



LIFE22-IPC-FI-ACE LIFE. Euroopan unionin osarahoittama.

Esitetyt näkemykset ja mielipiteet kuuluvat kuitenkin ainoastaan kirjoittajille eivätkä välttämättä heijasta Euroopan unionin tai CINEAn kantoja. Euroopan unionia tai myöntävää viranomaista ei voida pitää niistä vastuussa.

Vähähiiliset ratkaisut puun logistiikkajärjestelmissä

Osa 2: Tiekuljetukset

Pirjo Venäläinen ja Asko Poikela

Metsätehon tuloskalvosarja 8b/2026

Metsäteho Oy

Sisältö

1. Johdanto
2. Tiekuljetusten vähähiiliset ratkaisut
 - a) Vaihtoehtoiset käyttövoimat
 - b) High Capacity Transport (HCT)
 - c) Verotus ja päästökauppa
3. Johtopäätökset ja jatkotutkimustarpeita

Lähteet

Liitteet



1. Johdanto

- Tuoreimpia EU-politiikan ohjelmia autokuljetusten päästöjen vähentämiseksi ovat:
 - **Tavaraliikenteen viherryttäminen** (Euroopan komissio 2023)
 - Ohjelman toimenpiteiden tavoitteena on lisätä liikenteen tehokkuutta ja kestävyyttä ja tukea liikenteen päästövähennystavoitteiden saavuttamista. Ohjelma on osa EU:n kestävän ja älykkään liikkuvuuden strategian toteutusta.
 - Ohjelmalla lisätään kannusteita vähäpäästöisille kuorma-autoille (mitta- ja massadirektiivin uudistus ja aerodynamiikan kehittäminen).
 - **Autoteollisuuspaketti** (European Commission 2025)
 - Paketissa esitetään autoteollisuudelle suunnitelma, jonka tavoitteena on ilmastoneutraalius vuoteen 2050 mennessä.
 - Paketissa esitetään mm. muutoksia raskaiden ajoneuvojen hiilidioksidipäästönormeihin.
 - Vähäpäästöisten autojen valmistamista EU:ssa edistetään julkisen rahoitustuen vaatimuksilla ja akkujen arvoketjujen kehittämistä akkubuusterialoitteella.



EU-sääntely – tiekuljetukset ja ajoneuvot

- **Vaihtoehtoisten käyttövoimien AFIR-jakeluinfra-asetus**
 - Suomen kansallinen jakeluinfraohjelma (Ojala ym. 2024)
- **Päästökauppadirektiivi (mm. tieliikenne ja työkoneet)**
 - Polttoainejakelijoiden välinen päästökauppa EU:ssa 2028 lähtien
 - Päästöoikeuksien vähentäminen vähitellen päästövähennysten aikaansaamiseksi
 - Suomessa esitetty ammattidieseliä kustannusten nousuvaikutuksen vähentämiseksi
- Raskaiden ajoneuvojen **EURO 7 -päästöstandardi** (voimaan raskaille ajoneuvoille 2029)
 - 2035: typen oksidit **-56 %**, hiukkaspäästöt **-39 %**, akkujen kestävyysparantaminen
- Kuorma-autojen ja perävaunujen **CO₂-raja-arvoasetus**
 - Päästövähennystavoitteet vuoteen 2019 verrattuna: 2030: **-45 %**, 2035: **-65 %**, 2040: **-90 %**
 - Suomessa yleisille suurille ajoneuvoille (EHC, extra heavy combination) oma laskentatapansa
- **Mitta- ja massadirektiivin uudistus (kesken)**
 - Kansallisessa liikenteessä poikkeamat jatkossakin sallittu



Suomen keskipitkän aikavälin ilmasto-suunnitelma (KAISU3) ja jakelovelvoite

- KAISUn (Ympäristöministeriö 2025) toimenpideohjelmassa esitellyt kuorma-autoliikenteen lisätoimet vuosille 2025–2030 koostuvat pääasiassa erilaisista tuista ja kannusteista:
 - Puhtaiden (sähkö-, vety- ja metaanikäyttöisten) kuorma-autojen hankintatuet
 - Jatketaan sähkö-, metaani- ja vetykäyttöisten kuorma-autojen hankintatukia vuosina 2026–2030.
 - Raskaan kaluston hankintatuet mikroyrityksille (SCF-toimi)
 - Otetaan käyttöön sähkö- ja vetykäyttöisten kuorma- ja linja-autojen hankintatuki mikroyrityksille.
 - Julkisen jakeluinfran tuet – AFIR-vaatimusten täyttyminen
 - Jatketaan julkisen jakeluinfran rakentamisen tukemista 10 milj. €/lla/vuosi.
- KAISUn toimeenpanoa seurataan ilmastovuosikertomusten yhteydessä.
- Kansallisessa sääntelyssä keskeinen toimi on laki uusiutuvien polttoaineiden käytön edistämisestä liikenteessä (446/2007). Uusiutuvan polttoaineen jakelovelvoite nousee nykyisestä 19,5 prosentista 22,5 prosenttiin vuonna 2027. Vuosina 2028–2030 taso nousee 31 prosentista 34 prosenttiin.

2. Tiekuljetusten vähähiiliset ratkaisut

- Puun maantiekuljetusten osalta päästövähennyskeinoina tässä selvityksessä käsitellään lähinnä ajoneuvojen eri käyttövoimia.
 - Tiekuljetusten energiatehokkuustoimia on käsitelty ACE-hankkeessa laaditussa Energiatehokkuusoppaassa (Poikela ja Venäläinen (toim.) 2025). Energiatehokkuuteen vaikuttavina tekijöinä on kuvattu mm. kuljetuskaluston ominaisuuksia ja huoltoa, kuljetusreittien ominaisuuksia ja olosuhteita sekä kuljettajan ajotapaa.
 - Raskaan liikenteen vaihtoehtoisten käyttövoimien jakeluinfraktuurin tilannekuvakarttaa on käsitelty kalvossa 19.
 - Yli 76-tonnisia High Capacity Transport (HCT) -yhdistelmiä on käsitelty kalvossa 21.
 - Eri käyttövoimien verotusta ja tieliikenteen päästökauppaa on käsitelty kalvoissa 22–23.
- Vaikutusarvioissa vertailut on tehty 76-tonnisiin dieselkäyttöisiin ajoneuvoyhdistelmiin.
 - Uusiutuvan polttoaineen jakeluvaihtoehto voidaan nykyään täyttää monin keinoin (uusiutuva diesel, biokaasu, liikennesähkö). Näin ollen laskelmien vertailukohteena oleva tavallinen diesel on yhä haastavampi määrittää.

WEM-P-skenaario kuorma-autokannan kehityksestä (Koljonen ym. 2024)

	2022	2030	2040	2050
Diesel	89 700	88 000	74 400	52 900
Kaasu	500	2 200	5 300	7 900
Täyssähkö	25	2 400	13 000	27 900
Vety	0	200	2 500	8 100

Taulukosta on jätetty pois bensiinikäyttöiset kuorma-autot. Skenaariota ei esitetä kokoluokittain, jossa kehitys voi olla hyvin erilainen.

Yhteenveto tiekuljetusten päästövähennyskeinoista

Keino	Nykytilanne puutavara ja hake	Vaikutus CO ₂ e-päästöt*	Vaikutus CO ₂ e-päästöt**	Vaikutus kuljetuskustannus
HVO	<10 autoa	-100 % per litra	-68 % per litra ^[1]	+4,5–6,5 %/m ³ puu ^[2]
LBG	30 autoa	-92 % ^[3]	-45 % ^[3]	-0,2 % BAU-skenaario ^[3]
Sähkö	1. auto 2026, Ruotsissa 15+	-100 %	-93 % puutavara ja hake ^[4]	+7–11 % puu, +6–8 % hake ^[4]
Sähköakseli	0, (markkinoilla)	-5...-15 % puu ^[5]	Ei laskettu	Ei vielä tarkkoja arvioita
Vety	0, (testausvaihe)	-100 %	Ei arviota	+64 % (polttokenno) ^[6]
RFNBO	0, (jakeluvaihe 2028)	-100 %	>70 %	Tuotantokustannus 1 500–3 200 €/t ^[7]
HCT (yli 76 t)	Kokeiluita	-3...-10 %/tuoret puu, -4...-20 %/tuoret hake ^[8]	-3...-10 %/tuoret puu, -4...-20 %/tuoret hake ^[8]	-3...-16 %/m ³ puu, -2...-17 %/m ³ hake ^[8]

Huom! Vertailuperusteissa ja -vuosissa eroja Vertailu jakeluvaiheen mukaiseen dieseliin

*Käytönaikaiset TTW-päästöt / **Käyttövoiman elinkaarenaikaiset WTW-päästöt.

¹Ojala ym. 2025 ²Juntunen 2023 ³Huuskonen ym. 2025 ⁴Venäläinen ym. 2025 ⁵Kinnunen 2023 ⁶Levälehto 2025 ⁷Sipilä ja Lottonen 2024 ⁸Ks. liite 1

a) Vaihtoehtoiset käyttövoimat

Biodiesel ja HVO-diesel

• Nykytilanne

- Bio-osuuden suuruus dieselissä vaihtelee nykyään jakelijoittain, koska uusiutuvan polttoaineen jakeluvuorot voi täyttää eri tavoin (uusiutuva diesel, biokaasu, liikennesähkö).
- HVO:ssa uusiutuvan dieselin osuus on 100 %. HVO:ta käytetään Suomen puu- ja hakekuljetuksissa alle kymmenessä autossa. HVO:ta on saatavilla lähes sadalla raskaan liikenteen asemalla Suomessa (ABC-asemien Nero Diesel, Neste MY Uusiutuva Diesel, St1 HVO). Jakeluverkko Itä- ja Pohjois-Suomessa on harva. Teboilin asemien sulkeutuminen heikensi HVO:n saatavuutta.

• Tavoitteet

- Biodieselin käyttö on osa uusiutuvan polttoaineen jakeluvuorot, eikä sen käytön kehittymiselle ole erillistä tavoitetta.

• Kehitysnäkymiä

- Biodieselin käyttö pysyy lähivuosinakin merkittävänä jakeluvuorotteen kiristymisen, laajan jakeluverkon ja uusiin käyttövoimiin nähden hyvän kustannuskilpailukyvyn takia.
- HVO-dieselin käyttöä rajaa sen kallis hinta. Kilpailu raaka-aineista lisääntyy lentoliikenteen ja meriliikenteen uusiutuvien polttoaineiden käyttövaatimusten myötä (Levälehto 2025)

• Vaikutukset

- HVO:n käytönaikaiset CO₂e-päästöt litraa kohden ovat 100 % pienemmät ja elinkaarenaikaiset päästöt 68 % pienemmät kuin vuoden 2024 jakeluvuorotteen mukaisella dieselillä (Ojala ym. 2025). Levälehdon (2025) simuloinnin mukaan HVO-dieselin kulutus on hieman korkeampaa kuin tavallisen dieselin.
- Biodieseliä ja HVO:ta voidaan käyttää nykyisissä polttomoottoriautoissa, joten niistä ei synny korkeampia ajokaluston hankintakustannuksia. HVO-diesel on tavallista dieseliä kalliimpaa (ks. kalvo 7).



Metaani (LBG) 1

• Nykytila

- Metsätehon kyselyn mukaan Suomen puutavarakuljetuksissa on 15 ja aines- ja energiapuuhakkeen kuljetuksissa 15 nesteytetyllä biometaanilla (LBG) käyvää kuorma-autoa. Paineistettua biometaania (CBG) käytetään pienemmissä autojen kokoluokissa.
- Toiminnassa on vajaat 40 julkista raskaan liikenteen LBG:n jakeluasemaa. Suunnitteilla on yli 10 asemaa.

• Tavoitteet

- Jakeluinfraohjelman (Ojala ym. 2024) tavoitteena on, että Suomessa on
 - yhteensä noin 5 000 CBG- ja LBG-kuorma-autoa vuonna 2030
 - vähintään 60 LBG-asemaa vuonna 2030 ja että määrä edelleen kasvaa ajoneuvokannan kasvun rinnalla vuoteen 2035 mennessä.
- EU:ssa tavoitellaan biometaanin tuotannon kasvua osana RePowerEU-ohjelmaa.



Metaani (LBG) 2

- **Kehitysnäkymiä**

- Metsäyhtiöille tehdyn kyselyn mukaan uusia LBG-autoja on tulossa lisää puutavara- ja hakekuljetuksiin.
- KAISUssa (Ympäristöministeriö 2025) ehdotetaan metaanikäyttöisten kuorma-autojen hankintatukea vuosille 2026–2030.
- Suomessa on useita LBG:n jakeluasemia ja tuotantolaitoksia suunnitteilla tai rakenteilla.

- **Vaikutukset**

- Biometaani on fossiiliton, mutta ei nollapäästöiseksi laskettava käyttövoima. 69-tonninen LBG-puutavara-auto vähentää käytön aikaisia CO₂e-päästöjä 92 % ja käyttövoiman elinkaarenaikaisia päästöjä 45 % ajettua tkm:a kohden (Huuskonen ym. 2025).
 - Apupolttoaineena laskelmassa on käytetty dieseliä, HVO:lla päästövähennä olisi suurempi.
- 68-tonnisen LBG-puutavara-auton vuosikustannukset olivat tutkimuksen (Huuskonen ym. 2025) mukaan samaa tasoa dieselyhdistelmän kanssa.
- Tutkimus 75-tonnisten LBG-yhdistelmien vaikutuksista valmistuu kesällä 2026.



Sähkö 1

• Nykytilanne

- Suomen ensimmäisen sähköisen puutavarayhdistelmän pilotti käynnistyy ACE-hankkeessa vuoden 2026 aikana. Ruotsissa on ajossa vajaat parikymmentä 60–110-tonnista sähköistä puutavara- ja hakeautoa. Yhdistelmiä on tulossa lisää mm. osana TREE-tutkimushanketta.
- Raskaimpia sähkökuorma-autoja on tarjolla Volvolla ja Scanialla. Megawattilataukseen (MCS) soveltuvia kuorma-autoja tulee myyntiin vuoden 2026 aikana.
- Suomessa raskaan liikenteen julkisia latausasemia on reilut 10 kappaletta ja suunnitteilla on yli 30 asemaa. Ensimmäiset megawattitason latausasemat ovat aloittaneet toimintansa. (Traficom 2026 ja jakeluinfratoimijat)
- Suomen puutavarakuljetuksissa on ollut käytössä myös joitakin Sisun hybridi-kuorma-autoja.

• Tavoitteet

- Kansallisen jakeluinfraohjelman (Ojala ym. 2024) tavoitteena on, että raskaan liikenteen julkinen latausinfra verkko täyttää EU:n AFIR-asetuksen mukaiset vuoden 2030 tavoitteet (lähtökohtaisesti latausasema 60 km:n välein TEN-T-ydintieverkolla ja 100 km:n välein kattavalla TEN-T-tieverkolla). Myös TEN-T-verkon ulkopuoliset lataustarpeet on tarpeen ottaa huomioon.
- KAISU-raportissa (Ympäristöministeriö 2025) nähdään tarpeelliseksi julkisen raskaan liikenteen latausinfra-tuen jatkaminen.



Kuva: SCA

Sähkö 2

- **Kehitysnäkymiä**

- Ruotsin metsäsektorin tutkimushankkeissa on käynnistymässä lähivuosina lisää sähkökuorma-autojen pilotteja. Metsäsektorin ajoihin soveltuvia sähkökuorma-autoja on todennäköisesti tulossa lisää markkinoille, ja niiden kustannuskilpailukyky kehittynee mm. akkukehityksen ja megawattilatauksen yleistymisen myötä.

- **Vaikutukset**

- Sähköiset kuorma-autot ovat käytön aikana nollapäästöisiä. Puutavara- ja hakekuljetuksissa käyttövoimien elinkaarenaikaiset päästöt ovat sähköllä 93 % pienemmät kuin dieselillä kuljetettua kuormatonnia kohden (Venäläinen ym. 2025).
- MESI-hankkeen perustason laskelmien mukaan sähköisillä ajoneuvoyhdistelmillä puutavaran kuljetus on 7–11 % kalliimpaa ja hakkeen 6–8 % kalliimpaa kuin dieselyhdistelmällä (Venäläinen ym. 2025). Kustannuseroihin vaikuttavat kuitenkin paljon mm. oletukset latauksen toteutuksesta ja sähkönhinnasta.
- KAISUssa (Ympäristöministeriö 2025) ehdotetaan sähkökuorma-autojen hankintatukea vuosille 2026–2030 ja erillisenä SCF-toimena hankintatukea mikroyrityksille.



Sähkö- ja hybridiakselit 1

- **Nykytilanne**

- Sähköakseleilla varustettuja kuorma-autoja tai perävaunuja (etrailer) ei ole tiettävästi käytössä Suomen puukuljetuksissa. Sähköakseleiden käyttö on muutenkin vasta yleistymässä.
- Volvolla tulee myyntiin sähköakselilla varustettu sähkökuorma-auto vuoden 2026 aikana. Sähköakselilla varustettuja perävaunuja Suomessa tarjoaa ainakin VAK, jonka akseli sijoitettiin Ahola Transportin perävaunuun. Nyblomin (2023) opinnäytetyössä on kuvattu hybridiakselien toimittajia Euroopassa.

- **Tavoitteet**

- Sähköakselilla varustetut perävaunut ovat yksi keino vähentää myös perävaunujen päästöjä. EU:n CO₂-raja-arvoasetuksen mukaan myös perävaunujen päästöjä tulee vähentää, vaikka niille ei olekaan omia päästövähennystavoitteita.



Sähkö- ja hybridiakselit 2

- **Kehitysnäkymiä**

- Sähköakselien käyttöä rajoittaa tällä hetkellä korkea hinta. Sähkö- ja hybridiakselien kustannuskilpailukyvyyn oletetaan parantuvan ratkaisuiden yleistymisen ja kehittymisen myötä.

- **Vaikutukset**

- Sähköakseleita tutkitaan mm. Oulun yliopiston NO DAMAGE -hankkeessa, jossa on asennettu sähköakseli kuorma-auton viimeiseen vetävään akseliin. Ruotsissa sähköakseleita tutkitaan mm. DHEELS- ja REEL-hankkeissa.
- Kanadassa on tutkittu puutavara-auton perävaunuun asennettua sähköakselia, jonka todettiin vähentävän polttoaineen kulutusta 17 % (FPInnovations ajoittamaton). Oulun yliopiston simulointitutkimuksessa (Kinnunen 2023) sähköakseli säästi kuormatun puutavarayhdistelmän kulutusta 11,3 %, mutta lisäsi tyhjän yhdistelmän kulutusta noin 10 % akusta riippuen. Kokonaissästöä polttoaineen kulutuksessa syntyi 6 %. Kulutussäästöjä voidaan kasvattaa ohjauslogiikkaa kehittämällä.
- Sähköisen vetoautoon yhdistettynä sähköakseliperävaunu vähentäisi vetoauton tehovaatimuksia ja lataustarvetta sekä kasvattaisi sen kantamaa.
- Sähkö- ja hybridiakseleiden kustannusvaikutuksia ei ole arvioitu tässä selvityksessä, mutta akselit nostavat merkittävästi perävaunujen hintaa ja omapainoa (Nyblom 2023).



Vety 1

• Nykytilanne

- Vetyä käyttävät kuorma-autot voivat olla polttokenokäyttöisiä (FCEV) tai polttomoottoriautoja. Polttomoottoriajoneuvoissa on mahdollista käyttää myös vedyn ja dieselin seoksia.
- Polttokennoon perustuvia kuorma-autoja on mm. Scanialla ja nestemäiseen vetyyn perustuvia kuorma-autoja Mercedes-Benzillä. Volvon on tavoitteena saada myyntiin sekä polttomoottoriin että polttokennoihin perustuvia vetykuorma-autoja vuoteen 2030 mennessä.
- Suomen ensimmäinen vetykuorma-auto on tulossa OSAO:n vetämään VISIOP-hankkeeseen. ESCALATE-hankkeessa on pilotoitu konvertoitua Sisu-kuorma-autoa, joka on sekä akku- että vetypolttokenokäyttöinen.
- Suomen ensimmäinen raskaan liikenteen jakeluasema on tulossa 2026 Jyväskylään palvelemaan lähinnä paikallisliikenteen linja-autoja, mutta asema soveltuu myös kuorma-autoille. Myös joitakin muita asemia on suunnitteilla, mutta niiden toteutuksesta ei ole vielä päätöksiä. Oulun yliopiston vetämässä H2Go-tutkimuskokonaisuudessa pilotoidaan liikuteltavaa raskaan liikenteen vedyntankkaus pistettä.

• Tavoitteet

- Vetykuorma-autot lasketaan käytön aikana nollapäästöisiksi, joten ne tukevat EU:n tavoitteita nollapäästöisten kuorma-autojen lisäämiseksi.
- AFIR-asetuksen vaatimusten mukaan Suomessa tulisi olla noin kymmenen vedyn julkista tankkausasemaa vuoteen 2030 mennessä. Kansallisen jakeluinfraohjelman välitavoitteena on, että 70 % asetuksen edellyttämästä jakeluinfrastruktuurista on rakentunut vuoden 2027 loppuun mennessä. Ohjelman tavoitteena on myös, että fossiilittomilla lähteillä tuotetun vedyn osuus kaikesta liikenteessä käytetystä vedystä on 100 %. (Ojala ym. 2024)
- KAISU-raportissa (Ympäristöministeriö 2025) ehdotetaan vedyn julkisen jakeluinfratuen jatkamista, vetykuorma-autojen hankintatukea vuosille 2026–2030 ja erillisenä SCF-toimena hankintatukea mikroyrityksille.



Vety 2

• Kehitysnäkymät

- Liikenteen kasvihuonekaasupäästöjen perusennusteessa (WEM, 2024) arvioidaan, että Suomessa olisi vuonna 2030 vajaat 200 kappaletta vetykäyttöisiä kuorma-autoja (Ojala ym. 2024). Vetykuorma-autojen yleistymistä hidastaa mm. niiden korkeat hankintahinnat (Magnino ym. 2024).
- Vedyn etuja sähköön verrattuna on nopeus tankkaus, tankkien keveys akkuihin verrattuna ja suuremman energiatiheyden takia pidempi kantama.
- Nykytilanne-kohdassa on kuvattu autovalmistajien jo julkistetuista suunnitelmista. Daimler Truck, Volvo ja Toyota kehittävät polttokennoteknologiaa yhteistyössä yhteisomistuksessa olevan cellcentric-yrityksen kautta.
- Suomessa on julkaistu vedyn tuotantohankkeita EK:n vihreiden investointien dataikkunassa. Hankkeita on kuitenkin peruuntunut tai viivästynyt.

• Vaikutukset

- Vetyautot ovat käytön aikana nollapäästöisiä. Riipisen ym. (2025) tutkimuksessa verrattiin 68-tonnisia ajoneuvoyhdistelmiä. Vedyn päästökerroin per kulutettu kWh oli vihreällä vedyllä 74/94 % pienempi kuin dieselillä raaka-aineesta riippuen. Vetykuorma-auton kustannus kilometriä kohden oli 30–45 % korkeampi kuin dieselyhdistelmällä.
- Magninon ym. (2024) tutkimuksessa verrattiin sähkö-, polttokenno- ja polttomoottorivetykuorma-autojen kokonaiskustannuksia Suomessa. 76-tonnisilla yhdistelmillä, joilla ajetaan päivässä vähintään 500 km, polttomoottorivetykuorma-auto osoittautui edullisimmaksi Polttokennovetyauto oli kolmesta kallein, jos päivän ajomatka on 500 km. Sähköauto oli kallein, jos ajomatka on 720 km.



RFNBO-polttoaineet 1

- **Nykytilanne**

- Muuta kuin biologista alkuperää olevat uusiutuvat nestemäiset ja kaasumaiset liikennepolttoaineet (RFNBO-polttoaineet) tunnetaan myös Power-2-X-polttoaineina ja sähköpolttoaineina. RFNBO-polttoaineita ovat mm. vety, e-metaani, e-metanoli ja ammoniakki.
- Jakeluväitelain mukaan vuodesta 2028 alkaen RFNBO-polttoaineiden jakeluväite on 1,5 %, ja vuodesta 2030 alkaen 4 %.
- Vireon Hydrogen on Suomen ensimmäinen RFNBO-polttoaineiden toimittajaksi hyväksytty yritys.

- **Tavoitteet**

- Hallitusohjelmassa (Valtioneuvosto 2023) on esitetty, että Suomeen rakennetaan uutta sähköntuotantokapasiteettia mm. fossiilisten polttoaineiden korvaamiseksi sähkön perustuvilla ratkaisulla liikenteessä.



RFNBO-polttoaineet 2

- **Kehitysnäkymiä**

- Kansallisessa jakeluinfraohjelmassa (Ojala ym. 2024) nähdään, että RFNBO-polttoaineilla voidaan tulevaisuudessa korvata tuontipolttoaineita. Synteettisten polttoaineiden etuna on, että raaka-aineiden saatavuudelle ei ole vastaavia rajoitteita kuin biopohjaisilla polttoaineilla.
- Suomessa on useita synteettisten polttoaineiden tuotantolaitoshankkeita, mutta hankekuvauksissa ei avata, minkä kuljetusmuotojen polttoaineisiin hankkeissa tähdätään. Suomessa on hyvä potentiaali käyttää metsäteollisuuden tuotantolaitoksissa syntyvää biogeenistä hiilidioksidia RFNBO-polttoaineiden raaka-aineena.

- **Vaikutukset**

- RFNBO-polttoaine lasketaan käytön aikana nollapäästöiseksi, mikäli RED III:n kestävyyskriteerit täyttyvät. RFNBO-polttoaineen elinkaaren aikaisten CO₂e-päästöjen on oltava vähintään 70 % pienemmät kuin korvattavalla fossiilisella polttoaineella (laki eräiden polttoaineiden kestävyyskriteereistä 393/2013).
- AFRYn oletuksen mukaan RFNBO-polttoaineen kansainvälinen hinta on yli viisinkertainen fossiiliseen dieseliin verrattuna (Sipilä ja Lottonen 2024).



Raskaan liikenteen jakeluinfran tilannekuva

- Metsäteho ylläpitää karttaa raskaan liikenteen vaihtoehtoisten käyttövoimien jakeluinfraasta.
 - Karttaa päivitetään kaksi kertaa vuodessa.
 - Kartta ja sen infosivu löytyvät sivulta www.metsateho.fi/jakeluinfra.
- Kartan kehitystarpeena jatkossa on asemien kokorajoitusten (sallittu kokonaismassa ja -mitta) täsmentäminen.



Kartta: Riku Tarvainen



Mobiili latausasema (MESS)

- Skogforskin (2025) koordinoiman TREE-hankkeen pilotti puukuljetusten MESS-latauksesta on käynnissä.
 - Pilotti toteutetaan Norrbottenissa ja Västerbottenissa, joissa on kylmä ilmasto ja pitkät kuljetusmatkat.
- MESS-latauksen tavoitteena on lyhytkestoinen ”tukilataus” pitkien kuljetusmatkojen yhteydessä.
- Latausasema toimii HVO-dieselillä.



Kuva: Sveaskog

b) High Capacity Transport (HCT)

- **Nykytilanne**
 - HCT-yhdistelmällä tarkoitetaan tässä yli 76-tonnisia yhdistelmiä, jotka liikennöivät kokeiluluvilla.
- **Tavoitteet**
 - HCT-yhdistelmien salliminen pysyvästi on yksi Metsäteollisuuden ilmastotiekartassa (AFRY Management 2025) mainituista päästö-vähennyskeinoista.
- **Kehitysnäkymiä**
 - Yli 76-tonnisten yhdistelmien pysyvä salliminen Suomessa on avoinna.
- **Vaikutukset**
 - Kustannus- ja päästövaikutukset puutavara- ja hakekuljetuksissa on esitetty kalvossa 7 (tarkemmin liitteessä 1).
 - Juntusen (2023) opinnäytetyössä 84-tonninen HCT-yhdistelmä oli kustannustehokkaimpia autokuljetuksen päästövähennyskeinoja.



HCT-puutavarayhdistelmä (Kuva: Pölliralli Oy)



HCT-hakeyhdistelmä

c) Verotus ja päästökauppa 1

• Liikenteen verotuksen ja rahoituksen kokonaisuudistus (VERA)

- Kuorma-autoihin ja niiden käyttövoimiin liittyviä veroja ovat ajoneuvon vakuutusmaksuvero, käyttövoimavero ja polttoainevero.
 - Suomen Kuljetus ja Logistiikka SKALin (2025) esimerkkilaskelman mukaan em. verojen osuus ajoneuvoyhdistelmän vuosiliikevaihdosta on 33 000 € (11 %).
- Käynnissä olevan uudistushankkeen yhtenä tavoitteena on kansallisten ja EU:n päästövähennystavoitteiden saavuttaminen kustannustehokkaasti.
- Uudistushankkeesta on valmistunut nykytilaselvitys (Liikenne- ja viestintäministeriö ja Valtiovarainministeriö 2026), jossa esitetään mm. skenaarioita eri käyttövoimien kustannuskehityksestä ja jatkotarkastelutarpeita hankkeen toiseen vaiheeseen.

Verotus ja päästökauppa 2

- **EU:n tieliikenteen päästökauppa (ETS2)**

- Fossiilisten polttoaineiden jakelijoita koskeva päästökauppa astuu voimaan vuodesta 2028 lähtien.
- Fossiilisten polttoaineiden päästöoikeuksista käydään kauppaa, joten vaikutuksia dieselin pumppuhintoihin on vaikea arvioida etukäteen. Mikäli päästöoikeus maksaisi esimerkiksi 50 €/hiilidioksiditonni, polttonesteiden hinnat nousisivat arviolta 11–16 senttiä litralta (Liikenne- ja viestintäministeriö ja Valtionvarainministeriö 2026).
- Orpon hallitus päätti 2024 ammattidieselin käyttöön ottamisesta päästökaupan alkaessa. Ammattidieselhyvityksen suuruudesta ja toteutustavasta ei ole vielä päätöstä.

- **EU:n energiaverodirektiivin uudistaminen**

- Euroopan komission antoi vuonna 2021 ehdotuksen direktiivin uudistamisesta, mutta jäsenvaltiot eivät ole päässeet yksimielisyyteen muutoksen sisällöstä.



3. Johtopäätökset ja jatkotutkimustarpeita 1

- Puukuljetuksissa, joissa kuljetusreitti vaihtuu koko ajan ja joissa ajetaan paljon syrjäisillä alueilla, dieselin osuus käyttövoimana tulee säilymään pitkään merkittävänä. Dieselautojen päästöjä tulevat vähentämään jakeluvelvoitteiden kiristyminen ja autojen tiukentuvat päästövaatimukset.
- LBG-autojen käyttö puutavara- ja hakekuljetuksissa on lähtenyt ihan viime vuosina kasvuun ja autoja on tulossa lisää lähiaikoinakin. LBG-autoja on jo saatavilla Suomelle tyypillisissä suurissa kokoluokissa. LBG-auton kuljetuskustannustaso on lähellä dieselä ja parhailtaan jopa matalampi. Autoinvestointeja edistää myös kaasun jakeluverkon kasvu. Tärkeää olisikin tunnistaa alueet, joilla LBG:n jakelua tulisi vielä kehittää.
- HVO-dieselä voitaisiin hyödyntää nykyisessä dieselkalustossa, mutta sen käyttö puukuljetuksissa on pientä ja yleistymistä estää dieselin korkea hinta.
- Suomeen on vasta tulossa ensimmäinen sähkökuorma-auto puutavarakuljetuksiin. Ruotsissa puutavara- ja hakekuljetuksissa on jo yli 15 sähkökuorma-autoa ja niiden määrän tulee kasvamaan käynnissä olevissa tutkimushankkeissa. Ruotsista tullaankin saamaan arvokasta kokemus- ja vertailutietoja. Metsätehon aiempien laskelmien mukaan sähkökuorma-autoilla puutavaran ja hakkeen kuljetuskustannukset tulevalle suuremmiksi kuin dieselillä, mutta laskelmia on tarpeen päivittää mm. megawattilatauksen vaikutuksilla.
- Vetykuorma-autot suuremmissa kokoluokissa ovat vasta tulossa markkinoille ja testattavaksi. Tällä hetkellä vetykuorma-autot arvioidaan muita käyttövoimia selvästi kalliimmaksi, mutta teknisen kehityksen myötä niiden kustannuskilpailukyky saattaa parantua varsinkin pitkillä kuljetusmatkoilla ja isoilla massoilla. Vetykuorma-autoja on tarpeen saada mukaan tutkimushankkeisiin testattavaksi ja ensimmäisiä tutkimushankkeita Suomessa on jo käynnistynytkin.

Johtopäätökset ja jatkotutkimustarpeita 2

- Eri käyttövoimien välisiin kustannuseroihin vaikuttavat tekninen kehitys, ajoneuvojen päästövähennysvaatimukset ja tuleva tieliikenteen päästökauppa. Suomessa käynnissä oleva liikenteen verotuksen ja rahoituksen uudistus voi myös vaikuttaa merkittävästi eri käyttövoimien kustannuseroihin. Eri ratkaisuiden kustannus- ja päästövaikutusten vertailuperusteita ja -laskelmia tulee kehittää kalustoinvestointeja harkitsevien kuljetusyritysten tueksi.
- Yli 76-tonniset HCT-yhdistelmät ovat yksi keino vähentää hyötykuormakohtaisia päästöjä ja kuljetuskustannuksia. HCT-yhdistelmien kokeiluita on ollut Suomessa vuodesta 2013 lähtien, ja vuonna 2019 nostettiin ajoneuvojen mittoja. Massojen mahdollinen nostaminen on vielä auki.
- Kuormaimen osuus on noin 6–10 % puutavarayhdistelmän kulutuksesta, joten kuormaimen ja sen käytön päästövähennyskeinoja on tarpeen tarkastella erikseen.



Lähteet 1

Euroopan komissio (2023) Tavaraliikenteen viherryttäminen. COM(2023) 440 final. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:52023DC0440>

European Commission (2025) Industrial Action Plan for the European automotive sector. COM(2025) 95 final. https://transport.ec.europa.eu/document/download/89b3143e-09b6-4ae6-a826-932b90ed0816_en

FPInnovations (ajoittamaton) Electric Trailer. Hankesivusto. <https://web.fpinnovations.ca/electric-trailer/>. Viitattu 3.4.2026

Huuskonen S, Karjalainen J, Poikela A, Venäläinen P, Riekki K, Helo P, Kauranen P, Tilli A, Kärhä K (2025) Greenhouse gas emissions, energy and cost-efficiencies associated with liquefied biogas-powered heavy-duty timber trucks in industrial roundwood transportation. Journal of Cleaner Production: Volume 521. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2025.146215>

Juntunen E (2023) Ainespuun autokuljetusten päästövähennyskeinojen kustannusvaikutukset. Pro gradu, Itä-Suomen yliopisto. https://erepo.uef.fi/bitstream/handle/123456789/29530/urn_nbn_fi_uef-20230284.pdf

Kinnunen J (2023) Concept modeling of energy efficiency for heavy-duty trucks with e-axle equipped trailer. Diplomityö Oulun yliopisto. <https://oulurepo oulu.fi/bitstream/handle/10024/42349/nbnfioulu-202307192878.pdf>

Koljonen T, Silfver T, Soimakallio S, Korene G, Lehtilä A, Markkanen J, Vainio T, Aakkula J, Haakana M, Hirvelä H, Lehtonen H, Mutanen A, Myllykangas J-P, Viitanen J, Vikfors S, Forsberg T, Koskivaara O (2024) Perusskenaariot energia- ja ilmastotoimien kokonaisuudelle kohti päästöttömyyttä (PEIKKO). Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 2024:26. https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/165717/VNTEAS_2024_26.pdf

Levälehto R (2025) Raskaan liikenteen käyttövoimien elinkaarikustannukset ja käyttöpotentiaali Suomessa. Pro gradu Turun yliopisto. https://www.utupub.fi/bitstream/handle/10024/194121/Levalehto_Riku_opinnayte.pdf



Lähteet 2

Liikenne- ja viestintäministeriö ja Valtionvarainministeriö (2026) Liikenteen verotuksen ja rahoituksen uudistaminen - Nykytilakuvaus ja analyysi - Vaiheen 1 virkaraportti 25.3.2026. https://api.hankeikkuna.fi/asiakirjat/b6137e95-97e7-490b-8524-e12a776e8120/d48eb0c8-2e75-497b-9243-70b5c4323c5d/KIRJE_20260327064430.PDF

Magnino A, Marocco P, Saarikoski A, Ihonen J, Rautanen M, Gandiglio M (2024) Total cost of ownership analysis for hydrogen and battery powertrains: A comparative study in Finnish heavy-duty transport. Journal of Energy Storage 99 (2024) 113215. <https://doi.org/10.1016/j.est.2024.113215>

Nyblom E (2023) Hybridiakselit raskaan liikenteen perävaunuissa. Kandidaatintyö Tampereen yliopisto. <https://trepo.tuni.fi/handle/10024/149720>

Ojala K, Rantala J, Kärkinen T, Korkeamaa A, Soivio T (2025) Päästölaskentaohjeistus tieliikenteen kuljetusten päästöjen arvioimiseksi Suomessa – Osa 2: Ohjeraportti. Traficom julkaisuja 13/2025. https://traficom.fi/sites/default/files/media/file/Osa2_Ohjeraportti_1.pdf

Ojala T, Hokkanen E, Honkasalo N (2024) Kansallinen liikenteen vaihtoehtoisten käyttövoimien jakeluinfraohjelma. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 2024: 10. https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/165917/LVM_2024_10.pdf

Poikela A, Venäläinen P (toim.) (2025) Energiatehokkuusopas. Metsätehon opas. <https://puuhuolto.fi/energiatehokkuusopas/>

Riipinen V, Tuviala E, Hiltunen H, Meriläinen A, Kauranen P, Ahola J (2025) A case route analysis of freight costs for hydrogen and biogas heavy-duty vehicles. Preprint. <https://doi.org/10.2139/ssrn.6156067>



Lähteet 3

Sipilä E, Lottonen J (2024) Selvitys hallitusohjelman uusiutuvien polttoaineiden jakeluvelvoitetta koskevien kirjausten vaikutuksista ja RED III -direktiivin kansallisesta toimeenpanosta. Työ- ja elinkeinoministeriö. VN/26504/2023.

https://valtioneuvosto.fi/documents/1410877/196402993/Jakeluvelvoiteselvitys_HO_REDIII_12022024_AFRY.pdf

Skogforsk (2025) Världspremiär för el-timmerbil med mobil stödladdning. Internetuutinen 17.11.2025. <https://www.skogforsk.se/nyheter--press/nyheter/2025/premiar-for-el-timmerbil-med-mobil-stodladdning/> Viitattu 31.3.2026

Suomen Kuljetus ja Logistiikka SKAL (2025) Liikenteen verotus ja Suomen kilpailukyky – Kuljetus- ja logistiikka-alan näkemyksiä liikenteen verotuksen uudistamiseen. https://skal.fi/wp-content/uploads/2025/06/skal_liikenneveropoliittinen_ohjelma_2025_web_lr.pdf

Traficom (2026) Tieliikenteen vaihtoehtoisten 17.4.2026 1 (30) käyttövoimien jakeluinfrastruktuuri 2025. Taustamuistio 17.4.2026. https://tieto.traficom.fi/files/media/file/Muistio_Tieliikenteen_jakeluinfran_nykytila_2025.pdf

Venäläinen P, Poikela A (2026) Puutavara- ja hakeajoneuvojen massojen noston vaikutukset. Metsätehon raportti 279. (Aiheen 5. väliraportti). [Puutavara- ja hakeajoneuvojen massojen noston vaikutukset](#)

Venäläinen P, Strandström M, Poikela A (2023) Puun korjuun ja kuljetusten päästöjen nykytila ja vähennyskeinot – 2. päivitys – Liiteraportti 3: Keinokortit. https://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/Liite-3_Paastovahennyskeinot.pdf

Venäläinen P, Poikela A, Porttikivi A, Tarvainen R (2025) Metsäyhtiöiden autokuljetusten sähköistäminen (MESI) – Loppuraportti. Metsätehon raportti 275. <https://www.metsateho.fi/metsayhtioiden-autokuljetusten-sahkoistaminen-mesi>

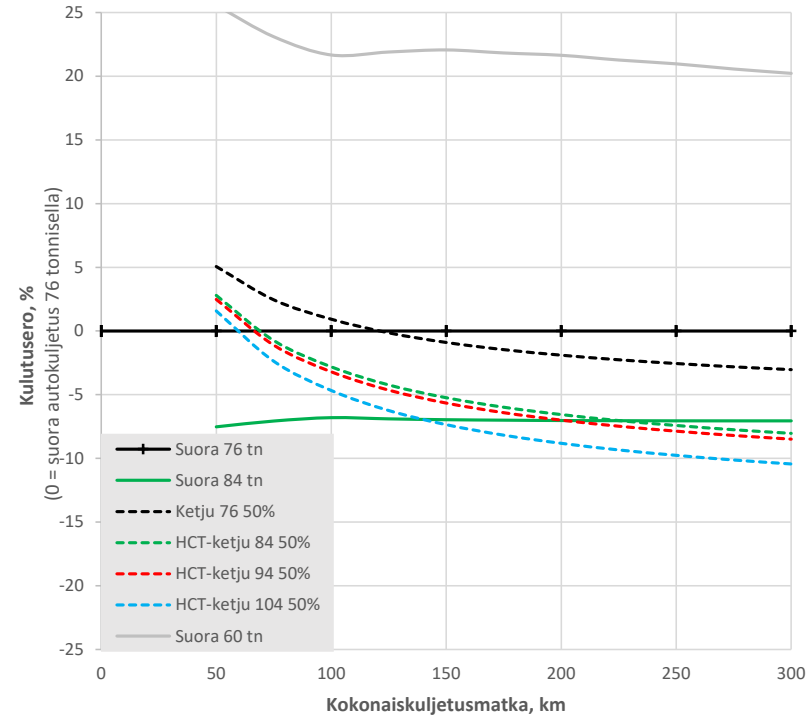
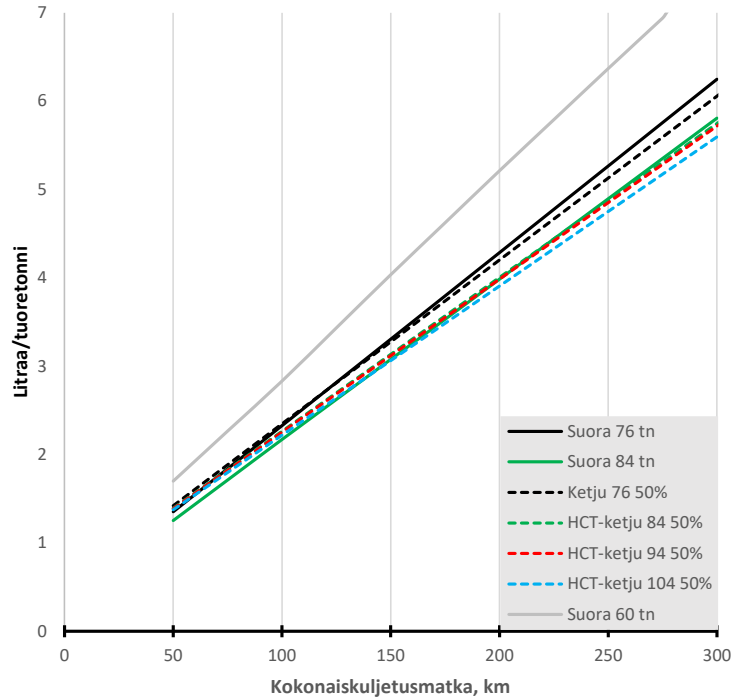
Ympäristöministeriö (2025) Keskipitkän aikavälin ilmastosuunnitelma. Ympäristöministeriön julkaisuja 2025:33. <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/server/api/core/bitstreams/b01ae9d6-55d6-4602-b9bc-e453a746c344/content>



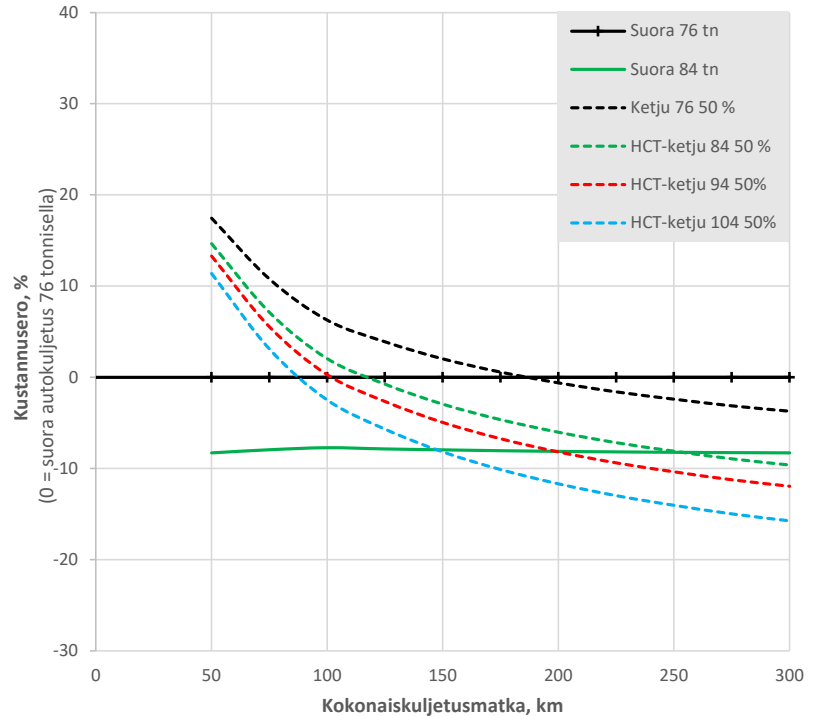
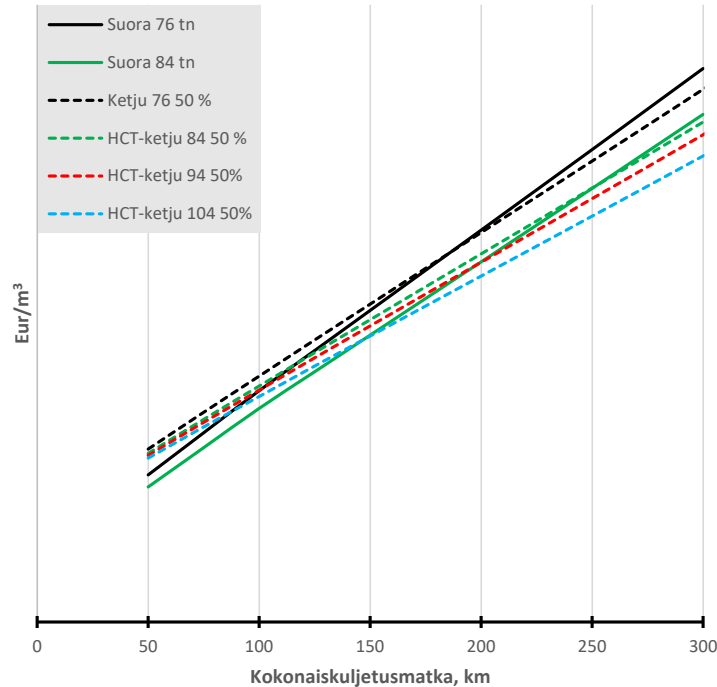
Liite 1 HCT-yhdistelmien laskelmat



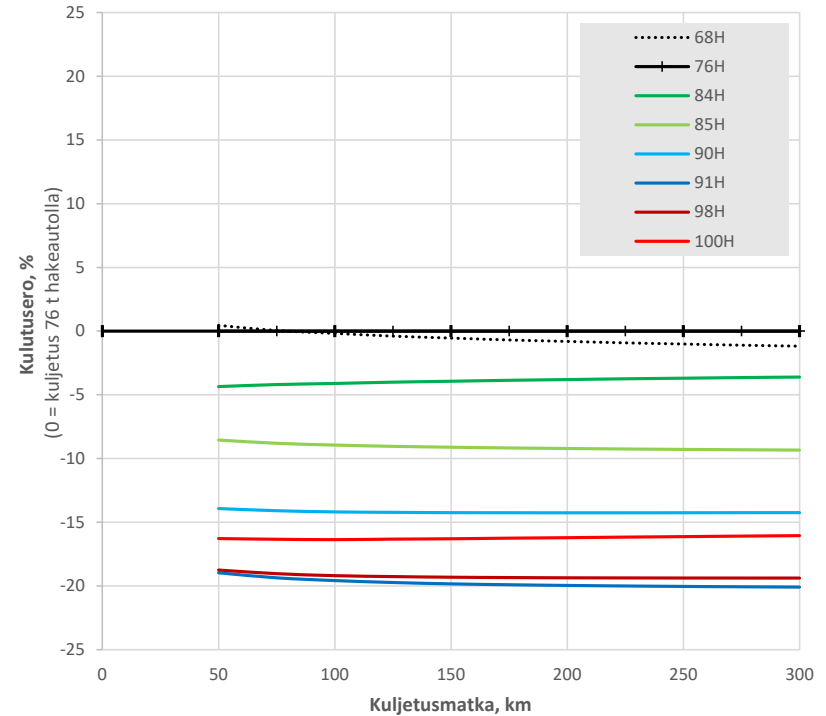
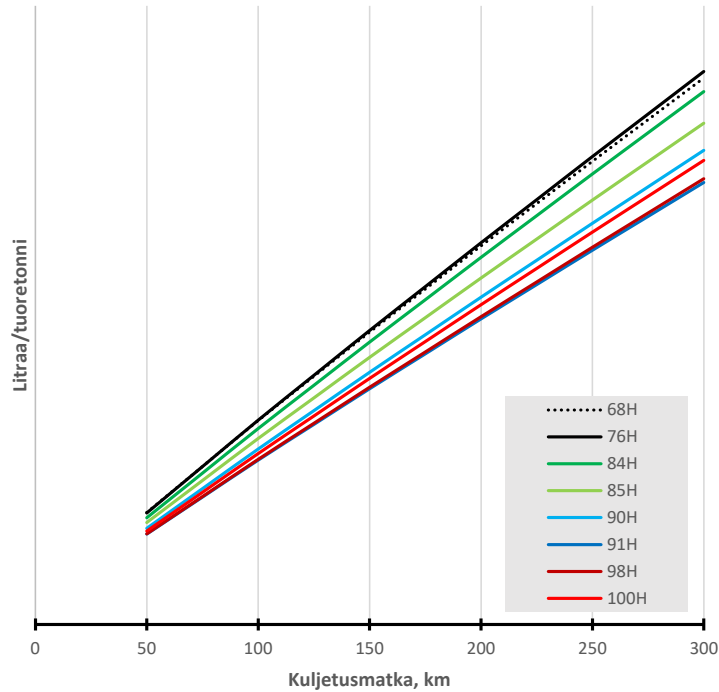
HCT-yhdistelmien kulutusvertailut – Puutavara



HCT-yhdistelmien kustannusvertailut – Puutavara



HCT-yhdistelmien kulutusvertailut – Hake



HCT-yhdistelmien kustannusvertailut – Hake

