
- [Energian hankinta ja kulutus –tilasto](#)
- [Kasvihuonekaasupäästötilasto](#)



Lähtötilanne, tieliikenteen energiankulutus

Suomen tieliikenteen energiankulutus on vähentynyt 10 % vuodesta 2005 vuoteen 2023

46,6 TWh → 41,9 TWh

Fossiilisen polttoaineen käyttö on Suomen tieliikenteessä vähentynyt 27 % vuodesta 2005 vuoteen 2023

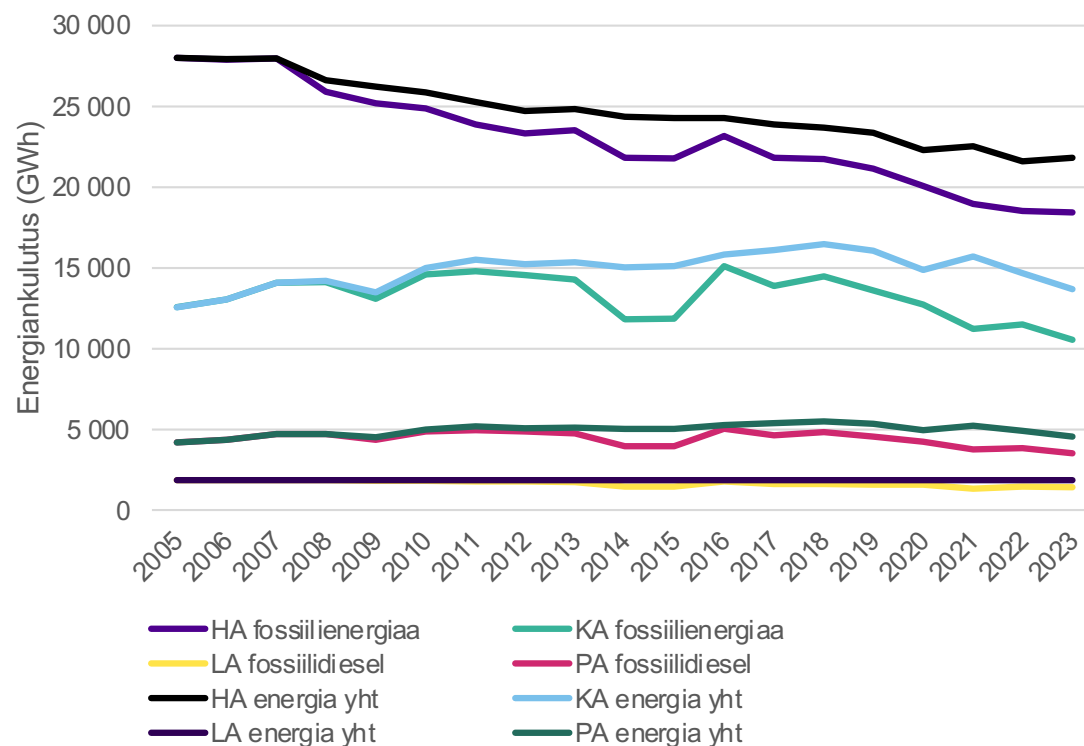
46,6 TWh → 33,9 TWh

Fossiilisen polttoaineen käyttö on puolitettava vuoden 2005 tasosta vuoteen 2030 mennessä ja vähennettävä kolmasosaan vuoteen 2035 mennessä, jotta päästövelvoitteet voidaan täyttää

2005: 46,6 TWh → 2023: 33,9 TWh → 2030: 23,3 TWh → 2035: 15,4 TWh

Fossiilittoman liikenteen tiekartan mukaan liikenteen tulee olla fossiilitonta vuonna 2045

Tieliikenteen energiankulutus



Fossiilienergiaa:

2005: 46 600 GWh

2023: 33 900 GWh

2030: 23 300 GWh

2035: 15 400 GWh

2040: 7 700 GWh

2045: 0 GWh

CO₂-päästöt:

2005: 12 300 kt

2023: 9 000 kt

2023 ilman bioa: 11 100 kt

2023 ilman metaania ja sähköä: 11 700 kt

Lähtötilanne, henkilöautojen CO2-päästöt

Suomen henkilöautoliikenteen CO2-päästöt ovat vähentyneet 34 % (2,5 Mt) vuodesta 2005 vuoteen 2023: 7,4 Mt → 4,9 Mt

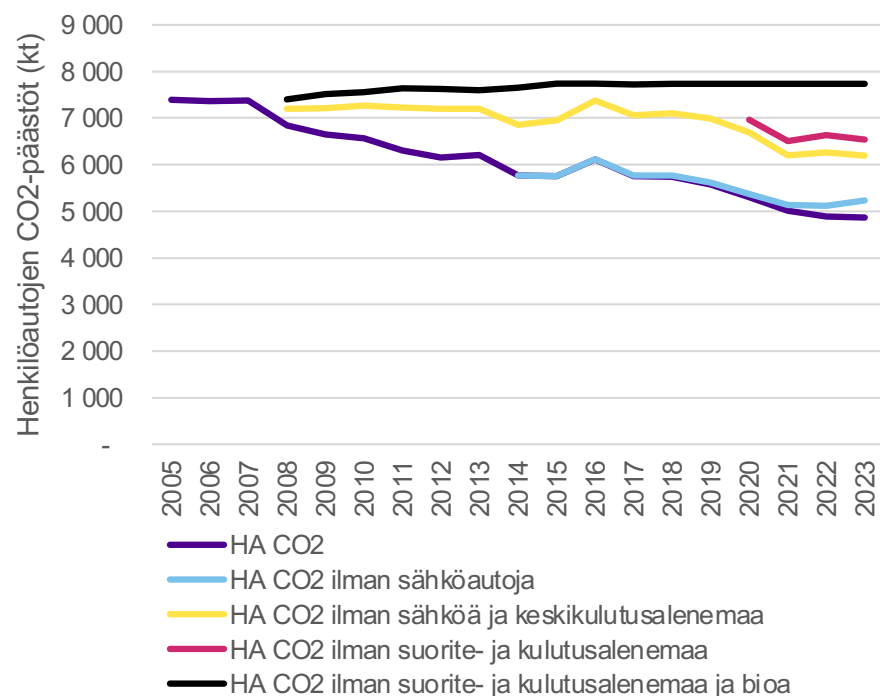
Henkilöautojen liikennesuorite on (tilastoinnin muutoksen vaikutus arvioiden) suunnilleen sama 2023 kuin 2005, liikennesuorite ja CO2-päästöt ovat edelleen 5 % (0,3 Mt) alempana kuin ennen koronapandemiaa

Henkilöautojen keskikulutuksen pieneneminen EU:n uusien autojen CO2-normien ja Suomen CO2-perusteisen auto- ja ajoneuvoveron sekä viime vuosien sähköistymiskehityksen ajamana on ollut merkittävää, päästöt olisivat 0,4 Mt suuremmat vuonna 2023 ilman sähköautoja ja 1,0 Mt ilman keskikulutuksen alenemista

Uusiutuvien polttoaineiden käyttö Suomen jakeluvelvoitteen ajamana on myös merkittävästi vähentänyt päästöjä ja henkilöautojen CO2-päästöt olisivat 1,2 Mt suuremmat vuonna 2023 ilman uusiutuvia

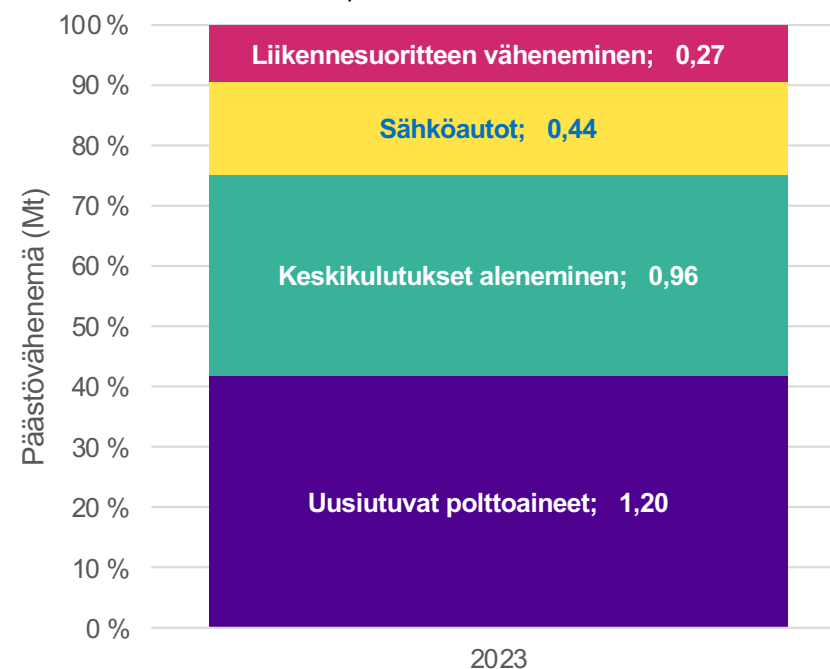
Kokonaisuutena Suomen henkilöautoliikenteen CO2-päästöt olisivat 2,9 Mt suuremmat vuonna 2023 ilman suoritteiden alenemista, keskikulutuksen alenemista ja uusiutuvien polttoaineiden käytön kasvattamista

Henkilöautojen päästöjen entä jos -tarkastelu



Sähköinen liikenne ry

Vuoden 2023 päästövähennykset (Mt) ja osuudet 2,9 Mt:n kokonaisvähennyksestä



2. Skenaarioiden CO₂-päästökehitys

Skenaariot

Perusskenaario : Sisältää nykyisen hallituksen politiikkatoimet (=päästövähennystavoitetta ei saavuteta).

- Vajaaksi jääneet velvoitteet ajosuoritetta pienentämällä, päästöoikeuksia ostamalla tai joustoja käyttämällä
- Mikä on perusskenaarion sähköistymispolku ja mitkä ovat muut autokannan kehitykseen liittyvät muutokset?

Vaihtoehtoiset skenaariot : **Fossiilisen polttoaineen käyttö puolittuu** vuoteen 2030 mennessä.

- Suomen liikenteelle asetetut päästövähennystavoitteet saavutetaan 2030 ja 2035
- a) Jakeluvetoiset ja b) Täyssähkövetoinen

Täyssähköautokannan kasvulle esitetään 2 erilaista polkua, johon muu ajoneuvokanta suhteutetaan

- Muuttujat; **Autokannan uusiutumisen nopeus, Sähköautojen määrä (%-osuus), BEV/PHEV-suhde**
- Raskaalle liikenteelle oma vastaava tarkastelu polkujen suhteen (soveltuvin osin)
- Tarkastelu ajoneuvoluokittain, käyttövoimittain ja ajosuoritteittain

Taustatiedot

- **Perusskenaarioon** sisältyvät politiikkatoimet ja olettamukset
- Skenaarioiden **edellytykset**; a) Muutokset yleensä b) politiikkatoimet
- Nykytiedoilla arvioituna; **keskeiset rajoitteet fossiilisen korvaamiseen** (käyttövoima/ajoneuvoluokka)

Päästövähennykset skenaarioissa

Perusskenaariossa päästövähennystavoitetta ei saavuteta eli fossiilisen polttoaineen käyttö ei puolitu

- Vajaaksi jääneet velvoitteet ajosuoritetta pienentämällä, päästöoikeuksia ostamalla tai joustoja käyttämällä

Vaihtoehtoisissa skenaariossa fossiilisen polttoaineen käyttö puolitetaan eli päästövähennystavoitteet saavutetaan kokonaisuudessaan

- Eri sähköistymispolut edellyttävät erilaista fossiilisen polttoaineen vähennystarvetta muissa energiamuodoissa
- Muuttujat; **Autokannan uusiutumisen nopeus, Sähköautojen määrä (%-osuus), BEV/PHEV-suhde**

Mitkä ovat **keskeiset yhdistelmät** fossiilisen polttoaineen korvaajaksi?

- Tarkastelu : Vanha/uusi - Diesel/bensiini/BEV/PHEV (käyttövoima) - Ajoneuvoluokat
- Energiatehokkuustarkastelu erikseen
- Yhdistelmien realistinen fossiilisen polttoaineen vähennyspotentiaali sekä päästöttömän energian käytön rajoitteet

Skenaariot

Perus-, eli BAU-skenaariossa ei saavuteta päästövelvoitteita 2030 eikä 2035, vaan tavoitteesta jäädään 0,9 Mt vuonna 2030 ja 1,8 Mt vuonna 2035

- Politiikkatoimenpiteet ovat jakeluvelvoitteen alentamisen 2025-2027 ja EU:n tieliikenteen päästökaupan alkaminen 2027, molemmat sisältävät myös sähköskenaarioon, bioskenaariossa on päästökauppa, mutta jakeluvelvoitteen alentaminen vain 2025
- Koska BAUssa ei päästä velvoitteeseen, aiheutuu riski, että Suomi ei täytä taakanjakosektorin velvoitteita, jolloin Suomi voi joutua hankkimaan päästöyksiköitä. Vuoteen 2030 mennessä 2,7 Mt (80-800 milj. €) verran ja 2035 mennessä 11 Mt (330-3300 milj. €) verran

Sähköskenaariossa velvoitteet 2030 ja 2035 saavutetaan sekä henkilö- että kuorma-autojen erittäin nopean sähköistymisen kautta, uusiutuvien polttoaineiden osuus on sama kuin perusskenaariossa

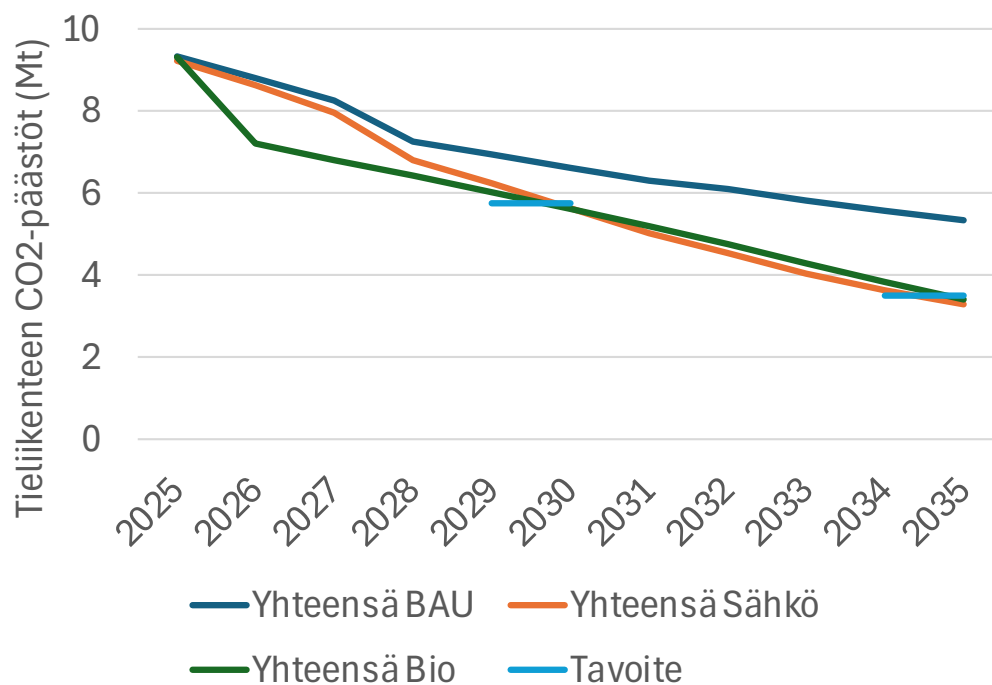
- Tarvitaan lisää politiikkatoimenpiteitä sähköistämisen vauhdittamiseksi

Bioskenaariossa velvoitteet 2030 ja 2035 saavutetaan uusiutuvan dieselin käytön lisäämisen kautta, sähköautojen määrä kasvaa hieman perusskenaariota nopeammin, polttoaineen hinnan vaikuttaessa autojen kysyntään

- Tarvittava politiikkatoimenpide on jakeluvelvoitteen tiukentaminen: 33,5 % 2026, 42 % 2030 ja 52 % 2035

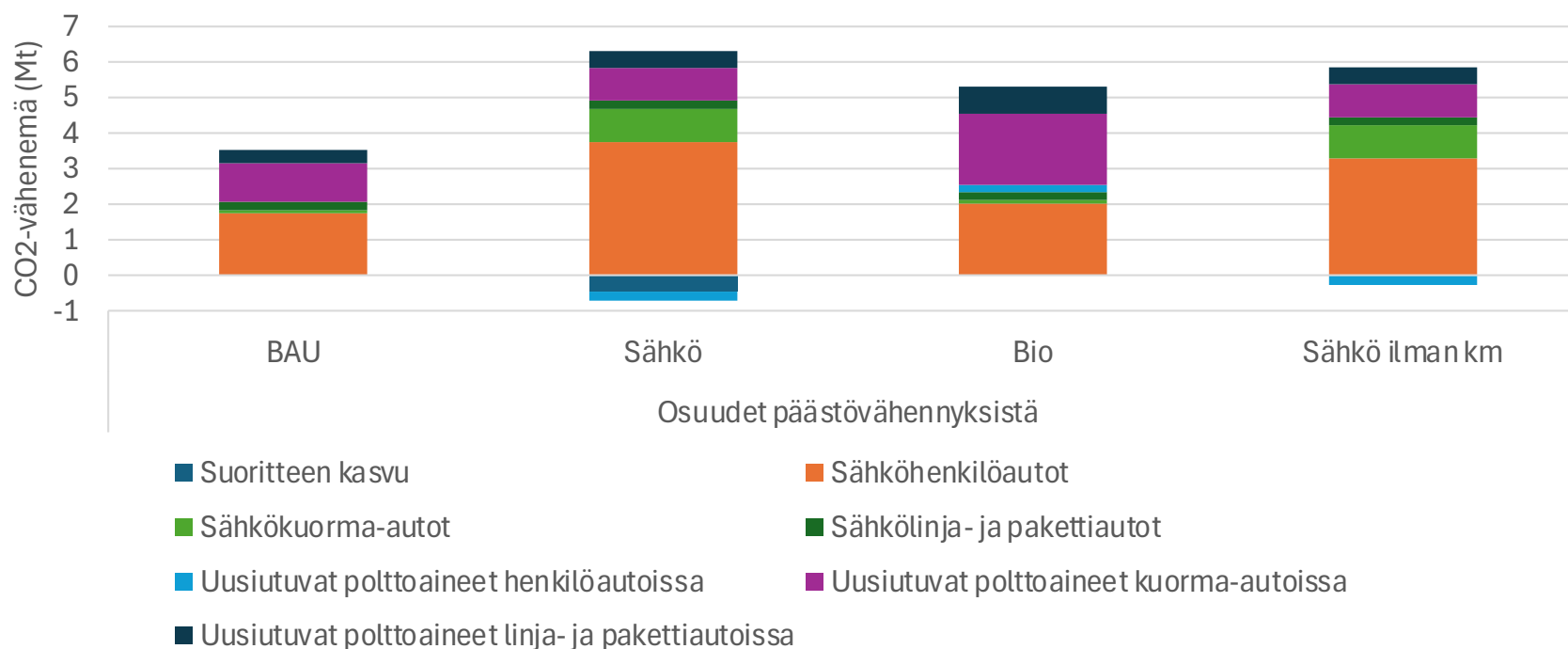
Kaikissa skenaarioissa lasketaan henkilö- ja kuorma-autojen käytön aikaisia päästöjä, ei elinkaaripäästöjä, joten uusiutuvat polttoaineet ja sähkö eivät tuota päästöjä laskennassa

CO2-päästöt



	2025-2035 kumulatiivinen vähennys			
	BAU	Bio	Sähkö	Sähkö (ilman km)
Yhteensä	22,6	34,8	35,8	33,8
Sähkö HA	8,1	9,2	18,1	16,3
Sähkö KA	0,4	0,4	4,8	4,8
Sähkö PA & LA	1,3	1,3	1,3	1,3
Uusiutuva HA	1,2	3,2	-0,2	-0,4
Uusiutuva KA	8,4	14,6	7,9	7,9
Uusiutuva PA & LA	3,2	6,1	3,9	3,9

CO2-päästövähennykset 2035, tarkempi jako vähennemien syistä



3. Liikennesuorite ja autokanta

Skenaarioiden tulokset, liikennesuorite

Henkilöautojen liikennesuorite pysyy BAU- ja Bio-skenaarioissa nykytasolla.

- Skenaariotyökalut sisältävät liikennesuoritteelle hintajoustoja, eli energian hinnan muutokset vaikuttavat ajettuihin kilometreihin. Tämä vuoksi Sähkö-skenaariossa henkilöautojen liikennesuorite on 12 % suurempi kuin BAU- ja Bio-skenaarioissa
- Sähkö ilman km –skenaariossa on suorite rajoitettu BAU-skenaarion mukaiseksi
- Bio-skenaariossa polttoaineen kasvavan hinnan vaikutus kompensoituu sähköistymisen nopeutumisella, joten suorite on lähes sama kuin BAUssa

Kuorma-autoliikenteessä suoritteet kasvavat kaikissa skenaarioissa noin 15 % talouskasvun myötä, mutta suoritteet ovat käytännössä samat kaikissa skenaarioissa

Skenaarioiden tulokset, henkilöautokanta

BAU-skenaariossa henkilöautokannassa käyttövoimien osuudet muuttuvat suunnilleen Suomen [virallisen VTT:n ennusteen](#) mukaisesti

- Autokannan koko ei kuitenkaan kasva VTT:n ennusteen mukaisesti, koska henkilöautojen liikennesuoritteen ei ennakoida kasvavan, kuten VTT:n ennusteessa
- Mallien laskentaperiaatteet ovat erilaiset, joten laskennan edetessä tulokset eriytyvät, eikä laskennan alkupiste ole 2024, joten jo vuoden 2025 autokanta on mallissa erilainen kuin vuoden 2024 todellinen autokanta ja VTT:n ennusteen mukainen autokanta

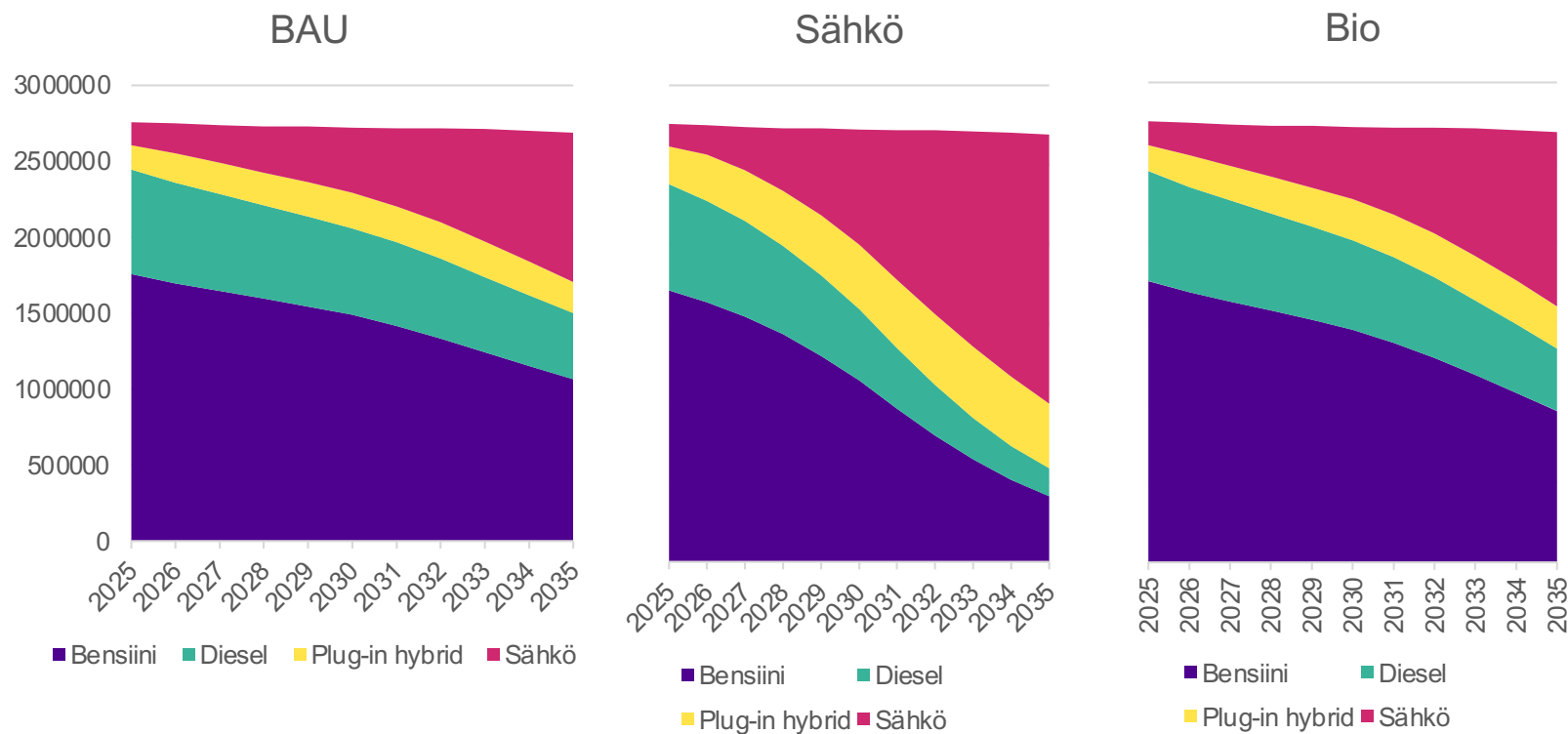
Sähkö-skenaariossa sähköistyminen on merkittävästi nopeampaa ja painottuu täyssähköautoihin BAU-skenaariota selvemmin

- 2030 n. 70 % enemmän BEV ja PHEV kuin BAU-skenaariossa
- 2035 n. 100 % enemmän PHEV ja 70 % enemmän BEV kuin BAU-skenaariossa

Bio-skenaariossa sähköistyminen hieman nopeampaa kuin BAU-skenaariossa polttoaineen korkean hinnan vuoksi

- 2030 n. 5 % enemmän BEV ja 10 % enemmän PHEV kuin BAU-skenaariossa
- 2035 n. 10 % enemmän PHEV ja 30 % enemmän BEV kuin BAU-skenaariossa

Henkilöautokanta skenaarioissa



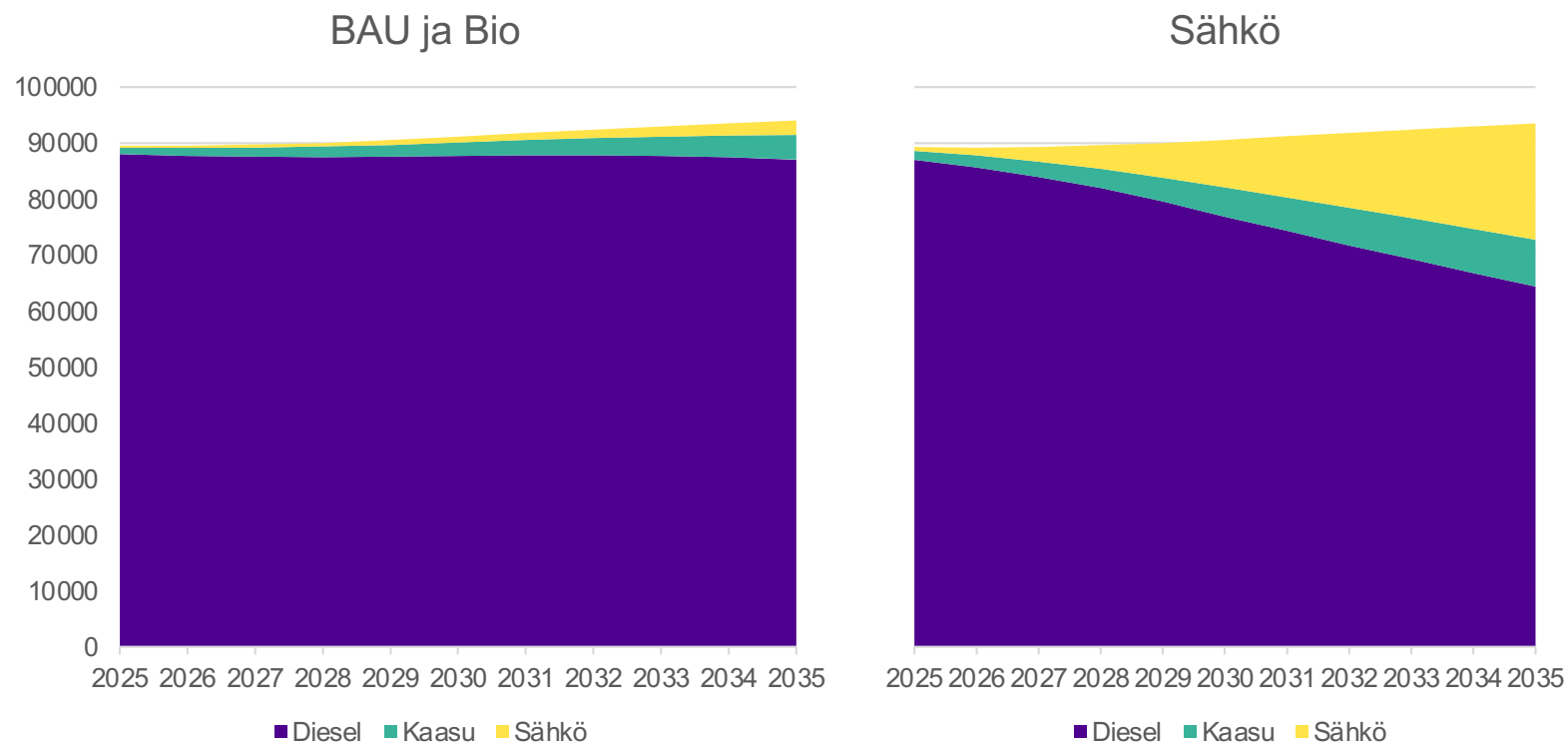
Skenaarioiden tulokset, kuorma-autokanta

BAU- ja Bio-skenaarioissa kuorma-autokanta muuttuu suunnilleen Suomen [virallisen ennusteen](#) mukaisesti

Sähkö-skenaariossa sähköistyminen on merkittävästi nopeampaa ja myös kaasukuorma-autoja on enemmän

- 2030 n. 115 % enemmän kaasu- ja 730 % enemmän sähkökuorma-autoja kuin BAU-skenaariossa
- 2035 n. 90 % enemmän kaasu- ja 700 % enemmän sähkökuorma-autoja kuin BAU-skenaariossa

Kuorma-autokanta skenaarioissa

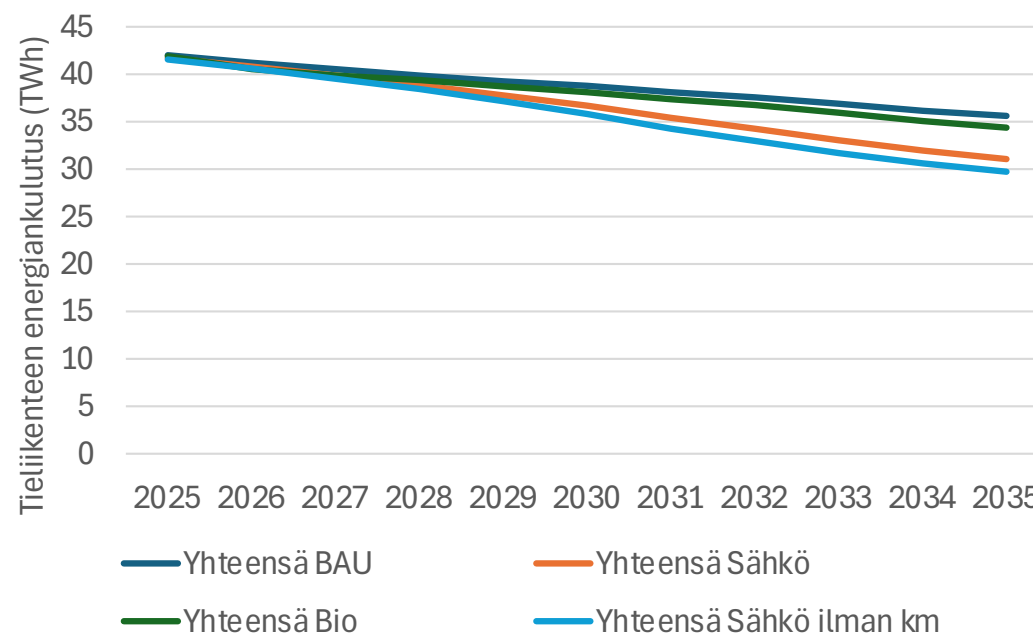


4. Energiankulutus energiamuodoittain

Skenaarioiden tuloksia, energiankulutus

Kokonaisenergiankulutus kehittyy hyvin eri tavoin skenaarioiden välillä sähköistymisen nopeuden mukaisesti, laskien kaikissa skenaarioissa merkittävästi nykyisestä (42,2 TWh)

Syynä sähköautojen 2,5-3 kertaa pienempi energiankulutus polttomoottoriautoihin verrattuna



Energiankulutus 2035 ja kumulatiivinen energiankulutus 2025-2035

	2025-2035 kumulatiivinen energiankulutus (TWh)			
	BAU	Bio	Sähkö	Sähkö (ilman km)
Yhteensä	430,7	422,8	406,1	397,2
HA	201,4	197,5	186,6	177,7
KA	154,5	150,5	144,7	144,7
PA+LA	74,8	74,8	74,8	74,8

	Energiankulutus 2035			
	BAU	Bio	Sähkö	Sähkö (ilman km)
Yhteensä	36,3	35,1	31,8	30,4
HA	15,0	14,3	12,3	11,0
KA	14,6	14,0	12,7	12,7
PA+LA	6,8	6,8	6,8	6,8

Skenaarioiden tuloksia, energiankulutus

Energiankulutus laskee erityisesti henkilöautoliikenteessä sähköistymisen vuoksi.

Kuorma-autoliikenteessä energiankulutus nousee suoritteiden kasvun myötä BAU- ja Bio-skenaarioissa, mutta Sähkö-skenaariossa laskee hieman, koska sähkökuorma-autojen myötä energiatehokkuus paranee suoritteiden kasvua nopeammin

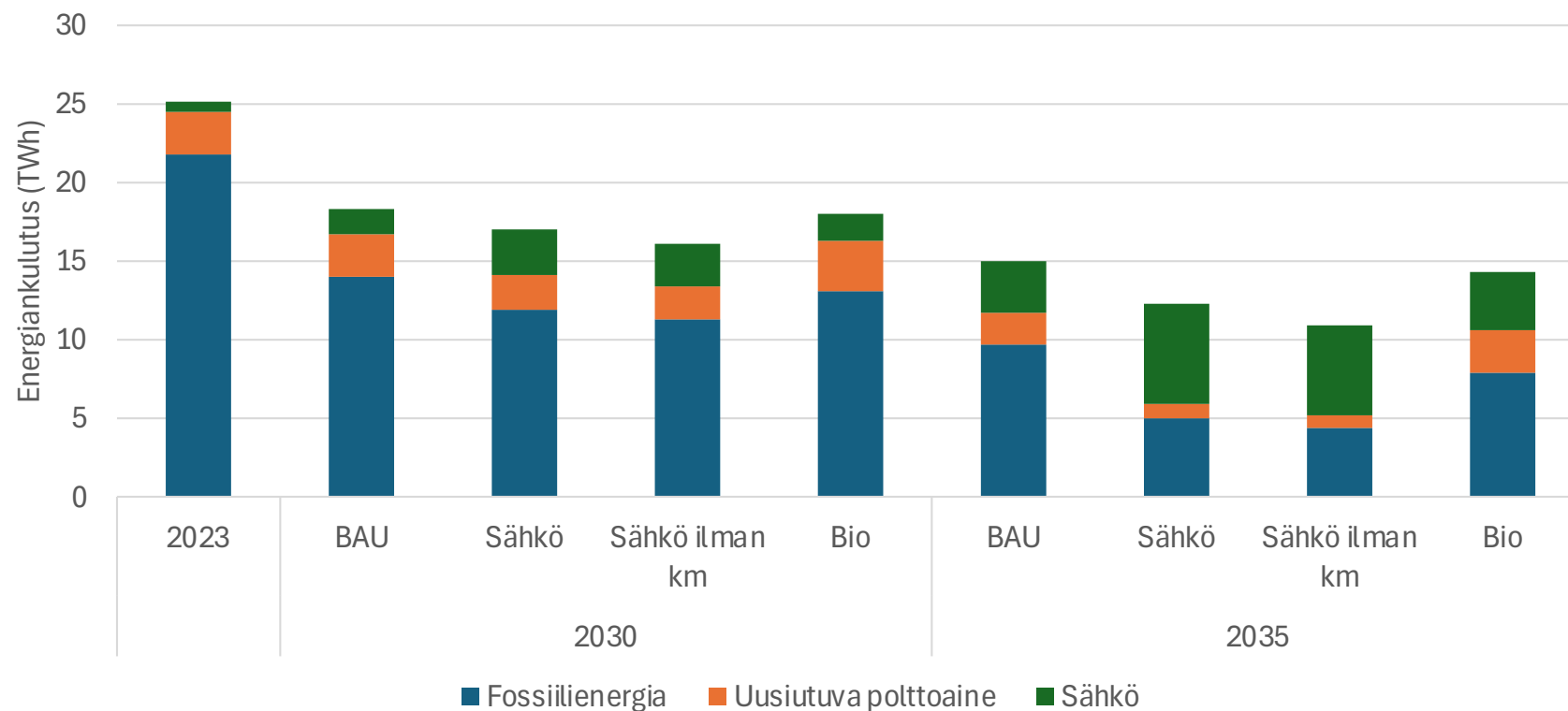
- Myös Bio-skenaariossa kuorma-autojen energiatehokkuus paranee BAU-skenaariota enemmän, koska kallis diesel tuo kannusteen parantaa energiatehokkuutta

Fossiilisen energian kulutus laskee voimakkaasti kaikissa skenaarioissa

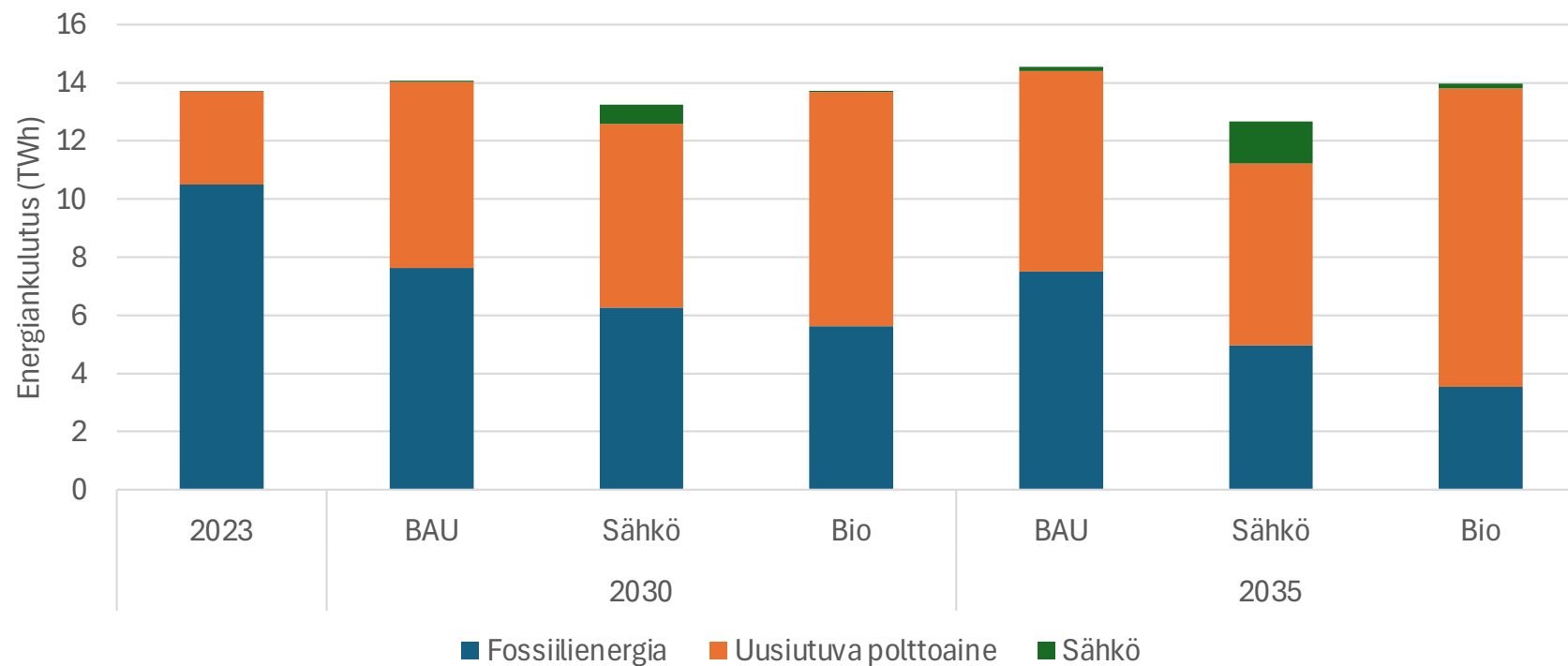
Energiankulutus energiamuodoittain

Energiankulutus, energiamuodoittain		2025	2035				2025-2035 kumulatiivinen energiankulutus			
		Alkutila	BAU	Bio	Sähkö	Sähkö (ilman km)	BAU	Bio	Sähkö	Sähkö (ilman km)
Energiankulutus Uusiutuva, Yhteensä	TWh	6	11,40	17,40	9,60	9,50	114,2	155,3	108	107,1
Energiankulutus Sähkö, Yhteensä	TWh	0,98	4,60	5,10	9,00	8,30	28,5	30,1	51,3	48,5
Energiankulutus Fossiiliset, Yhteensä	TWh	35,22	20,20	12,90	12,80	12,20	288,1	237,4	246,8	241,6
Uusiutuva energia, HA	TWh	1,9	1,80	2,50	0,70	0,70	25,7	33	20,1	19,2
Uusiutuva energia, KA	TWh	2,8	6,96	10,70	6,12	6,12	62,1	85,1	60,3	60,3
Sähkö energia, HA	TWh	0,66	3,30	3,70	6,40	5,70	19,6	21,2	35,5	32,7
Sähkö energia, KA	TWh	0,02	0,16	0,16	1,46	1,46	0,8	0,8	7,7	7,7
Fossiiliset energia, HA	TWh	19,3	9,70	7,90	5,00	4,40	156,1	143,2	131,1	125,9
Fossiiliset energia, KA	TWh	10,8	7,49	3,54	4,96	4,96	91,7	64,6	76,7	76,2

Henkilöautojen energiankulutus



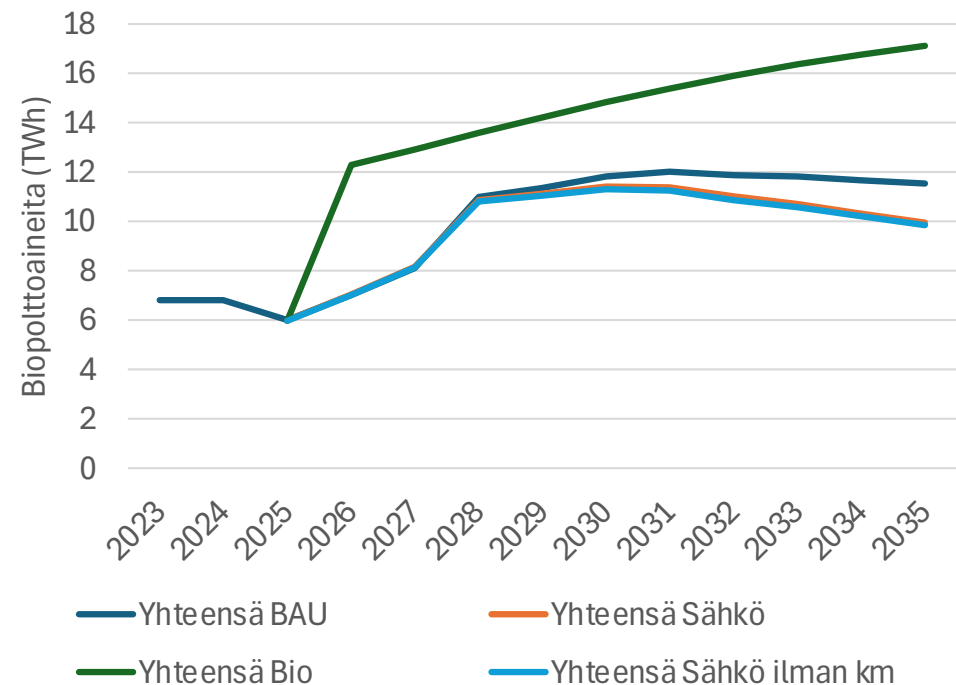
Kuorma-autojen energiankulutus



Skenaarioiden tuloksia, uusiutuvat polttoaineet

Uusiutuvien polttoaineiden kulutus kasvaa Bio-skenaariossa hyvin voimakkaasti, nykyisestä 2/3 jo vuoteen 2030 mennessä ja lähes kaksinkertaiseksi vuoteen 2035 mennessä

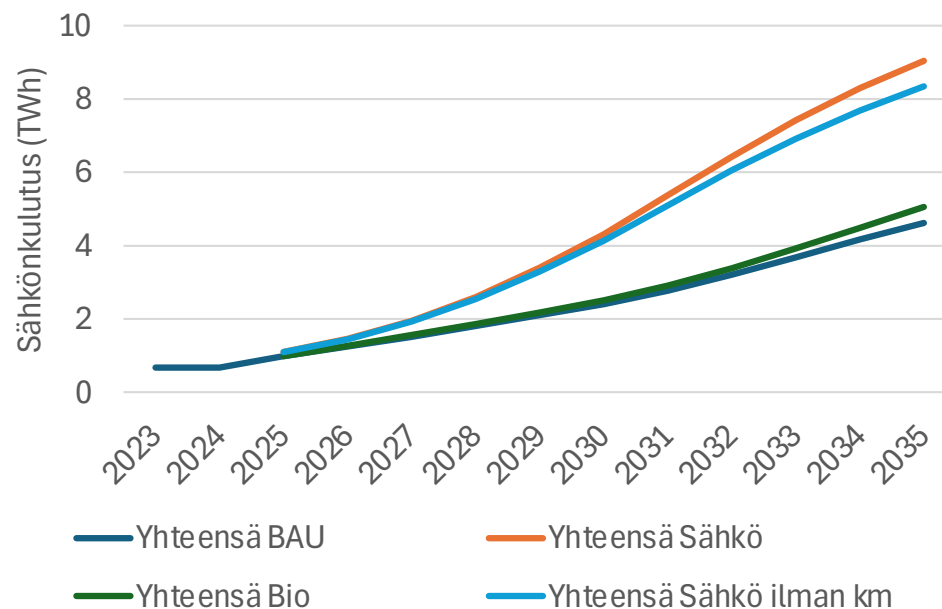
- Uusiutuvaa dieseliä tarvitaan vuonna 2035 lähes miljoona tonnia, mikä on merkittävä määrä nykyiseen [globaaliin 12,4 miljoonan tonnin tuotantoon](#) nähden



Skenaarioiden tuloksia, sähkön kulutus

Sähkön kulutus moninkertaistuu nykyisestä kaikissa skenaarioissa

Sähkö-skenaariossa tieliikenteessä käytetään sähköä 3,6 TWh vuonna 2030 ja 7,9 TWh vuonna 2035, eli n. 10 % [Suomen nykyisestä kulutuksesta](#)



5. Vaikutukset valtiontalouteen

Valtiontalouden vaikutukset

Lähtötilanne valtiontalouden näkökulmasta (vuosi 2023)

- (+) Uusiutumisen (ensirekisteröinnit ja käytettynä maahantuodut) eli hankinnan verotuotot (autovero + alv);
- (+) Ajoneuvon omistamisen verotuotot (ajoneuvovero ja käyttövoimaverot) käyttövoimittain ja ajoneuvoluokittain
- (+) Käytön (ajosuoritteesta johtuva) verotus – Fossiilisen/fossiilittoman (eroteltuna) energiankäytön absoluuttinen verokertymä sekä energiankäyttö sekä energiasisältöön suhteutetut verotasot
- (-) Vuosittaiset verotuet eli energiasisältöveron kevennykset suhteessa fossiiliseen polttoaineeseen
- Tarkastelu ajoneuvoluokittain, energiamuodoittain ja ajosuoritteittain; Kuinka paljon eri ”yhdistelmät” korvaavat fossiilisia polttoaineita?

Skenaarioiden (sähköistymispolut) vaikutukset valtiontalouteen edellä kuvatun jaottelun mukaisesti

- Muuttujina uusiutuminen, sähköautojen määrä ja BEV/PHEV suhde
- Fossiilisten polttoaineiden käytön vähentyminen kokonaisuutena sekä jaoteltuna a) energiatehokkuuteen sekä b) korvautumiseen päästöttömällä energialla

Peruslähtökohta liittyen polttoaineverotukseen

- (-) Fossiilisen polttoaineen **valmisteverokertymä puolittuu fossiilisen polttoaineen käytön puolittuessa** (sis. energiatehokkuuden) vuoteen 2030 mennessä (jakauma ajoneuvoluokittain, energiamuodoittain) – vaikutus valtiontalouteen riippumaton skenaariosta
- (+) Fossiilista polttoainetta korvaavien päästöttömien energiamuotojen käytön kasvu lisää valmisteverokertymää – vaikutus valtiontalouteen riippuvainen kokonaisenergiankäytöstä ja energiasisältöverosta

Liikenteen kokonaiskustannukset

Liikenteen kokonaiskustannuksiin on laskettu mukaan

- Verottomat energiakustannukset
- Arvonalenema
- Muut omistamisen kustannukset (vakuutukset, huollot, pysäköinti) 1500 €/vuosi
- Energiaverot sisältäen arvonlisäverot
- Ajoneuvo- ja käyttövoimaverot
- Arvonlisäverot muista omistamisen kustannuksista

Skenaarioiden tuloksia, liikenteen kustannukset

Henkilöautoilun kokonaiskustannukset pysyvät kaikissa skenaarioissa suunnilleen nykytasolla

BAU-skenaariossa kustannukset vähenevät vuoteen 2035 mennessä noin 2 % sähköistymisen myötä

Sähkö-skenaariossa kustannukset kasvavat vuoteen 2035 mennessä noin 2 %, koska suorite kasvaa

- Jos suorite ei kasva, ovat kustannukset lähes samat kuin Bio-skenaariossa

Bio-skenaariossa kustannukset ovat 2035 lähes samat kuin nykytilassa, koska kalliimman dieselin kustannusten kasvu kompensoituu sähköistymisen hyödyillä

- On huomattava, että laskennassa uusiutuvien polttoaineiden jakeluvelvoitteen nosto nostaa vain dieselin hintaa, mikä ei välttämättä vastaa todellisuutta

Skenaarioiden tuloksia, liikenteen kustannukset

Kuorma-autoliikenteen kustannukset kasvavat kaikissa skenaarioissa selvästi nykytilasta, koska uusiutuvaa dieseliä käytetään merkittävästi nykyistä enemmän, erityisesti Bio-skenaariossa

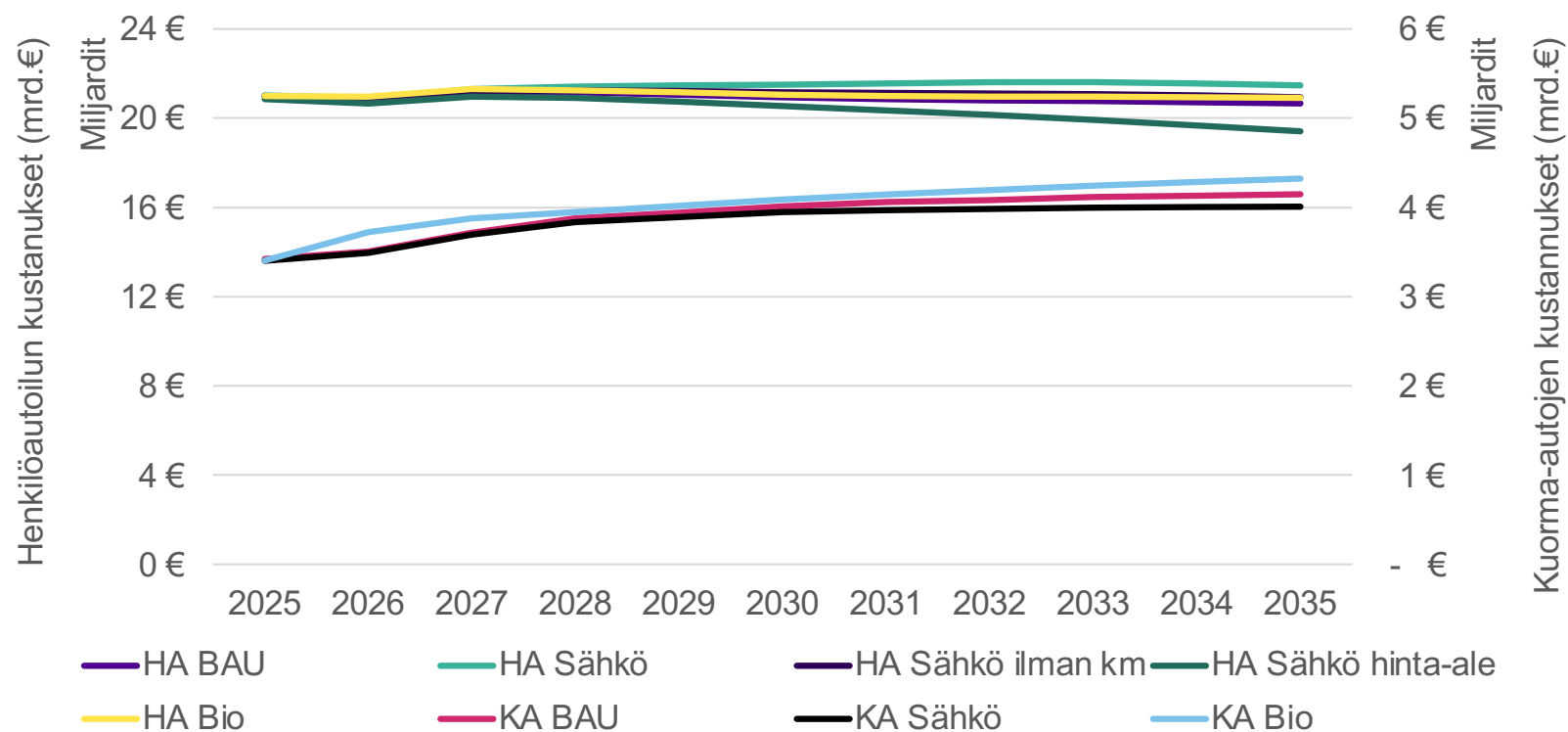
BAU-skenaariossa kustannukset kasvavat vuoteen 2035 mennessä 21 %

Sähköskenaariossa kustannukset kasvavat vuoteen 2035 mennessä 17 %

Bio-skenaariossa kustannukset kasvavat vuoteen 2035 mennessä 26 %

- On huomattava, että laskennassa uusiutuvien polttoaineiden jakeluvelvoitteen nosto nostaa vain dieselin hintaa, mikä ei välttämättä vastaa todellisuutta, todellisuudessa Bio-skenaarion kustannusten nousu ei siten ole välttämättä näin suuri

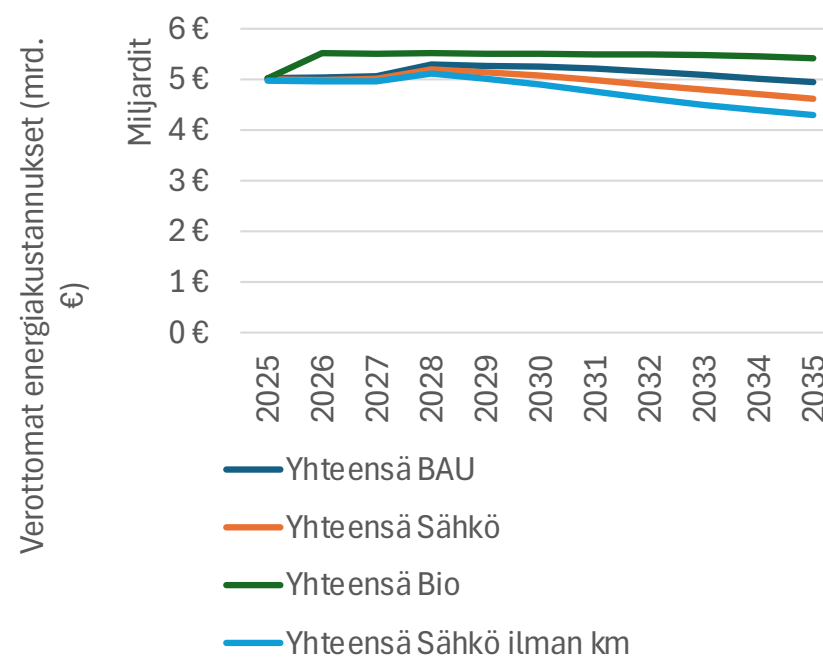
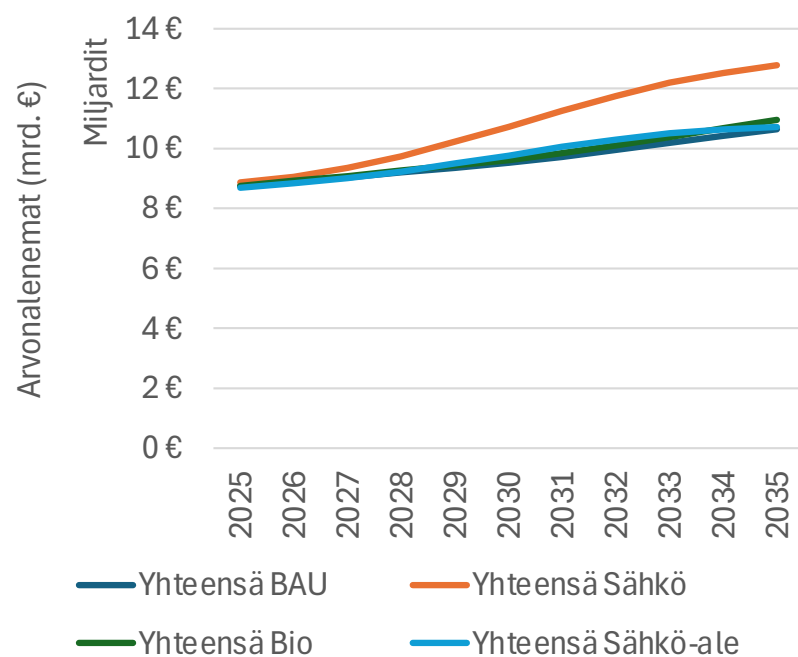
Henkilö- ja kuorma-autoliikenteen kustannukset



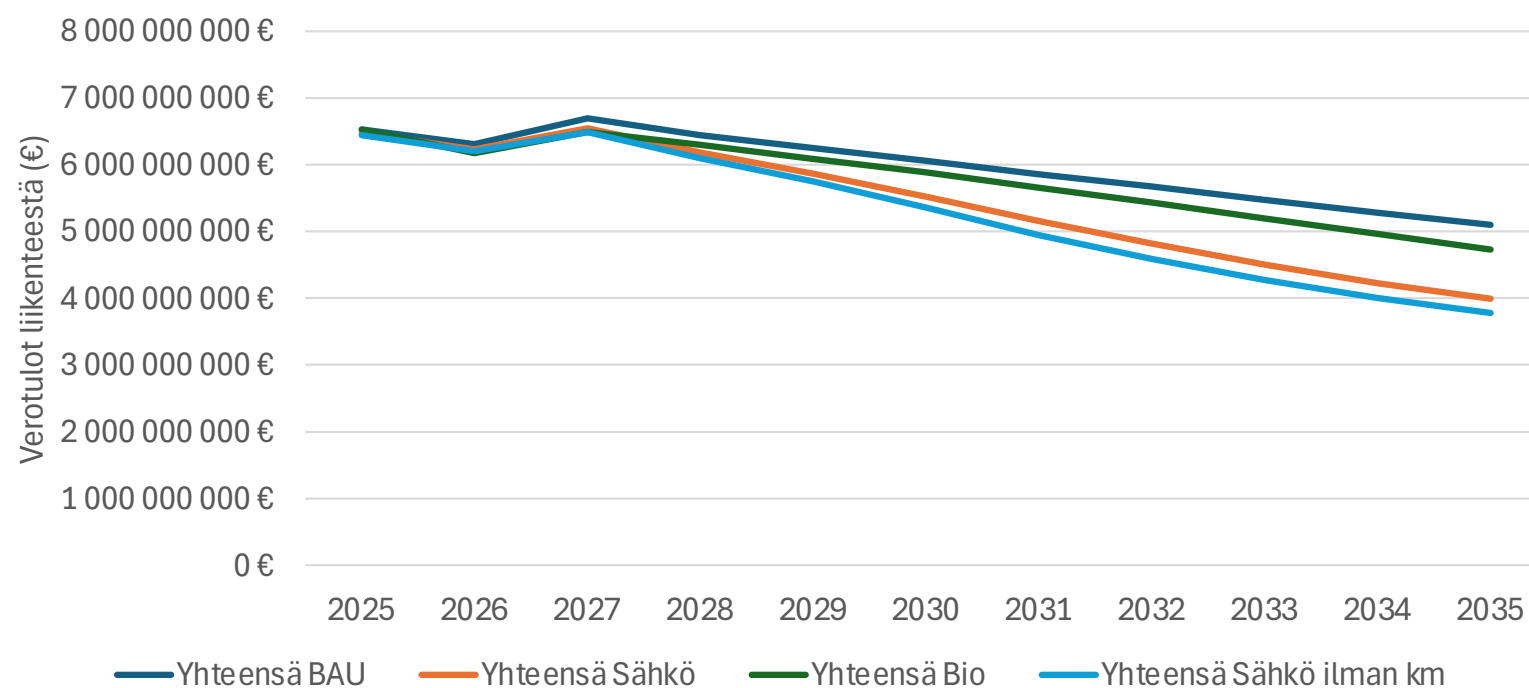
Henkilö- ja kuorma-autoliikenteen kustannukset

Kustannukset		2025	2035					2025-2035 kumulatiivinen				
		Alkutila	BAU	Bio	Sähkö	Sähkö (ilman km)	Sähkö hinta- ale	BAU	Bio	Sähkö	Sähkö (ilman km)	Sähkö (hinta- ale)
Kokonaiskustannukset HA	Mrd	21,0	20,66	20,91	21,48	20,94	19,41	230	231,5	235,5	232	224,2
Kokonaiskustannukset KA	Mrd	3,4	4,15	4,32	4,01			43	44,3	42,2		
Energiakustannukset, verottomat	Mrd	5,0	4,95	5,42	4,62	4,30		56,3	59,9	54,4	52,5	
Hankinta/omistaminen kustannukset	Mrd	8,8	10,65	10,96	12,78	12,78	10,7	105,8	107,1	118,5	118,5	107,3

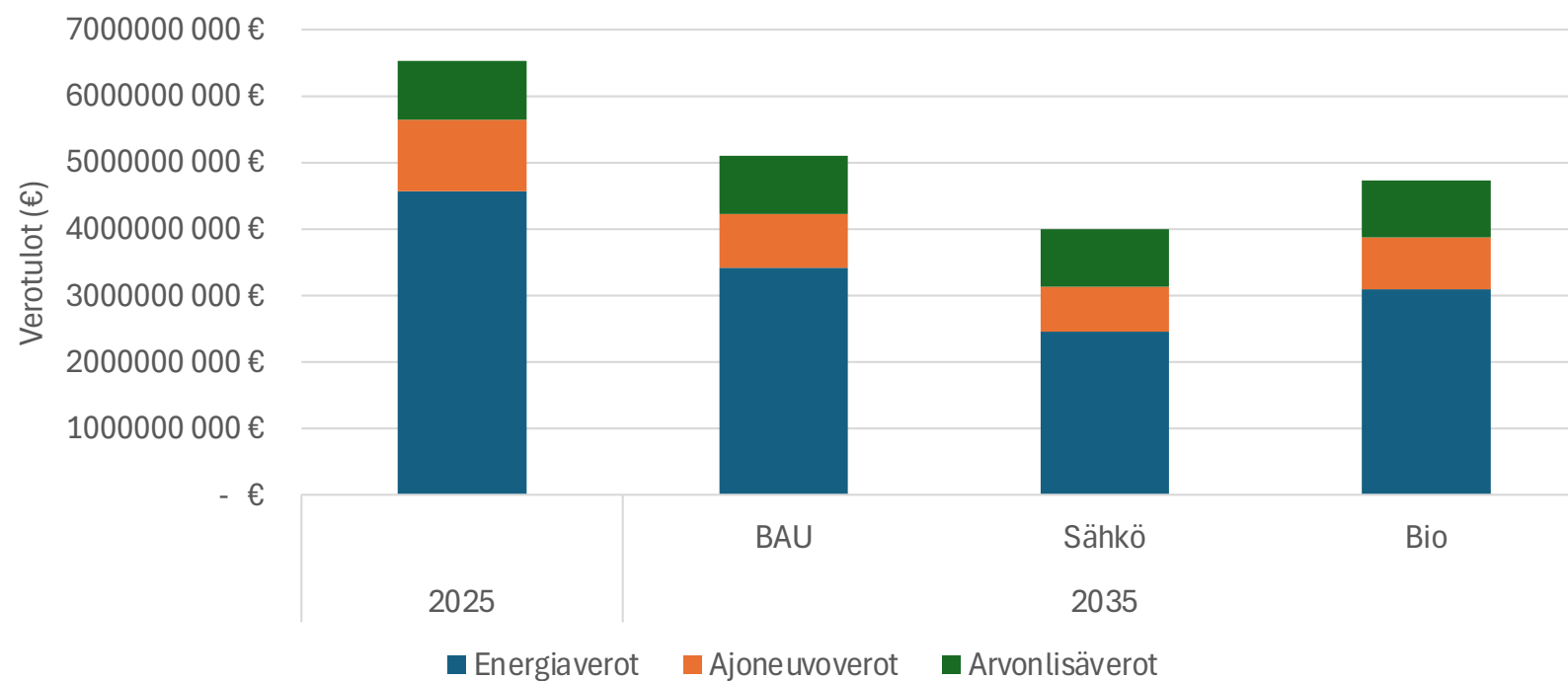
Energiakustannukset pienenevät ja auton hankinnan ja omistuksen kustannukset kasvavat Sähkö-skenaariossa



Liikenteen verokertymä pienenee, erityisesti Sähkö-skenaarioissa



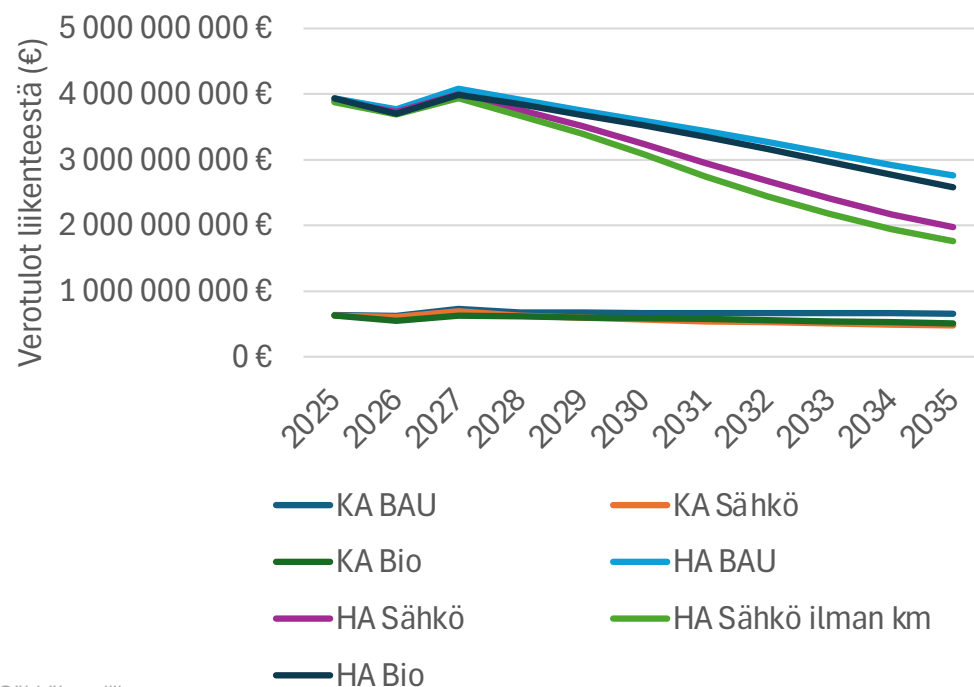
Liikenteen verokertymä verolajeittain



Liikenteen verokertymä verolajeittain

		2025	2035				2025-2035 kumulatiivinen			
Verokertymä, verolajit		Alkutila	BAU	Bio	Sähkö	Sähkö (ilman km)	BAU	Bio	Sähkö	Sähkö (ilman km)
Kokonaisverokertymä	Mrd	6,53	5,10	4,73	3,99	3,78	65,7	63,4	59,5	57,9
Energiaverot, HA & KA	Mrd	4,56	3,42	3,09	2,45	2,24	45,8	43,8	40,6	39
Ajoneuvo & käyttövoimaverot	Mrd	1,08	0,80	0,78	0,68	0,68	10,1	10	9,3	9,3
Arvonlisäverot, muut	Mrd	0,89	0,88	0,86	0,86	0,86	9,73	9,63	9,66	9,66

Energiaverokertymä (polttoainevero + ALV) lähes puolittuu Sähkö-skenaariossa



Sähköinen liikenne ry

Energiaverokertymät alenevat kaikissa skenaarioissa sähköistymisen ja uusiutuvan polttoaineen käytön lisääntymisen myötä, jolloin eniten verotetun fossiilisen polttoaineen käyttö pienenee

Kuorma-autojen energiaveroissa ei ole ALV:ää

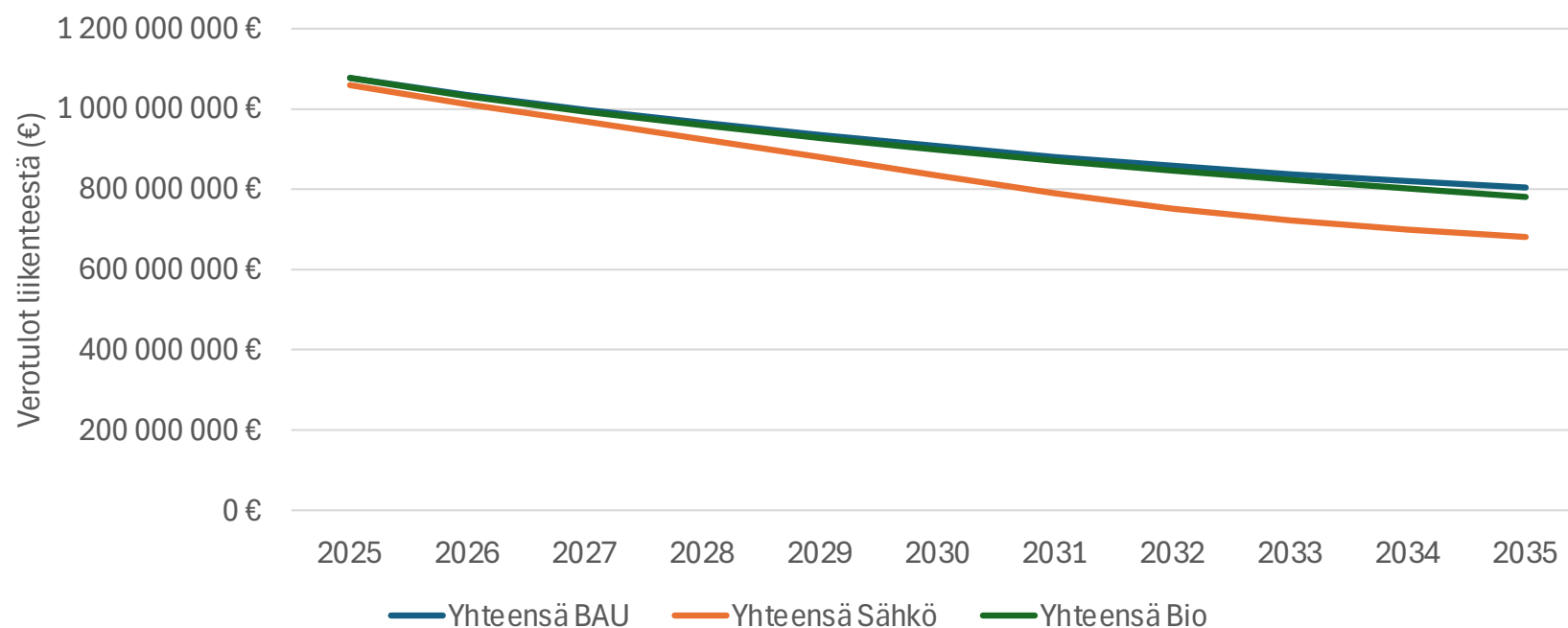
Energiaverojen taso €/kWh:

	€/kWh
Bensiini	0,086
Diesel	0,059
Etanoli	0,062
HVO	0,035
Maakaasu	0,022
Biokaasu	0,009
Sähkö	0,023

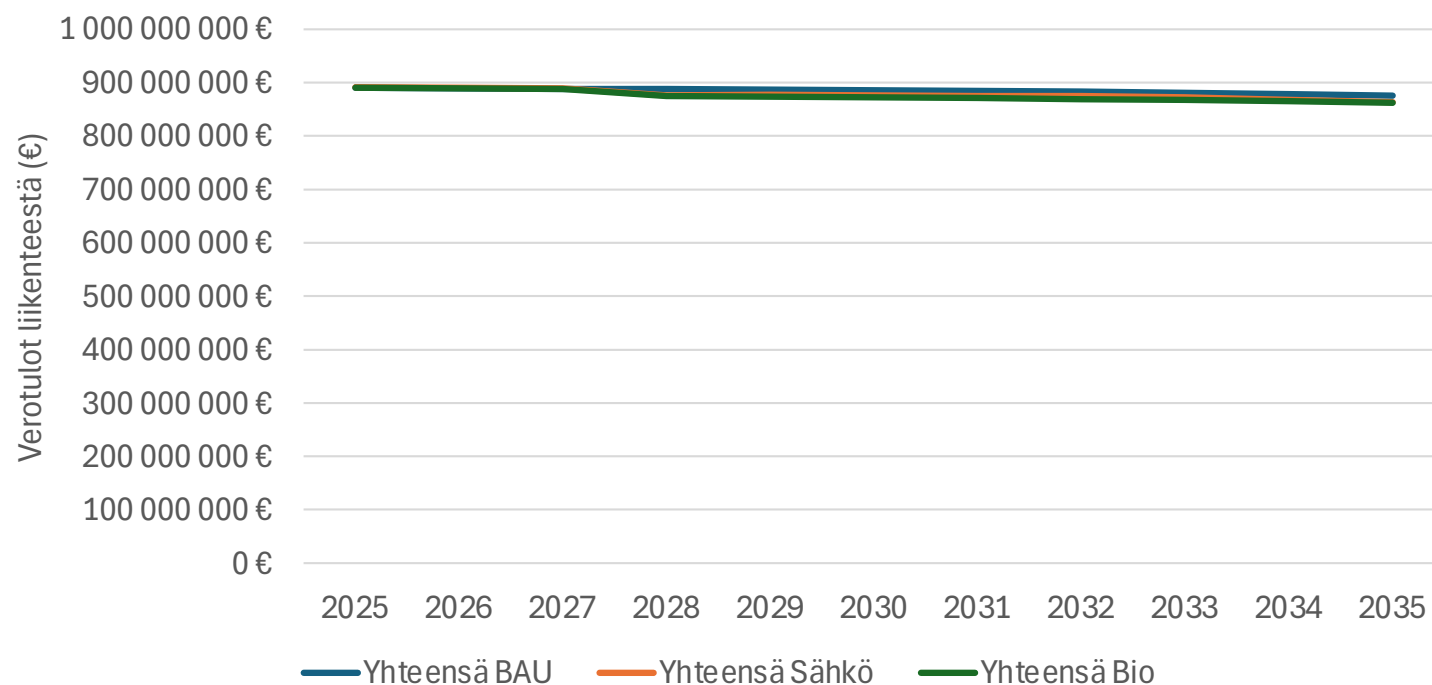
Energiaverokertymä

		2025	2035				2025-2035 kumulatiivinen			
Verokertymä, energia		Alkutila	BAU	Bio	Sähkö	Sähkö (ilman km)	BAU	Bio	Sähkö	Sähkö (ilman km)
Energiaverot HA (sis alv)	Mrd	3,9	2,76	2,58	1,98	1,76	38,5	37,5	34,3	32,7
Energiaverot KA (ei alv)	Mrd	0,6	0,66	0,51	0,48	0,48	7,3	6,3	6,3	6,3
Energiaverot Uusiutuva	Mrd	0,3	0,5	0,8	0,4	0,4	5,96	7,82	5,1	4,95
Energiaverot Sähkö	Mrd	0,0	0,2	0,3	0,5	0,5	1,27	1,4	2,63	2,43
Energiaverot Fossiiliset	Mrd	4,1	2,7	2,1	1,6	1,4	38,59	34,61	32,9	31,67
Uusiutuva verot, HA	Mrd	0,3	0,3	0,5	0,2	0,2	3,85	5,04	3,1	2,95
Uusiutuva verot, KA	Mrd	0,1	0,2	0,3	0,2	0,2	2,11	2,77	2	2
Sähköverot, HA	Mrd	0,0	0,2	0,3	0,5	0,4	1,25	1,39	2,47	2,27
Sähköverot, KA	Mrd	0,000	0,003	0,003	0,03	0,03	0,02	0,02	0,16	0,16
Fossiiliset verot, HA	Mrd	3,6	2,2	1,9	1,3	1,2	33,42	31,08	28,75	27,52
Fossiiliset verot, KA	Mrd	0,6	0,4	0,2	0,3	0,3	5,17	3,52	4,15	4,15

Myös ajoneuvo- ja käyttövoimaverot pienenevät erityisesti Sähkö-skenaariossa



Arvonlisäverot liikenteen muista kustannuksista (vakuutukset, huollot...) pysyvät melko samana



6. Taloudelliset vaikutukset käyttäjärühmille

Taloudelliset vaikutukset käyttäjille

Taloudellisiin vaikutuksiin lasketaan mukaan kaikki **kotitaloudelle** tai **kuljetusyrittäjälle** auton omistuksesta ja käytöstä aiheutuvat kustannukset, kuten

- Auton hankintahinnasta ja iästä riippuva arvonalenema,
- Energiakustannukset sekä
- Vakuutus- ja huoltokustannukset.

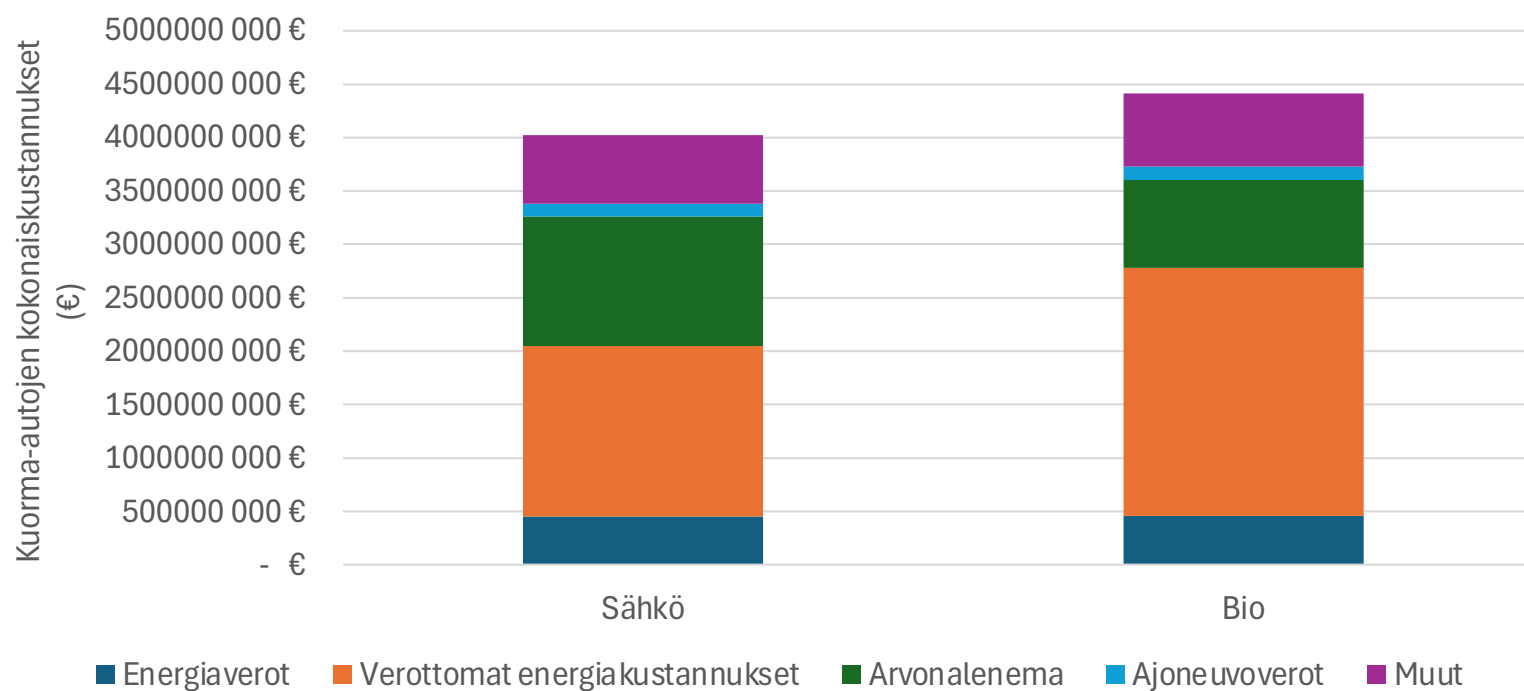
Vastaavasti verokustannukset, tai yhteiskuntatalouden näkökulmasta verotulot, sisältäen

- Ajoneuvo- ja autoverot
- Energiaverot ja
- Arvonlisäverot.

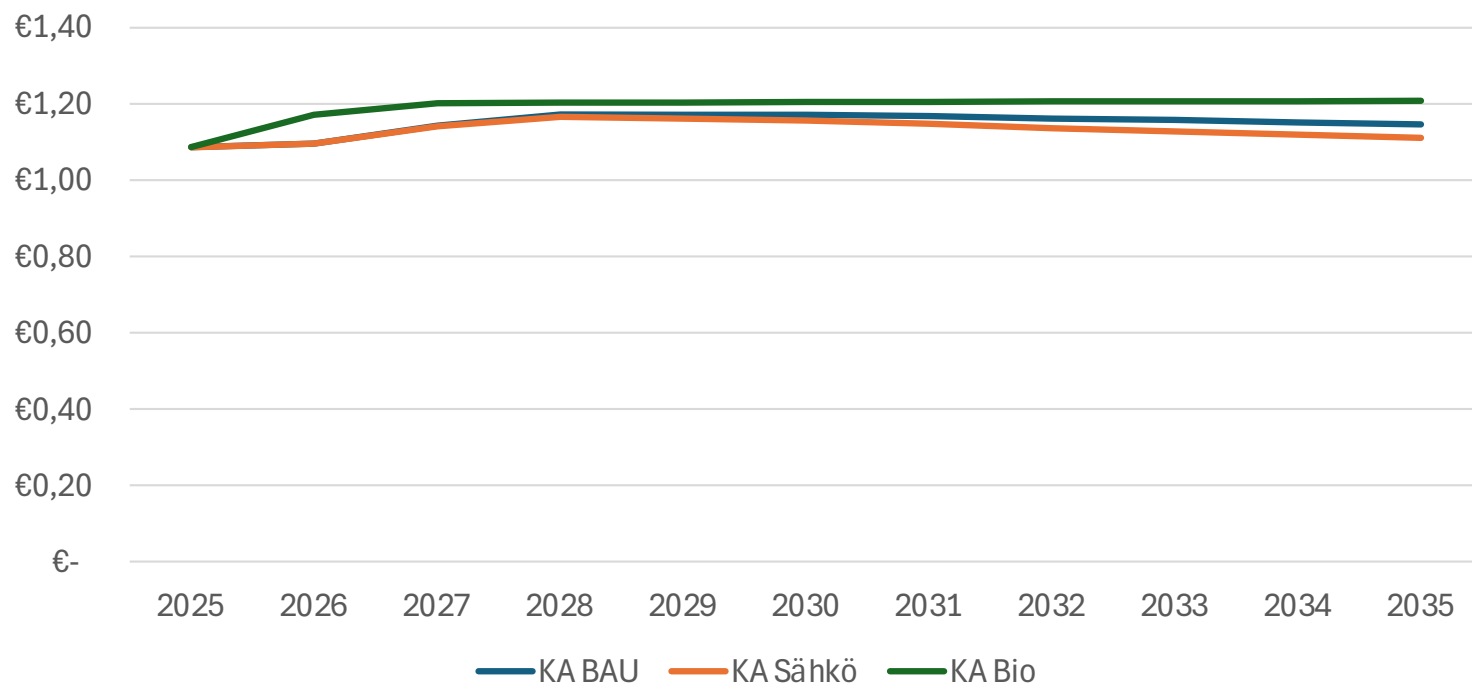
Kotitalouksille lasketaan myös muiden liikennemuotojen kuin henkilöautojen käytöstä aiheutuvat kotimaan liikenteen kustannukset ja talousvaikutuksia arvioidaan myös kotitalouksien tuloluokittain

- <20000€, 20-40000 €, 40-60000 €, 60-80000 €, 80-100000 €, >100000 €

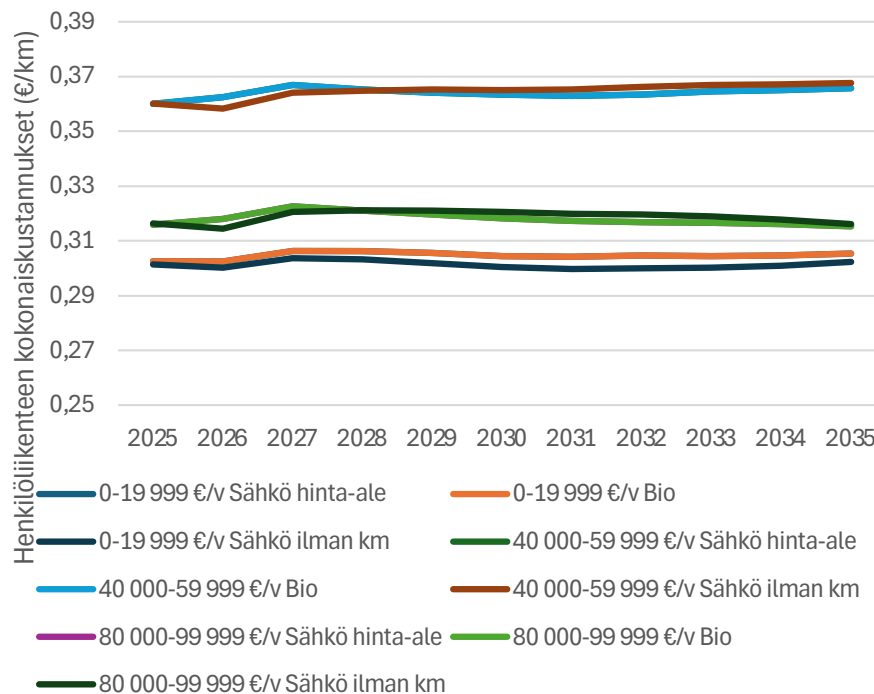
Kuorma-autojen kustannukset 2035 kustannuskomponenteittain



Kuorma-autojen kilometrikustannukset



Henkilöliikenteen kokonaiskustannukset tuloluokittain



Erot ovat pieniä +/- 2 % skenaarioiden välillä

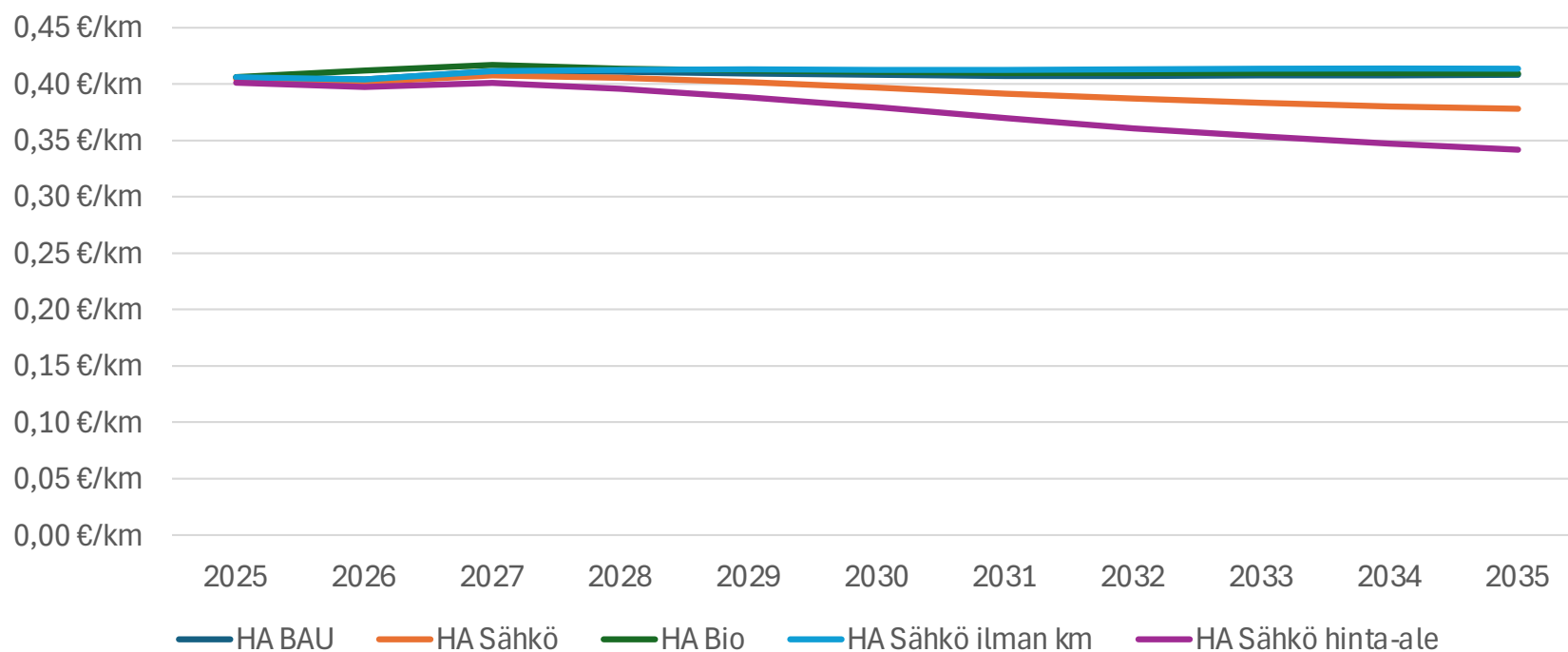
Pienituloisilla kustannukset alempana, koska autonomistus on vähäistä. Siirtymä auton käyttöön sähköistymisen myötä lisää kustannuksia.

Keskituloisilla suurimmat kustannukset, paljon autoja, mutta vähän kilometrejä ja hitaampi sähköistyminen.

Suurituloisilla paljon kilometrejä ja nopeampi sähköistyminen.

Bio-skenaarion hitaampi sähköistyminen ja pienemmät suoritteet näkyvät korkeampina kustannuksina keski- ja suurituloisilla.

Henkilöautoilun kilometrikustannukset



Kustannustehokkuusvertailu

Kumulatiiviset kustannukset fossiilisen polttoaineen käytön puolittamisessa

- Vertailu eri skenaarioiden kumulatiivisista kokonaiskustannuksista (TCO; kaikki käyttäjäryhmät)
- Vertailu eri skenaarioiden valtiontalouteen vaikuttamista kumulatiivisista veroista/kannusteista

Kustannusten vertailu käyttäjäryhmätasolla

- Käyttäjäryhmäjaottelu; Vanha/uusi - Diesel/bensiini/BEV/PHEV (käyttövoima) - Ajoneuvoluokat
- Kokonaiskustannukset ja kustannukset ilman veroja/kannusteita

Skenaarioiden vertailu (I-perusskenaario, II-jakeluvelvoitevetoinen, III-täyssähkövetoinen)

- Päästövähennysjakaumat; käyttäjäryhmittäin
- Valtiontalouden vaikutukset; käyttäjäryhmittäin (verot/kannusteet eriteltynä)
- Taloudelliset vaikutukset (TCO) käyttäjäryhmittäin (verokustannukset ja kannusteeteriteltynä)

Täyssähköautokannan muutosten heijastusvaikutukset

- Heijastusvaikutukset muihin käyttäjäryhmiin ja ajoneuvoluokkiin eriteltyinä
- Heijastusvaikutukset valtiontalouteen, kilpailukykyyn (logistiikka), ostovoimaan, päästövähennystarpeeseen (jakeluvelvoite)

Yksittäisten muutosten vaikutus skenaarion sisällä

- Skenaarion sisällä tapahtuvien yksittäisten muutosten vaikutukset (sähköautomuutokset, uusiutumismisnopeus)
- Muuttujat; Uusiutumismisnopeus, BEV/PHEV suhde, raskas/hlö-suhde

Erilaisia keskiverto sähköistymispolkuja

- Ajoneuvoluokat - päästövähennys/kustannustehokkuus/verotus/kannusteet

7. Kustannustehokkuusvertailu

Kustannustehokkuus yhteiskuntatalouden näkökulmasta

Kunkin skenaarion kumulatiiviset päästövaikutukset ja talousvaikutukset verrattuna perusskenaarioon lasketaan vuosille 2024-2035

Kunkin skenaarion taloudellisten ohjauskeinojen vaikutukset valtiontalouteen lasketaan niille vuosille, joina ohjauskeino on käytössä ja diskontataan perusvuoteen 2024.

Näiden pohjalta esitetään kunkin skenaarion kokonaiskustannustehokkuus €/t sekä kustannustehokkuus ilman veroja ja tukia

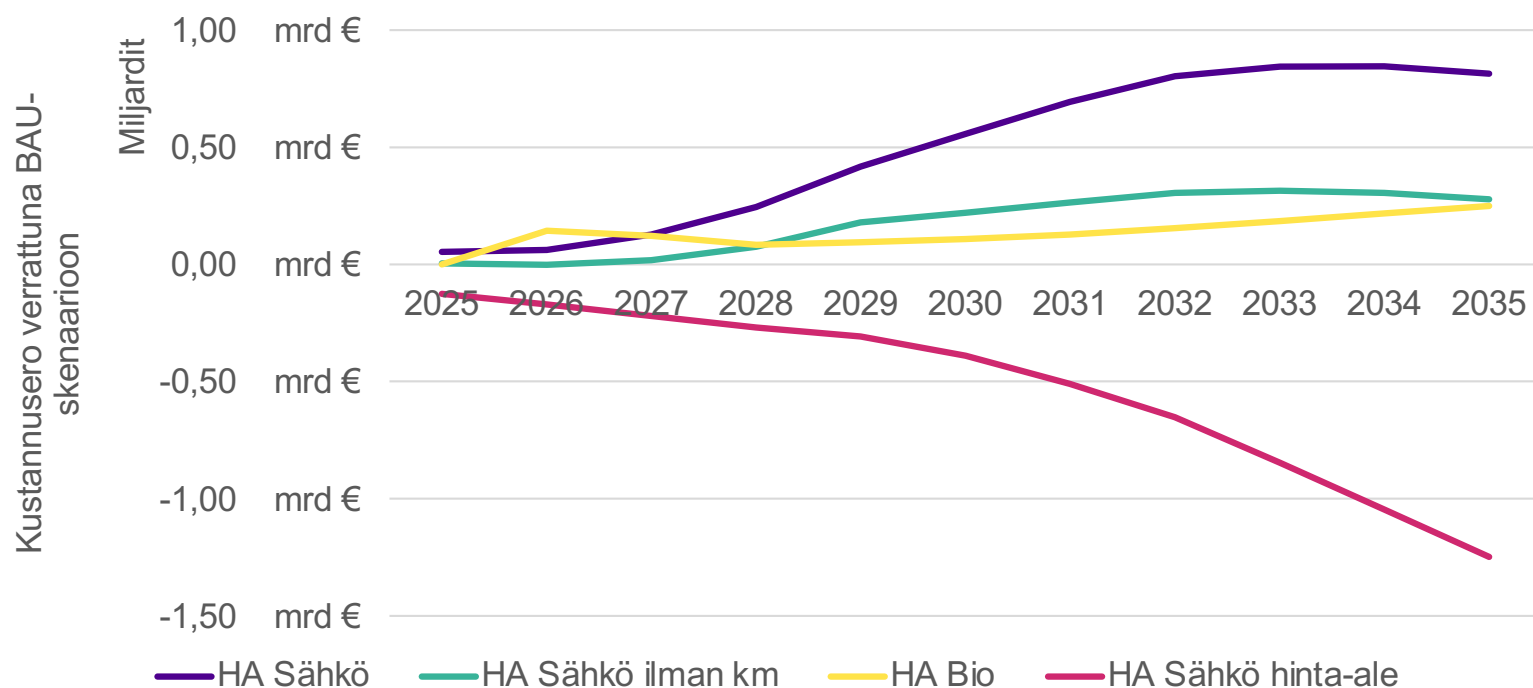
Kustannustehokkuus verrattuna BAU-skenaarioon

Liikenteen kokonaiskustannukset kasvavat kumulatiivisesti 1,2 mrd. € Sähkö-skenaariossa, jos liikennesuorite ei kasva pienentyneiden km-kustannusten seurauksena, päästöt vähenevät kumulatiivisesti 11,5 Mt, jolloin päästövähennysten kustannustehokkuus on 102 €/t

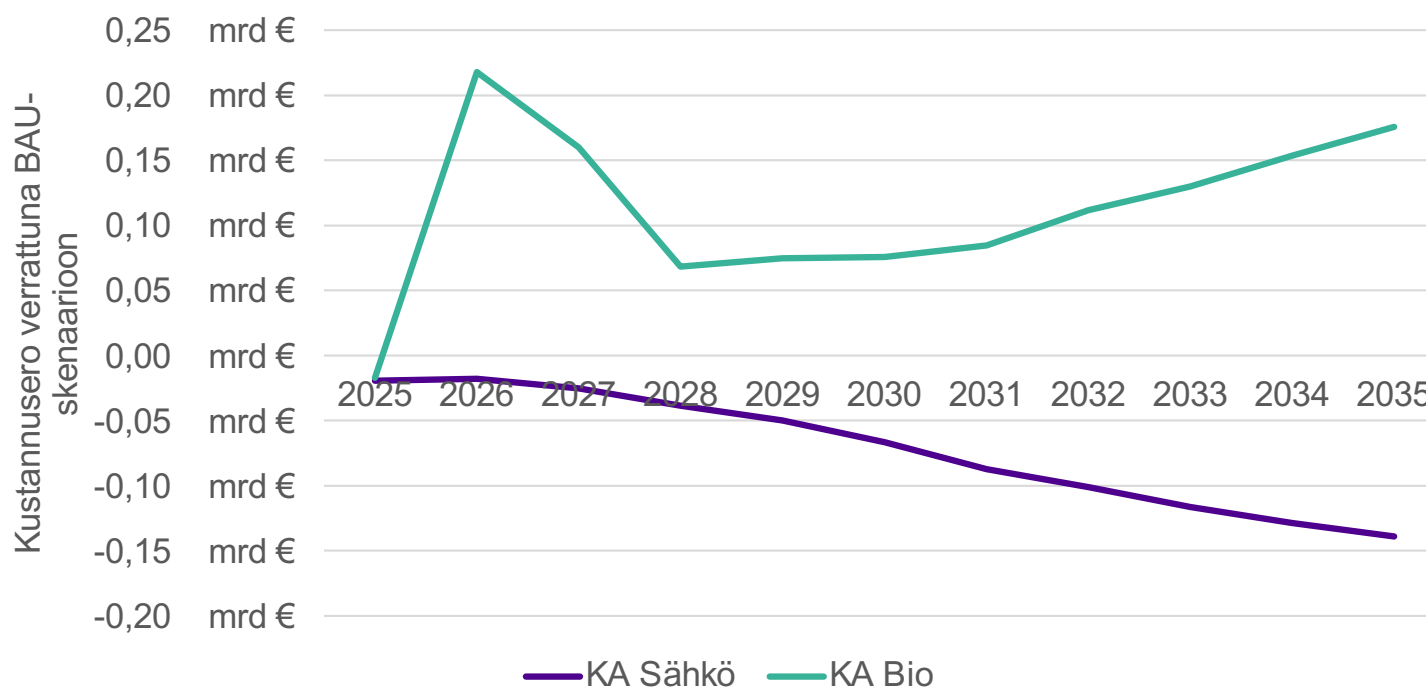
- Jos suorite kasvaa, kustannukset kasvavat 4,7 mrd. ja kustannustehokkuus on 407 €/t
- Jos sähköhenkilöautojen hankintahinnat alenevat Sähkö hinta-ale -skenaarion mukaisesti, kustannukset pienenevät 6,6 mrd. € ja kustannustehokkuus on -573 €/t

Bio-skenaariossa kustannukset kasvavat 2,7 mrd. € ja päästöt vähenevät kumulatiivisesti 13,9 Mt, kustannustehokkuus on 197 €/t.

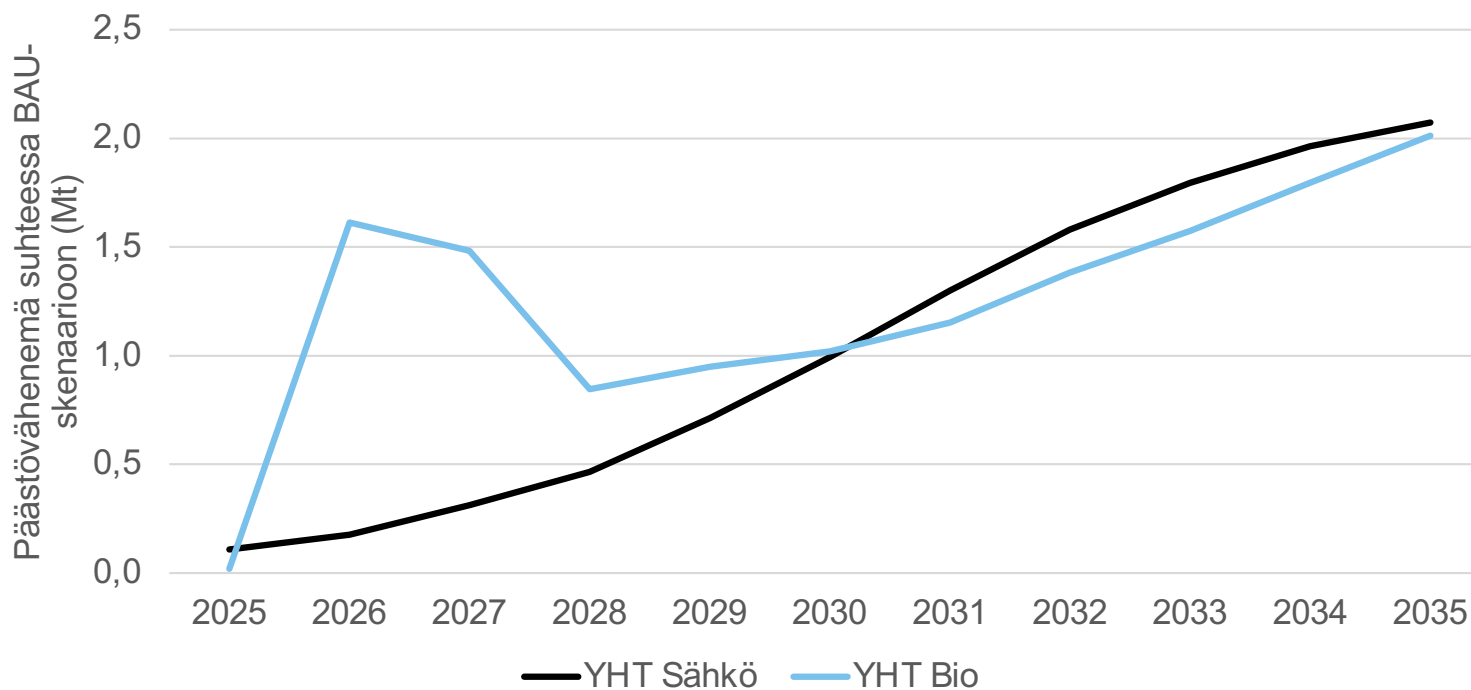
Henkilöautoilun kustannuserot verrattuna BAU-skenaarioon vuosittain (BAU 21,0 mrd. € → 20,7 mrd. €)



Kuorma-autoilun kustannuserot verrattuna BAU-skenaarioon vuosittain (BAU 3,4 mrd.€ → 4,1 mrd. €)



Päästövähennemä verrattuna BAU-skenaarioon vuosittain



Liite 1: Skenaarioiden oletukset

Uusiutuvien polttoaineiden osuudet skenaarioissa

	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Bensiini	7 %	7 %	7 %	7 %	7 %	7 %	7 %	7 %	7 %	7 %	7 %
Kaasu	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
Diesel (BAU ja Sähkö)	18,0 %	22,0 %	26,5 %	38,5 %	40,0 %	42,0 %	43,0 %	43,0 %	42,5 %	42,0 %	41,5 %
Diesel (Bio)	18,0 %	44,0 %	47,0 %	50,0 %	53,0 %	56,0 %	59,0 %	62,0 %	65,0 %	68,0 %	71,0 %

Skenaarioiden oletuksia, energian hinnat

Sähkön hinta (sisältäen siirron ja verot) on 0,28 €/kWh

Bensiinin hinta on kaikissa skenaarioissa 1,96 €/l 2025-2026 ja 2,10 €/l vuoden 2027 jälkeen EU:n päästökaupan vuoksi

Dieselin hinta muuttuu uusiutuvan dieselin määrän muutosten perusteella

Skenaario	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
BAU ja Sähkö	2,22 €	2,27 €	2,45 €	2,57 €	2,59 €	2,61 €	2,62 €	2,62 €	2,62 €	2,61 €	2,61 €
Bio	2,22 €	2,53 €	2,66 €	2,69 €	2,72 €	2,75 €	2,78 €	2,81 €	2,84 €	2,87 €	2,90 €

Skenaarioiden oletuksia, autojen hinnat

Hankintahintojen erot eri käyttövoimien välillä perustuvat Suomen Ilmastopaneelin [Autokalkulaattorin](#) ja [Traficomin ajoneuvolaskureiden](#) vuoden 2023 hintoihin.

On oletettavaa, että sähköautojen hintaero polttomoottoriautoihin nähden pienenee, koska autonvalmistajia sitovat [CO2-rajat tiukentuvat](#) vuosina 2025, 2030 ja 2035, mikä pakottaa valmistajat kasvattamaan sähköautojen osuutta myynnistä

- Autokalkulaattorissa ja Traficomin henkilöautolaskurissa hintoja on jo päivitetty siten, että sähköautojen hintaerot polttomoottoriautoihin nähden ovat pienentyneet

Myös kuorma-autojen osalta autonvalmistajia [sitovat CO2-rajat](#) ja [akkujen ennakoitu kustannusten pieneneminen](#) kaventavat todennäköisesti hankintahintojen eroa

Laskennassa käytetään kuitenkin kaikissa skenaarioissa samoja vuoden 2023 hintoja vuoteen 2035 saakka, jotta hankintahintojen ero ei vaikuta tuloksiin

Skenaarioiden oletuksia, autojen hinnat

Uusien henkilöautojen hankintahinnat kokoluokittain:

	Mini	Pieni	Medium	Iso
Bensiini	19 000 €	25 000 €	34 180 €	51 270 €
Diesel	20 000 €	26 500 €	35 910 €	53 870 €
Kaasu	16 680 €	32 000 €	39 320 €	58 980 €
PHEV	24 010 €	42 000 €	53 000 €	75 000 €
BEV	27 000 €	40 000 €	50 000 €	100 000 €
BEV hinta-ale - skenaario	27 000 €	35 000 €	45 000 €	70 000 €

Uusien kuorma-autojen hankintahinnat kokoluokittain:

	Pieni jakelu	Suuri jakelu	Puoliperävaunu	Täysperävaunu
Diesel	125 000 €	165 000 €	165 000 €	200 000 €
Kaasu	162 500 €	214 500 €	214 500 €	260 000 €
Sähkö	312 500 €	412 500 €	412 500 €	500 000 €

Skenaarioiden oletuksia, henkilöautokannan uudistuminen

Autokantamallissa henkilöautokantaan tulee n. 200 000 autoa vuosittain, riippuen siitä, kuinka paljon autoja tarvitaan, jotta autokannan keski-ikä säilyy nykytasolla

Autokantamalli ei erittele sitä, ovatko kantaan tulevat autot uusia, käytettynä maahantuotuja vai jo Suomessa olevia takaisin liikennekäyttöön otettuja autoja.

Kantaan tulevien autojen käyttövoimajakaumat on esitetty taulukossa:

Skenaario	2025				2030			
	BEV	PHEV	Bensiini	Diesel	BEV	PHEV	Bensiini	Diesel
BAU / Bio	25 %	18 %	37 %	20 %	38 %	6 %	41 %	15 %
Sähkö	22 %	29 %	32 %	17 %	85 %	15 %	0 %	0 %

Skenaarioiden oletuksia, kuorma-automyynti

Myynti 3500-4200 vuodessa, käytettyinä 2300-2500, osuudet uusista ja käytettyinä maahantuoduista kuorma-autoista

Skenaario	2025			2030		
Kuorma-autot	BEV	Kaasu	Diesel	BEV	Kaasu	Diesel
BAU / Bio	2,5 %	2,5 %	95 %	5 %	3 %	92 %
Sähkö	10 %	6 %	84 %	50 %	10 %	40 %
Perävaunulliset kuorma-autot						
BAU / Bio	0,5 %	6 %	93,5 %	1 %	10 %	89 %
Sähkö	7 %	8,5 %	84,5 %	25 %	25 %	50 %

Liite 2: Autoilijoiden kustannusten esimerkkilaskelmat

Esimerkkiautoilijoiden kustannuksia, lähtötiedot

	Perusautoilija				Edustusautoilija		
	Bensa-auto	Dieselauto	PHEV	Sähkö			
	Toyota Corolla	Skoda Octavia	Opel Astra	Tesla 3 LR	MB E diesel	MB E PHEV	MB EQE
Hankintahinta	35628	39965	43407	45590	65388	75310	82900
Autoveron osuus	2348	3355	1307	0	6188	2060	0
CO2 (WLTP)	102	117	28	0	123	12	0
l/100km	5	5	5		6	6	
Vuosisuorite	17000	17000	8500		30000	15000	
Litraa vuodessa	850	850	425		1800	900	
Ajoneuvovero	105	519	99	228	625	103	255
Kiinteät kulut	1500	1500	1500	1500	2000	2000	2000
kWh/km			0,18	0,15		0,2	0,2
Suorite sähköllä			8500	17000		15000	30000
kWh vuodessa			1530	2550		3000	6000

Perusautoilijoiden kustannuksia 2025-2040, uusi auto 2025 ajaa samalla 2040 asti, 17 000 km vuodessa

	Samalla Dieselautolla	Samalla sähköautolla	Samalla bensa-autolla
Veroton hankintahinta	28 490 €	36 327 €	26 041 €
ALV hankinnasta	8 120 €	9 263 €	7 239 €
Autovero	3 355 €	- €	2 348 €
Jälleenmyyntiarvo	2 838 €	3 237 €	2 530 €
Ajoneuvovero	8 304 €	3 648 €	1 680 €
Veroton energia (Bio / Sähkö)	23 729 € / 21 750 €	8 160 €	11 016 €
Energiaverot ilman ALV (Bio / Sähkö)	5 829 € / 6 258 €	938 €	10 336 €
ALV energia (Bio / Sähkö)	7 537 € / 7 142 €	2 275 €	5 304 €
Veroton kiinteät	19 136 €	19 136 €	19 136 €
ALV kiinteät	4 880 €	4 880 €	4 880 €
Arvonalenema	127 €	42 353 €	33 098 €
Yhteensä (Bio / Sähkö)	118 018 € / 116 073 €	90 653 €	95 037 €
Verot yhteensä	38 026 €	21 004 €	31 787 €
ALVit	20 537 €	16 418 €	17 423 €
km	272 000	272 000	272 000
€/km (Bio / Sähkö)	0,43 € / 0,43 €	0,33 €	0,35 €
CO2 kg (Bio / Sähkö)	13 776 / 18 179		29 784

Perusautoilijoiden kustannuksia 2025-2040, 8 vuotta vanha käytetty 2025 ja 2033, 17 000 km vuodessa

	Käytetty (8 vuotta vanha bensa 2025, sähkö 2033)	Käytetty (8 vuotta vanha sähkö 2025 ja 2033)
Veroton hankintahinta	26 727 €	30 005 €
ALV hankinnasta	6 816 €	7 652 €
Autovero	- €	- €
Jälleenmyyntiarvo	5 766 €	6 474 €
Ajoneuvovero	2 664 €	3 648 €
Veroton energia	9 588 €	8 160 €
Energiaverot ilman ALV	5 637 €	938 €
ALV energia	3 789 €	2 275 €
Veroton kiinteät	19 136 €	19 136 €
ALV kiinteät	4 880 €	4 880 €
Arvonalenema	27 777 €	31 184 €
Yhteensä	80 287 €	77 873 €
Verot yhteensä	23 787 €	19 393 €
ALVit	15 485 €	14 807 €
km	272 000	272 000
€/km	0,30 €	0,29 €
CO2 kg	14 892 (450-4500 €)	

Perusautoilijoiden kustannuksia 2025-2040, uusi auto 5 vuoden välein, 17 000 km vuodessa

	Vähittäinen siirtyjä (2025-2029 bensa, 2030-2034 PHEV, 2035-2040 Sähkö)	Nopeasti sähköön (2025-2029 bensa, 2030-2040 sähkö 2 kertaa)	Heti sähköön (2025-2040 sähkö 3 kertaa)
Veroton hankintahinta	95 648 €	98 695 €	108 981 €
ALV hankinnasta	25 322 €	25 765 €	27 789 €
Autovero	3 655 €	2 348 €	- €
Jälleenmyyntiarvo	70 803 €	72 097 €	78 004 €
Ajoneuvovero	2 160 €	3 033 €	3 648 €
Veroton energia	9 244 €	9 053 €	8 160 €
Energiaverot ilman ALV	5 314 €	3 875 €	938 €
ALV energia	3 624 €	3 221 €	2 275 €
Veroton kiinteät	17 940 €	19 136 €	19 136 €
ALV kiinteät	4 575 €	4 880 €	4 880 €
Arvonalenema	53 822 €	54 711 €	58 766 €
Yhteensä	125 656 €	126 022 €	125 592 €
Verot yhteensä	44 650 €	43 122 €	39 530 €
ALVit	33 521 €	33 866 €	34 944 €
km	272 000	272 000	272 000
€/km	0,46 €	0,46 €	0,46 €
CO2 kg	13 961	9 308	

Edustusautoilijoiden kustannuksia 2025-2040, uusi auto 5 vuoden välein, 30 000 km vuodessa

	Paljon ajava vähittäin sähköön (2025-2029 diesel, 2030-2034 PHEV, 2035-2040 Sähkö)	Paljon ajava plugarista sähköön (2025-2029 PHEV, 2030-2040 Sähkö 2 kertaa)	Paljon ajava heti sähköön (2025-2040 sähkö 3 kertaa)
Veroton hankintahinta	169 918 €	190 060 €	198 168 €
ALV hankinnasta	45 432 €	48 990 €	50 532 €
Autovero	8 248 €	2 060 €	- €
Jälleenmyyntiarvo	126 956 €	137 341 €	141 842 €
Ajoneuvovero	5 170 €	3 320 €	4 080 €
Veroton energia (Bio / Sähkö)	27 424 € / 25 977	19 845 €	19 200 €
Energiaverot ilman ALV (Bio / Sähkö)	8 911 € / 9 224 €	5 283 €	2 208 €
ALV energia (Bio / Sähkö)	9 162 € / 8 873 €	6 271 €	5 352 €
Veroton kiinteät	25 504 €	25 504 €	25 504 €
ALV kiinteät	6 496 €	6 496 €	6 496 €
Arvonalenema	96 642 €	103 769 €	106 858 €
Yhteensä (Bio / Sähkö)	232 989 € / 231 566 €	221 538 €	220 230 €
Verot yhteensä	83 419 €	72 420 €	68 668 €
ALV:t	61 090 €	61 757 €	62 380 €
km	480 000	480 000	480 000
€/km (Bio / Sähkö)	0,49 € / 0,48 €	0,46 €	0,46 €
CO2 kg (Bio / Sähkö)	23 696 / 26 916	9 855	