



Euroopan unionin
rahoittama
NextGenerationEU



Metsäteho
LUOMASSA MAHDOLLISUUKSIA

Metsätehon raportti 275
26.8.2025

METSÄYHTIÖIDEN AUTOKULJETUSTEN SÄHKÖISTÄMINEN (MESI)

Loppuraportti

Pirjo Venäläinen
Asko Poikela
Annaleena Porttikivi
Riku Tarvainen

ISSN 1796-2374 (Verkkajulkaisu)

METSÄTEHO OY
Vernissakatu 1
01300 Vantaa

www.metsateho.fi

METSÄYHTIÖIDEN AUTOKULJETUSTEN SÄHKÖISTYMINEN (MESI)

Loppuraportti

Pirjo Venäläinen
Asko Poikela
Annaleena Porttikivi
Riku Tarvainen

Metsätehon raportti 275
29.8.2025

ISSN 1796-2374 (Verkkojulkaisu)

© Metsäteho Oy

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
1 JOHDANTO	4
1.1 MESI-hankkeen tavoitteet ja toteutus	4
1.2 Loppuraportin toteutus	4
1.3 Liikenteen päästöjen vähentämistä ja sähköistymistä koskevat tavoitteet ja sääntely	5
2 RASKAAN SÄHKÖISEN LIIKENTEEN VAATIMUKSET JA EDELLYTYKSET METSÄSEKTORIN KULJETUKSISSA SUOMESSA	8
2.1 Metsäsektorin autokuljetukset Suomessa	8
2.2 Liikennesähkön latausinfra nykytila, kehitysnäkymät ja investointitarpeet	13
2.2.1 Julkisen latausinfra nykytila ja kehitysnäkymät Suomessa	13
2.2.2 Yritysten oma latausinfrastruktuuri	14
2.2.3 Energiavarastojärjestelmät ja mobiilit latausinfra ratkaisut	16
2.2.4 Raskaan liikenteen latausinfra ratkaisuita tarjoavat yritykset Suomessa	20
2.3 Täyssähkökuorma-autojen nykytila ja kehitysnäkymät	22
2.4 Akkuteknologiat	28
2.5 Kuljetuksen ja latauksen suunnittelu- ja tukityökalut	29
2.6 Sähköiset työkoneet	31
2.7 Toiminta- ja yhteistyömallit	31
3 SÄHKÖKUORMA-AUTOJEN VAIKUTUKSET PÄÄSTÖIHIN JA KUSTANNUKSIIN	33
3.1 Kulutuslaskelmat	33
3.2 Kustannuslaskelmat	35
3.3 Valtakunnalliset skenaariot	36
4 JOHTOPÄÄTÖKSET	38
5 TIEKARTTA JATKOTOIMILLE	40
LÄHTEET	42
LIITTEET	49

TIIVISTELMÄ

Metsäyhtiöiden autokuljetusten sähköistäminen (MESI) -hankkeen tavoitteena oli tuottaa metsäyhtiöille ja metsäsektorin kuljetusyrityksille tietopohjaa täyssähköisiä autokuljetusratkaisuja koskevan päätöksenteon tueksi. Hanke sai Traficomien sähköisen raskaan liikenteen avustusta. Käsillä oleva loppuraportti kokoaa MESI-hankkeen eri vaiheiden päätulokset sekä koko hankkeen johtopäätökset.

Hankkeessa laadittiin toteutettavuusselvitys raskaan liikenteen sähköistamisestä metsäteollisuuden autokuljetuksissa Suomessa. Metsäsektorin raskaiden kuljetusten sähköistamisen edellytyksiä selvitettiin mm. seuraavista näkökulmista:

- sähköistamista edistävät toimintaympäristön muutokset (esim. sääntely ja julkisen latausinfra kehittyminen)
- sähköisten kuorma-autojen tarjonta
- kustannusvaikutukset (ajoneuvo- ja jakeluinfra kustannukset) ja kustannusten kehitysnäkymät
- vaikutukset päästöihin dieselyhdistelmiin verrattuna.

Liikenteen päästöjen vähentämiselle sekä uusien käyttövoimien ja niiden jakeluinfra käyttöönnotolle on asetettu useita tavoitteita EU:ssa ja Suomessa. Sääntelystä seuraa velvoitteita mm. autonvalmistajille, eri käyttövoimien jakelijoille ja kansallisen jakeluinfrastruktuurin toteuttamiselle. Näin ne vaikuttavat eri käyttövoimien tarjontaan ja keskinäisiin kustannuseroihin.

Metsäsektorin autokuljetusten erityispiirteitä sähköistymisen kannalta ovat: merkittävä osuus Suomen kuljetusvolyymista, puutavaran autokuljetusyritysten pieni koko, 76-tonnisten yhdistelmien laaja käyttö, suurelta osin 24/7-periaatteella toimivat kuljetukset sekä puukuljetuksissa epäsäännölliset kuljetusreitit ja laaja soratieverkon käyttö.

Raskaan liikenteen julkisia latausasemia on Suomessa vasta muutamia, mutta mm. AFIR-asetuksen ja kansallisen jakeluinfraohjelman toimeenpanon sekä infratukipäätösten myötä asemien määrä tulee kasvamaan tällä vuosikymmenellä. MESI-hankkeessa on laadittu jatkossakin päivitettävä raskaan liikenteen latausinfra ja puuta käyttävien tuotantolaitosten sijainnit yhdistävä tilannekuvakartta.

Yritysten omalla latausinfrastruktuurilla tulee olemaan keskeinen rooli. Puukuljetusten kannalta oman latausinfra toteutuminen on todennäköisempää metsäyhtiöiden tuotantolaitoksilla, koska puukuljetusyritykset Suomessa ovat melko pieniä. Selvityksessä kartoitettiin metsäyhtiökohtaisten case-esimerkkien avulla latausinfrastruktuurin investoinnin mitoitusta ja kustannuksia sekä latausinfrastruktuurin sijoitteluun tontilla ja paloturvallisuuteen liittyviä näkökulmia. Markkinoille on tullut myös sekä verkkoon kytkettäviä siirrettäviä latausyksiköitä että täysin mobiileja akkuvarastoja (Mobile energy storage systems, MESS), jotka mahdollistavat ajoneuvon latauksen ilman sähköverkkoa.

MESI-hankkeessa tarkasteltiin vähintään 64-tonnisten sähkökuorma-autojen tilannetta ja kehitysnäkymiä. Tämän kokoluokan sähkökuorma-autoja on toistaiseksi vain Volvolla ja Scaniaalla. Muilla valmistajilla on sähkökuorma-autoja pienemmissä kokoluokissa. Metsäsektorilla sähkökuorma-autoja on jo otettu käyttöön lähinnä Ruotsissa. Suomessa on käynnistymässä pilotti ACE-hankkeen osana.

MESI-hankkeen perustason laskelmien mukaan sähköisillä ajoneuvoyhdistelmillä puutavaran kuljetus on 7–11 % kalliimpaa ja hankkeen 6–8 % kalliimpaa kuin dieselyhdistelmällä. Herkkyystarkasteluiden mukaan sähköiset autot vähentävät kuljetusten yksikkökustannuksia dieselyhdistelmiin verrattuna niissä tapauksissa, joissa sähkön hinta on 0,15 €/kWh.

Sähköiset kuorma-autot lasketaan käytön aikana nollapäästöiksi, ja myös elinkaaren osalta sähkö on selvästi dieseliä vähäpäästöisempää. Mikäli 20 % puutavara- ja 25 % hakekuljetuksista sähköistettäisiin, voidaan Suomessa saavuttaa 43 000 tonnin vuosittainen käytön aikainen CO₂-päästövähennys ja 56 000 tonnin elinkaarenaikaisten CO₂e-päästöjen vähennys.

Hankkeen lopuksi laadittiin SWOT-analyysi sähkökuorma-autojen hyödyntämisestä metsäteollisuuden kuljetuksissa sekä tiekartta metsäsektorin toimenpiteille lähivuosina ja pidemmällä aikajänteellä. Hanke-raporteissa on tunnistettu useita jatkotutkimustarpeita.

1 JOHDANTO

1.1 MESI-hankkeen tavoitteet ja toteutus

Metsäyhtiöiden autokuljetusten sähköistyminen (MESI) -hankkeen tavoitteena oli tuottaa Suomessa toimiville metsäyhtiöille ja metsäsektorin kuljetusyrityksille tietopohjaa täyssähköisiä autokuljetusratkaisuita koskevan päätöksenteon tueksi. Näin pyritään edistämään yritysten valmiutta toimenpiteisiin eri aikajänneillä (esim. ensimmäiset ajoneuvo- ja latausinfrainvestoinnit ja kokeilut alkuvaiheessa, laajemat investoinnit myöhemmin). Hankkeessa laadittiin toteutettavuusselvitys raskaan liikenteen sähköistämistä 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 jakeluinfra kustannukset) ja kustannusten kehitysnäkymät
- vaikutukset päästöihin dieselyhdistelmiin verrattuna.

Hanke painottui hake- ja puutavarakuljetuksiin. Lisäksi hankkeessa otettiin huomioon mahdollinen synergia tuotantolaitosten ja terminaalien työkonien sähköistämisen kanssa (esim. latausinfra sijoituksissa ja investoinneissa). Hankkeen rajaukset ja muut painotukset olivat:

- Hanke koski tieliikennekelpoisia kuorma-autoja (ei esim. tuotantolaitosten sisäisen liikenteen ajoneuvoja).
 - Latausinfra investointeja koskevissa tarkasteluissa otettiin kuitenkin huomioon synergia myös sisäisen liikenteen ajoneuvojen ja työkonien kanssa
- Hanke koski vain täyssähköisiä ratkaisuita (ei esim. hybridiratkaisuita)
- Hanke ei ottanut huomioon energiankulutusta vähentäviä ratkaisuita, joita voidaan hyödyntää sekä diesel- että täyssähkökuorma-autoissa (esim. aerodynamiikan kehittäminen, kuljettajia avustavat järjestelmät).
- Hanke painotti raskaimpia ajoneuvoyhdistelmien kokoluokkia
 - Suomessa yleiset 68- ja 76-tonniset
 - yli 76-tonniset HCT-yhdistelmät (Ruotsin kokeilut).

MESI-hanke oli Metsäteho Oy:n toteuttama ja osarahoittama. Lisäksi hanke sai liikenne- ja viestintäviraston Traficomilta myöntämää sähköisen raskaan liikenteen avustusta¹. Hanke toteutettiin aikajaksolla 1.10.2023-31.8.2025. Hankkeen ohjausryhmään kuuluivat Koskisen Oy:n, Metsä Groupin, Metsähallitus Metsätalous Oy:n, Stora Enso Oyj:n ja UPM-Kymmene Oyj:n edustajat.

Metsäteho Oy kiittää ohjausryhmää sekä muita hankkeen toteutukseen, aineistotoimituksiin ja tilaisuuksiin osallistuneita tahoja.

1.2 Loppuraportin toteutus

Käsillä oleva loppuraportti kokoaa MESI-hankkeen eri vaiheiden päätulokset sekä koko hankkeen johtopäätökset. Hankkeen kaikki raportit ovat saatavilla sivulla www.metsateho.fi/mesi. Raportin laatimisessa hyödynnettiin julkisesti saatavilla olevia sähköisiin kuorma-autoihin ja raskaan liikenteen latausinfraan liittyviä tutkimustuloksia ja poliittisia tavoitteita, kuorma-autovalmistajien ja latausinfra tarjoajien aineistoja ko. ratkaisuiden nykytilasta ja kehitysnäkymistä sekä sidosryhmäseminaareissa esille nousseita teemoja.

Hankkeen toteutusvaiheessa Suomessa ei ollut vielä sähköisiä puutavara- tai hakeyhdistelmiä. Kokeiluita on käynnistymässä osana Suomen ympäristökeskuksen koordinoimaa ACE-hanketta. Ruotsissa

¹ Lisätietoja <https://traficom.fi/fi/sahkoinenliikenne>

on puolestaan käynnissä erityisesti puu- ja hakekuljetusten sähköistymiseen liittyviä tutkimushankkeita (esimerkiksi EIRutt², REEL³- ja TREE-hankkeet⁴).

Metsäteho Oy kiittää ohjausryhmään, haastatteluihin, seminaareihin ja tietojen toimittamiseen osallistuneita tahoja.

1.3 Liikenteen päästöjen vähentämistä ja sähköistymistä koskevat tavoitteet ja sääntely

Liikenteen päästöjen vähentämiselle sekä uusien käyttövoimien ja niiden jakeluinfran käyttöönotolle on asetettu useita tavoitteita EU:ssa ja Suomessa. Euroopan unionin tavoitteena on kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen 55 %:lla vuoteen 2030 mennessä (vuoteen 1990 verrattuna). Euroopan komissio on julkaissut esityksen päästöjen vähentämisestä 90 %:lla vuoteen 2040 mennessä (European Commission 2025). Keskeisiä liikenteen päästöihin ja käyttövoimasiirtymään liittyviä tuoreita aloitteita EU:ssa ovat:

- Yritysjoneuvojen vähähiilistäminen (ks. tarkemmin taulukko 1)
- Euroopan autoteollisuuden toimintasuunnitelma (COM(2025) 95 final)
 - mm. seuraavan sukupolven akkuteknologia, päästöttömien raskaiden hyötyajoneuvojen yleistymisen nopeuttaminen, latausinfrastruktuurin käyttöönoton nopeuttaminen, akkujen valmistuksen ”akkubuusteri”
 - Kestävän liikenteen investointisuunnitelma (Sustainable Transport Investment Plan, STIP) mm. tiekuljetusten sähköistämisen investointeihin
 - Puhtaan liikenteen korridorit (European Clean Transport Corridor Initiative, CTCI) (mm. latausinfran kehittäminen TEN-T-verkolla).

Suomessa päästövähennystavoitteet on kirjattu ilmastolakiin (423/2022). Suomen ilmastolaissa on määritelty, että liikenteen ilmastopäästöjen tulee vähentyä vuoteen 2030 mennessä vähintään 60 %, vuoteen 2040 mennessä vähintään 80 % ja vuoteen 2050 mennessä vähintään 90 % (vertailuvuoteen 1990 nähden). Ilmastolain väliarviointi on käynnissä vuoden 2025 aikana.

Pääministeri Petteri Orpon hallitusohjelmassa (Valtioneuvosto 2023) keskeisiä toimenpiteitä uusien käyttövoimien ja sähköistymisen edistämiseksi ovat:

- Toimenpideohjelma vaihtoehtoisten käyttövoimien jakeluverkon laajentamiselle pääväylille
- Puhtaan energian Suomi -toimenpiteet
 - Hallituksen sitoutuminen vastaamaan päästövähennystavoitteisiin ja etenemään hiili-neutraaliustavoitteeseen ja sen jälkeen hiilinegatiivisuuteen (mm. uuden energia- ja il-mastostrategian valmistelu)
 - Puhtaan sähkön tuotannon kaksinkertaistaminen kotimaassa.
 - Julkisten latauspisteiden liikennesähkön liittäminen jakeluvetoisuuteen (lakimuutos voimassa)
 - Kaasutankkaus- ja sähköautolatausverkoston kehittämisen jatkaminen, käyttövoima-muutoksen sekä fossiilisia polttoaineita käyttävien autojen konvertoinnin helpottaminen raskaassa liikenteessä.

Keskipitkän aikavälin ilmastosuunnitelman (KAISU 3) luonnos (Keskipitkän aikavälin...2025) on lau-sunnoilla elokuuhun 2025 saakka. Suunnitelmassa esitetään liikenteen päästöjen vähentämisen lisä-toimiksi mm. sähkökuorma-autojen hankintatukea, mikroyritysten muita korkeampaa raskaan kaluston hankintatukea ja julkisen jakeluinfran tukemista jatkossakin. Suunnitelmassa ja sen työkoneita koske-neessa taustaraportissa (Auvinen ym. 2025) on esillä myös työkoneiden päästöjen vähentämisestä mm. sähköistämällä. Myös elokuuhun 2025 asti lausunnoilla oleva energia- ja ilmastostrategian päivitys viittaa liikenteen päästövähennystoimien osalta KAISU-suunnitelmaan.

² EIRutt <https://triplef.lindholmen.se/projekt/elrutt-analysverktyg-elektrifiering-av-skogstransporter>

³ REEL <https://closer.lindholmen.se/en/project/reel>

⁴ TREE (Transition to efficient, electrified forestry transport) <https://www.skogforsk.se/kunskap/projekt/accelerera-elektrifieringen-av-skogs-brukets-transporter/tree-transition-to-efficient-electrified-forestry-transport/>

Viimeaikaista ja valmistelussa olevaa EU-tason ja kansallista sääntelyä edellä mainittujen päästövähennystavoitteiden saavuttamiseksi on koottu taulukkoon 1. Mm. megawattilataamiseen liittyviä standardeja on käsitelty raportissa Venäläinen ym. 2025b. Sääntelystä seuraa velvoitteita mm. autonvalmistajille, eri käyttövoimien jakelijoille ja kansallisen jakeluinfrastruktuurin toteuttamiselle. Näin ne vaikuttavat eri käyttövoimien tarjontaan ja keskinäisiin kustannuseroihin.

Taulukko 1. Kuljetusten päästöjä ja käyttövoimia koskeva viimeaikainen ja valmisteilla oleva sääntely.

Uusiutuvan polttoaineen jakeluvelvoite	Muutos lakiin uusiutuvien polttoaineiden käytön edistämisestä liikenteessä (446/2007) tuli voimaan 1.1.2025. Muutoksen myötä uusiutuvan polttoaineen jakeluvelvoite nousee nykyisestä 16,5 prosentista 19,5 prosenttiin vuonna 2026 ja 22,5 prosenttiin vuonna 2027. Vuosina 2028–2030 taso nousee 31 prosentista 34 prosenttiin. Synteettisille uusiutuville polttoaineille (RFNBO-polttoaineet) tulee oma jakeluvelvoitteensa vuodesta 2028 lähtien (1,5 % vuosina 2028–2029 ja 4 % vuodesta 2030 lähtien). Jakeluvelvoitetta voi täyttää myös yleisten latauspisteiden kautta liikenteeseen toimitetulla uusiutuvalla sähköllä. Kesäkuussa 2025 tuli voimaan kaksi valtioneuvoston asetusta jakeluvelvoitteen joustomekanismista (TEM/2025/80 ja TEM/2025/79). Siinä hyväksyttäviä vaihtoehtoisia päästövähennystoimia voivat olla esimerkiksi sähköisten työkonoiden hankinta, metsitys, metsälannoitus ja metsien kiertoaikojen pidentäminen, turvemaiden vettäminen ja biohiilen käyttö maanparannuksessa.
Tieliikenteen päästökauppa ETS2 (Päästökauppadirektiivi, laki fossiilisen polttoaineen jakelun päästökaupasta)	Tieliikenteen päästökauppa käynnistyy Suomessa 2027. PEIKKO-hankkeen skenaariossa sen arvioidaan nostavan dieselin litrahintaa 0,13 €/lilla vuonna 2028 (Koljonen ym. 2024). Paltan (2024) viittaamien analyysien mukaiset päästöoikeuden hinnat nostaisivat dieselin pumppuhintaa keskimäärin 0,44 €/litra. Hallituksen kehysriihessä tehtiin huhtikuussa 2024 päätös raskaan liikenteen ammattidieselin käyttöönotosta samanaikaisesti päästökaupan kanssa (Valtioneuvosto 2024). Ammattidieselin kustannuskompensaation suuruudesta ei ole vielä arviota.
EURO 7 -asetus (EU 2024/1257)	Toukokuussa 2024 voimaan astunutta asetusta sovelletaan vuodesta 2029 lähtien uusiin kuorma-autoihin. Asetus asettaa vaatimuksia ajoneuvojen päästöjen vähentämiseksi (CO ₂ -päästöjen osalta katso raja-arvoasetus seuraavassa kohdassa). Lisäksi asetus asettaa vaatimuksia ajoneuvojen akkujen kestävyydelle.
Raskaan kaluston CO ₂ -raja-arvoasetus (EU 2019/1242)	Kesäkuussa 2024 tuli voimaan EU:n asetuspäivitys koskien uusien raskaiden kuorma-autojen ja niiden perävaunujen CO ₂ -päästöjen vähentämistä. Päästöjä tulee vähentää keskimäärin 45 % vuoteen 2030, 65 % vuoteen 2035 ja 90 % vuoteen 2040 mennessä. Suurimmille yhdistelmien kokoluokille (extra heavy combination, EHC) tulee oma laskentatapansa, jotta niiden parempi energiatehokkuus voidaan ottaa vaatimuksissa huomioon.
Yritysjoneuvojen vähähiilistäminen	Euroopan komissio (2025) julkaisi 5.3.2025 tiedonannon yritysjoneuvojen vähähiilistämistä. Komissio tulee antamaan ajoneuvojen päästöttömyyttä edistävän lainsäädäntöehdotuksen loppuvuodesta 2025. Tiedonannossa esitettiin vähähiilisyyttä edistäviä toimenpiteitä koskien mm. verotusta sekä kalustoyhtiöiden ja leasingin roolia.
Energiaverodirektiivi (ETD)	Euroopan unionin energiaverodirektiivin uudistus on käynnissä. Uudistus vaikuttanee eri käyttövoimien kustannuseroihin verotuksen osalta. Direktiiviä on tarkasteltu tarkemmin MESI-raportissa Venäläinen ym. 2025b.
Liikenteen verotuksen kokonaisuudistus	Suomen liikenteen verotuksen ja rahoituksen kokonaisuudistuksen (VERA) valmistelu käynnistyi syksyllä 2024. Uudistuksen yhtenä tavoitteena on päästövähennystavoitteiden saavuttaminen kustannustehokkaasti. Työryhmän toiminta alkaa elokuussa 2025. Uudistuksessa otetaan huomioon päästövähennysvelvoitteiden vaikutukset liikenteen kustannuksiin. (Valtiovarainministeriö 2024). Kokonaisuudistuksen vaikutuksia eri

	käyttövoimien kustannuksiin ei pysty tässä vaiheessa arvioimaan. Uudistusta on käsitelty tarkemmin MESI-hankkeen raportissa Venäläinen ym. 2025b.
Mitta- ja massadirektiivin uudistus (kesken)	Nollapäästöisille ajoneuvoille sallittaisiin korkeampi kokonaispaino/telimassat suuremmasta omapainosta johtuen

2 RASKAAN SÄHKÖISEN LIIKENTEE VAATIMUKSET JA EDELLYTYKSET METSÄSEKTORIN KULJETUKSISSA SUOMESSA

Metsäsektorin autokuljetusten sähköistämisen mahdollisuuksiin Suomessa vaikuttavat mm. eri tavara-lajien kuljetusten ominaisuudet ja olosuhteet, sähkökuorma-autojen ja latausinfraan tarjonnan nykytila ja kehitysnäkymät sekä sähkökuorma-autojen kustannuskilpailukyky. Sähkökuorma-autojen ja latausinfraan osalta on tunnistettu tarpeita kehittää uudenlaisia liiketoiminta- ja yhteistyömalleja. Uusien mallien avulla voidaan mahdollistaa alkuvaiheen investointeja, kun sähkökuorma-autoihin siirtyminen ei ole vielä kokonaiskustannusten kannalta edullista. Toisaalta uudenlaisia malleja tarvitaan, jotta latausinfraan kattavuus saadaan ensimmäisilläkin toiminta-alueilla riittäväksi ja toimintavarmaksi.

Metsäteollisuus ry:n tilaamassa ilmastotiekarttatyössä maantiekuljetusten vaihtoehtoiset käyttövoimat on tunnistettu yhdeksi keinoksi vähentää metsäteollisuuden kuljetusten päästöjä (AFRY Management Consulting 2025).

2.1 Metsäsektorin autokuljetukset Suomessa

Kuljetusten sähköistämisen kannalta keskeisiä tekijöitä ovat mm. (soveltaen Mannfors 2024):

- keskimääräinen kuljetusmatka (lyhyillä kuljetusmatkoilla mm. latauksen järjestäminen helppompaa)
- ajoympäristö (huonokuntoiset soratiet lisäävät riskejä akun vahingoittumiselle)
- ajosuoritteet päivässä/vuodessa (ympäri vuorokautinen toiminta poistaa mahdollisuuden hitaaseen lataamiseen, suuret vuosisuoritteet lyhentävät akun käyttöikää)
- kokonaismassa (sähköisiä kuorma-autoja 76 tonnin kokoluokkaan on tullut tarjolle vasta parin vuoden aikana)
- mahdollisten lisälaitteiden kulutus (puutavara-autoilla kuormain, hakeautoilla ketjupurkulaitteet).

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 (taulukko 2, metsäteollisuuden muiden raaka-aineiden kuljetuksia ei erotella ko. tilastossa). Energiapuu hyödynnetään pääosin energiasektorin lämpö- ja voimalaitoksissa. Metsäteollisuuden muiden raaka-aineiden kuin puun kuljetusvirroista ei ole tarkempaa tietoa. Wibaxilla käynnistyi metsäteollisuuden kemikaalikuljetukset sähköisellä kuorma-autolla toukokuussa 2025 (Raskas Kalusto 2025).

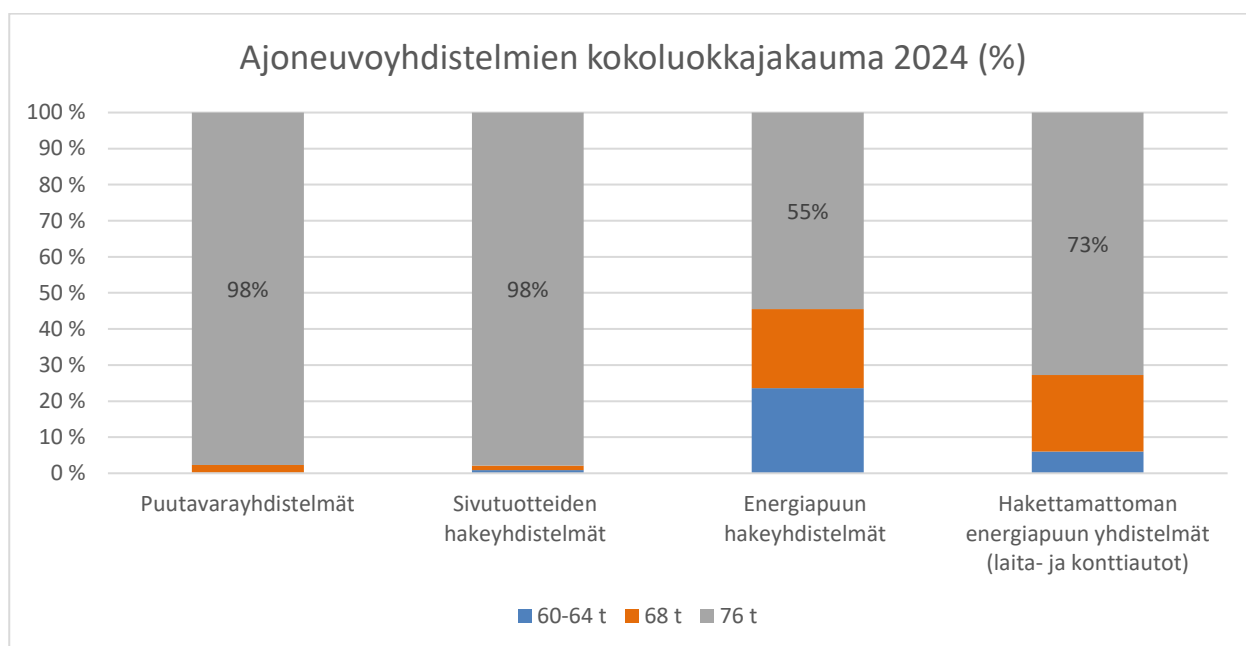
Taulukko 2. Metsäteollisuuden ja energiapuun kotimaan autokuljetukset 2024 (Tilastokeskus 2025).

	Tavaramäärä, 1 000 t	Kuljetussuorite, milj. tkm	Liikennesuorite, 1 000 km	Keskimääräinen kuljetusmatka, km
Tukki- ja kuitupuu	34 899	3 104	62 999	89
Energiapuu, polttopuu, kannot, risut, metsähake yms.	5 000	336	11 853	58
Puru, hake	6 855	1 096	27 354	137
Mekaanisen metsäteollisuuden tuotteet, sahattu puutavara, pannelit, levytuotteet, taloelementit puusta yms.	5 362	1 461	57 631	216
Paperimassa, selluloosa	3 345	696	18 083	196
Paperi, kartonki, painotuotteet, muut tuotteet paperista ja kartongista	5 385	1 037	46 248	163
YHTEENSÄ / PAINOTETTU KESKIARVO	60 846	7 730	224 168	150
KAIKKI TOIMIALAT	232 409	26 457	1 728 649	89
Metsäteollisuus ja energiapuu	26 %	29 %	13 %	

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 keskipitkät matkat olivat 106 km, junalla kuljetetun puun alkukuljetusmatka 50 km ja vesiteitse kuljetetun puun alkukuljetusmatka 54 km. Metsäsektorin kuljetusketjuissa käytetään paljon työkoneita, joten MESI-hankkeessa on tarkasteltu autojen ja työkoneneiden sähköistämisen synergiaa. Työkoneneiden lukumääriä ja ominaisuuksia puuterminaleissa ja puun vastaanotossa on tarkasteltu Metsätehon selvityksessä (Venäläinen ym. 2024).

Puutavaran kuljetusyritykset Suomessa on pääosin pieniä. 87 %:lla yrityksistä on korkeintaan viisi puutavara-autoa (MetsäTrans 2025). Yrityskoko vaikuttaa osaltaan mahdollisuuksiin investoida kalliisiin sähkökuorma-autoihin. Metsäteollisuuden muiden raaka-aineiden ja tuotteiden kuljetuksissa hyödynnetään muillekin toimialoille sopivaa kuljetuskalustoa ja yritysten kokoluokka vaihtelee paljon.

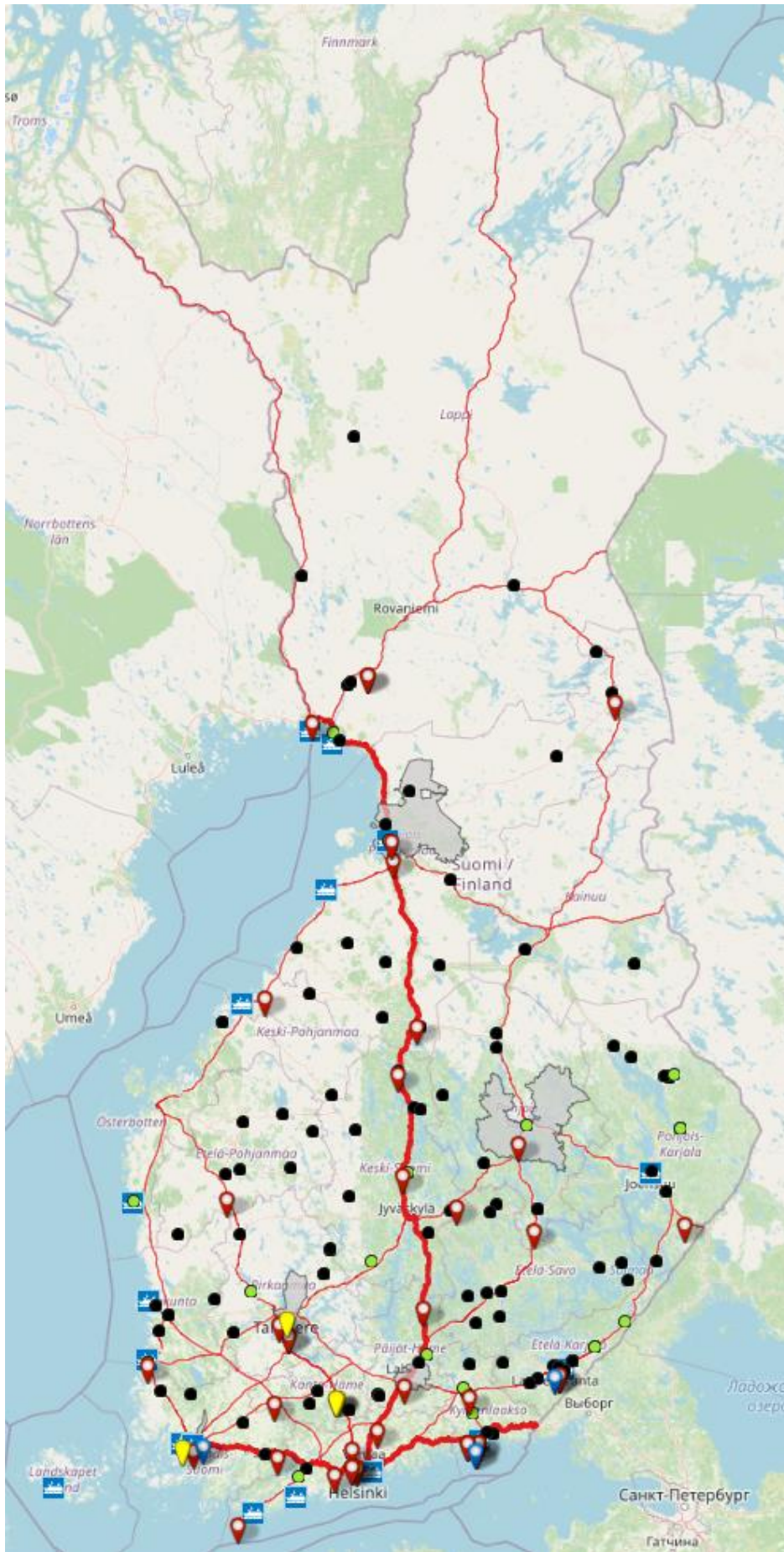
Taulukon 2 tilasto näyttää, että metsäteollisuuden autokuljetusten kuormausasteet (kuorman paino suhteessa kuorma-auton kantavuuteen) ovat korkeita. Puutavara- ja sivutuotehakekuljetuksissa käytetään lähes täysin 76-tonnisia ajoneuvoyhdistelmiä (kuva 1). Energiapuukuljetuksissa käytetään enemmän myös 64- ja 68-tonnisia yhdistelmiä.



Kuva 1. Ajoneuvokaluston kokojakauma metsäyhtiöille tehdyn kyselyn mukaan. Osa yhdistelmistä voi olla useamman yhtiön vastauksessa.

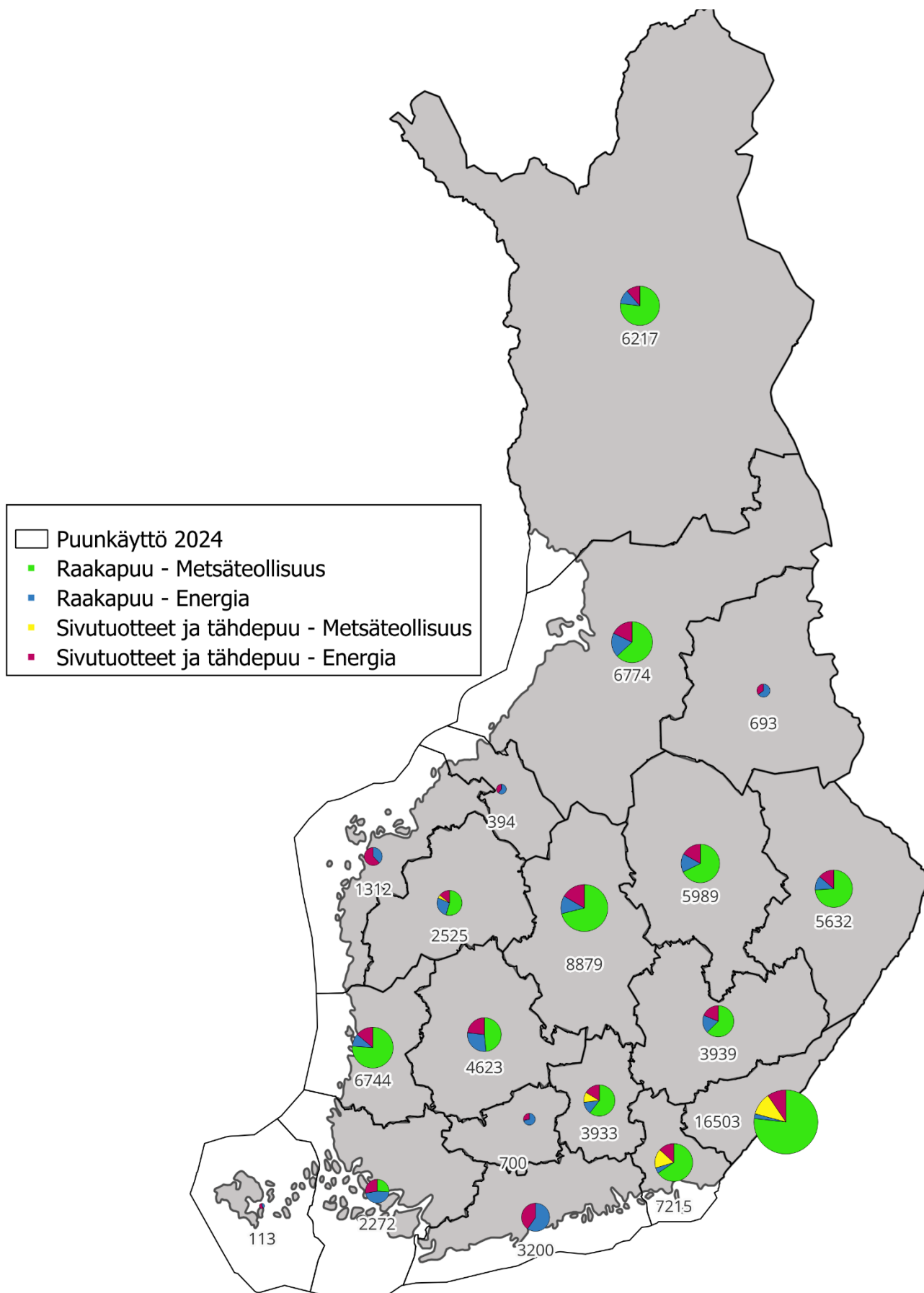
Keskikuljetusmatkat ja kuljetusten keskipitkät matkat vaikuttavat sähkökuorma-autoille ja latausinfraalle asetettuihin vaatimuksiin. Metsäsektorin kuljetukset toimivat suurelta osin 24/7-periaatteella, jolloin halvempia, mutta hitaampia yön yli -latauksia ei voida hyödyntää. Metsäsektorin kuljetuksissa on eroja kuljetusreittien säännöllisyydessä ja soratieverkon käytössä. Tasaisimpia kuljetusvirtoja ovat tuotantolaitosten ja keskeisten vientisatamien väliset kuljetukset. Eniten vaihtelua on suoraan metsistä lähtevissä puukuljetuksissa, joiden toimituskohteetkin voivat vaihdella (tuotantolaitosten lisäksi kuljetuksia voi olla keli- rikkovarastoihin tai juna- tai vesikuljetusterminaleihin). Metsästä lähteviin kuljetuksiin voi tulla todennäköisemmin viime hetken muutoksia mm. keliolosuhteista ja tiestön kunnosta johtuen.

Kuvien 2–4 karttoihin on koottu tietoja puunkäytöstä alueittain, metsäteollisuuden puuta käyttävien tuotantolaitosten, TEN-T-tieverkon, -satamien ja -kaupunkisilmukohtien sijainneista sekä metsäteollisuuden kuljetusvirroista tieverkolla. Muun muassa metsähaketta ja metsäteollisuuden sivutuotteita hyödyntävien bioenergian tuottajien sijainnit ja käyttövolymit löytyvät Bioenergia-lehden (2024) internetsivulta.

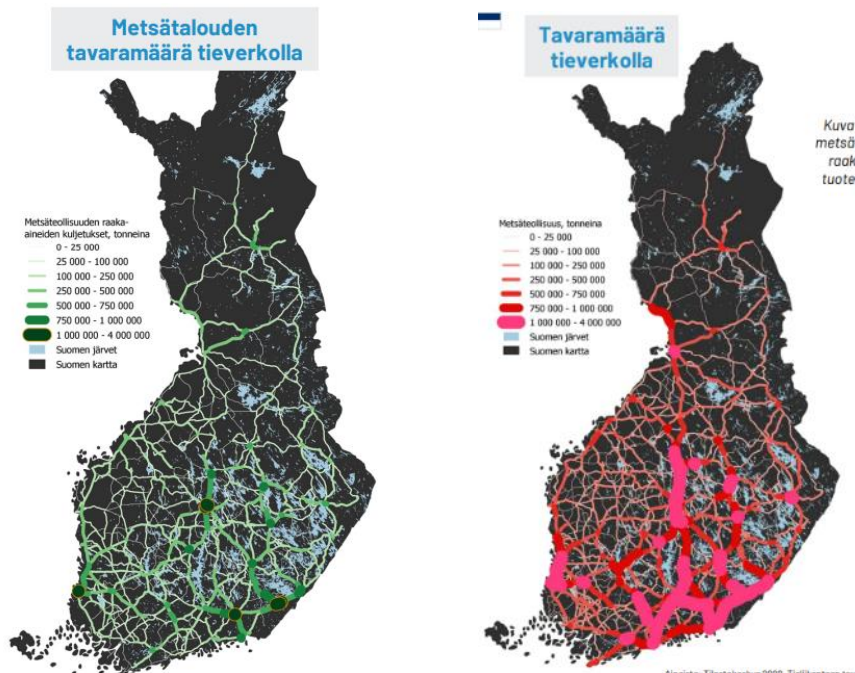


- ✓ Jakeluinfra –Toiminnassa
- ✓ Jakeluinfra –Rakenteilla
- ✓ Jakeluinfra –Suunnitella
- ✓ Tehtaat
 - Massateollisuus
 - Puutuoteteollisuus
- ✓ TEN-T-satamat
- ✓ TEN-T kaupunkisolmukunta
- ✓ TEN-T-Ydinverkko
- ✓ TEN-T-Kattava verkko
- ✓ OpenStreetMap

Kuva 2. Näkymä jakeluinfran tilannekuvakartasta: metsäsektorin puuta käyttävät tuotantolaitokset (2025), TEN-T-tieverkko, -satamat ja -kaupunkisolmukohdat sekä raskaan liikenteen latausasemat niiden toteutustilanteen mukaan.



Kuva 3. Puunkäyttö maakunnittain metsäteollisuudessa ja energiantuotannossa 2024 (ennakkotieto, sisältää kotimaisen ja tuontipuun sekä kaikilla kuljetusmuodoilla kuljetetun puun, Luonnonvarakeskus 2025). Puunkäyttö julkaistaan maakunnittain vain, jos käyttökohteita on määritetty minimimäärä. Kartan lukujen lisäksi metsäteollisuudessa käytettiin raakapuuta 7,5 milj. m³ ja sivutuotepuuta 5,2 milj. m³.



Kuva 4. Metsäteollisuuden raaka-aineiden kuljetukset sekä raaka-aine- ja tuotekuljetukset tieverkolla, tonneissa (Tilastokeskus lähteessä Infra ry. ym. 2022)

Metsäsektorin tuotantolaitoksia ja puunhankintaa on kautta maan. Kuljetusvirtojen ja infrastruktuurin kannalta kiinnostavia alueita sähköistymisen ensivaiheessa ovat:

1. Kaakkois-Suomi (Kymenlaakso ja Etelä-Karjala)
 - Merkittävin metsäteollisuustuotannon ja siten puukuljetusten keskittymä. TEN-T-ydinverkon satama HaminaKotka on merkittävä metsäteollisuuden vientisatama ja sijoittuu TEN-T-ydintieverkon yhteyteen.
 - PragmaChargen raskaan liikenteen latausasema tulossa Kotkan Mussalon satamaan ja Scanian asema Lappeenrantaan. Infratukea ovat saaneet myös muut latausasemat Kotkassa, Kouvolassa ja Pyhtäällä.
 - Heikkoutena se, ettei Imatra–Kouvola-väli (vt 6) kuulu TEN-T-tieverkkoon.
2. Oulun ja Kemin välinen alue
 - Oulussa ja Kemissä on merkittävästi metsäteollisuuden tuotantoa lähellä Oulun ja Kemin satamia, jotka kuuluvat TEN-T-satamiin ja ovat merkittäviä metsäteollisuuden vientisatamia. TEN-T-ydintieverkkoon kuuluva valtatie 4 kulkee Oulun ja Kemin kautta.
 - PragmaCharge saanut infratukea Ouluun sijoitettavalle latausasemalle.
 - Suomen metsäsektorin ensimmäisen sähköisen kuorma-auton pilotointi käynnistyy Kemissä ACE-hankkeen yhteydessä.
3. Keski-Suomi
 - Keski-Suomen maakunnassa on toiseksi suurin puunkäyttö Suomessa. TEN-T-ydinverkkoon kuuluva vt 4 kulkee maakunnan keskeltä.
 - Infratukipäätökset saatu latausasemiin Äänekoskella, Pihtiputaalla ja Hankasalmella.
4. Vientikuljetukset Helsingin sataman kautta
 - Metsäteollisuuden vientikuljetusten kannalta keskeisiä reittejä ovat valtatiet 3 ja 4 Helsingin satamaan (kuva x). Näistä valtatie 4 kuuluu TEN-T-ydintieverkkoon.
 - Tampereen Viinikassa toimii Plugitin ja Janakkalassa Nesteen raskaan liikenteen latausasemat. Infratukipäätöksen ovat saaneet mm. latausasemat Lempäälässä, Pirkkalassa, Nurmijärvellä, Vantaalla, Mäntsälässä ja Lahdessa.

Keskeiset johtopäätökset ja jatkotutkimustarpeet

- Metsäteollisuuden kuljetuksissa on eroja tuote- ja kuljetusreittiominaisuuksien osalta. Sähköistämisen ensivaiheen kannalta kiinnostavimpia ovat säännölliset, vilkasliikenteistä tieverkkoa käyttävät ja TEN-T-vientisatamiin suuntautuvat kuljetukset (metsäteollisuuden vientikuljetukset ja sivutuotehakkeen kuljetukset).

- Raakapuukuljetukset kattavat lähes koko maan. Raakapuukuljetukset ovat haastavia sähköistämisen kannalta (ajo sorateillä, suuret kokonaismassat ja kuljetussuoritteet, kuljetusyri-
tysten pieni koko). Raakapuukuljetuksissa voitaisiin parhaiten hyödyntää puun toimituskoh-
teissa (tuotantolaitokset ja suurimmat raakapuun rautatieterminaalit) tai niiden lähistöllä si-
jaitsevaa latausinfraa.
- Jatkotutkimustarpeena on metsäsektorin alueellisten autokuljetusvirtojen tarkentaminen var-
sinkin kuljetusmatkajakaumien osalta.

2.2 Liikennesähkön latausinfra nykytila, kehitysnäkymät ja investointitar- peet

2.2.1 Julkisen latausinfra nykytila ja kehitysnäkymät Suomessa

Vaihtoehtoisten käyttövoimien jakeluinfrastruktuurin käyttöönotosta annettu **AFIR-asetus** (jakeluinfra-
asetus) hyväksyttiin EU:ssa heinäkuussa 2023. Asetus asettaa vaatimuksia yleisen jakeluinfra katta-
vuudelle. Tiukimmat vaatimukset koskevat TEN-T-ydintieverkkoa. Vähäliikenteisillä alueilla vaatimuk-
set ovat lievemmat. Asetus ottaa myös kantaa jakeluinfra toteutustapaan, standardeihin sekä jake-
luinfratietojen tuottamiseen.

Latausinfra sijoittumisesta ja tarkoista ominaisuuksista (esim. hinnat ja soveltuvuus eripituisille ja -
painoisille ajoneuvoyhdistelmille) on työn alla AFIR-asetuksen mukaisen jakeluinfradatan määrittely.
Jakeluinfratiedot toimitetaan kansalliseen yhteyspisteeseen. Suomessa kansallisesta yhteyspisteestä
vastaisi valmisteilla olevan lakiehdotuksen mukaan Väylävirasto ja Fintraffic olisi tietopalvelun tuottaja,
Suomen kansallisen jakeluinfra tietopalvelun arvioidaan tulevan käyttöön vuoden 2026 alkuun men-
nessä. Jakeluinfradataa säädellään myös RTTI-asetuksessa.

Viimeisin **kansallinen liikenteen vaihtoehtoisten polttoaineiden jakeluinfraohjelma** (Ojala ym.
2024) julkaistiin marraskuussa 2024. Ohjelma viimeistellään 31.12.2025 mennessä EU:n mahdollisten
kommenttien pohjalta. Ohjelman tavoitteet raskaan liikenteen latausinfra osalta ovat:

- Tavoite T3: Raskaan liikenteen yleisesti saatavilla oleva latausinfra jakeluinfra-asetuksen
mukainen vuosina 2025, 2027 ja 2030 (kuva 5)
- Tavoite T4: Raskaan liikenteen julkinen latausinfra kehittyy palvelemaan sähköistyvän ras-
kaan liikenteen tarpeita huomioiden kuljetusten reitit, kuljettajien tauot sekä palvelujen tar-
peet.
- Tavoite T5: Rajoitetussa käytössä oleva latausinfra kehittyy raskaan kaluston tarpeisiin vas-
taavasti ja mahdollistamaan myös hidasta latausta. Rajoitetussa käytössä olevalle infralle ei
aseteta numeerisia tavoitteita.

Raskaat ajoneuvot

2025

Kaupunkisolmukohdissa

Latauspisteitä, joiden yhteenlaskettu antoteho on vähintään **900 kW** ja jotka kuuluvat latausasemiin, joiden yksilöllinen antoteho on vähintään **150 kW**.

2030

TEN-T-ydintieverkolla

60 km latauspisteiden enimmäisvälimatka
3 600 kW latauskentän vähimmäisteho
2 kpl latauspisteiden vähimmäismäärä
350 kW latauspisteen vähimmäisteho

Kattavalla TEN-T-tieverkolla

100 km latauspisteiden enimmäisvälimatka
1 500 kW latauskentän vähimmäisteho
1 kpl latauspisteiden vähimmäismäärä
350 kW latauspisteen vähimmäisteho

HUOM! TEN-T-tieverkon sähkölatausinfra rakentumiselle tulee välitavoitteita vuosille **2025** ja **2027**. Kaupunkisolmukohtien infra vaatimukset vahvistuvat vuoden **2030** loppuun mennessä.

Kuva 5. Raskaan liikenteen yleisen latausinfraan kattavuus Suomessa (Ojala ym. 2024).

Ohjelmassa on esitetty useita toimenpiteitä, joilla halutaan edistää ohjelman toteutumista (esim. infraan rakentamistuki, kuorma-autojen hankintatuki, kalustohankintojen valtiontakaus, latausasemien rakentaminen valtion alueille, sähkönsiirtoverkkojen kehittämisysteistyö, pilotointi). Ohjelmassa selvitetään myös keinoja edistää jakeluinfraan rakentamista myös vähän liikennöidyille alueille.

Jakeluinfrakysymykset sisältyvät myös **valtakunnalliseen liikennejärjestelmäsuunnitelmaan** (Liikenne 12 -suunnitelma). Liikenne 12 -suunnitelma vuosille 2026–2027 on tarkoitus toimittaa eduskunnalle syksyllä 2025. Valmis suunnitelma vuosille 2026–2037 on tarkoitus antaa eduskunnalle syysistuntokaudella 2025.

Maakunnilla ja kunnilla on omia alueellisia uusien käyttövoimien kehittämiseen liittyviä hankkeita. Jakeluinfrakysymykset ovat myös osa valtion ja isompien kaupunkien välisiä MAL-sopimuksia. Esimerkki alueellisesta logistiikan sähköistymisen kehittämishankkeesta on ZERO-TRAIL-hanke, johon osallistuu Suomesta Lahden kaupunki. **Väylävirasto** (2024) on selvittänyt raskaan liikenteen latausinfraa mahdollisuuksia valtion moottoriteiden varsilla sijaitsevilla yhdeksällä palvelualueella. Jakeluinfraan toteuttamisesta ko. alueilla vastaavat kaupalliset toimijat.

Käytössä ja rakenteilla olevat sekä Energiaviraston tai CEF (Connecting Europe Facility) -investointituen saaneiden raskaan liikenteen latausasemien sijainnit ja perustiedot on koottu MESI-hankkeessa toteutettuun **jakeluinfraan tilannekuvakarttaan** (osoite www.metsateho.fi/jakeluinfra). Jakeluinfrakarttaan on yhdistetty myös puuta käyttävien metsäteollisuuden tuotantolaitosten sijainnit.

2.2.2 Yritysten oma latausinfrastrukturi

Julkisen latausinfraan lisäksi yritysten omalla latausinfrastruktuurilla tulee olemaan keskeinen rooli. Oma latausinfra parantaa latauksen toimintavarmuutta ja vastaavuutta omiin tarpeisiin, kun julkinen latausinfra verkko on vielä harva. Puukuljetusten kannalta oman latausinfraan toteutuminen on todennäköisempää metsäyhtiöiden tuotantolaitoksilla, koska puukuljetusyritykset Suomessa ovat melko pieniä. Tuotantolaitoksilla on myös paljon työkoneita, joiden sähköistymisessä on paljon potentiaalia (Auvinen ym. 2025) ja siten synergiamahdollisuuksia latausinfrainvestoinneissa.

Latausinfraan suunnitteluun liittyvät mm. seuraavat kokonaisuudet:

- latausinfraan sijoittaminen ja suunnittelu (ottaen huomioon myös kuljettajien taukopaikat ja mahdolliset tarpeet oheispalveluille)

- latausasema (tekninen toteutus ja mitoitus, huolto ja ylläpito, toiminnan hallinnointi)
- sähköntuotanto ja -varastointi (sähköverkko ja/tai oma tuotanto esim. aurinkopaneeleilla tai tuulimyllyillä, akkuvarastot)
- sovellukset
 - latauksen suunnittelu (kuljetus- ja lataussuunnittelun integrointi)
 - latausten optimointi (esim. sähköhinnan mukaan)
 - latauksen varaaminen ja maksaminen
 - käyttäjähallinta (varsinkin yhteiskäyttöisillä latausasemilla).

Latausinfra vaatimuksia ja suunnittelussa huomioon otettavia seikkoja on kuvattu yksityiskohtaisemmin liikenne- ja viestintäministeriön raportissa (Ilomäki ym. 2023). Ruotsissa metsäsektorin kuljetuksiin liittyvän latausinfra mitoitus on käsitelty mm. Pernestålin ym. (2023) selvityksessä.

MESI-hankkeen osana Ramboll Finland Oy toteutti metsäyhtiöiden oman latausinfrastruktuurin selvityksen (Käsnänen ym. 2024). Selvityksessä kartoitettiin case-esimerkkien avulla latausinfrastruktuurin investoinnin mitoitus ja kustannuksia sekä latausinfrastruktuurin sijoitteluun tontilla liittyviä näkökulmia.

Latausinfrastruktuuri koostuu varsinaisesta latauspisteestä (latauspistokkeiden lukumäärä vaihtelee), pienjänniteliittymästä, muuntajasta ja puistomuuntamosta, maakaapelista kaivuutöineen ja sähköasemasta. Latausinfrastruktuuri-investointiin yksittäisessä kohteessa vaikuttavat mm.:

- arvioidut latausvolyymit, joihin puolestaan vaikuttavat:
 - sähköisten kuorma-autojen lukumäärä ja näiden keskimääräiset kuljetusmatkat sekä mahdollisuus lataukseen muualla kuljetusketjussa
 - sähköisten työkoneiden lataustarpeet (isoimmissa materiaalinkäsittelykoneissa tarjolla vain kaapeliladattavia ratkaisuita)
 - kaluston latausteho
 - lataustarpeen ennakoitavuus (kuljetusreittien säännöllisyys) ja tarve useiden laitteiden samanaikaiselle lataukselle => latauspistokkeiden lukumäärä
- toimivuuden ja liikenneturvallisuuden kannalta soveltuvien alueiden löytyminen läheltä sähkönsyöttöä (kaapelointitarpeet).

Tarkastelluissa caseissa vuorokausikohtainen lataustarve oli noin 3 000–30 000 kWh (taulukko 3). Latausinfrainvestoinnin suuruus vaihteli 70 000–2 500 000 euron välillä. Casejen mukaisilla oletuksilla matalin investointikustannus suhteessa lataustarpeeseen olisi casessa C, jossa latausinfra teoreettinen käyttöaste oli korkein.

Taulukko 3. Latausinfatarpeet ja -kustannukset metsäteollisuuden case-tarkasteluissa (Käsnänen ym. 2024)

	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

Toimivuuden ja paloturvallisuuden näkökulmasta latausinfra sijoittamisessa tehdastontille on otettava huomioon taulukossa 4 mainittuja seikkoja.

Taulukko 4. Metsäteollisuuden tuotantolaitosten latausinfra sijoittelussa huomioon otettavia seikkoja (Käsnänen ym. 2024, Käsnänen ym. 2025)

Suositteluja sijoittamispaikkoja	Vältettäviä sijoittamispaikkoja
Pysäköinti- ja varikkoalueet, joissa kalusto seisoo pidemmän aikaa	Alueet, joissa liikennöi paljon ei-ladattavaa kalustoa (yhteentörmäysriskit)
Alueet, joissa sekä ladattavat kuorma-autot että työkoneet liikennöivät (synergia latausinfra toteutuksessa)	Alueet, joissa paljon puupölyä
Lyhyt etäisyys sähkönsyöttöön (kaapelointikustannukset)	Kemikaalien ja vaarallisten aineiden varastojen läheiset alueet.
Palokalustolla useampi tuloreitti infra luo, mahdollisuus ns. turvallisen palon alueelle	Alueet, joiden yläpuolella rakenteita (esim. kuljetimet, putket ja voimalinjat)
Ulkotilat	
Vähintään 10 metrin etäisyys tiloihin, joissa palavia aineita; muutenkin minimietäisyys 8–30 m muihin rakennuksiin ja palaviin materiaaleihin	
Alueet, joissa mahdollisen palon palokaasut ja sammutusvedet ovat hallittavissa	

Markkinoille on tulossa uusia sovelluksia, joiden avulla oman latausinfra voi liittää kaikille käytettävään latausverkkoon. Yksityinen latausinfra on yrittäjälle kallis investointi ja vapaiden aikojen tarjoaminen julkiseen käyttöön voi parantaa investoinnin kannattavuutta. Samalla se edistää latausverkon laajenemista ja ammattiliikenteen sähköistämistä (Electrive 2025; Kempower 2025a).

2.2.3 Energiavarastojärjestelmät ja mobiilit latausinfra ratkaisut

2.2.3.1 Yleistä

Erilaisten sähköajoneuvojen yleistyessä ja käyttötarkoitusten monipuolistuessa tarvitaan entistä monipuolisempia ja joustavampia sähkötoimitus- ja latausmahdollisuuksia. Samalla sähköverkosta Suomessa on tullut entistä häiriöherkempi. Energiansaannin haasteita ovat nykyään sähköverkon ajoittainen kuormittuminen ja sähkönhinnan vaihtelu. Lataukseen liittyviä pullonkauloja ovat mm. vielä suppea julkinen latausinfra sekä varikko- ja terminaalialueet, joissa ei ole tarjolla latausinfraa.

Reilun vuosikymmenen aikana Suomessa uusiutuvan säätövarustuksen energian tuotantomäärät ovat olleet voimakkaassa kasvussa samalla kun fossiilinen energiatuotantoa on ajettu alas. Tämä on vähentänyt sähköntuotannon joustavuutta, eikä kulutuspiikkeihin tai laskuihin pystytä sähköntuotannossa reagoimaan nopeasti. Myös sähkön tuonti Venäjältä on tyrehtynyt (Korpela 2024). Näiden tekijöiden vaikutuksesta sähkön hinta heilahtelee aikaisempaa voimakkaammin ja hinnanvaihtelun odotetaan kasvavan tulevaisuudessa (Robertsson 2024).

Sähkömarkkinoiden ennustettavuuden heikentyessä tarve monipuolisille energiaratkaisuille on lisääntynyt. Myös sähköverkon vahvistaminen energiantarpeen kasvaessa on hidasta ja kallista. Erilaiset akkukäyttöiset kiinteät energiavarastojärjestelmät ovat viime aikoina yleistyneet ja käytön odotetaan kasvavan voimakkaasti tulevina vuosina. Markkinoille on tullut myös sekä verkkoon kytkettäviä siirrettäviä latausyksiköitä sekä täysin mobiileja akkuvarastoja (Mobile energy storage systems, MESS), jotka mahdollistavat ajoneuvon latauksen ilman sähköverkkoa.

2.2.3.2 Kiinteät akkukäyttöiset energiavarastojärjestelmät

Varikko- ja tehdasalueen energiavarastojärjestelmät ovat yleensä kiinteitä akkuvarastoja. Ne tuovat joustavuutta ajoneuvojen lataamiseen ja niiden avulla voidaan tasata sähkön hintapiikkejä erityisesti tilanteissa, joissa latausta ei voida ajoittaa sähkön hinnan vaihtelun mukaan. Taloudellisen hyödyn maksimoimiseksi akkuvarastot kannattaa ladata, kun sähkö on halpaa ja käyttää ladattua energiaa kalliiden tuntien aikana. Akkuvarastojen avulla voi varautua myös sähköjakelun häiriöihin.

Akkubarastot tukevat sähköverkon toimintaa. Sähköverkon kapasiteetti ei ole Suomessa vielä rajoittava tekijä, mutta Ruotsissa sen on tunnistettu olevan yksi merkittävimmistä pullonkauloista raskaan liikenteen sähköistämisessä. Suurta lataustehoa tarvitaan usein vain hetkellisesti, erityisesti silloin kun useita

ajoneuvoja ladataan samanaikaisesti. Koska sähköverkon vahvistaminen on usein hidasta ja vaatii merkittäviä investointeja, kiinteät akkuvarastot tarjoavat nopean ja joustavan ratkaisun. (CLOSER 2025b)

Varikko- ja tehdasalueiden akkuvarastot tukevat myös paikallisia energiankäytön ratkaisuja, kuten aurinkopaneelien sähköntuotantoa. Akkuvaraston avulla voidaan tasata omaan tuotantoon liittyvää tehonvaihtelua ja samalla parantaa investoinnin kannattavuutta. Ylijäämä sähköä voi myydä takaisin sähköverkkoon. (Danebergs ym. 2024)

Vuonna 2020 otettiin käyttöön sähköverkon tehotasapainon hallintaan tarkoitettu nopea taajuusreservi (FFR, fast frequency reserve), jonka tarkoituksena on varata nopeasti reagoivaa kapasiteettia sähköverkon tueksi (Korpela 2024). Reservimarkkinoille voi osallista sekä yksityishenkilöt että yritykset omilla akkuvarastojärjestelmillään, ja niihin voi olla kytkettynä myös omaa energiantuotantoa. Osallistumisesta taajuusreservimarkkinoille saa tyypillisesti tavallista sähkösopimusta paremman hinnan, mutta samalla se edellyttää akkuvaraston omistajalta säätökykyistä sähköntuotantoa- ja kulutusta (Cygnel 2024)

2.2.3.3 Mobiilit akkuvarastot ja latausinfrastruktuurit

Latausmahdollisuudet vaihtelevat eri toimintaympäristöissä. Alueilla, joilla ei ole kiinteää latausinfraa, erilaiset mobiilit latausratkaisut tarjoavat joustavia vaihtoehtoja ajoneuvojen lataamiseen eri käyttötarkoituksissa. Markkinoilla on tarjolla laaja valikoima kaupallisia mobiileja latausratkaisuja, sekä sähköverkkoon liitettäviä (grid connected) että täysin itsenäisiä (off-grid), mobiileja akkuvarastoja (mobile energy storage system, MESS) (taulukko 5).

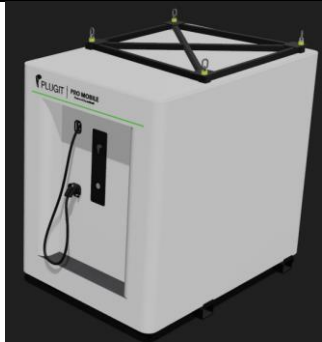
Sähköverkkoon liitettävä mobiili latauslaite on käytännöllinen ratkaisu tilanteissa, jossa ei haluta tai ole järkevää investoida kiinteisiin laatureihin, esimerkiksi lataustarpeen ollessa tilapäinen. Latauslaitteissa ei ole akkua, jonka vuoksi ne ovat edullisia ja kevyitä. Liitäntä sähköverkkoon on tyypillisesti voimavirtakaapelilla ja latausteho on 40–60 kW:n CCS2-pistokkeella.

Mobiilien akkuvarastojen paino riippuu akun kapasiteetista ja akkukennotyypistä ja esimerkiksi 120 kWh:n akkuvaraston paino vaihtelee 1 300–1 700 kg välillä. Kaupallisesti tarjolla on hyvin erilaisia ratkaisuja. Pienimmät akkuvarastot mahtuvat pakettiautoon, mutta painavimpien siirtämiseen tarvitaan järeämpää kuljetuskalustoa.

Mobiileja akkuvarastoja pilotoidaan metsäympäristössä Ruotsin metsäsektorin TREE-hankkeessa (Eriksson 2025 Danebergs 2025; TREE 2025). Mobiilien akkuvarastojen avulla voidaan edistää sähköistymistä puukuljetuksissa, joiden toiminta-alue vaihtelee ja joiden kuljetusreiteillä ei ole vielä pysyvää latausinfraa (Pernestål 2025).

Taulukko 5. Mobiilin latausinfra ja energiavarastojen esimerkkejä.

Yritys	Malli	Latausteho kW	Muuta	Kuva	Linkki
Enico	Enico Jupiter	175 kW/400 VAC ja 300 kW/960 VAC	- Skaalautuvia ja modulaarisia. - Yhden energiavaraston koko on 375 kWh, kapasiteettia voi kasvattaa lisäämällä useampia moduuleja peräkkäin. - Mitat 2 600x2 900x3 500 mm - Paino alk. 7 000 kg.	 Kuva: Enico	Linkki
Life-Younger	iMContainer	6x200 kW, CCS2 - Yhden liitäntäpistokkeen jännite 200–1000 V	- Siirrettävä energiavarastoauto - Akuston kapasiteetti 2 MWh - BMS, nestejäähdytys - Akuston lataus AC CCE 500 kW - Kokonaispaino 25 t	 Kuva: Life-Younger	Linkki
Northvolt & Scania	Voltpack Mobile 281/700	Kokonaislatausteho 250 kW, 576–797 V.	- Voi käyttää paikallisena tai sähköverkosta riippumattomana mobiilina akkuvarastona. - Skaalautuva. Yksiköitä voi yhdistää. - Akuston kapasiteetti 281 kWh - Nestejäähdytys - Mitat 1600x2 000x1 200 mm - Paino 3 000 kg - Skaalautuva. Yksiköitä voi yhdistää.	 Kuva: Northvolt	Linkki

Yritys	Malli	Latausteho kW	Muuta	Kuva	Linkki
Plugit& North-volt	Plugit Pro Mobile 3500	• 270 kW 500 A • Yksi CCS2-latauspiste	• Voi käyttää paikallisena tai sähköverkosta riippumattomana mobiilina akkuvarastona. • 281 kWh:n akusto, jännite 576–797 V • Mitat 2 440x3 500mmx2 860 mm • Paino n. 7,5 t	 Kuva: Plugit	Linkki
Setec Power	PowerOn-TheGo	• Eri malleja, 30–1 000 kW, CCS2 • Jännite 207–460 V	• Sähköverkosta riippumaton mobiililataus-asema • Akuston kapasiteetti 30–1 000 kWh riippuen mallista • 6 000 EFC • Akuston lataus AC- tai DC CCS2-liitännällä. • Voidaan käyttää myös perinteisenä lataus-asemana liitettynä jakeluverkkoon.	 Kuva: Setec Power	Linkki
Volvo Energy	Volvo PU500	• 240 kW (DC/CCS2)	• Kaksi mallia (450 kWh:n ja 540 kWh:n nimelliskapasiteetilla) • Pystyy lataamaan 3 kuorma-autoa tai 20 henkilöautoa päivässä • Kuorma-auton lataus 1,5 tunnissa • Paino n. 7,5 t	 Kuva: Volvo Energy	Linkki

Toinen toteutusvaihtoehto on akunvaihtoratkaisu, jossa valmiiksi kuorma-auton tyhjentynyt akku vaihdetaan valmiiksi ladattuun akkuun vaihtoasemalla. Akunvaihdoista on kerrottu tarkemmin MESI-hankkeen erillisraportissa (Venäläinen ym. 2025b).

Keskeiset johtopäätökset ja jatkotutkimustarpeet

- Metsäteollisuuden omat tontit ovat pienten kuljetusyritysten omiin varikkoihin nähden todennäköisempiä latausinfraan investointikohteita metsäyhtiöiden parempien investointiedellytysten ja työkoneiden lataukseen liittyvän latausinfra-synergian takia.
- Tuotantolaitoksillakin infraan sijoittelua hankaloittavat usein ahtaat tontit ja mahdollisen tulipalon kannalta lyhyet etäisyydet puuvarastoihin ja rakennuksiin.
- Yrityksen oman latausinfrastruktuurin investointi tulee suunnitella niin, että latauskapasiteetin käyttöaste muodostuu riittävän suureksi ja toisaalta tulee varautua lataustarpeen kasvuun tulevaisuudessa.
- Megawattilatauksen vaikutus infraan investointikustannuksiin ja latauskapasiteetin käytön tehokkuuteen vaatii oman tarkastelunsa.

2.2.4 Raskaan liikenteen latausinfra-ratkaisuita tarjoavat yritykset Suomessa

Raskaan liikenteen latausinfra-ratkaisuiden toimittajia on kuvattu taulukossa 6. Taulukossa on kuvattu toimijoiden nykyistä sekä suunniteltua tarjontaa yleisellä tasolla. Latausasemakohtainen tilanne esitetään MESI-hankkeessa laaditussa tilannekuvakartassa⁵. Taulukkoon on koottu sekä latauslaitteita, latausinfraa, latausasemiin liittyviä sähkövarastoja (BESS, Battery Energy Storage System) että laajempia palvelukokonaisuuksia tarjoavia yrityksiä. Yritykset ovat monin osin verkottuneita keskenään, jolloin ne voivat tarjota asiakkaan kannalta laajempia kokonaisuuksia.

Taulukko 6. Raskaan liikenteen latausinfraan ja -palveluihin liittyviä toimijoita Suomessa sekä niiden infrastruktuurin ja palveluiden nykytila ja kehityssuunnitelmat.

Yritys	Nykytila ja julkaistuja suunnitelmia/tavoitteita
ABB	• Tarjoaa myös Suomen markkinoille raskaan liikenteen latausratkaisuja. • Yrityksellä on latausratkaisuita kevyestä 50 kW:n lataustehosta megawattiluokan lataustehoon (1 200 kW) asti sekä yksityiseen että julkiseen lataukseen (ABB 2025a). • Tarjolla erilaisia palvelupaketteja, esim. etävalvonta- ja hallinta, joita voi räätälöidä asiakkaan tarpeeseen. • ABB E-mobility-kalustonsuunnittelu- ja hallinta-alusta, jossa on 24/7-valvonta ja sovitessa myös huoltosopimus (ABB 2025b). • Kehitys- ja yhteistyöhanke MAN Trucks & Bus kanssa (MAN 2024)
Cactos	• Sähkövarastoratkaisuja mm. liikenteen latausasemien yhteyteen. Omaa valmistusta ja palveluntarjontaa. • Tarjolla 130–430 kWh:n akkuvarastoratkaisuja 45–184 kVA:n teholla. • Cactos Spine -automaattijärjestelmä seuraa toimintaa ja kerää dataa reaaliajassa. (Cactos 2025)
Destia	• Palvelutarjontaan kuuluvat latausinfrastruktuurin konsultointi- ja suunnittelupalvelut, infrastruktuurin toimitus ja rakentaminen kokonais- tai osaratkaisuna sekä infraan huolto- ja ylläpitopalvelut. • Latausinfrastruktuurin voi hankkia kertainvestointina tai leasingsopimuksella (Destia Oy 2024). • Destia toimii Kempowerin latausratkaisujen jälleenmyyjänä (Destia Oy 2022).
Eltel	• Mm. ammattiliikenteen ja logistiikan latausjärjestelmien kokonaisvaltainen suunnittelu ja toteutus, esim. Inex Partnersin terminaali Mikkelissä (Eltel 2025a). • Huollot ja kunnossapidot

⁵ osoite www.metsateho.fi/jakeluinfra

	• BESS-akkuvarastoja teollisuudelle ja energiasektorille yhteistyössä akkuvarastojen hankekehittäjän GreenStackin kanssa (Eltel 2025b) Eltel tarjoaa avaimet käteen -ratkaisun, mukaan lukien elinkaaripalvelut (Eltel 2025c). Tarjolla esimerkiksi 5 MW/10 MWh akkuvarastoja (Eltel 2025b). • Yhteistyökumppaneina sähköautojen latausratkaisuihin Alfen, Kempower ja Virta (Eltel 2024). • Sähköverkon rakentaminen, ylläpitäminen ja vahvistaminen. (Eltel 2025d)
Enico	Enico tarjoaa skaalautuvia ja modulaarisia sähkövarastoja sähköajoneuvojen lataukseen. Skaalautuvuus alkaen 175 kW:n ja 375 kWh:n kokoluokista portaittain satojen MW/MWh:n kokoluokkien järjestelmiin asti. • Kiinteitä varastoja sekä siirrettäviä varastoja esimerkiksi työmaille. • Mahdollistaa energiankäytön optimoinnin ja huipputehojen hallinnan. • Tarjoaa myös sähkövarastojen ylläpidon ja huollon. (Enico 2025)
Faast Point	• Latausoperaattori, joka tarjoaa julkista pikalatauspalvelua. • Asemilla hyödynnetään Kempowerin pikalatausratkaisuja, joissa latausteho on 150–400 kWh. Latausverkoston operoinnista vastaa Virta Ltd. • Sähkövarastot toteutetaan yhteistyössä Cactus Oy:n kanssa. • Maksamiseen voi käyttää Virta-sovellusta tai RFID-tunnistetta. (Faast Point Oy 2025) Saanut vuonna 2025 raskaan liikenteen latausasemien positiivisen infratukipäätöksen viidelle asemalle (näistä kaksi yhteistyössä Jari Pekka-Group Oy:n kanssa)
Green-Gen	Energiavarastojen vuokrausta (GreenGen eStorage) sähköautojen latauksen yhteyteen, esimerkiksi alueelle, jossa tarve on väliaikaista. • Mallit ovat siirrettäviä • Jatkuva teho 300 kW. (GreenGen 2025)
Inter-Control	• Tarjoaa erilaisia lataus- ja energia- ja infraratkaisuja julkiseen ja yksityiseen lataukseen avaimet käteen toimituksina. • Huoltopalvelut ja tekninen tuki. • Älykkäät käyttö- ja hallintasovellukset, myös maksusovellukset. (InterControl 2025) • Edustaa eri valmistajia (esim. Alpitronic, joka on aloittanut megawattilatauslaitteiden valmistuksen).
Kempower	Mm. raskaiden ajoneuvojen, työkonien ja merenkulun latausinfraalaitteiden valmistaja Suomessa. Tarjontaan kuuluvat mm.: • Megawattilatausjärjestelmä, joka tarjoaa jopa 1500A:n ja 1,2 MW:n huipputehon. Mega Satellite -lataussatelliitti mahdollistaa dynaamisen tehonjaon. CCS2- ja MCS-pistokkeiden käyttö mahdollista samassa järjestelmässä (Kempower 2025b) • ChargeEye Depot Master -latausohjelmisto kalustonhallintajärjestelmään. Näkyvyys varikon toimintaa, yhdistäminen kuljetushallintajärjestelmiin ja energiakustannusten optimointi (Kempower 2025c). • Toimittaja mm. Milencen raskaan liikenteen latausverkolle Euroopassa (ks. Milence) ja Destialle (ks. Destia)
Neste Oyj	• Neste Lataus -palvelu toteutetaan yrityskohtaisesti räätälöitynä julkisen tai rajoitetun käytön latausasemana. • Palvelu sisältää latausaseman suunnittelun, toteutuksen, huollon, laskutuksen, latausten reaaliaikaisen seurantapalvelun ja raportoinnin. • Latauksessa käytetään Nesteen mobiilisovellusta. (Neste Oyj 2024) • Nesteen yhteistyökumppanina toimii mm. latausjärjestelmien toimittaja Plugit Finland (ks. Plugit Finland).

	- Raskaan liikenteen latausasema Neste Lataus Truck Janakkala Linnatuuli avattiin alkuvuodesta 2024. - Neste Markkinointi Oy sai keväällä 2025 2 miljoonaa euroa CEF (Connecting Europa Facility) -ohjelman rahoitusta Suomeen rakennettavalle raskaan liikenteen sähköiselle suurteholatausverkostolle (Väylävirasto 2025).
Plugit Finland	- Liikenteen sähkölatausinfra toimittaja ja laitevalmistaja. Latausinfra voidaan toteuttaa kokonaisratkaisuna sisältäen mm. suunnittelun, toteutuksen, ylläpidon ja huollon. Yrityskohtaisia latausasemia toteutettu mm. Storemenille ja Ahola Transportille (Plugit Finland 2024a). - Yrityskohtainen latausinfra voidaan tilata myös Lataus palveluna (Charging as a Service, CaaS) -mallilla, joka on kuukausimaksullinen tai latauslaitteiden käyttöasteeseen perustuva laskutusmalli. CaaS-mallia käyttää Suomessa esimerkiksi Ahola Transport (Plugit Finland Oy 2024b). - Tavoitteena rakentaa yli 90 latausasemaa ammattiliikenteen käyttäjille (Mäkelä 2025). - Suomen ensimmäinen raskaan liikenteen julkinen latausasema Plugit Pro DC Viinikka avattiin Tampereella marraskuussa 2023. - Syyskuussa 2025 avataan Suomen ensimmäinen megawattiluokan latausasema Lietoon (Plugit Finland Oy 2025). - Plugit Finland Oy on tehnyt suunnitteluvarauksen raskaan liikenteen latausasemaa varten Tornion Arctio Truck Stop -alueelle. - Keväällä 2025 Plugit Finland Oy sai 3,32 milj. euroa CEF (Connecting Europa Facility) -ohjelman rahoitusta Suomeen rakennettavalle raskaan liikenteen sähköiselle suurteholatausverkostolle (Väylävirasto 2025).
Scania	Scania on osa Tratonia, joka on mukana Milence-yhteisyrityksessä. Milence suunnittelee Eurooppaan laajaa raskaan liikenteen latausverkostoa. Suomessa Scania avaa oman raskaan liikenteen latausaseman Lappeenrannassa syksyllä 2025 (Raskas Kalusto 2025).
Virta Ltd (Liikennevirta Oy)	- Virta tarjoaa räätälöityjä latauspalveluja raskaiden ajoneuvojen lataukseen ja koko kaluston hallintaan sisältäen latausinfrastruktuurin (sis. eri valmistajien latauslaitteet, energiavarastot, älykäs energianhallinta) ja digitaalisen hallinnan mm. Virta Hub -ohjelmiston kautta (sis. reaaliaikaisen ohjauksen latauspisteille, seurannan, raportoinnin sekä maksuliikenteen ja laskutuksen) (Liikennevirta Oy 2024a). Virta tarjoaa nyt myös megawattiluokan latausjärjestelmiä. - Virta tarjoaa myös MCS-latausjärjestelmiä, laitteisto Kempowerilta (Liikennevirta Oy 2024b)
Volvo Energy	- Volvo Energy myy siirrettäviä akkuvarastoja, joihin on integroitu latausasema. - Raskaiden ajoneuvojen lataukseen soveltuu siirrettävä PU500 (ks. tarkemmin taulukko 5)

2.3 Täyssähkökuorma-autojen nykytila ja kehitysnäkymät

Sähkökuorma-autoja on kahta tyyppiä: akkusähkökuorma-autoja (Battery Electric Truck, BET) ja polttokennosähkökuorma-autoja (Fuel Cell Electric Truck, FCET). MESI-hanke rajoittuu akkusähköautoihin, mutta tulevaisuudessa polttokennosähköautoilla voi olla potentiaalia nimenomaan raskaimmissa ajoneuvoyhdistelmissä ja pidemmällä kuljetusmatkoilla.

MESI-hankkeessa tarkasteltiin vähintään 64-tonnisten sähkökuorma-autojen tilannetta ja kehitysnäkymiä. Tämän kokoluokan sähkökuorma-autoja on toistaiseksi vain Volvolla ja Scanialla (taulukko 7). Muilla valmistajilla on sähkökuorma-autoja pienemmissä kokoluokissa. Metsäsektorilla sähkökuorma-autoja on otettu käyttöön lähinnä Ruotsissa (taulukko 8). Metsä Groupin Äänekosken tehtaan sisäisissä kuljetuksissa ja Kokkolan sataman ulkoisessa liikenteessä testataan dieselkäyttöisestä sähköiseksi konvertoitua Sisu-kuorma-autoa. Testaus on osa EU:n Horisontti-ohjelman ESCALATE-hanketta (YLE

2023). Suomen metsäteollisuuden sähkökuorma-autojen kokeiluja tullaan käynnistämään osana ACE-hanketta (Suomen ympäristökeskus 2023). Ensimmäisenä näistä on käynnistymässä Pohjaset Oy:n puutavarakuljetukset Metsä Groupin Kemin-tehtaalte.

Taulukko 7. Sähköisten kuorma-autojen nykytila ja kehitysnäkymiä suurimmissa kokoluokissa autovalmistajittain.

Nykytilanne ja julkistettut kehitysnäkymät
Scania Scanian tavoitteena on saavuttaa sähköautoissa 50 %:n osuus kuorma-autojen kokonaismyynnistä vuonna 2030 (Scania 2023). Scania on yhteistyökumppani Skogforskin TREE-hankkeessa Ruotsissa. Hankkeessa tulee olemaan yhteensä 12 Scanian täyssähköistä kuorma-autoa, joista kahdeksan on nyt otettu käyttöön (Skogforsk 2025a). Yhteistyöhankkeessa on tarkoitus kehittää mm. liiketoimintaa, logistiikkaa ja teknologiaa. Sarjatuotannossa raskain sähkökuorma-auto on 74-tonninen ja suurin akkukoko on 624 kWh. Alkuvuodesta 2026 on tulossa neliakselinen sähkövetoauto 728 kWh:n akustolla, johon voi valita CCS2- ja/tai MCS-latausportin. Suurin latausteho on 750 kW. (Scania 2025a) Scania Extended Range Electric Vehicle (EREV) Scania ja DHL kehittivät yhdessä sähköisen kuorma-auton, jossa on lisäksi polttoainekäyttöinen generaattori. Ajoneuvo otettiin käyttöön päivittäiseen pakettikuljetukseen Berliinin ja Hampurin välille (etäisyys 288 km) helmikuussa 2025. Tällä hetkellä ajoneuvo on testikäytössä, mutta suunnitelmissa on lisätä malli myöhemmin DHL:n kalustoon. Tässä vaiheessa generaattori käyttää bensiiniä, mutta myöhemmin on tarkoitus hyödyntää dieselä/HVO-polttoainetta. Ajoneuvo vastaa kysyntään tilanteessa, jossa sähköisten kuorma-autojen latausverkosto on vielä kehittymässä ja tarjoaa myös joustavuutta lataukseen, mahdollistaen sähkön hintapiikkien välttämisen ja edullisemman sähkön hyödyntämisen. Tekniset tiedot: • Pituus 10,5 m • Yhdistelmäpaino 40 t • 416 kWh:n akusto, jota tukee 120 kWh:n bensiinikäyttöinen generaattori • 230 kW:n sähkömoottori (huipputeho 295 kWh) • Arvioitu toimintasäde 650–800 km (42 tonnisella täyssähkökuorma-autolla toimintasäde on 550 km). • Akkupaketteja on yksi vähemmän verrattuna vastaavanlaiseen täyssähköiseen kuorma-autoon. (DHL ja Scania 2025)  Kuva: Dr. Tobias Meyer, CEO DHL Group
Volvo Volvo Trucksin tavoitteena on saavuttaa nettonollapäästöinen tuotevalikoima vuoteen 2040 mennessä, ja akku- sekä polttokenokäyttöiset kuorma-autot ovat keskeisessä roolissa tämän tavoitteen saavuttamisessa (Volvo Trucks 2024a).

Tällä hetkellä sarjatuotannossa on useampi malli 44 t:n painoluokassa: **FH Aero Electric, FH Electric ja FMX Electric.**

- Akuston kokonaiskapasiteetti 360–540 kWh
- Lataus AC ja DC. Latausaika AC 9,5 h/DC (CCS2) 2,5 h
- Teho 330–490 kW

(Volvo Trucks 2025a)

Kaikista sähköisistä malleista **FM, FM Low Entry, FMX, FH Electric ja FH Aero Electric** ovat tilattavissa 68-tonnisina, pilottihankkeissa on 74–76-tonnisia (Silvonen 2024).

Toukokuussa 2025 lanseerattiin uusi **FH Aero Electric** (Volvo Trucks 2025b)

- Tilauksia otetaan vastaan vuoden 2026 toiselta vuosineljännekseltä eteenpäin. Aiesopimuksia otetaan vastaan aikaisemmin.
- Kokonaispaino 48 t
- Ajoneuvossa voi olla 8 akkupakettia, kokonaisnimelliskapasiteetti 728 kWh.
- MCS-latausmahdollisuus, akuston lataus täyteen 20–80 % SOC n. 40 min.
- e-akseli.
- Suomessa syksyllä 2024 Hartwall Oy:n kuljetuksissa otettiin käyttöön Volvon 68- tonninen FH Aero Electric HCT-yhdistelmä. Ajoneuvo kulkee Lahden ja Helsingin välillä. Ajoneuvon omistaa Storemen Logistics (Volvo Trucks 2024b).
- 32-metriä pitkä 74-tonninen konttiyhdistelmä Volvo FH Electric 6X4 otettiin käyttöön Göteborgissa, Ruotsissa vuonna 2023 operoimaan noin 70 km:n ajomatkaa. Omistaja Mattsson Åkeri (Volvo Trucks 2023)

Lielahden Autokeskus

Lielahden Autokeskus Oy on konvertoinut dieselkuorma-autoja sähkökäyttöisiksi.

- Dieselmoottorin komponentit käytetään varaosina.
- KWH Logistics otti käyttöön vuonna 2023 ensimmäisen muunnetun raskaan kuorma-auton. Auto on operoi Metsä Fibren tehdasalueella Äänekoskella. Mukana EU:n ESCALATE-hankkeessa. (KWH Logistics 2024)
- Traficom on selvittänyt raskaan kaluston konvertointia polttomootoriautoista sähköautoiksi (Linja-aho 2022).



Kuva: KWH Logistics

Puutavarayhdistelmät

80-tonninen puutavara-auto kulkee SCA:n Gimonäsin puuterminalin ja Obbolan paperitehtaan välisellä osuudella, joka on noin 30 km. Ajoneuvon omistaa SCA, ja ajoneuvo otettiin käyttöön vuonna 2022.

- CLOSER-hankkeen puitteissa ajoneuvolla on tehty useita testejä.
- Vuonna 2023 ajoneuvolla tehtiin testejä metsäteillä talviolosuhteissa arvioidakseen sen kykyä kuljettaa puuta metsästä suoraan tehtaalles (SCA 2024b)



Kuva: SCA

74-tonninen puutavara-auto kuormaimella kuljettaa puuta metsästä terminaali-alueelle jatkokuljetusta varten. Omistaja on Rolf Lövgren Åkeri & Entreprenad, joka tekee läheistä yhteistyötä SCA:n kanssa. Ajoneuvo otettiin käyttöön syksyllä 2024 (SCA 2024a)

- Malli Scania 45 R
- 624 kWh:n akusto
- Teho 450 kW
- Vetoauto painaa 3 000 kg enemmän verrattuna vastaavaan dieselkäyttöiseen kuorma-autoon. (Wacker 2024)



Kuva: Olle Melkerhed

Sveaskog otti käyttöön kesäkuussa 2025 **kuormaimella varustetun sähköisen puutavara-auton**. Ajoneuvo tulee osaksi normaalia kalustoa, ja se kulkee Värmlannin ja Närken rajaseudulla. Yhteistyökumppaneina toimivat VSV Unite sekä Åkeri AB Tage Palmqvist, joka vastaa päivittäisestä ope-roinnista (Sveaskog 2025).



Kuva: Sveaskog

Virkeslogistik Mellansverige AB otti käyttöön **kuormaimella varustellun, sähköisen puutavara-auton** maaliskuussa 2025. Yrityksellä on yhteistyötä mm. Stora Enson kanssa. (Virkeslogistik 2025).



Kuva: Virkeslogistik

Ruotsissa on käynnistymässä Stora Ensolla **90–110-tonnisen** puutavarayhdistelmän kokeilu osana DHEELS-hanketta. Kokeilussa puuta kuljetetaan sataman, terminaalin ja tuotantolaitoksen välillä. (CLOSER 2025a).

Skotlannissa käynnistyi Volvon sähköisen, **44-tonnisen puutavarayhdistelmän** kokeilu vuonna 2023. Kokeiluun osallistuu kaksi yhtiötä (James Jones & Sons ja Scotlog Haulage). Puuta kuljetetaan sataman ja sahojen välillä. Auto on Volvo.



Kuva: Cleaner Group

Hakeautot

94-tonninen täyssähköinen hakeauto kuljettaa alueellisilta sahoilta haketta Stora Enson kartonkitehtaalle Karlstadiin Skogshalliin. Ajoneuvon omistaa LBC Frakt Värmland. Ajoneuvo otettiin käyttöön keväällä 2025.

- Akun kapasiteetti 624 kWh
- Sähköinen voimansiirto 450 kW
- Teho 375 kW
- Pituus 33,5.

(LBC Frakt 2025)



Kuva: LBC Frakt

70-tonninen hakeauto kuljettaa selluloosahaketta Stora Enson kartonkitehtaalle Skoghalliin Karlstadin ulkopuolella. Ajoneuvon omistaa LBC Frakt ja se otettiin käyttöön syksyllä 2024 (Skogforsk 2024a).



Kuva: LBC Frakt

DalaFraktin **hakeauto** kuljettaa Stora Enson Skutsskärin tuotantolaitokselle. Auto on osa TREE-tutkimushanketta. (Skogforsk 2025b)



Kuva: Skogforsk

Metsäteollisuuden tuotekuljetusautot

70-tonninen kuorma-auto kuljettaa kartonkia pääasiassa Karlstadin Stora Enson kartonkitehtaalta Karlstadin sataman terminaaliin. Ajoneuvo otettiin käyttöön loppuvuodesta 2024 (Skogforsk 2025a).



Kuva: LBC Frakt

Metsäteollisuuden muiden raaka-aineiden autot

Suomessa Wibax Oy aloitti operoinnin Scanian R 45 **64-tonnisella** kuorma-autolla kesäkuussa 2025. Ajoneuvolla kuljetetaan kemikaaleja metsäteollisuuden tarpeeseen välillä Hamina–Lappeenranta (etäisyys n. 90 km).

- Akuston nimelliskapasiteetti 624 kWh, käytettävissä 468 kWh (75 % SOC-ikkuna)
- Latausmahdollisuus reitin molemmissa päissä.

(Raskas Kalusto 2025)

Täyssähkökuorma-autoon voidaan yhdistää sähköisellä akselilla varustettu perävaunu, jolloin ajoneuvoyhdistelmän kokonaispaino voidaan saada halutulle tasolle pienempitehoisella vetoauton moottorilla. Sähköperävaunu määritellään nollapäästöiseksi tulevassa CO₂-raja-arvoasetuksessa. Kuorma-autojen sähköakseleita tutkitaan Suomessa mm. Oulun yliopiston vetämässä NO DAMAGE -hankkeessa.

2.4 Akkuteknologiat

Akkuteknologiat nimetään yleensä niiden katodissa käytettyjen alkuaineiden perusteella. Kunkin tyyppin ominaisuudet ja hinta voivat vielä vaihdella merkittävästi sen mukaan, missä suhteessa eri alkuaineita, yleensä metalleja, katodissa on käytetty. Esim. NMC (nikkeli-mangaani-koboltti) -akusta löytyy versiot 111, 622, 811 ja 9.5.5. Näistä ensin mainittu edustaa väistyvää akkukemiala, jossa kriittisimmän metallin eli kobolttin osuus katodissa on yli 30 % (1/3). Uusimmissa 9.5.5-versioissa osuus on saatu painettua viiden prosentin tasolle (0,5/10). Tämän akkukemian onkin arvioitu nousevan ajoneuvoakkujen markkinajohtajaksi Euroopassa vuoteen 2030 mennessä (Zhou ym. 2023).

Ajoneuvoissa käytetään yleisesti litiumioniakkuja, joiden energiatiheys sekä lataus- ja purkausnopeus ovat erinomaisia verrattuna muihin akkuteknologioihin. Sähkökuorma-autoissa käytetään pääasiassa kolmea akkukennotyyppiä:

- **LFP** (litium-rauta-fosfaatti)
- **NCA** (nikkeli-koboltti-alumiini)
- **NMC** (nikkeli-mangaani-koboltti)

Näillä kennoilla on erilaiset ominaisuudet, jotka vaikuttavat akun suorituskykyyn ajoneuvossa. NCA- ja NMC-kennoilla on erittäin korkea energiatiheys (kWh/kg), mikä tekee niistä sopivia pitkän matkan kuljetuksiin (Busck ym. 2024). NCA-akut kestävät myös hyvin pikalatausta (Gehm 2024). LFP-akut puolestaan kestävät selvästi enemmän lataus- ja purkaussyklejä kuin NCA- ja NMC-kennot, mutta niiden energiatiheys on alhaisempi (Preger 2020). Yleisesti voidaan todeta, että LFP-kennot soveltuvat hyvin lyhyiden matkojen kuljetuksiin (Schneider ym. 2023), joissa akkuja voidaan ladata usein esimerkiksi lastauksen ja purun yhteydessä. Taulukossa 9 kuvataan kolmen akkukennotyyppin ominaisuuksia yksityiskohtaisemmin.

Taulukko 9. NMC-, LFP- ja NCA-akkukennojen ominaisuuksia.

AKKU-TYYPPI	Katodi	Anodi	Elektrolyytti	Katodimateriaali	ENERGIATIEHEYS		C-ARVO	LATAUS-SYKLIT	MARKKINA-OSUUS (EV) EUROOPASSA 2024		HANKINTA-HINTA
					Wh/kg	Wh/l			%	Trendi	
NMC	LiNiMnCoO ₂	Grafiitti	Li+	Litium-nikkeli-mangaani-koboltti-oksidi	150-225	580-612	0,5-3/0,5-5	200-2500	76,7	Laskeva	100-130
LFP	LiFePO ₄	Grafiitti	Li+	Litium-rautafosfaatti	89-120	212-333	0,5-3/0,5-25	2500-9000	10,5	Kasvava	94
NCA	LiNiCoAlO ₂	Grafiitti	Li+	Litium-nikkeli-koboltti-alumiini-oksidi	200-260	600	0,5-3/0,5-5	200-1500	12,8	Laskeva	120

Akun käytön kannalta suotuinen sisäinen lämpötila on +15 – +35 °C (Moradi ym. 2025). Tätä korkeammat ja matalammat lämpötilat heikentävät akun toimintakykyä ja lyhentävät sen elinkaarta (Wassiliadis ym. 2023). Myös latausteho heikkenee merkittävästi akun ollessa kylmä (Babu ym. 2022). Kaikissa sähköissä kuorma-autoissa on akuston lämmönhallintajärjestelmä, jonka tarkoitus on pitää akkukennojen lämpötilan suotuisana käytön ja latauksen aikana. Kylmät käyttöolosuhteet kuitenkin lisäävät merkittävästi energiankulutusta ja lyhentävät siten kantamaa, sillä sähköisessä kuorma-autossa ei ole käytettävissä ajonaikaista hukkalämpöä kuten dieselkäyttöisissä (Tikka ym. 2021). Energiankulutusta lisäävät mm. akuston lämmönhallintajärjestelmä ja matkustamon lämmitys (Babu ym. 2025; Korhonen 2024b).

Sähköisten kuorma-autojen lataukseen on Suomessa vielä tällä hetkellä käytössä kaksi lataustapaa: hidas AC-lataus ja DC-suurteholataus. Ensimmäinen megawattiluokan latausasema otetaan käyttöön syksyllä 2025. Akun toimintakyvyn ja elinkaaren kannalta on suositeltavaa käyttää mahdollisimman paljon hidasta latausta, sillä suuritehoisen latauksen aikana akkukennojen lämpötila voi nousta merkittä-

västi lämmönhallintajärjestelmästä huolimatta. Myös akun kapasiteetin toistuva ääripäiden käyttö (tyhjästä täyteen) nopeuttaa akun ikääntymistä. Akulle paras varaustila onkin noin 35–55 % (Lehtola ja Zahedi 2021). Tässä varaustilassa akku myös latautuu nopeasti. Akun elinkaaren kannalta on siis parasta ladata usein ja lyhyitä aikoja sekä suosia pitkiä ja hidastehoisia yönyli- ja viikonloppulatauksia (Zähringer ym. 2024). Huomioitavaa on, että kaikki kuorma-automallit eivät tue hidasta AC-latausta.

Akkuteknologia kehittyy nopeasti, ja lähivuosina on odotettavissa, että akkujen energiatiheys, latausominaisuuksiin, syklinkestävyyteen ja turvallisuuteen tulee merkittäviä parannuksia. Valmistustekniikan kehittyessä mm. 3D-tulostuksen myötä akkuihin voidaan tuottaa rakenteita, jotka eivät perinteisellä valmistustavalla ole olleet mahdollisia. Uusilla rakennevaihtoehdoilla voidaan vaikuttaa merkittävästi akkujen käyttöominaisuuksiin. Myös akkujen hintojen odotetaan jatkavan laskuaan. Lupaavimpia uusista akkuteknologioista ovat kiinteän elektrolyytin akut, joiden odotetaan tulevan markkinoille tämän vuosikymmenen vaihteessa. Litiumioniakkujen kehitystyö kuitenkin jatkuu edelleen merkittävänä, ja niiden arvioidaan säilyttävän asemansa vielä pitkään (Pulliainen 2024).

Akkuja on tarkasteltu yksityiskohtaisemmin MESI-hankkeen aineistoraportissa (Venäläinen ym. 2025b).

2.5 Kuljetuksen ja latauksen suunnittelu- ja tukityökalut

Sähkökuorma-autojen lyhyempi toimintamatka verrattuna dieselajoneuvoihin edellyttää tarkkaa reitti- ja lataussuunnittelua. Suomessa julkinen latausverkosto on vielä harva, ja lisäksi pakkaset vaikuttavat merkittävästi energiankulutukseen. Akun suorituskykyyn ja käyttöikään voidaan vaikuttaa huomattavasti oikeanlaisilla latausstrategioilla, kuten latausnopeuden ja -tason optimoinnilla.

Reitin ja latauksen optimoinnilla on keskeinen merkitys, kun tarkastellaan kuljetuksen tuottavuutta: onko latauspiste vapaana ja mikä on latausteho? Onko jollain toisella latauspisteellä halvempaa energiaa? Pystyykö hyödyntämään varikolta saatavaa halvempaa sähköä? (Skogforsk 2024b) Erilaiset suunnittelu- ja tukityökalut tarjoavat reaaliaikaista kalusto- ja ajoneuvotason reitti- ja lataussuunnittelua. Edellytyksenä työkaluille on telematiikkajärjestelmä, joka kerää ajoneuvoista tietoa optimointia, erilaisia analyyseja ja raportointeja varten. Tiedon tulee olla rFMS-standardoitua (remote Fleet Management System), mikä määrittelee yhtenäisen tavan siirtää tieto telematiikkajärjestelmästä muille osapuolille. Kerätty tieto on käytettävissä API-rajapinnan kautta reaaliaikaisesti erilaisissa etähallintajärjestelmissä, joko ajoneuvovalmistajien omissa tai sopimuksen mukaan muiden palveluntarjoajien sovelluksissa. (Scania ei pvm.)

Reitti- ja lataussuunnittelun lisäksi tarjolla on palveja mm. latausmaksutapahtumien ja käyttökustannusten hallintaan ja ajotavan analysointiin sekä sovelluksia akun ja ajoneuvon kunnon, suorituskyvyn ja huollontarpeen arviointiin. Palveluiden sisältö vaihtelee eri sovellusten tarjoajilla. Koko kalustotason hallintajärjestelmät ovat tyypillisesti käyttövoimasta tai ajoneuvomerkistä riippumattomia (Scania 2025b).

Suunnittelu- ja tukityökalut sähköiselle raskaalle liikenteelle ovat sovelluksina uusia ja palvelut kehittyvät nopeasti. Esimerkiksi CPO (Charge point operator) -integraatiota latauksen tarjoajiin, joka mahdollistaisi latauspisteiden varauksen ja energianhinnan vertailun, ei ole vielä laajasti tarjolla. Palvelu on jo yleistynyt henkilöautopuolella ja sen odotetaan tulevan pian myös ammattiliikenteen puolelle. Taulukossa 10 kuvataan digitaalisten suunnittelu- ja tukityökalujen sisältöä ja tämänhetkisiä palvelun tarjoajia. Tähdellä merkitettyjä palveluja ei ole vielä yleisesti tarjolla. Osa palveluista ei ole saatavilla Suomessa.

Taulukko 10. Esimerkkejä sähköisten kuorma-autojen käytön suunnittelu- ja tukityökaluista

Suunnittelu- ja tukityökalun tarkoitus	Palvelun tarjoajia (sisältö voi vaihdella)
Kuljetuksen ja latauksen optimointi - Ajoneuvon tiedot - hyötykuorma - akun varaustila - Reititys - energiankulutuksen arviointi - latauspisteiden saavutettavuus - energian hinta latauspisteellä* - tarvittaessa uudelleenreititys/latauspisteen vaihtaminen* - Latauksen suunnittelu - latauspisteen varaus, ruuhkatilanteiden huomiointi* - ladattavan energian määrä - latausteho - latauksen kesto - energian hinta - toimintaympäristö - topografia - sääolosuhteet, lämpötila, tiesää - ruuhkat	BEV_R: Charge Route - Raskaille ajoneuvoille - Skogforskin TREE-hanke MAN SmartRoute MAN Charge&Go - MAN-kuorma-autot - Täysi saatavuus sovellukselle vuoden 2025 loppuun mennessä Volvo: Toimintasäde ja reitti - tukee myös muiden merkkien ajoneuvoja - Volvo Open Charge
Ajoneuvokohtaisten tietojen - Akun tila - lataustila - lataus- ja purkaussyklien analysointi - Akun kunto (SOH) - Kulutustiedot - ajonaikainen energiankulutus - lisälaitteiden energiankulutus	MAN eManager Mercedes-Benz Trucks Uptime My Scania, Scania Driver Volvo My Truck
Kuljetuskaluston hallinta - Sijaintitiedot - Ajoneuvotiedot - Energian tai polttoaineen kulutus - Ajoaika/lepoaika - Vikailmoitukset - Huoltotarve - Huollon tilaaminen	Mercedes-Benz FleetBoard - Ensisijaisesti oman kaluston autoille. Scanian Complete Fleet Volvo Connect Automerkkiriippumattomia - Webfleet - EasyOpp

*Ei vielä yleisesti tarjolla

Sähkökuorma-autojen tehokas hyödyntäminen vaatii kuljetuksen ohjaukselta ja kuljettajilta uudenlaisia suunnittelutyökaluja ja keskitetypää suunnittelua. Metsäsektorin kuljetuksissa, jotka ovat ennestään logistisesti monimutkaisia, huolellinen suunnittelu korostuu entisestään. Nykyinen käytäntö, jossa yllättävistä muutoksista viestitään puhelimitse tai viestien välityksellä, ei koeta toimiviksi. Toisaalta kuljettajilla on usein paras tietämys paikallisista olosuhteista (auraustilanne, tiestön kunto), minkä vuoksi ylhäältä johdettu tarkka kuljetuksen suunnittelu ei ole käytännössä aina toimivin ratkaisu. Skogforskin tutkimuksessa nähtiin tarve vuorovaikutteiselle suunnittelutyökalulle, joka myös sujuvoittaisi kommunikointia kuljettajien ja kuljetuksen suunnittelun välillä. (Silverbratt ym. 2024)

Kuljetusten suunnittelussa tarvitaan ajantasaista tietoa latausinfrastruktura. Suomen raskaan liikenteen latausinfrastruktura ja sen pohjalta laadittua tilannekuvakarttaa on käsitelty luvussa 2.1.

Johtopäätökset

- Uudet kuljetusten suunnittelutyökalut tai nykyisten suunnittelutyökalujen kehittäminen ovat tarpeen, jotta sähköisiä kuorma-autojen osataan hyödyntää kustannustehokkaasti ja toimintavarmasti.
- Puukuljetuksessa toimivien suunnittelutyökalujen tarve korostuu, mutta myös kuljettajilla tulee olla mahdollisuus vaikuttaa kuljetuksen suunnitteluun.

Jatkotutkimustarpeet

- MESI-hankkeessa ei tehty omia selvityksiä suunnittelutyökalujen kehittämistarpeista metsäsektorin kuljetuksissa, joten ko. aiheen t&k-hankkeet toimialan yhteistyönä ovat tarpeen.

2.6 Sähköiset työkoneet

MESI-hanke rajautui sähköisen kuorma-autojen tarkasteluun. Sähköisiä työkoneita käsiteltiin vain latausinfrainvestointien synergian kannalta. Hanketta varten kartoitettiin akkukäyttöisten, metsäsektorin tuotantolaitoksille soveltuvien työkoneiden tarjontaa (taulukko 11). Metsäsektorin työkoneiden käyttövoimia on kartoitettu tarkemmin tutkimuksissa Pesonen ym. 2025, Pitkänen 2025, Auvinen ym. 2025 ja Venäläinen ym. 2024.

Taulukko 11. MESI-hankkeen latausinfra investointilaskelmissa käytetyt oletukset sähköisistä työkoneista (Käsnänen ym. 2024).

Työkonetyyppi	Käytettävä akusto kWh	Latausteho kW
Sähköinen kuorma-auto*	518	375
Sähkötrukki	275	90
Sähköinen vetomestari	184	150
Sähköinen materiaalinkäsittelykone**	252	44
Sähköinen pyöräkuormaaja	237	150

**Tuotantolaitosten sisäisen ajon terminaaliirekka*

***Tätä järeämmät sähköiset materiaalinkäsittelykoneet ovat kaapeloituja eikä niissä ole ladattavia akkuja*

2.7 Toiminta- ja yhteistyömallit

Sähkökuorma-autojen korkea hankintahinta ja vielä kehittymätön jakeluinfrastruktuuri edellyttävät eri toimijoilta uudenlaista yhteistyötä kuljetusten sähköistämisen lisäämiseksi myös raskaimmissa ajoneuvoyhdistelmissä. Suomessa on jo useita yhteishankkeita ja pilotteja, joissa kuljetusten antajat ja kuljetusyritykset ovat yhdessä suunnitelleet ensimmäiset pilottireitit ja niihin tarvittavan latausinfra. Latausinfra voi sijaita kuljetuksen antajan tontilla (esim. SSAB:n ja Kuljettavan yhteishanke ja Kemissä käynnistynyt Metsä Groupin ja Pohjaset Oy:n demo) tai kuljetusyrityksen tontilla (esim. Ruotsissa metsäteollisuuden kemikaaleja toimittava Wibax). Suomessa Ahola ja Plugit investoivat yhdessä Ahola Transportin terminaalin yhteydessä sijaitsevaan, mutta julkisessa käytössä olevaan latausasemaan.

Kuorma-auto- ja latausinfra valmistajat osallistuvat kansallisiin ja kansainvälisiin sähköisten kuljetusten toimintamalleja ja teknisiä ratkaisuita kehittäviin tutkimushankkeisiin. Suomessa on meneillään useita raskaan liikenteen sähköistämiseen liittyviä tutkimus- ja kehittämishankkeita, joita tehdään yhteistyössä alan yritysten kanssa. Tutkimusaiheet käsittelevät kattavasti sähköistymiseen liittyviä teemoja, kuten akkuteknologia ja sen kehitystarpeet, latausratkaisut, MCS-lataus, akkuvarastot ja sähköverkon tukeminen, elinkaarilaskelmat sekä erilaiset toimintaympäristö- ja liiketoimintamallit. Esimerkkejä kotimaisista ja kansainvälisistä tutkimushankkeista, joissa on suomalaisia partnereita, on esitetty liitteessä 1.

Euroopassa autovalmistajat ovat olleet aktiivisessa roolissa myös latausinfrainvestoinneissa (esim. Volvon, Daimlerin ja Tratonin yhteisyritys Milence sekä MANin ja E.ON-sähköyhtiön yhteinen julkinen latausverkosto Saksassa). Lappeenrannassa avautuu syksyllä 2025 Scanian ensimmäinen julkinen latausasema Suomessa (Raskas Kalusto 2025). Sähkökuorma-autojen hankintaan autovalmistajat tarjoavat erilaisia leasing- ja rahoitusvaihtoehtoja (esim. takaisinostosopimus) kuljetusyrittäjien riskien vähentämiseksi. Sähkökuorma-auton hankkijana voi myös olla isompi kuljetusyritys, joka vuokraa sen pienemmälle alihankkijalleen. (Uhrdin ym. 2023).

Suomen maakunnissa ja kunnissa on käynnissä useita selvityshankkeita alueellisen lataus- ja muun jakeluinfran ja sen sijoittumisen kehittämiseksi (mm. osana valtion ja suurimpien kuntien välisiä MAL-sopimuksia). Lahti GEM on esimerkki alueellisesta kehittämisverkostosta, jossa kunta, tutkijat ja alueen yritykset tekevät yhteistyötä liikenteen sähköistämisen edistämiseksi (ks. tarkemmin liite 1). Eurooppalaisessa SELECT-hankkeessa⁶ on selvitetty julkisen sektorin roolia kuljetusten sähköistämisessä.

Valtakunnallisessa jakeluinfraohjelmassa (Ojala ym. 2024) on tunnistettu laajasti sekä julkisen että yksityisen sektorin toimenpidetarpeita uusien käyttövoimien edistämiseksi.

Suomessa toimii Sähköinen liikenne ry, joka on eurooppalaisen sähköistä liikkuvuutta edistävän eurooppalaisen järjestön E-Mobility European jäsen. Lisätietoa yhdistyksestä saa sen internetsivulta <https://teknologiateollisuus.fi/emobility/>.

Johtopäätökset

- Sähköisten kuljetusten lisäämiseksi varsinkin sen alkuvaiheessa on tarpeen uudenlaiset yhteistyömallit ja tutkimushankkeet yksityisellä ja julkisella sektorilla sekä näiden yhteistyönä.

Jatkotutkimustarpeet

- Metsäsektorin kuljetusten sähköistyminen Suomessa on ottamassa vasta ensimmäisiä askeleita, joten erityisesti metsäsektorin tarpeisiin soveltuvia yhteistyömalleja on tarpeen kehittää ja tuoda esille.

⁶ <https://www.interregnorthsea.eu/select>

3 SÄHKÖKUORMA-AUTOJEN VAIKUTUKSET PÄÄSTÖIHIN JA KUSTANNUKSIIN

MESI-hankkeen päästö- ja kustannuslaskelmat painottuivat 76-tonnisiin ajoneuvoyhdistelmiin, koska ko. painoluokat kattavat valtaosan Suomen puutavara- ja hakekuljetuksista. Hakkeen osalta laskelmissa olivat mukana myös 68-tonniset yhdistelmät.

Ruotsin sähkökuorma-auton tutkimuksissa on mukana myös yli 76-tonnisia HCT-yhdistelmiä. SCA:n sähköinen terminaaliyhdistelmä ajaa rajatuilla alueilla 80-tonnisenä (SCA 2024a). TREE-hankkeessa pilotoidaan 94-tonnista HCT-yhdistelmää (Skogforsk 2025c). DHEELS-hankkeen yhteydessä on käynnistymässä yli 80-tonnisen konttiyhdistelmän ja 90–110-tonnisen puutavarayhdistelmän kokeilut (CLOSER 2025a). 98-tonnisen hakeyhdistelmän sähkönkulutusta on arvioitu mallintamalla (Uhrdin ym. 2023).

3.1 Kulutuslaskelmat

MESI-hankkeessa selvitettiin diesel- ja sähkökäyttöisten puutavara- ja hakeyhdistelmien kulutusta. Puutavarayhdistelmien osalta tarkasteltiin erikseen metsä- ja terminaaliyhdistelmiä. Metsäyhdistelmällä tarkoitetaan puutavarayhdistelmiä, jotka kuljettavat puuta käyttöpaikalle tai terminaaliin leimikon tienvarsivarastoista asti. Terminaaliyhdistelmät liikennöivät terminaalien ja metsäteollisuuden tuotantolaitosten välillä, pääosin päällystetyllä tieverkolla.

Tammikuussa 2025 laadittujen kulutuslaskelmien keskeiset oletukset on kuvattu taulukossa 12 ja tarkemmat oletukset raportissa Venäläinen ym. 2025a. Sähköisten ajoneuvoyhdistelmien kulutusoletukset perustuvat ajoneuvovalmistajien tekemiin mallinnuksiin ja eräisiin ko. vaiheessa käytössä olleisiin tutkimuksiin. Dieselyhdistelmien kulutusoletukset perustuvat Metsäteho Oy:n aiempiin kulutustutkimuksiin. Pohjois-Euroopassa lämpötilat vaihtelevat paljon vuodenaikojen mukaan, joten MESI-hankkeessa tehtiin keväällä 2025 kirjallisuuskatsaus lämpötilan vaikutuksista sähkökuorma-autojen kulutukseen (ks. Venäläinen ym. 2025b). Oulun yliopiston laskurin (Korhonen 2024a) ja ajoneuvovalmistajien mallinnusten pohjalta oletettiin sähkökuorma-auton kulutuksen -4 °C :ssa olevan 7 % suurempi kuin peruslaskelmien $+4,2\text{ °C}$:ssa.

Kevään 2025 aikana MESI-hankkeessa toteutettiin sähköisen ja dieselkäyttöisen puutavarakuormaimen kulutustutkimus (Venäläinen ym. 2025b). Kulutustutkimus toteutettiin sekä talvi- että kesäaikana, mutta lämpötilojen vaikutusten arviointia varten tarvittaisiin lisätutkimusta.

Puu- ja hakekuljetusten sähköistämisen vaikutuksia polttoaineen kulutukseen ja päästöihin vuositasolla on kuvattu luvun 3.3 skenaarioissa.

Taulukko 12. Yhdistelmien peruslaskelmissa käytetyt keskeiset oletukset.

Laskelman osatekijä	Diesel 76 t	Sähkö 68 t	Sähkö 76 t
Puutavarayhdistelmä (metsäauto M)			
Omapaino t (+kuormain t)	22,5+4=26,5	20,3+4=24,3	24,8+4=28,8
Hyötykuorma t (kuormain pois)	53,5	47,7	51,2
Kulutus (litraa tai kWh)			
<i>Kulutus kuormattuna / 100 km</i>	64,5	257,8	287,6
<i>Kulutus tyhjänä / 100 km</i>	45,6	154,7	172,5
<i>Kulutus kuormaus / kuorma</i>	8,37	31,33	34,96
<i>Kulutus purku / kuorma</i>	2,30	15,33	17,10
Puutavarayhdistelmä (terminaaliauto T)			
Omapaino t (ei kuormainta)	21,0	-	23,3
Hyötykuorma t	55,0	-	52,7
Kulutus (litraa tai kWh)			
<i>Kulutus kuormattuna / 100 km</i>	61,0	-	280,6
<i>Kulutus tyhjänä / 100 km</i>	41,0	-	168,3
<i>Kulutus kuormaus / kuorma</i>	2,01	-	8,85
<i>Kulutus purku / kuorma</i>	1,89	-	8,31
Sivutuotehakeyhdistelmä H			
Omapaino t	26,5	25,8	28,8
Hyötykuorma t	49,5	42,2	47,2
Kulutus			
<i>Kulutus kuormattuna / 100 km</i>	66,4	225,0	294,5
<i>Kulutus tyhjänä / 100 km</i>	42,6	135,0	176,7
<i>Kulutus kuormaus / kuorma</i>	1,74	5,96	7,51
<i>Kulutus purku / kuorma</i>	3,72	12,32	16,08

Johtopäätökset

- Raskaiden sähkökuorma-autojen energiankulutuksesta on jo saatavilla alustavia arviointeja varsinkin mallinnusten pohjalta.

Jatkotutkimustarpeet

- MESI-hankkeen aikana Suomessa ei ollut vielä sähköisiä puutavara- tai hakeyhdistelmiä. Myös Ruotsin metsäsektorin sähkökuorma-autojen kulutustutkimukset olivat pääosin vielä kesken. MESI-hankkeessa sähkökuorma-autojen kulutusta arvioitiin ajoneuvovalmistajien mallinnusten ja kappaletavara-autojen kulutustutkimusten ja laskureiden pohjalta. Jatkossa kulutusvaikutuksia tulee tarkentaa ja täydentää erilaisissa liikenneympäristöissä ja olosuhteissa tehtyjen seurantatutkimusten pohjalta (ml. puutavarakuormainten ja hakeyhdistelmien purkulaitteiden kulutus).

3.2 Kustannuslaskelmat

MESI-hankkeessa vertailtiin diesel- ja sähkökäyttöisten puutavara- ja haakeyhdistelmien vuosi- ja yksikkökustannuksia (€ per kuljetettu kuutio). Vertailut laadittiin vuoden 2023 kustannustasolla. Laskelmien oletukset ja tulokset on kuvattu tarkemmin raporteissa Venäläinen ym. 2025a ja Venäläinen ym. 2025b. Peruslaskelmien lisäksi laadittiin herkkiystarkastelut, joissa laskettiin dieselin/sähkön hinnan, vetoauton hankintahinnan, akun vaihtoajankohdan ja ulkolämpötilan muutosten vaikutusta kustannuksiin. Kuljekin herkkiystarkastelulle tehtiin vielä lisätarkastelut ajoneuvon vuorokausikohtaisten työvuorojen lukumäärän mukaan ja metsäautolla myös latauspaikkojen lukumäärän ja latausinfraan lataustehon mukaan.

Perustason laskelmissa sähköisillä ajoneuvoyhdistelmillä puutavaran kuljetus on 7–11 % kalliimpaa ja hakkeen 6–8 % kalliimpaa kuin dieselyhdistelmällä. Perustason mukaisissa kustannuslaskelmissa sähköisillä metsä- ja terminaaliautoilla ei ollut keskenään suurta kustannuslisäystä dieselyhdistelmiin verrattuna, mutta tämä voi johtua sähkökuorma-autojen vielä puutteellisista kulutustiedoista. Herkkiystarkasteluiden mukaan sähköiset autot vähentävät kuljetusten yksikkökustannuksia dieselyhdistelmiin verrattuna niissä tapauksissa, joissa sähkön hinta on 0,15 €/kWh.

Metsäauton herkkiystarkasteluissa vertailtiin myös kahden eri teholuokan latausaseman vaikutusta kuljetuskustannuksiin. Sähkökuorma-autokuljetusten toteutusvaihtoehtoista edullisin oli tilanne, jossa on käytössä kaksi megawattitason latausasmaa (näissä tosin ei ole arvioitu megawattilataukseen soveltuvan kuorma-auton hankintahintaa tai megawattilatauksen hintaa). Tällöin latauksesta ei synny ylimääräistä työaikakustannusta ja kuljetuskalustoa voidaan hyödyntää tehokkaasti.

76-tonniselle metsäautolle tehdyssä kylmän lämpötilan (−4 °C) herkkiystarkastelussa oletettiin sähköauton energiankulutus 7 % suuremmaksi kuin peruslaskelmassa (+4,2 °C). Kylmässä lämpötilassa ero dieselyhdistelmän yksikkökustannuksiin nousi 13 %:iin. Laskelmassa ei otettu huomioon lämpötilaeron vaikutusta kuormaimen kulutukseen.

Kustannuslaskelmien osana tehtiin laskelmia sähkökuorma-auton *latauksen keston ja ajoittumisen* vaikutuksista kuljettajan työaikaan (Venäläinen ym. 2025a, 2025b). Mikäli lataus saadaan suoritettua kuljettajan taukoaikoina, niistä ei synny ylimääräistä työaikakustannusta. Laskelmissa oletettiin, että latausta ei voi tehdä kuorma-auton lastauksen tai purun yhteydessä. Yhdessätoista esimerkkilaskelmassa latauksesta johtuvan ylimääräisen työajan pituus vaihteli 5–45 minuutin/kuorma 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).

Vertailulaskelmia sähköisten ja dieselyhdistelmien välillä metsäsektorin kuljetuksissa tullaan laatimaan Suomessa ACE-hankkeen ja Ruotsissa EIRutt-, TREE-, REEL ja DHEELS-hankkeiden yhteydessä. Sähköisten kuorma-autojen kulutuksen ja kustannusten arviointiin on julkaistu laskentatyökaluja:

- Oulun yliopiston laskurit (Korhonen 2024a; Utriainen 2025a, jonka laskentaperusteet on kuvattu tutkimuksessa Utriainen 2025b)
- Tampereen yliopiston HEETRA-malli <https://research.tuni.fi/verne/heetra/>
- Ruotsin REEL-hankkeen laskentatyökalu: <https://closer.lindholmen.se/nyheter/nytt-berakningsverktyg-optimerar-laddning-elektriska-lastbilsflottor>.

Lisäksi autovalmistajien omat mallinnustyökalut auttavat kuljetusyrittäjiä valitsemaan juuri omaan toimintaansa parhaiten soveltuvan sähkökuorma-auton.

Johtopäätökset

- Sähköisten ajoneuvoyhdistelmien suurimpia haasteita kustannusten osalta ovat kaluston korkea hankintahinta, latauksen viemä työaika, sähkön kulutuksen vaihtelu lämpötilan mukaan sekä akun käyttöiän epävarmuudet. Täyssähköisiä yli 60-tonnisia ajoneuvoyhdistelmiä on toisaalta tullut käyttöön vasta viime vuosina, joten tutkimustiedon ja kokemusten myötä käsitys kustannusvaikutuksista tulevat tarkentumaan jo lähivuosina.
- MESI-hankkeessa tavoitteena on ollut laatia valtakunnallisen ja vuositasen kustannusvertailuita. Yritysten kannalta olennaisia ovat myös oman toiminta-alueen ominaispiirteet huomioonottavat vertailut, jotka ovat toteuttavissa parhaiten simuloimalla.

- Sähköyhdistelmien kalleuden ja vielä rajallisen latausinfrastruktuurin takia kuljetusyritysten ja kuljettajien ohjeistus sähköisten kuorma-autojen hankintaan ja käyttöön ovat tarpeen. Ohjeistusta on tulossa mm. ACE-hankkeen yhteydessä.

Jatkotutkimustarpeet

- Sähkö- ja dieselyhdistelmien kustannusvertailuja tulee päivittää jatkossakin, koska mm. kiristynyt ympäristösääntely, mahdollisesti muuttuva verotuspolitiikka ja toisaalta sähkökuorma-autojen tekninen ja markkinakehitys sekä megawattilatauksen yleistymisen muuttavat käyttövoimien kustannuseroja. Myös vertailut muihin käyttövoimiin (biokaasu, HVO-diesel, tulevaisuudessa vety ja sähköpolttoaineet) ovat tarpeen.

3.3 Valtakunnalliset skenaariot

Sähkökuorma-autojen käytön kehittymistä metsäsektorin kuljetuksissa on tässä vaiheessa hyvin vaikea arvioida. Taulukoiden 13–15 skenaarioiden ja niiden pohjalta laskettujen vaikutusarvioiden tavoitteena on lähinnä havainnollistaa, minkä suuruisia vaikutuksia sähkökuorma-autojen käytöllä voisi vuositasona olla. Skenaariotarkastelut tehtiin vain 76-tonnisille yhdistelmille ja puutavarakuljetusten osalta vain metsäautoille. Skenaarioiden oletukset on kuvattu tarkemmin raportissa Venäläinen ym. 2025a.

Skenaarion kustannuslaskelmassa (taulukko 13) vertailtiin parhaimman ja huonoimman sähkökuorma-autoskenaarion eroa perustason dieselyhdistelmään. Metsäautojen parhaassa skenaariossa puutavaran valtakunnalliset kuljetuskustannukset laskevat 2,6 miljoonalla eurolla vuodessa. Huonoimmassa skenaariossa puutavaran kuljetuskustannukset nousevat 14,4 miljoonaa euroa vuodessa. Hakeyhdistelmällä parhaassa sähkökuorma-autojen skenaariossa kuljetuskustannukset laskevat 0,7 miljoonaa euroa vuodessa ja huonoimmassa kustannukset kasvavat 2,7 miljoonaa euroa vuodessa.

Edellä kuvatulla sähköistymisen osuudella sähkökuorma-autoilla voidaan saavuttaa 43 000 tonnin vuosittainen käytön aikainen CO₂-päästövähennys puutavaran ja hakkeen autokuljetuksissa (taulukko 14) ja 56 000 tonnin elinkaarenaikaisten CO₂e-päästöjen vähennys (taulukko 15). Laskentaperiaatteet, jotka ottaisivat myös eri käyttövoimien ajoneuvojen valmistamisen päästöt huomioon, ovat vielä niin puutteelliset, ettei ko. vertailua ole tässä tehty.

Taulukko 13. Valtakunnallinen skenaario sähkökuorma-autojen kustannusvaikutuksista puutavara- ja hakekuljetuksissa. Skenaario on laskettu vuoden 2023 kuljetusvolyymilla ja kustannustasolla.

Yhdistelmä- tyyppi	Skenaario	Auto- kuljetus- volyymi milj. t/v*	Skenaario sähköistymisen osuus %	Kustannus-muu- tos milj. €/v
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

Taulukko 14. Valtakunnallinen skenaario sähkökuorma-autojen päästövähennyksestä puutavara- ja hakekuljetuksissa (käytön aikaiset tank-to-wheel -päästöt). Skenaario on laadittu vuoden 2023 kuljetusvolyymilla ja päästökertoimella.

Yhdistelmä- tyyppi	CO ₂ -päästö- vähennys* kg/kuormatonni	Auto- kuljetus- volyymi milj. t/v**	Skenaario sähköistyksen osuus %	CO ₂ -päästö- vähennys 1 000 t/v
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

Taulukko 15. Valtakunnallinen skenaario sähkökuorma-autojen päästövähennyksestä puutavara- ja hakekuljetuksissa (polttoaineen elinkaarenaikaiset well-to-wheel -päästöt). Skenaario on laadittu vuoden 2023 kuljetusvolyymilla ja päästökertoimella.

Yhdistelmä- tyyppi	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

Johtopäätökset

- Sähköiset kuorma-autot lasketaan käytön aikana nollapäästöisiksi, jolloin niiden CO₂-päästöissä tuomat säästöt ovat dieselin päästökertoimen mukaiset.
- Polttoaineilla ja sähköllä ei ole vielä kansallisesti määriteltyjä elinkaarenaikaisia päästökertoimia, joten tässä hankkeessa on käytetty Traficomien ohjeen mukaisia kertoimia.
- Sähköisten kuorma-autojen yleistymistä ja siten vuositason päästövähennyspotentiaalia metsäsektorin kuljetuksissa on hyvin vaikea arvioida tässä vaiheessa, kun suurimmat yhdistelmäkoot ovat vasta hiljattain tulleet tarjolle.

Jatkotutkimustarpeet

- Päästölaskelmia on tarpeen päivittää jatkossakin mm. jakeluvelvoitemuutosten sekä päästökertoimien ja elinkaari-päästöjen laskentaperiaatteiden tarkentumisen myötä.

4 JOHTOPÄÄTÖKSET

MESI-hanke toteutettiin aikana, jolloin Suomessa ei ollut vielä yhtäkään sähköistä puutavara- tai hakeyhdistelmää. Metsäsektorin tutkimushankkeita ja pilotteja oli tosin käynnissä jo Ruotsissa. Myös Suomessa on hankkeen aikana käynnistynyt useita sähkökuorma-autoihin yleisesti liittyviä tutkimuksia.

Sähkökuorma-autojen määrä Suomessa on vielä pieni (126 kpl; Traficom 2025), mutta niiden määrä on kuitenkin kasvanut parissa vuodessa. Osin hidasta kasvua on selittänyt julkisen latausinfraan puute (ensimmäinen julkinen raskaan liikenteen latausasema avattiin marraskuussa 2023 Tampereella). MESI-hankkeen päättyessä raskaan liikenteen latausaseteja on Suomessa 3 ja ainakin 3 on rakenteilla. Useat hankkeet ovat saaneet myös positiivisen tukipäätöksen Energiavirastolta tai CEF-ohjelmasta. Latausinfra verkko tulee kehittämään AFIR-asetuksen vaatimusten ja loppuvuodesta 2024 julkaistun Suomen kansallisen jakeluinfraohjelman toimeenpanon myötä.

Osa metsäteollisuuden tuotantolaitoksista sijaitsee lähellä TEN-T-tieverkkoa, jonka yhteyteen julkinen latausasemaverkko tullaan aluksi rakentamaan. Tällä hetkellä myös yksityisen latausinfraan merkitys on suuri. Puukuljetuksissa, joissa kuljetusyrietykset ovat keskimäärin pieniä, yksityisen latausinfraan perustamista kannattaa harkita metsäteollisuuden omien tuotantolaitosten yhteyteen, jolloin voitaisiin edistää myös työkoneiden sähköistämistä. Haasteena kuitenkin on monen tuotantolaitostontin ahtaus.

MESI-hankkeen aikana pilotoitavaksi ja sarjatuotantoon on tullut yhä suurempia sähkökuorma-autoja. Nämä ovat edellytys varsinkin puukuljetuksille, joissa käytetään lähes täysin 76-tonnisiä yhdistelmiä. Metsästä lähtevien kuljetusten sijasta sähköistäminen kannattanee aloittaa säännöllisillä ja päälystettyä tieverkkoa käyttävillä kuljetusreiteillä (hakekuljetukset, tuotekuljetukset).

Sähkökuorma-autoihin, akkuihin ja latausinfraan liittyen on käynnissä paljon tutkimusta sekä Suomessa että Ruotsissa. Näille maille on yhteistä suuret autojen kokonaismassat, suuri metsäteollisuuden rooli ja kylmät talvet. Tällöin tutkimustuloksia voidaan hyvin hyödyntää kummassakin maassa. 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. Alueellisella yhteistyöllä kuljetustenantajien, kuljetusyrietysten, latausinfra- ja autovalmistajien ja alueviranomaisien kesken voidaan hakea toiminta- ja yhteistyömalleja, joilla varmistetaan toiminnalliset puitteet, riittävä rahoitus ja riskinotto kyky tarvittaville investoinneille. Alueet, joilla sähköistäminen ei tule vielä ajankohtaiseksi, voivat soveltua muiden päästövähennyskeinojen käyttöönottoon (esim. kaasuaivot).

Kuljetusten sähköistäminen vaatii kuljetustenantajilta ja kuljetusyrittäjiltä selvästi normaalia aktiivisempaa osallistumista ja uuden tiedon hankintaa. Käytännön läheinen tiedottaminen on tärkeä keino tukea käyttövoimasiirtymää. Tiedottaminen onkin selvästi aktivoitunut ja tarjolla on esim. ilmaisia laskureita eri käyttövoimien vertailuun.

Keskeisin haaste kuljetusten sähköistämiseksi on (esim. kaasuaivotiin verrattuna) sähköisten kuorma-autojen korkea hankintahinta ja autojen lataukseen kuluva ylimääräinen aika. Kustannuserot eri käyttövoimien välillä voivat kuitenkin muuttua teknisen ja markkinakehityksen sekä esim. käynnissä olevien verotusmuutosten myötä. Myös käynnistyvän tieliikenteen päästökaupan tulojen tarkempi kohdentaminen Suomessa on vielä auki.

Seuraavaan taulukkoon 16 on päivitetty MESI-hankkeen yhteenveto täyssähköisten yhdistelmien nykyisistä vahvuuksista ja heikkouksista sekä tulevaisuuden mahdollisuuksista ja uhista (SWOT) metsäsektorin kuljetuksissa Suomessa. Täyssähköisiä kuorma-autoja on verrattu tässä lähinnä dieselautoihin.

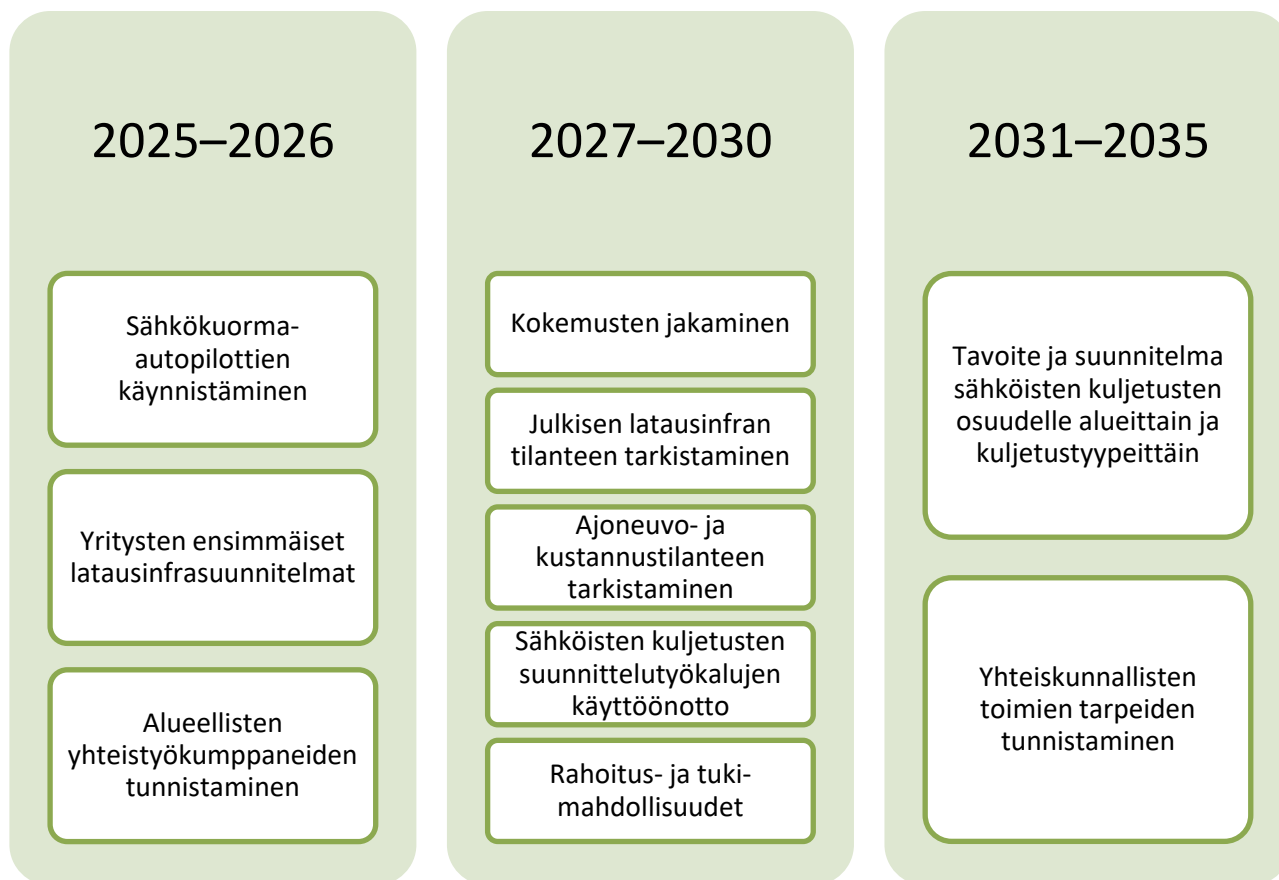
Taulukko 16. Täyssähköisten kuorma-autojen SWOT-analyysi metsäsektorin kuljetuksissa.

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 asukkailla taajamien kuljetusreiteillä	HEIKKOUDET • 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
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 (ml. Ruotsin tutkimukset) • Uudet akkuteknologiat ja -materiaalit sekä kierrätyksen kehittyminen pienentävät akkumateriaalien tarvetta, nopeuttavat lataamista ja madaltavat akkujen hintoja • Latausinfrastruktuurin kehittyminen AFIR-asetuksen toimeenpanon ja useiden kaupallisten hankkeiden myötä • Suurteholatauksen (jopa yli yhden megawatin) yleistyminen • Metsäteollisuuden omavarainen sähköntuotanto tuotantolaitoksilla • Tieliikenteen päästökauppatulojen ohjaaminen liikenteen sähköistymiseen • Sähköisten kuljetusten kehittäminen alueellisia yhteistyökokonaisuuksina	UHAT • Akkumateriaalien saatavuuden ja hintojen haasteet • Muiden vaihtoehtoisten käyttövoimien kilpailukyvyyn ja tarjonnan kehittyminen (HVO, bio-kaasu, vety, sähköpolttoaineet) • Jakeluinfran rajattu kattavuus jatkossakin (investoinnit jakautuvat usealle käyttövoimalle) • Alueelliset sähköverkon kapasiteettiongelmat sähköntarpeen nopeasti kasvaessa* • (Lataus)sähkön hinnan kehitys

*Fingridin (2024) alhaisemman ennusteen mukaan sähkön kulutus kasvaisi vuodesta 2025 lähes 13 % vuoteen 2030 ja 16 % vuoteen 2035 mennessä. Verkkosuunnittelun lähtökohtana pidetään näitä suurempia kasvuskennarioita. Samaan aikaan Suomessa on lukuisia varsinkin uusiutuvan sähköntuotannon hankkeita (tuuli- ja aurinkovoima).

5 TIEKARTTA JATKOTOIMILLE

Tiekarttaan on koottu MESI-hankkeen tulosten pohjalta ehdotus metsäyhtiöiden, näiden kuljetusyritysten ja muiden yhteistyökumppaneiden toimille kuljetusten sähköistämisen edistämiseksi lyhyellä ja pitkällä aikajänteellä. Tarpeita jatkotutkimuksille on kuvattu tämän raportin edellisten lukujen lopussa ja aiemmin julkaistuissa raporteissa. –



Sähkökuorma-autopilottien käynnistäminen

- kokemusten ja seurantatietojen kokoaminen todellisista tilanteista

Alueellisten yhteistyökumppaneiden tunnistaminen

- investointiriskien jakaminen (esim. puolijulkinen latausinfra)
- riittävän julkisen ja yksityisen latausverkon varmistaminen alueellisesti kuljetusyritysten tarpeisiin
- muna-kanaongelman välttäminen alueellisella tasolla (investointi infraan ja kalustoon samanaikaisesti)

Kokemusten jakaminen

- Suomessa ja Ruotsissa, joissa kummassakin suuret yhdistelmien kokonaispainot, suuri metsäsektorin merkitys ja kylmät talvet (esim. ACE-, REEL- ja TREE-hankkeet)
- kuljetusyritysten, kuljettajien ja metsäyhtiöiden käytännön kokemukset (hyvät ja huonot) ja keskeiset kehittämistarpeet koskien sekä latausinfra- että ajoneuvohankintoja ja käyttöä

Julkisen latausinfra tilanteen tarkistaminen

- vuosina 2024–2026 julkista tukea saaneiden infrahankkeiden toteutuksen tilanne
- muiden alueellisten hankkeiden kehittyminen (esim. MAL-sopimukset, kaavoitus) (ml. megawattilataus)
- niiden alueiden tunnistaminen, joissa latausinfra on kehittynyt niin, että sähköisten ajoneuvojen hankintaa kannattaa viedä eteenpäin
- niiden metsäsektorille sektorille keskeisten alueiden tunnistaminen, joilla olisi kysyntää latausinfrale kysyntää, mutta ei vielä tarjontaa (esim. TEN-T-verkon ulkopuoliset alueet)

Ajoneuvo- ja kustannustilanteen tarkistaminen

- ajoneuvojen, akkujen hankintahintojen, vaihtoarvojen ja korjauskustannusten tilanteen kehittyminen ja kokemus- ja tutkimustiedon lisääntyminen
- muuttuvan sääntelyn vaikutukset
- tarjolla olevien automallien ja latausinfra vaihtoehtojen lisääntyminen ja niiden ominaisuuksien kehittyminen
- vertailulaskelmien päivittäminen (muihin käyttövoimiin nähden)

Sähköisten kuljetusten suunnittelutyökalujen käyttöönotto

- markkinoilla todennäköisesti tarjolla soveltuvia työkaluja

Tavoite ja suunnitelma sähköisten kuljetusten osuudelle alueittain ja kuljetustyypeittäin

- Käsitys sähköisten kuorma-autojen kilpailukyvystä ja hyödynnettävyydestä sekä investointitarpeista on tarkentunut, jolloin voidaan täsmentää yrityskohtaisesti tavoitteita sähköisille kuljetuksille yrityksen eri toiminta-alueilla ja eri kuljetustyypeissä (eri tavaralajien ja kuljetusmatkojen kuljetukset, sähköisten ajoneuvojen osuus kuljetussopimuksissa).

Yhteiskunnallisten toimien tarpeiden tunnistaminen

- Sähköisten kuljetusten lisäämisessä voi olla edelleen hidasteita, joiden vähentäminen voisi olla mahdollista yhteiskunnallisilla toimilla (mm. latausinfra sijoittaminen ja kehittäminen, luvitus, sähkökuorma-autojen kustannustehokkuus, yritysten ja kuljettajien osaaminen, tiedotus, tuet). Tällöin on tarpeen tunnistaa yritys näkökulmasta keskeiset hidasteet ja mahdolliset toimijat, jotka voivat vaikuttaa hidasteiden poistamiseen.

LÄHTEET

ABB (2025a) Charging products for every need. Internetsivu. <https://e-mobility.abb.com/en/products-overview>

ABB (2025b) Unified architecture meets segment-specific needs as abb e-mobility launches trio of new EV-chargers. Internetsivu 24.4.2025. Viitattu 10.6.2025

AFRY Management Consulting (2025) Metsäteollisuuden puunkorjuun ja kuljetusten päästöskenaario osana ilmastotiekarttatyötä – Loppuraportti. [Metsäteollisuus Logistiikkaselvitys Loppuraportti.pdf](https://metsateollisuus.logistiikkaselvitys.loppuraportti.pdf)

Auvinen K, Kaminen K, Karhinen S, Rekola A, Pelkonen J, Child M, Kärhä K, Rantsi J, Ihonen J, Suomalainen E, Hyrynen J, Pesonen J, Rasi S (2025) Poliittikkatoimet liikkuvien työkonien puhtaan siirtymän edistämiseksi - Työkonien päästöjen vähentäminen tukee suomalaisten työkonvalmistajien kilpailukykyä vientimarkkinoilla. ACE-raportti. <https://helda.helsinki.fi/ser-ver/api/core/bitstreams/edd63051-ceb1-4443-8b7f-4396fda10d7c/content>

Babu AR, Minovski B, Sebben S (2022) Thermal encapsulation of large battery packs for electric vehicles operating in cold climate. Applied Thermal Engineering, 212, 118548. <https://doi.org/10.1016/J.APPLTHERMALENG.2022.118548>

Babu AR, Sebben S, Chronéer Z, Etemad S (2025) Heating load reduction strategies for cabin and battery climatization in electric trucks operating in cold climates. Thermal Science and Engineering Progress, 60, 103417. <https://doi.org/10.1016/J.TSEP.2025.103417>

Bioenergia (2024) Kartta: Bioenergian tuottajat. Internetsivu. <https://www.bioenergia.fi/bioener-giantuottajat/> Viitattu 7.6.2025

Busck J, Kryger M, Näs D, Rosén F, Steen K, Wallin E (2024) Possibilities of minimising cobalt usage in the electric passenger car industry. Chalmers University of Technology. <http://hdl.handle.net/20.500.12380/308904>

Cactus (2025) Sähkövarasto automatisoituna palveluna. Internetsivu. <https://cactus.com/fi/sahkovaras-tot>. Viitattu 10.6.2025

CLOSER (2025a) DHEELS - Demonstration av högtenergieffektiva logistiksystem. Hankesivusto. <https://closer.lindholmen.se/projekt/dheels>. Viitattu 1.8.2025

CLOSER (2025b) Power shortage threatens the electrification of the logistics sector – but local solutions and user flexibility point the way forward. Internetartikkeli 15.5.2025. <https://closer.lindholmen.se/en/news/power-shortage-threatens-electrification-logistics-sector-local-solutions-and-user-flexibility>

Cygnel S (2024) Tervetuloa reservimarkkinoille – lisäansioita sähköjärjestelmän tasapainottamisesta. Fingrid-lehti.fi 25.3.2024. Internetsivu. <https://www.fingridlehti.fi/tervetuloa-reservimarkkinoille-lisaansioita-sahkojarjestelman-tasapainottamisesta/>. Viitattu 22.5.2025

Danebergs J (2025) Förlängd räckvidd med mobil laddning. Kalvoesitys. https://www.skog-forsk.se/cd_20241128145831/contentassets/0130fbaf2d6b442e9ff7b97a8108dc80/9-janis-danebergs.pdf

Danebergs J, Pohl H, Rosengren LG (2024) Lokala energisystem för elektrifierade logistikapplikationer (LEELA). Slutrapport 31.1.2025. https://triplef.lindholmen.se/sites/default/files/2025-04/Slutrapport_2022.5.2.9_Lokala%20energisystem%20fo%CC%88r%20elektrifierade%20logistikapplikationer%20%E2%80%93%20LEELA.pdf

Destia Oy (2022). Destia ja Kempower tiivistävät yhteistyötään ammattiliikenteen sähkölausratkaisuissa. Internetsivu. <https://www.destia.fi/tiedote/destia-ja-kempower-tiivistavat-yhteistyotaan-ammattiliikenteen-sahkolatausratkaisuissa/> Viitattu 27.4.2025

Destia Oy (2024) Sähköajoneuvojen lataus. Internetsivu. <https://www.destia.fi/palvelut/sahkoajoneuvojen-lataus/> Viitattu 10.6.2025

DHL Group, Scania (2025) DHL and Scania to test electric truck with fuel-powered range extender. Lehdistötiedote 20.2.2025. <https://group.dhl.com/content/dam/deutschepostdhl/en/media-relations/press-releases/2025/pr-dhl-scania-20250220.pdf> Viitattu 31.3.2025.

Electrive (2025) Daimler Truck customers can offer chargess to third parties. Internetsivu. <https://www.electrive.com/2025/03/27/daimler-truck-customers-can-offer-chargers-to-third-parties/> Viitattu 19.5.2025.

Eltel (2024) Sähköautojen latausratkaisut Elteliltä. Internetsivu. <https://www.eltelnetworks.fi/palvelut/sahkoautojen-latausjarjestelmat/>. Viitattu 23.6.2025

Eltel (2025a) Ammattiliikenne ja logistiikka. Internetsivu. <https://www.eltelnetworks.fi/palvelut/sahkoautojen-latausjarjestelmat/ammattiliikenne-ja-logistiikka/> Viitattu 10.6.2025

Eltel (2025b) GreenStack ja Eltel toteuttivat BESS-energiavaraton Lopelle Etelä-Suomessa. Internetsivu. <https://www.eltelnetworks.fi/referenssit/referenssi-greenstack/>. Viitattu 6.8.2025

Eltel (2025c) BESS-akkuvarastot. Internetsivu. <https://www.eltelnetworks.fi/palvelut/uusiutuva-energia-ja-bess-akkuvarastot/bess-akkuvarastot/>. Viitattu 6.8.2025

Enico (2025) Enemmän kuin sähkövarasto. Internetsivu. <https://enico.fi/fi/>. Viitattu 18.6.2025

Eriksson A (2025) Skogstransporter utmanar elektrifieringen – men nya lösningar är på väg. Internetartikkeli 23.5.2025. <https://www.skogforsk.se/kunskapsbanken/kunskapsartiklar/2025/skogstransporter-utmanar-elektrifieringen--men-nya-losningar-ar-pa-vag/>

Euroopan komissio (2025) Yritysten ajoneuvokaluston vähähiilistäminen. COM(2025) 96 final 5.3.2025. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/HTML/?uri=CELEX:52025DC0096>

European Commission (2025) Proposal for a regulation of the european parliament and of the council amending Regulation (EU) 2021/1119 establishing the framework for achieving climate neutrality. COM(2025) 524 final. https://climate.ec.europa.eu/document/download/e1b5a957-c6b9-4cb2-a247-bd28bf675db6_en

Faast Point Oy (2025) Ultranopea sähköautojen lataus. Internetsivu. <https://faast.fi/> Viitattu 27.4.2025.

Fingrid (2024) Sähkön tuotannon ja kulutuksen kehitysnäkymät – Fingridin ennuste Q3/2024. Fingridin ennuste Q3/2024. <https://www.fingrid.fi/globalassets/dokumentit/fi/tiedotteet/ajankohtaista/sahkon-tuotannon-ja-kulutuksen-kehitysnakymat-q3-2024-fingrid.pdf>

Gehm R (2024) Volvo Trucks' battery chemistry of choice: NCA. Internetartikkeli 9.5.2024. <https://www.sae.org/news/2024/05/volvo-trucks-battery-chemistry>. Viitattu 6.6.2025

GreenGen (2025) Rakennustyömaat. Internetsivu. <https://www.greenngen.fi/rakennustyomaat/>. Viitattu 10.5.2025

Ilomäki R, Kivari M, Käsnänen S, Takala J, Vähätörmä P (2023) Raskaan liikenteen latausinfra – Tarveselvitys. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 2023:1. https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/164612/LVM_2023_1.pdf

Infra ry, Elinkeinoelämän keskusliitto EK, Keskuskauppakamari, SAK, SKAL, Suomen Tieyhdistys (2022) Modernit pääväylät – kilpailukykyinen Suomi – Väylävisio 2025–2050. https://kauppakamari.fi/wp-content/uploads/2022/10/Modernit_pa%CC%88a%CC%88va%CC%88yla%CC%88t_kilpailukykyinen_Suomi_loppuraportti_09_2022.pdf

Kempower Oyj (2025a) ChargeEye for electric bus and truck fleet depots. Internetsivu. <https://kempower.com/solution/chargeeye-for-electric-bus-and-truck-fleet-depots-solution/> Viitattu 7.4.2025.

Kempower Oyj (2025b) Kempower lanseeraa megawattilatausjärjestelmänsä sähkörekoille Euroopassa. Internetsivu. <https://investors.kempower.com/fi/releases/kempower-lanseeraa-megawattilatausjarjestelmansa-sahkorekoille-euroopassa/>. Viitattu 6.8.2025

Kempower Oyj (2025c) ChargeEye is trusted across public charging, fleet depot, and retail environments globally. Internetsivu. <https://kempower.com/solution/chargeeye-ev-charging-management-software-solution/> Viitattu 19.5.2025.

Keskipitkän aikavälin ilmastosuunnitelma (2025). Luonnosdokumentti 2.7.2025. <https://www.lausuntopalvelu.fi/FI/Proposal/DownloadProposalAttachment?proposalId=f8db002d-2622-4146-b2e7-0a558b2cb198&attachmentId=25414>

Korhonen E (2024a) Akkukoon laskentatyökalu. Excel-tiedosto. Oulun yliopisto.

Korhonen E (2024b) Sähköisen raskaan liikenteen akustotarpeen arviointi. Diplomityö, konetekniikka, Oulun yliopisto. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:oulu-202411206832>

Korpela A (2024) Sähköenergiajärjestelmä energiamurroksessa. Toolilainen. Ammattikorkeakoulujen Tekniikan Ja Liikenteen Järjestölehti 3/2024: 18–19. https://www.tool.fi/wp-content/uploads/2024/09/TOOLilainen_3_2024_NETTILEHTI.pdf

KWH Logistics (2024) KWH Logisticks drives sustainable change with electrification. Internetartikkeli. <https://www.kwhlogistics.com/2024/12/10/kwh-logistics-drives-sustainable-change-with-electrification/>. Viitattu 30.6.2025

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

LBC Frakt (2025) LBC Frakts världsunika elektrifierad flisbil. Internetsivu. <https://lbcfrakt.com/nyheter/lbc-frakts-varldsunika-elektrifierade-flisbil/>. Viitattu 23.6.2025

Lehtola TA, Zahedi A (2021) Electric Vehicle Battery Cell Cycle Aging in Vehicle to Grid Operations: A Review. IEEE JOURNAL OF EMERGING AND SELECTED TOPICS IN POWER ELECTRONICS 9 no. 1: 423–427. <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=8936355>

Liikennevirta Oy (2024a) Virta. Raskaan kaluston lataus. Internetsivu. <https://www.virta.global/fi/kaytto-kohteet/raskas-kalusto>. Viitattu 23.6.2025

Liikennevirta Oy (2024b) Megawatin latausjärjestelmä. Internetsivu. https://www.virta.global/fi/lataus-ratkaisu/megawatin-latausjarjestelma?utm_source=chatgpt.com. Viitattu 23.6.2025

Linja-aho V (2022) Raskaan kaluston sähkökonversioiden edistäminen - Tekniset reunaehdot ja turvallisuus. Traficom:n tutkimuksia ja selvityksiä 4/2022. <https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/publication/Raskaan%20kaluston%20s%C3%A4hk%C3%B6konversioiden%20edist%C3%A4minen.pdf>

Luonnonvarakeskus (2025) Puun käyttö maakunnittain (1 000 m³). Tilasto. https://statdb.luke.fi/PxWeb/pxweb/fi/LUKE/LUKE_met_puukay/0100_puukay.px/table/tableViewLayout2/ Viitattu 18.6.2025.

Mannfors M (2024) MESI-seminaari 19.11.2024. Julkaisematon kalvosarja.

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

Moradi J, Mahmoudzadeh Andwari A, Gharehghani A, Könnö J (2025) Advanced thermal management strategies for electric vehicles: enhancing efficiency, reliability, and performance. *Future Energy*, 4(1), 43–49. <https://doi.org/10.55670/fpl.fuen.4.1.5>

Mäkelä T (2025) Sähköisen raskaan liikenteen latausratkaisu. Kalvoesitys 31.3.2025. <https://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/8-Tuomas-Makela.pdf>

Neste Oyj (2024) Neste Lataus. Internetsivu. www.neste.fi/yritysassiakkaat/palvelut/neste-lataus Viitattu 1.6.2025.

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.pdf

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

Pernestål A, Svenson G, Gustavsson O, Eriksson A (2023) Elektrifiering av skogbrukets vägtransporter – Analys av barriärer och möjligheter. Skogforsk Arbetsrapport 1176-2023. https://www.skogforsk.se/cd_20231002144715/contentassets/4c2446509a3d4a9ea0f20509d48dce41/arbetsrapport-1176-2023-elektrifiering-av-skogsbrukets-vagtransporter.pdf

Pernestål A (2025) Mobile range extender as an enabler for electrified forestry transports? Julkaisematon kalvoesitys EVS 38, kesäkuu 2025.

Pesonen J, Prinz R, Ovaskainen H, Kauranen P, Poikela A, Kärhä, K (2025) Alternative Powertrains and Fuels in Heavy Non-Road Mobile Machinery and Their Future Expectations - A Review. *Current Forestry Reports* 11:10. <https://doi.org/10.1007/s40725-024-00244-2>

Pitkänen J (2025) Raskaiden työkoneiden kasvihuonekaasujen pienentäminen metsäsektorilla – keinot ja niiden kustannustehokkuus. Hiilineutraali-webinaari 29.04.2025. Julkaisematon kalvoesitys.

Plugit Finland (2024a) Ammattiliikenteen latausratkaisu. Internetsivu. <https://plugit.fi/sahkoauton-lataus-ammattiliikenteelle/> Viitattu 28.12.2023.

Plugit Finland Oy (2024b) Charging as a Service (CaaS). Internetsivu. <https://plugit.fi/caas-lataaminen-palveluna/> Viitattu 23.6.2025

Plugit Finland Oy (2025) Plugit tuo Suomeen ensimmäisen megawattiluokan latausaseman. Plugit PRO DC Lieto avataan syyskuussa 2025. Uutinen 5.6.2025. <https://plugit.fi/uutiset/plugit-tuo-suomeen-ensimmaisen-megawattiluokan-latausaseman-plugit-pro-dc-lieto-avataan-syyskuussa-2025/>

Preger (2020) Degradation of Commercial Lithium-Ion Cells as a Function of Chemistry and Cycling Conditions. <https://doi.org/10.1149/1945-7111/abae37>

Pulliainen (2024) Professori ruoskii Teslan akkutekniikkaa. *Tekniikka&Talous* 4.10.2024.

Raskas Kalusto (2025) Wibaxille Suomen ensimmäinen sähkö ADR-auto. Internetartikkeli 6.6.2025. <https://www.raskaskalusto.fi/wibaxille-suomen-ensimmainen-sahko-adr-auto/>

Robertsson V (2024) Sähkön taajuusmarkkina: Mikä se on ja miten se toimii? *Energio* 5.10.2024. Internetsivu. <https://energio.fi/blogs/uutiset/sahkon-taajuusreservimarkkina-mika-se-on-ja-miten-se-toimii>. Viitattu 20.5.2025

- SCA (2024a) Electric Timber Trucks. Internetsivu. https://www.sca.com/en/about-sca/innovation-and-research/forest/electric-timber-truck/?utm_source=chatgpt.com. Viitattu 23.6.2025
- SCA (2024b) 46 000 kilometers for SCA's electric timber truck. Internetartikkeli. https://www.sca.com/en/media/news/2024/46000-kilometers-for-scas-electric-timber-truck/?utm_source=chatgpt.com. Viitattu 30.6.2025
- Scania (ei pvm) SCANIA Data Access. https://www.scania.com/content/dam/www/market/master/pdf/services/digital-services/Scania_Data_access_Leaflet.pdf Viitattu 19.5.2025.
- Scania (2023) Our electrification roadmap. Internetsivu. https://www.scania.com/au/en/home/electrification/our-electrification-roadmap.html?utm_source=chatgpt.com. Viitattu 30.6.2025
- Scania (2025a) Scania launches MCS rapid charging solution at EVS38 – a new era for heavy electric transport. Internetartikkeli 16.6.2025. <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/press-releases/press-release-detail-page.html/5072522-scania-launches-mcs-rapid-charging-solution-at-evs38---a-new-era-for-heavy-electric-transport>. Viitattu 23.6.2025
- Scania (2025b) Koko kalustosi yhdessä. Internetsivu. <https://www.scania.com/fi/fi/complete-fleet.html> Viitattu 19.5.2025
- Schneider J, Teichert O, Zähringer M, Balke G, Lienkamp M (2023) The novel Megawatt Charging System standard: Impact on battery size and cell requirements for battery-electric long-haul trucks. eTransportation 17, article id 100253. <https://doi.org/10.1016/j.etrans.2023.100253>
- Silverbratt M, Offenbacher C, Parklund T, Gustavsson O, Kons K, Woxblom L, Nordström M (2024) Förarstöd för effektiva och hållbara virkestransporter. Skogforsk Arbetsrapport 1218-2024. https://www.skogforsk.se/cd_20241008082024/content-tassets/2f02804eec3d42db88ab8a7658332afe/arbetsrapport-1218-2024-forarstod-for-effektiva-och-hallbara-virkestransporter.pdf
- Skogforsk (2024a) Flisbil rullar i innovationsprojektet TREE. Internetartikkeli. <https://www.skogforsk.se/nyheter--press/nyheter/2024/unik-el-flisbil-rullar-i-innovationsprojektet-tree/>. Viitattu 30.6.2025
- Skogforsk (2024b) Nya systemstöd viktigt för effektiv elektrifiering av skogstransporterna. Internetsivu. <https://www.skogforsk.se/kunskapsbanken/kunskapsartiklar/2024/nya-systemstod-viktigt-for-effektiv-elektrifiering-av-skogstransporterna/> Viitattu 19.5.2025
- Skogforsk (2025a) TREE: effektiva elektrifierade skogstransporter. <https://www.skogforsk.se/tree>. Viitattu 30.6.2025
- Skogforsk (2025b) TREE:s sjunde bil utrullad. Tiedote 16.6.2025. <https://www.skogforsk.se/nyheter--press/nyheter/2025/trees-sjunde-bil-utrullad/>
- Skogforsk (2025c) Världens största el-lastbil rullar i TREE-projektet. Internetuutinen 27.3.2025. <https://www.skogforsk.se/nyheter--press/nyheter/2025/varldens-storsta-el-lastbil-rullar-i-tree-projektet/> Viitattu 1.7.2025
- Silvonen J (2024) Sähkökuorma-autojen tulevaisuuden näkymät. Kalvoesitys ACE sidosryhmätilaisuus 30.9.2024. <https://hiilineutraalisuomi.fi/download/noname/%7B76907991-03CC-4421-A017-EEA3906145EB%7D/183044>
- Strandström M (2025) Puunkorjuu ja kaukokuljetus vuonna 2024. Metsätehon tulostalvosarja 9/2025. <https://www.metsateho.fi/puunkorjuu-ja-kaukokuljetus-vuonna-2024/>
- Sveaskog (2025) Eldriven rundvirkesbil tas i drift södra Sverige. Internetartikkeli. <https://www.sveaskog.se/press/2025/eldriven-rundvirkesbil-tas-i-drift-i-sodra-sverige/>. Viitattu 30.6.2025

Tikka V, Kalenius J, Räisänen O, Lassila J (2021) Loppuraportti: sähköautojen latauksen muodostama kuormitus- ja mitoitusaste erilaisissa toimintaympäristöissä. Tutkimusraportti, Lappeenranta-Lahti University of Technology. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-335-716-7>

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

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

TREE (2025) Demonstrationsöversikt - Version 1. https://www.skogforsk.se/cd_20250403153822/contentassets/c4c72fa00a3d4d63a9b8b4b23198fd45/tree_siterapport.pdf

Uhrdin A, von Hofsten H, Noreland D (2023) Elektrifiering av tunga vägtransporter – mycket mer än teknik. Skogforsk Arbetsrapport 1166–2023. https://www.skogforsk.se/cd_20230621155159/contentassets/a63d7a4e49494e4094f185802c176e74/1166-2023-elektrifiering-av-tunga-vagtransporter---mycket-mer-an-teknik.pdf

Utriainen R (2025a) Myyntikonfiguraattori. Excel-laskentamalli.

Utriainen R (2025b) Myyntikonfiguraattori raskaan liikenteen kalustoon huomioiden käyttöolosuhteet ja -profiilit. Diplomityö Oulun yliopisto Konetekniikan tutkinto-ohjelma. <https://oulurepo.oulu.fi/handle/10024/57626>

Valtioneuvosto (2023) Vahva ja välittävä Suomi: Pääministeri Petteri Orpon hallituksen ohjelma 20.6.2023. Valtioneuvoston julkaisuja 2023:58. <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/165042>

Venäläinen P, Strandström M, Poikela A (2024) Puunkorjuun ja kuljetusten päästöjen nykytila ja vähennyskeinot – 2. päivitys - Liiteraportti 5: Puun kuormankäsittelyn työkonekysely. <https://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/Liite-5-Tyokonekyselyn-Tulokset.pdf>

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

Virkeslogistik (2025) Invigning av Virkeslogistiks el-timberbil – första el-timmerbilens med kran i Värmland och andra el-timmerbilens med kran i världen! <https://virkeslogistik.se/2025/03/28/invigning-av-varmlands-forst-el-timmerbil-med-kranoch-andra-el-timmerbil-med-kran-i-varlden/>

Volvo Trucks (2023) Volvo toimittaa 74 tonnin sähkökuorma-auton. Internetartikkeli 27.6.2023. https://www.volvotrucks.fi/fi-fi/news/press-releases/2023/jun/volvo-delivers-74-tonne-electric-truck.html?utm_source=chatgpt.com. Viitattu 11.6.2025

Volvo Trucks (2024a) Towards zero emission. Internetsivu. <https://www.volvotrucks.com/en-en/about-us/how-we-drive-progress/towards-zero-emissions.html>. Viitattu 30.6.2025

Volvo Trucks (2024b) Hartwall panostaa päästöttömiin kuljetuksiin: mittava investointi latauspisteisiin käynnistää raskaan liikenteen sähköistymisen. Internetartikkeli 30.9.2024. <https://www.volvotrucks.fi/fi-fi/news/press-releases/2024/oct/hartwall-panostaa-paastottomiin-kuljetuksiin.html>. Viitattu 11.6.2025

Volvo Trucks (2025a) Sähkökuorma-autovalikoimamme. Internetsivu. <https://www.volvotrucks.fi/fi/trucks/electric.html>. Viitattu 11.6.2025

Volvo Trucks (2025b) 600 km:n toimintasäde ja supernopea lataus – tutustu Volvon uuteen sähkökuorma-autoon. Internetartikkeli 20.5.2025. <https://www.volvotrucks.com/en-en/news-stories/press-releases/2023/jun/volvo-delivers-74-tonne-electric-truck.html>. Viitattu 11.6.2025

Väylävirasto (2024) Latauspalvelujen ja valvottujen pysäköintipalvelujen kehittämismahdollisuudet maantieverkolla. Väyläviraston julkaisuja 73/2024. https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/189960/vj_2024-73_978-952-405-220-7.pdf

Väylävirasto (2025) Tietoa saaduista CEF Liikenne -tuista. Internetsivusto. <https://vayla.fi/vaylista/liikennejarjestelma/tent/cef-haku>. Viitattu 15.5.2025

Wacker R (2024) Finnmetko 2024: Scania esitteli sähkökäyttöisen puutavara-auton. Internetartikkeli 6.9.2024. <https://moottori.fi/uutinen/finnmetko-2024-scania-esitteli-sahkokayttoisen-puutavara-auton/> Viitattu 23.6.2025

Wassiliadis N, Kriegler J, Gamra KA, Lienkamp M (2023) Model-based health-aware fast charging to mitigate the risk of lithium plating and prolong the cycle life of lithium-ion batteries in electric vehicles. Journal of Power Sources volume 561. <https://doi.org/10.1016/J.JPOWSOUR.2022.232586>

Zhou W, Cleaver CJ, Dunant CF, Allwood JM, Lin J (2023). Cost, range anxiety and future electricity supply: A review of how today's technology trends may influence the future uptake of BEVs. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032122009558>

Zähringer M, Schneider J, Balke G, Gamra KA, Klein N, Lienkamp M (2024) Fast track to a million: A simulative case study on the influence of charging management on the lifetime of battery electric trucks. e-Prime - Advances in Electrical Engineering, Electronics and Energy. Volume 9, September 2024, 100731. <https://doi.org/10.1016/j.prime.2024.100731>

LIITTEET

LIITE 1 Käynnissä olevia sähkökuorma-autoja ja niiden latausratkaisuita koskevia T&K-hankkeita ja -verkostoja Suomessa

ACE (työkokonaisuuudet 5 ja 6) Koordinaattori Suomen ympäristökeskus SYKE (Traficom ja Itä-Suomen yliopisto)	
Hankesisältö ja yhteistyö	• Hankkeen toteutusaika 2023–2030. • EU Life -ohjelma. • Hankkeen tehtävänä on tukea Suomea hiilineutraaliuden saavuttamisessa erityisesti päästökauppaan kuulumattomien päästöjen osalta eli maataloudessa, raskaassa liikenteessä ja teollisuuden prosesseissa. • Oyj Ahola Transport Abp ja Plugit Finland Oy perustivat yhdessä lähelle Naantalın satamaa raskaan liikenteen latausaseman syksyllä 2024. • LUT-yliopistolla on käynnissä simulointitutkimusta mm. latausinfra- vaihtoehtoista, seuranta- tutkimusta Aholan sähkökuorma-auton kulutuksesta ja kyselytutkimus sähkökuorma-autojen käyttökokemuksista. • Hankkeessa on käynnistymässä Pohjaset Oy:n ja Metsä Groupin yhteinen sähköisen puutavarayhdistelmän demohanke Kemissä. https://www.syke.fi/fi/projektit/ilmastoratkaisujen-vauhdittaja-ace
Akkuteollisuuden kestävä kuljetuslogistiikka (AkkuLOG) (Koordinaattori LUT-yliopisto)	
Hankesisältö ja yhteistyö	• Hankkeen toteutusaika 1.2.2024–30.6.2026. • Rahoittajana Uudenmaan liitto, Euroopan unionin osarahoittama. • AkkuLOG-hankkeen toteuttajia ovat LUT-yliopisto ja Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu (Xamk). • Tarkoituksena on kehittää kestäviä ratkaisuja Kymenlaaksoon suunnitellun akkuteollisuuden rakentamiseen ja tuotantoon liittyviin logistiikka- ja ympäristövaikutuksiin. • Hankkeen tavoitteena on ○ etsiä kustannustehokkaita, turvallisia ja ympäristöystävällisiä akkuteollisuuden logistiikkaratkaisuja ○ etsiä vaihtoehtoisia käyttövoimia ○ arvioida vaikutuksia paikalliseen jakeluinfrastruktuuriin • Tutkimustulokset ovat hyödynnettävissä yleisesti raskaan liikenteen- ja logistiikan alalla sekä akkuteollisuudessa. https://www.lut.fi/fi/projektit/akkuteollisuuden-kestava-kuljetuslogistiikka-akkulog
Electric Mobility Research Center (EMRC) Koordinaattori LUT-yliopisto	
Hankesisältö ja yhteistyö	• Alkoi vuonna 2023. • LUT-yliopiston ja Kempower Oy:n yhteistyöhanke, mukana myös LAB-ammattikorkeakoulu. • Yritysyhteistyöllä on tarkoitus vahvistaa sähköiseen liikenteeseen liittyvää poikkitieteellistä tutkimusta ja kehittää alan opetusta teollisuuden tarpeiden mukaan. • Tutkimusaiheita ovat mm. • raskaiden ajoneuvojen lataus- ja akkujärjestelmät, robotiikka ja automaatio sekä megawattiluokan latausteknologia • ajoneuvojen elinkaariarviointi, kiertotalous, kestävyys, EU:n digitaalinen akkupassi • energiavarastot • ajoneuvojen lämmönhallintajärjestelmät- ja laitteet • kaksisuuntaiset latausjärjestelmät- ja teknologiat • Hanke on osa Lahden vihreän liikkumisen sähköistämisklusteria (Lahti GEM). https://www.lut.fi/en/research/partnerships-and-cooperation/kempower-electric-mobility-research-center-emrc

Kempower Heavy Electric Traffic Ecosystem (HETE) Koordinaattori Kempower Oyj	
Hankesisältö ja yhteistyö	• Alkoi vuonna 2024. • Päärahoittajana Business Finland. • Kempower Oyj:n koordinoiman raskaan liikenteen tutkimus- ja kehitysohjelman tavoitteena on kehittää kuorma-autoliikenteeseen soveltuvaa latausteknologiaa. Tutkimusaloja mm. lataustekniikat, latausjärjestelmiä tukeva ohjelmistoalusta, testausinfrastruktuurin sekä latauksen vaikutusten arvioinnin sähköverkkoon. • Hankkeen aikana on käynnistetty raskaan sähköisen liikenteen ekosysteemi, johon voivat osallistua yritykset, joilla on tutkimus- ja kehitysoosaamista tai kiinnostusta logistiikkaan ja raskaaseen ajoneuvoliikenteeseen. • HETE-hanke on osana Lahti GEM-klusteria. • Mukana hankkeessa on Turun yliopisto omalla MaCre-projektillaan. https://hete.kempower.com/
Keulink Keuruun sähköisten hyötyajoneuvojen TKI-keskuksen digitaalisen ympäristön investointihanke	
	• Keuruun raskaan sähköisen kaluston TKI-keskus- hanke yhdistää aiemman perinteisen raskaan ajoneuvokaluston ja sähköisen raskaan kaluston tutkimustoiminnan puitteissa kehittyneen tietotaidon uudelleenlaiseksi TKI-toiminnaksi Keuruulla.
Lahti GEM (Lahden seudun sähköistämisen liikenteen klusteri) Koordinaattori Lahden Seudun Kehitys LADEC Oy	
Hankesisältö ja yhteistyö	• Hanke alkoi vuonna 2021. • Yhteistyöalusta lahtelaisille teknologiayrityksille, tutkimus- ja oppilaitoksille ja Lahden kaupungille, jossa kehitetään ja kaupallistetaan vihreän siirtymän ratkaisuja: ○ raskaiden ajoneuvojen, työkonien ja sähköistymisratkaisujen luominen ○ latausinfrastruktuurin kehittäminen ○ automaatio, digitalisaatio ja data-analytiikka • Toimintaan voivat tulla mukaan toimijat, joilla on liikenteen sähköistymiseen liittyvää toimintaa tai kiinnostusta. • Mukana mm. Kempower Oyj:n HETE-hankkeessa ja LUT-yliopiston EMRC-hankkeessa. https://lahtigem.fi/
Market Creation (MaCre) Koordinaattori Turun yliopisto	
Hankesisältö ja yhteistyö	• Hanke • Osarahoittajana Business Finland. • MaCre tuottaa tutkimustietoa raskaan sähköisen liikenteen ekosysteemin kehityksestä, tarpeista sekä yhteistyö- ja toimintamalleista. • Yritysyhteistyötä Epec Oy:n, Kempower Oyj:n, Posti Group Oyj:n, Scania Suomi Oy:n ja St1 Oy:n kanssa. • MaCre on osa Kempower Oyj:n HETE-hanketta. https://www.utu.fi/fi/yliopisto/turun-kauppakorkeakoulu/ccr/tutkimushankkeet/market-creation-for-novel-business-heavy-ev-charging-bf

Kaakkois-Suomen akkualan TKI-klusteri Koordinaattori LUT-yliopisto	
Hankesisältö ja yhteistyö	• Hankkeen toteutusaika 1.1.2023-31.3.2025. • Rahoittajana Euroopan aluekehitysrahasto. • Kaakkois-Suomen akkualan TKI-klusteri on tutkimus-, kehitys- ja innovaatiotoiminnan kokonaisuus, joka tukee alueen akkuteollisuuden kasvua ja vihreää siirtymää. • Hankkeen tavoitteet ovat: ○ selvitetään akkualan TKI-potentiaalia ja mittaus- ja testauspalvelujen tarvetta alueella ○ rakennetaan kaksi TKI-ympäristöä vastaamaan yritysten tarpeisiin ○ kehitetään akkujen kierrätysmenetelmiä ja aloitetaan uusi akkumateriaalitutkimus • Klusterin muodostavat LUT-yliopisto, Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu (Xamk) ja Etelä-Kymenlaakson ammattiopisto (Ekami), jotka tekevät tiivistä yhteistyötä alueellisten yritysten kanssa. • Tavoitteena tiivis yhteistyöverkosto, jossa hyödynnetään kehitettyjä palveluja, alustoja sekä hanketoimijoiden osaamista. https://www.lut.fi/fi/projektit/kaakkois-suomen-akkualan-tki-klusteri
REPowerEU Koordinaattori Suomen osalta VTT	
Hankesisältö ja yhteistyö	• Hankkeen toteutusaika 1.1.2024–31.12.2025. • Euroopan unionin rahoittama koko EU:n yhteishanke, jonka tavoitteena on riippuvuuden vähentäminen Venäjän fossiilisista polttoaineista ja nopeuttaa siirtymää puhtaaseen energiaan. • VTT:llä on projektissa useita hankkeita. Teemoja ovat mm. sähkön varastointi ja puhtaan energian vauhdittaminen, liikenteen sähköistäminen sekä puhtaan energian kriittiset raaka-aineet. https://cris.vtt.fi/en/projects/repowereu-at-vtt%20toportaali
SAFELOOP Koordinaattori Oulun yliopisto	
Hankesisältö ja yhteistyö	• Hankkeen toteutusaika 6.6.2024 - 5.6.2027 • Rajoittajana Horizon Europe • Tavoitteena parantaa litiumioniakkujen kestävyyttä ja turvallisuutta ja jopa kaksinkertaistaa niiden käyttöikä vuoteen 2019 tasoon nähden. https://www.chydenius.fi/fi/hankkeet/safeloop
Scaling EV CHArging solutions for new values and services in collaboration networks) (SECHA) Koordinaattori Tampereen yliopisto	
Hankesisältö ja yhteistyö	• Hankkeen toteutusaika 1.1.2024-31.12.2025. • Rajoittajana Business Finland. • Tampereen yliopiston koordinoiman hankkeen tavoitteena on kehittää sähköajoneuvojen latausratkaisun teknologiaa ja liiketoimintamalleja sekä tutkia, miten luoda uutta arvoa ja palveluita loppukäyttäjille, teknologian tuottajille ja sähkömarkkinoiden toimijoille. • Tutkimuksessa mukana LUT-yliopisto, VTT sekä teollisia yrityksiä, jotka tarjoavat mm. latauslaitteita ja akkuvarastoja. • Mukana sähköverkkoyhtiöitä, latausratkaisuja ja -teknologiaa tarjoavia yrityksiä ja muita teollisia yrityksiä. • Hanke on osa Kempower Oyj:n HETE-hanketta. https://www.sttinfo.fi/tiedote/71154278/neljan-miljoonan-euron-secha-hanke-kehittaa-sahkoajoneuvojen-latausratkaisuja-ja-palveluja?lang=fi
SIX Heavy on-road vehicles (SIX HOVE) Koordinaattori VTT	
Hankesisältö ja yhteistyö	SIX HOVE on sateenvarjohanke, joka kokoaa yhteen raskaan liikenteen sähköittämiseen liittyviä projekteja. Tavoitteena on luoda maantieliikenteen

	sähköistämisklusteri ja nopeuttaa sähköisten raskaiden ajoneuvojen käyttöönnottoa Suomessa. Hankkeen päätoteuttajia ovat Tampereen yliopisto ja VTT. ○ ESCALATE (Powering EU Net Zero Future by Escalating Zero Emission HDVs and Logistic Intelligence) -hankkeen tavoitteena on kehittää ratkaisuja, jotka tukevat EU:n ilmastotavoitteita raskaiden ajoneuvojen pitkän matkan kuljetuksissa. Tutkimuksen painopisteitä ovat mm. nopea lataus, latausinfrastruktuurin kehittäminen sekä erilaiset voimansiirtoratkaisut. Hankkeen aikana tehdään 5 pilotointia, 5 digitaalista kaksosta ja 5 case-tutkimusta ajoneuvon TCO:sta. Yhteistyötä tehdään kansainvälisesti lukuisten yritysten ja tutkimusorganisaatioiden kanssa. Mukana Suomesta mm. Oy Sisuauto Ab, Oy Rauanheimo Ab ja Kempower Oyj. Toteutusaika 1.1.2023-30.6.2026. EU-hanke. https://cris.vtt.fi/en/projects/powering-eu-net-zero-future-by-escalating-zero-emission-hdvs-and- ○ MACBETH (Multipoint megAwatt Charging for Battery Electric Truck Hubs) -hankkeessa tarkastellaan MCS-lataukseen liittyviä teknisiä, taloudellisia ja sosiaalisia haasteita ja rakennetaan MCS-latausasemapilotteja Pohjoismaihin ja Benelux-maihin, tarkoituksena kattaa erilaiset toimintaympäristöt, käyttäjien tarpeet ja liike-toimintamallit. Mukana hankkeessa Suomesta Kempower Oyj ja Plugit Finland. Toteutusaika 1.2.2025-31.1.2029. EU-hanke. https://cris.vtt.fi/en/projects/multipoint-megawatt-charging-for-battery-electric-truck-hubs ○ BATMAX-hankkeessa tutkitaan digitaalisia kaksosia hyödyntämällä seuraavan sukupolven akunhallintajärjestelmäratkaisuja. Hankkeen päätavoitteena on parantaa akkujärjestelmän suorituskykyä, turvallisuutta, luotettavuutta, käyttöikää ja elinkaarikustannuksia ja siten maksimoida akkujärjestelmien käytöstä luotava arvo erilaisissa loppukäyttösovelluksissa. Toteutusaika 1.5.2023–31.10.2026. EU-hanke. https://cris.vtt.fi/en/projects/battery-management-by-multi-domain-digital-twins ○ NEXTBAT on kuuden EU-maan ja 12 yhteistyökumppanin hanke, jonka tarkoituksena on edistää akkuteknologiaa sähköisen liikenteen tarpeeseen. Tavoitteena mm. akun painon keventäminen energia- ja tehottiheyttä parantamalla sekä akun elinkaaren pidentäminen uusilla akunhallintajärjestelmillä. https://cris.vtt.fi/en/projects/next-generation-technologies-for-battery-systems-in-transport-ele
Stream Koordinaattori Oulun yliopisto	
Hankesisältö ja yhteistyö	• Hankkeen toteutusaika 1.1.2024–31.12.2026. • Rajoittajana Horizon Europe. • Tavoitteena vahvistaa akkumateriaalien toimitusketjua ja kiertotalousmallia sekä etsiä kestävänn tuotannon akkumateriaaleja, esim. sivuvirtojen hyödyntämisestä akkuteollisuudessa. • Tutkimuksen aikana tehdään akkukennojen pilottimittakaavan tuotantoa https://www.chydenius.fi/fi/hankkeet/streams?utm_source=chatgpt.com

Sähköisen liikenteen lisääminen (SÄLLI) Koordinaattori Oulun yliopisto	
Hankesisältö ja yhteistyö	• Hankkeen toteutusaika 1.1.2023-31.12.2025. • Rahoittajana Euroopan rakennerahastot - Euroopan aluekehitysrahasto (EAKR). • Tutkimuskumppaneina toimivat Jokilaaksojen koulutuskuntayhtymä ja Centria-ammattikorkeakoulu Oy. • Hankkeen tavoitteena on etsiä ratkaisuja kuljetusyritysten kannattavuuden parantamiseen, vauhdittaa uusien teknologioiden käyttöönottoa sekä edistää energiatehokkuutta ja päästöjen vähentämistä. • Hankkeen aikana kerätään sähkö- ja polttomoottorikäyttöisistä hyötyajoneuvoista vertailukelpoista dataa vakioiduilta reiteiltä samanlaisissa olosuhteissa. https://www oulu.fi/fi/projektit/salli-sahkoisen-liikenteen-lisaaminen
Älykkään sähköverkon ja teollisen energiayhteisön kokeilualusta Kotkan Mussalossa Koordinaattori LUT-yliopisto	
Hankesisältö ja yhteistyö	• Hankkeen toteutusaika 1.7.2024–30.6.2026. • Rahoittaja Kymenlaakson liitto. Euroopan unionin osarahoittama. • Hankkeen päätoteuttaja on LUT-yliopisto. Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu (Xamk) toteuttaa osahankkeita. • Hankkeessa pilotoidaan Kotkan Mussalon satama-alueelle älykästä teollisen mittakaavan sähköjärjestelmää, johon on integroitu paikallista uusiutuvan energian tuotantoa ja energiavarastoja. • Alueelle suunnitellaan biokaasun, uusiutuvan vedyn ja metaanin tuotantoa. • Erilaisia energiansaantimahdollisuuksia hyödyntävät teollisuusalueen työkoneet, kuorma-autot ja muut ajoneuvot sekä laivojen maasähköratkaisut. • Hankkeen tulokset ovat hyödynnettävissä myös muilla alueilla, joissa on suunnitteilla energiatalouden rakennemuutos. https://www.lut.fi/fi/projektit/alykkaan-sahkoverkon-ja-teollisen-energiayhteison-kokeilualusta-kotkan-mussalossa