



Euroopan unionin
rahoittama

NextGenerationEU

MESI Metsäyhtiöiden autokuljetusten sähköistäminen Tulosesittely

Pirjo Venäläinen, Asko Poikela, Annaleena Porttikivi, Riku Tarvainen

Sähköisen raskaan liikenteen seminaari 30.10.2025



Sisältö

1. Johdanto
2. Raskaan sähköisen liikenteen vaatimukset ja edellytykset metsäsektorin kuljetuksissa
3. Sähkökuorma-autojen vaikutukset päästöihin ja kustannuksiin
4. Johtopäätökset
5. Tiekartta jatkotoimille

Lähteet



1. Johdanto

- MESI-hankkeen tavoitteena oli tuottaa Suomessa toimiville metsäyhtiöille ja metsäsektorin kuljetusyrityksille **tietopohjaa** täyssähköisiä autokuljetusratkaisuita koskevan päätöksenteon tueksi.
 - Näin pyritään edistämään yritysten **valmiutta toimenpiteisiin** eri aikajänteillä (esim. ensimmäiset ajoneuvo- ja latausinfrainvestoinnit ja kokeilut alkuvaiheessa, laajemmat investoinnit myöhemmin).
- Hankkeen **tulokset** on koottu hankesivulle www.metsateho.fi/mesi.
 - Hankkeen loppuraportti Venäläinen ym. 2025c, tiivistelmä tuloksista Venäläinen ym. 2025b
- Hankkeessa laadittiin **toteutettavuus selvitys** raskaan liikenteen sähköistämisestä metsäteollisuuden autokuljetuksissa Suomessa.
- Metsäsektorin raskaiden kuljetusten sähköistämisen edellytyksiä selvitettiin mm. seuraavista **näkökulmista**:
 - sähköistämistä edistävät toimintaympäristön muutokset (esim. sääntely ja julkisen latausinfra kehittyminen)
 - sähköisten kuorma-autojen tarjonta
 - kustannusvaikutukset (ajoneuvo- ja jakeluinfrakustannukset) ja kustannusten kehitysnäkymät
 - vaikutukset päästöihin dieselyhdistelmiin verrattuna.



2. Raskaan sähköisen liikenteen vaatimukset ja edellytykset metsäsektorin kuljetuksissa

- **Metsäsektorin autokuljetukset** Suomessa koostuvat:
 - raakapuun ja muiden raaka-aineiden kuljetuksista
 - sivutuotehakkeen ja purun kuljetuksista sahojen sekä paperi- ja sellutehtaiden välillä sekä
 - lopputuotteiden kuljetuksista kotimaan markkinoille tai vientiin.
- Metsäteho Oy:n tilaston (Strandström 2025) mukaan vuonna 2024
 - autolla kuljetetusta kotimaisesta puusta **36,4 milj. m³** kuljetettiin suoraan tuotantolaitoksille, **11,2 milj. m³** kuljetettiin rautatieasemalle ja **1,6 milj. m³** alukseen tai uittoon.
 - Suorien autokuljetusten keskipitkä matka oli 106 km, junalle kuljetetun puun alkukuljetusmatka 50 km ja vesiteitse kuljetetun puun alkukuljetusmatka 54 km.
- Metsäteollisuuden ja energiapuun autokuljetukset kattoivat vuonna 2024 **lähes 30 %** kotimaan autokuljetussuoritteesta (tonnikilometrit) (Tilastokeskus 2025).



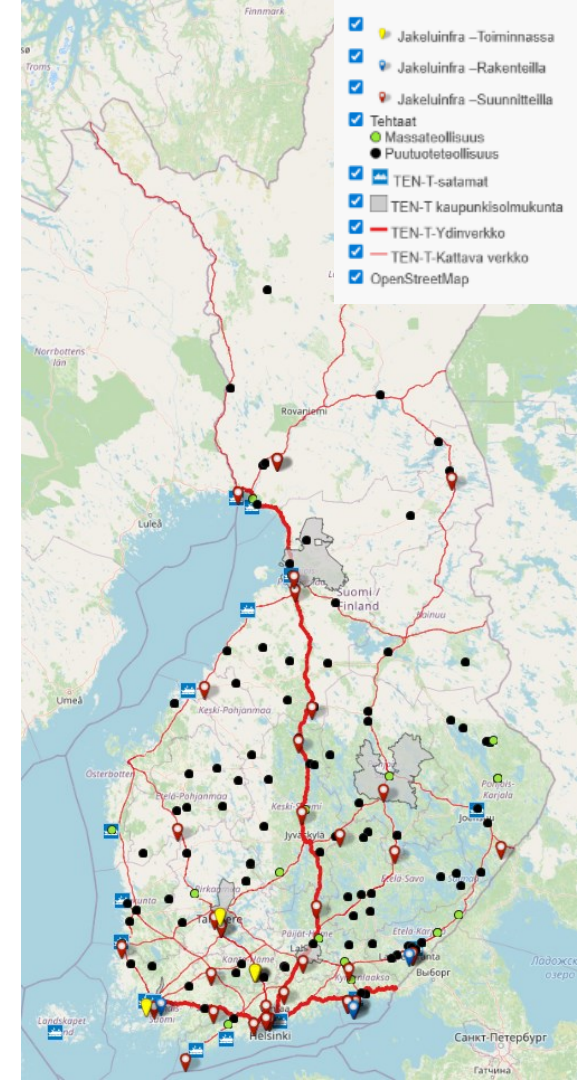
Metsäsektorin kuljetukset Suomessa

- Puutavaran **kuljetusyritykset Suomessa ovat pääosin pieniä**. 87 %:lla yrityksistä on korkeintaan viisi puutavara-autoa (MetsäTrans 2025).
- Puutavara- ja sivutuotehakekuljetuksissa käytetään **lähes täysin 76-tonnisia** ajoneuvoyhdistelmiä.
 - Energiapuukuljetuksissa käytetään enemmän myös 64- ja 68-tonnisia yhdistelmiä.
- Metsäsektorin kuljetukset toimivat suurelta osin **24/7-periaatteella**, jolloin halvempia, mutta hitaampia yön yli -latauksia ei voida hyödyntää.
- Metsäsektorin kuljetuksissa on eroja **kuljetusreittien säännöllisyydessä ja soratieverkon käytössä**.
 - Tasaisimpia kuljetusvirtoja ovat tuotantolaitosten ja keskeisten vientisatamien väliset kuljetukset.



Liikennesähkön latausinfra – Julkinen

- Julkinen latausinfra
 - jatkossakin päivitettävä raskaan liikenteen latausinfra sijaintien **tilannekuvakartta**, jossa on esitetty myös puuta käyttävän metsäteollisuuden tuotantolaitokset
 - Kartta löytyy osoitteesta www.metsateho.fi/jakeluinfra.
- Julkinen latausinfra tuo **toimintavarmuutta ja joustavuutta** kuljetuksiin, vaikka hyödynnettäisiin myös yksityistä latausinfraa.



Liikennesähkön latausinfra – Yksityinen

- Yritysten omalla latausinfrastruktuurilla tulee olemaan keskeinen rooli.
 - parantaa **latauksen toimintavarmuutta ja vastaavuutta omiin tarpeisiin**
 - toteutuminen on todennäköisempää **metsäyhtiöiden tuotantolaitoksilla**, koska puukuljetusyritykset Suomessa ovat melko pieniä
 - Tuotantolaitoksilla on **paljon työkoneita**, joiden sähköistymisessä on synergiamahdollisuuksia latausinfrainvestointien osalta.
- Ramboll Finland Oy toteutti metsäyhtiöiden oman latausinfrastruktuurin selvityksen (Käsnänen ym. 2024).
 - Selvityksessä kartoitettiin case-esimerkkien avulla **latausinfrastruktuurin investoinnin mitoitusta ja kustannuksia** (ks. seuraava kalvo) sekä **latausinfrastruktuurin sijoitteluun tontilla** liittyviä näkökulmia.
 - Lisäksi toteutettiin tarkastelu sähkökuorma-autojen ja niiden latausinfra **paloturvallisuudesta** (Käsnänen ym. 2025).
- Markkinoille on tullut myös sekä **verkkoon kytkettäviä siirrettäviä latausyksiköitä että täysin mobiileja akkuvarastoja** (mobile energy storage systems, MESS), jotka mahdollistavat ajoneuvon latauksen ilman sähköverkkoa.



Metsäteollisuuden latausinfraan caset

	Case A	Case B	Case C	Case D	Case E
Autojen latausinfra kW	1*350	1*350	2*350	1*350	7*350
Työkoneiden latausinfra kW	1*350			-	3*350
Latausmäärä kWh/vrk	3 786	3 150	7 990	3 150	29 805
Teoreettinen käyttöaste %	50	38	92	38	41
Investointi 1 000 €	155–335	70–190	140–380	186–215	1 500–2 500
Raakaindeksi 1 €/kWh	40–80	22–60	18–48	59–68	50–83

Käsnänen ym. 2024



Sähkökuorma-autot

- MESI-hankkeessa tarkasteltiin **vähintään 64-tonnisten** sähkökuorma-autojen tilannetta ja kehitysnäkymiä.
 - Tämän kokoluokan sähkökuorma-autoja on toistaiseksi vain Volvolla ja Scanialla. Muilla valmistajilla on sähkökuorma-autoja pienemmissä kokoluokissa.
 - Metsäsektorilla sähkökuorma-autoja on jo otettu käyttöön lähinnä Ruotsissa.
 - Suomessa on käynnistymässä sähköisen puutavara-yhdistelmän pilotti [ACE-hankkeen](#) osana.
 - Wibaxilla käynnistyi metsäteollisuuden kemikaalikuljetukset sähköisellä kuorma-autolla toukokuussa 2025.



Kuva: SCA



Kuva: LBC Frakt

3. Sähkökuorma-autojen vaikutukset päästöihin ja kustannuksiin

- MESI-hankkeessa vertailtiin diesel- ja sähkökäyttöisten puutavara- ja haakeyhdistelmien **vuosi- ja yksikkökustannuksia** (Venäläinen ym. 2025a, 2025d).
- Peruslaskelmien lisäksi laadittiin **herkkyystarkastelut**
 - laskettiin dieselin/sähkön hinnan, vetoauton hankintahinnan ja akun vaihtoajankohdan muutosten vaikutusta kustannuksiin.
- **Lisätarkastelut** ajoneuvon vuorokausikohtaisten työvuorojen lukumäärän mukaan ja metsäautolla myös latauspaikkojen lukumäärän ja latausinfran lataustehon mukaan.
- **Kirjallisuuskatsaus lämpötilan vaikutuksista** sähkökuorma-autojen kulutukseen ja **akkujen kehittymisestä** (ks. Venäläinen ym. 2025d).



Kustannusvertailuiden tuloksia

- Perustason laskelmissa sähköisillä ajoneuvoyhdistelmillä puutavaran kuljetus on **7–11 %** kalliimpaa ja hakkeen **6–8 %** kalliimpaa kuin dieselyhdistelmällä.
- Herkkyystarkasteluiden mukaan sähköiset autot vähentävät kuljetusten yksikkökustannuksia dieselyhdistelmiin verrattuna niissä tapauksissa, joissa sähkön hinta on **0,15 €/kWh**.
- Sähkökuorma-autokuljetusten toteutusvaihtoehdoista edullisin oli tilanne, jossa on käytössä **kaksi megawattitason latausasemaa**.
 - Näissä tosin ei ole arvioitu megawattilataukseen soveltuvan kuorma-auton hankintahintaa tai megawattilatauksen hintaa.
 - Tällöin latauksesta ei synny ylimääräistä työaikakustannusta ja kuljetuskalustoa voidaan hyödyntää tehokkaasti.
- Kustannuslaskelmien osana tehtiin laskelmia sähkökuorma-auton **latauksen keston ja ajoittumisen** vaikutuksista kuljettajan työaikaan.
 - Yhdessätoista esimerkkilaskelmassa latauksesta johtuvan ylimääräisen työajan pituus vaihteli **5–45 minuutin** välillä.
 - Lyhin lisäaika syntyi esimerkissä, jossa oli käytössä vain 2 työvuoroa (auto ladattiin myös yön aikana) ja 50 kilometrin ajomatka (lataus voitiin ajoittaa paremmin kuljettajan taukoihin).



Valtakunnalliset skenaariot – Kustannukset

Skenaarion tavoitteena on lähinnä havainnollistaa, minkä suuruisia kustannusvaikutuksia sähkökuorma-autojen käytöllä voisi valtakunnallisesti vuositasolla olla.

Yhdistelmätyyppi	Skenaario	Auto- kuljetus- volyymi milj. t/v*	Skenaario sähköistyksen osuus %	Kustannusmuutos milj. €/v 2023
METSÄAUTO 76 t				
Paras skenaario	Käyttövoima–, 3-v, 2 MWC	34,9	20 %	-2,6
Huonoin skenaario	Käyttövoima+, 3-v, 1 lp			+14,4
HAKEAUTO 76 t				
Paras skenaario	Käyttövoima–	6,9	25 %	-0,8
Huonoin skenaario	Käyttövoima+			+2,7
YHTEENSÄ Paras		41,8	21 %	-3,4
YHTEENSÄ Huonoin				+17,1

*Tilastokeskus 2025



Valtakunnalliset skenaariot – Käytön aikaiset päästöt (tank-to-wheel)

Sähköiset kuorma-autot lasketaan käytön aikana nollapäästöisiksi.

Yhdistelmätyyppi	CO ₂ -päästö- vähennys* kg/kuormatonni	Auto- kuljetus- volyymi milj. t/v**	Skenaario sähköistyksen osuus %	CO ₂ -päästö- vähennys 1 000 t/v 2023
Puutavara-auto	4,8	34,9	20 %	34,1
Hakeauto	4,9	6,9	25 %	8,5
YHTEENSÄ		41,8	21 %	42,6

*CO₂-päästökerroin 2,125 kg/litra Tilastokeskus 2024

**Tilastokeskus 2025



Valtakunnalliset skenaariot – Elinkaaren aikaiset päästöt (well-to-wheel)

Yhdistelmätyyppi	CO ₂ e-päästö- vähennys* kg/kuormatonni	Auto- kuljetus- volyymi milj. t/v**	Skenaario sähköistyksen osuus %	CO ₂ e-päästö- vähennys 1 000 t/v
Puutavara-auto	6,4	34,9	20 %	44,8
Hakeauto	6,4	6,9	25 %	11,1
YHTEENSÄ		41,8	21 %	55,9

*CO₂e-päästökerroin dieselillä 3,00 kg CO₂e / litra ja sähköllä 0,0485 kg CO₂e / kWh (Ojala ym. 2025)

**Tilastokeskus 2025

4. Johtopäätökset 1

- MESI-hanke toteutettiin aikana, jolloin Suomessa **ei ollut vielä yhtäkään sähköistä puutavara- tai hakeyhdistelmää**.
 - Sähkökuorma-autojen määrä Suomessa on vielä pieni (126 kpl; Traficom 2025), mutta niiden määrä on kuitenkin kasvanut parissa vuodessa.
- Hankkeen päättyessä raskaan liikenteen **latausasemia** oli Suomessa 3 ja ainakin 3 oli rakenteilla.
 - Useat hankkeet ovat saaneet myös positiivisen tukipäätöksen Energiavirastolta tai CEF-ohjelmasta.
 - Latausinfra verkko tulee kehittymään AFIR-asetuksen vaatimusten ja kansallisen jakeluinfraohjelman (Ojala ym. 2024) toimeenpanon myötä.
- Puukuljetuksissa, joissa kuljetusyrietykset ovat keskimäärin pieniä, yksityisen **latausinfra perustamista** kannattaa harkita metsäteollisuuden omien tuotantolaitosten yhteyteen.
 - Tällöin voitaisiin edistää myös työkoneiden sähköistämistä.
 - Haasteena kuitenkin on monen tuotantolaitostontin ahtaus.



Johtopäätökset 2

- MESI-hankkeen aikana **pilotoitavaksi ja sarjatuotantoon on tullut yhä suurempia sähkökuorma-autoja.**
 - Nämä ovat edellytys varsinkin puukuljetuksille, joissa käytetään lähes täysin 76-tonnisia yhdistelmiä.
 - Sähköistäminen kannattanee aloittaa säännöllisillä ja päällystettyä tieverkkoa käyttävillä kuljetusreiteillä (hakekuljetukset, tuotekuljetukset).
- Sähkökuorma-autoihin, akkuihin ja latausinfraan liittyen on käynnissä **paljon tutkimusta sekä Suomessa että Ruotsissa.**
 - Laaja tutkimus- ja pilotointitoiminta tulee lisäämään tietoa ja kokemuksia sähkökuorma-autoista.
 - Tulosten tiedottaminen ja uusien kokeiluiden käynnistäminen on tärkeää, jotta tällä hetkellä tunnistettuja sähköistämisen esteitä voidaan vähentää.
- Varsinkin alkuvaiheessa kuljetusten sähköistämistä ei kannata tavoitella koko Suomeen, vaan **liikkeelle tulisi lähteä alueista, joissa voidaan varmistaa toimiva ja kattava latausinfra.**
- Keskeisin haaste kuljetusten sähköistämiselle on (esim. kaasuautoihin verrattuna) sähköisten kuorma-autojen **korkea hankintahinta ja autojen lataukseen kuluva ylimääräinen aika.**
 - Kustannuserot eri käyttövoimien välillä voivat kuitenkin muuttua teknisen ja markkinakehityksen, uusien hankintatukien sekä esim. käynnissä olevien verotusmuutosten myötä.



SWOT-analyysi

VAHVUUDET

- EU:n tavoitteiden mukainen **nollapäästöinen** käyttövoima
- **Sarjatuotantoa** jo suurissa kuorma-autojen painoluokissa (68 t ja 76 t)
- **Vihreän sähkön korkea osuus** ja investointisuunnitelmat Suomessa
- **Kotimaisen sähkön suuri osuus** vahvuus huoltovarmuuden kannalta
- Ajoneuvojen **hiljaisuus** kuljettajille ja asukkaille taajamissa

MAHDOLLISUUDET

- Dieselyhdistelmien hankinta- ja käyttökustannusten nousu **lisääntyvän sääntelyn** (esim. päästökaupan ja verotuksen) myötä
- Sähköistämisen aloitus metsäsektorin **lyhyistä ja säännöllisistä kuljetuksista**
- **Kattava T&K-työ** raskaissa metsäsektorin kuljetuksissa
- **Uudet akkuteknologiat** ja -materiaalit, kierrätyksen kehittyminen
- **Latausinfrastruktuurin kehittyminen**
- **Suurteholatauksen** (jopa yli yhden megawatin) yleistyminen
- Metsäteollisuuden **omavarainen sähköntuotanto** tuotantolaitoksilla
- Tieliikenteen **päästökauppatuloja** liikenteen sähköistymiseen
- Sähköisten kuljetusten **kehittäminen alueellisesti**

HEIKKOUEDET

- Vetoauton **korkea hankintahinta** (diesel- ja kaasukuorma-autoon verrattuna)
- Suomessa vasta muutama julkinen raskaan liikenteen **latauspaikka**
- **Latauksen kesto** suurilla yhdistelmillä
- **Akkujen käyttöiän** haasteet suurissa vuosikuljetussuoritteissa
- Kuljetusten **monimutkaisempi suunnittelu** (latausten huomioon ottaminen)
- Pohjois-Euroopan **kylmien talvien** vaikutus ajoneuvon kantamaan

UHAT

- **Akkumateriaalien saatavuuden ja hintojen** haasteet
- **Muiden vaihtoehtoisten käyttövoimien** kilpailukyvyyn ja tarjonnan kehittyminen (HVO, biokaasu, vety, sähköpolttoaineet)
- **Jakeluinfraan rajattu kattavuus** jatkossakin (investoinnit jakautuvat usealle käyttövoimalle)
- Alueelliset **sähköverkon kapasiteettiongelmat** sähköntarpeen nopeasti kasvaessa
- (Lataus)**sähkön hinnan kehitys**



5. Tiekartta jatkotoimille

2025–2026

Sähkökuorma-autopilottien käynnistäminen

Yritysten ensimmäiset latausinfra suunnitelmat

Alueellisten yhteistyökumppaneiden tunnistaminen

2027–2030

Kokemusten jakaminen

Julkisen latausinfra tilanteen tarkistaminen

Ajoneuvo- ja kustannustilanteen tarkistaminen

Sähköisten kuljetusten suunnittelutyökalujen käyttöönotto

Rahoitus- ja tukimahdollisuudet

2031–2035

Tavoite ja suunnitelma sähköisten kuljetusten osuudelle alueittain ja kuljetustyypeittäin

Yhteiskunnallisten toimien tarpeiden tunnistaminen



Jatkotutkimustarpeita

Metsäsektorin sisäiset

Metsäsektorin **alueellisia autokuljetusvirtoja** tulee tarkentaa varsinkin kuljetusmatkajakaumien osalta.

Eryityisesti metsäsektorin tarpeisiin soveltuvia **eri toimijoiden yhteistyömalleja** on tarpeen kehittää ja tuoda esille.

Kuljetusten suunnittelutyökalujen kehittämistarpeet metsäsektorin kuljetuksissa

Yleiset

Megawattilatauksen vaikutus latausinfraan investointikustannuksiin ja latauskapasiteetin käytön tehokkuuteen

Energiankulutusvaikutuksia tulee tarkentaa ja täydentää erilaisissa liikenneympäristöissä ja olosuhteissa tehtyjen seurantatutkimusten pohjalta

Sähkö- ja dieselyhdistelmien **kustannusvertailuja** tulee päivittää

Päästövertailuita on tarpeen päivittää mm. jakeluvelvoitemuutosten sekä päästökertoimien ja elinkaaripäästöjen laskentaperiaatteiden tarkentumisen myötä.

Lähteet 1

Käsnänen S, Sirén J, Virtanen E, Takala J (2024) MESI – Sähkökuorma-autojen latausinfrastruktuurin kehittäminen. <https://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/Ramboll-MESI-raportti-sahkokuorma-autojen-latausinfrastruktuurin-kehittaminen.pdf>

Käsnänen S, Virtanen E, Takala J, Siren J, Ylitalo H, Ampuja V, Kimmo Vähäkoski K (2025) MESI - Sähkökuorma-autojen paloturvallisuusselvitys. Ramboll ja Jensen Hughes. <https://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/Raportti-MESI-paloturvallisuus.pdf>

Metsätrens (2025) Yritysten määrä puutavara-autokaluston mukaisessa järjestyksessä. Tilasto. N:o 1 maaliskuu 2025.

Ojala K, Rantala J, Kärkinen T, Korkeamaa A, Soivio T (2025) Päästölaskentaohjeistus tieliikenteen kuljetusten päästöjen arvioimiseksi Suomessa - Osa 2: Ohjeraportti. Traficom:n julkaisu 13/2025. https://traficom.fi/sites/default/files/media/file/Osa2_Ohjeraportti.pdf

Ojala T, Hokkanen E, Honkasalo N (2024) Kansallinen liikenteen vaihtoehtojen käyttövoimien jakeluinfrastruktuurin kehittäminen. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisu 2024:10. <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/165917>

Strandström M (2025) Puunkorjuu ja kaukokuljetus vuonna 2024. Metsätehon tuloskalvosarja 9/2025. <https://www.metsateho.fi/puunkorjuu-ja-kaukokuljetus-vuonna-2024/>

Tilastokeskus (2024) Polttoaineluokitus 2023. https://stat.fi/media/uploads/tup/khkinv/khkaasut_polttoaineluokitus_2023.xlsx.



Lähteet 2

Tilastokeskus (2025) Kotimaan kuorma-autoliikenteen suoritteet tavaralajeittain, 2011–2024. Tilasto. https://statfin.stat.fi/PxWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin_kttav/statfin_kttav_pxt_119b.px/. Viitattu 7.6.2025

Traficom (2025) Liikennekäytössä olevat kuorma-autot - käyttövoimat, päästöt ja keski-ikä. Internetsivu, päivitetty 31.1.2025. <https://tieto.traficom.fi/fi/tilastot/liikennekaytossa-olevat-kuorma-autot-kayttovoimat-paastot-ja-keski-ika>. Viitattu 7.6.2025

Venäläinen P, Poikela A, Tarvainen R (2025a) Metsäyhtiöiden autokuljetusten sähköistäminen (MESI) - Kustannus- ja päästövaikutusten laskelmat. Metsätehon raportti 271. <https://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/MESI-kustannus-ja-paastolaskelmat.pdf>

Venäläinen P, Poikela A, Porttikivi A, Tarvainen R (2025b) Metsäyhtiöiden autokuljetusten sähköistäminen (MESI) – Keskeiset tulokset. Metsätehon tuloskalvosarja 13/2025. <https://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/Tuloskalvosarja-13-2025-MESI.pdf>

Venäläinen P, Poikela A, Porttikivi A, Tarvainen R (2025c) Metsäyhtiöiden autokuljetusten sähköistäminen (MESI) – Loppuraportti. Metsätehon raportti 275. <https://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/Raportti-275.pdf>

Venäläinen P, Porttikivi A, Poikela A, Tarvainen R (2025d) Metsäyhtiöiden autokuljetusten sähköistäminen (MESI) - Kustannus- ja päästölaskelmien lisäaineistot. Metsätehon raportti 275 lisälaskelmat. <https://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/MESI-lisalaskelmat.pdf>

