

Logistiikkaketjujen päästövähennystoimet

Pirjo Venäläinen, Asko Poikela & Riku Tarvainen
Metsä- ja elintarvikesektorin kuljetusten ja työkoneiden
päästövähennykset -seminaari 20.1.2026

Sisältö

1. Selvityksen tavoite
2. Rautatiekuljetusten päästövähennyskeinot
3. Vesikuljetusten päästövähennyskeinot
4. Tiekuljetusten päästövähennyskeinot
5. Työkoneiden päästövähennyskeinot

Lähteet

1. Selvityksen tavoite

- Tilannekuva
 - kuljetuksia koskevista **päästövähennystavoitteista**
 - päästöjen vähentämistä koskevasta keskeisestä **sääntelystä**
 - puun eri kuljetusmuotojen ja terminaalien työkoneiden vähähiilisten **ratkaisuiden** nykytilasta ja kehittymisnäköymistä
 - vähähiilisten ratkaisuiden **vaikutuksista** päästöihin ja kustannuksiin.
- Selvitys on suunnattu vähähiilisten ratkaisuiden käyttöönottoa harkitseville toimijoille puun kuljetusketjuissa (kuljetusten antajat, puukuljetusyritykset ja terminaalioperaattorit).
- Raportti päivittää ja täydentää Metsätehon aiempaa Suomen puukuljetusten päästövähennyskeinojen kartoitusta [15].
- Raportti ”Vähähiiliset ratkaisut puun logistiikkajärjestelmissä” julkaistaan huhtikuussa 2026.
- Puuhuollon ajankohtaiswebinaari **21.5.2025 kello 9–10** ([linkki ja kutsulista](#))

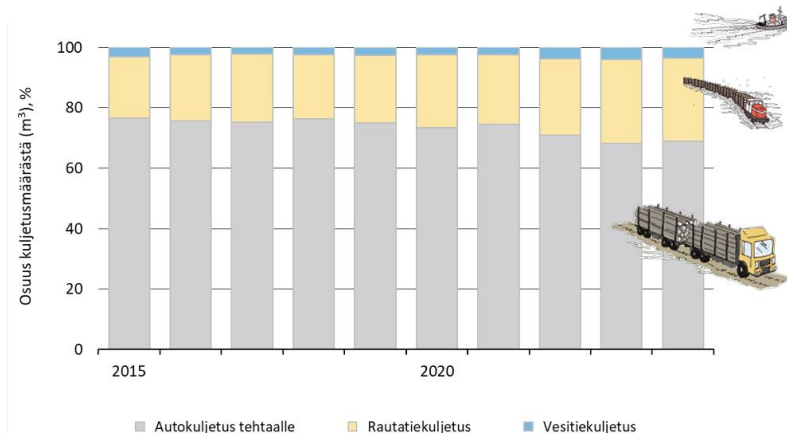


Kuljetusmuotojakauma ja päästöt per kuljetusmuoto

- Suorat autokuljetukset kattavat noin $\frac{3}{4}$ kotimaan ainespuukuljetuksista.
 - Venäjän tuonnin päätyttyä pitkillä kuljetusmatkoilla kilpailukykyisten juna- ja vesikuljetusten osuus kuljetuksista on kasvanut.
- Juna- ja vesikuljetusketjujen CO₂e-päästöt per tkm ovat **34–79 %** matalammat kuin suorilla autokuljetuksilla.
 - Kuutiokohtaisesti laskettuna juna- ja vesikuljetusketjujen päästöt ovat suuremmat johtuen niiden pidemmistä keskikuljetusmatkoista.

Poikela ja Strandström 2024, *Strandström 2023

Juna- ja vesikuljetusketjuihin sisältyy alkukuljetus autolla



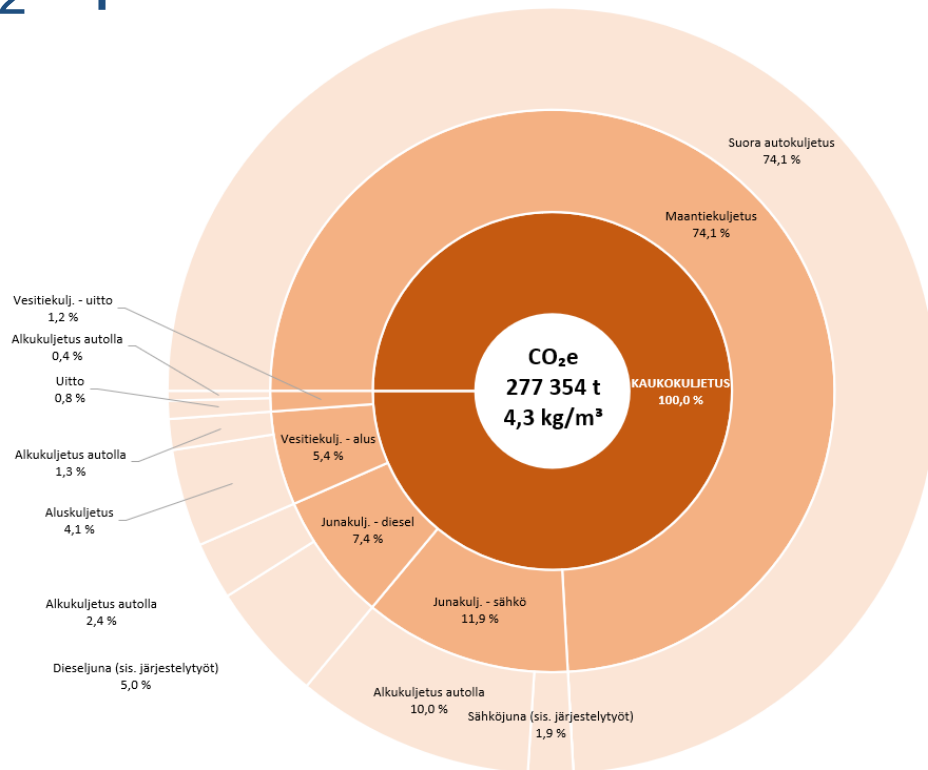
Strandström 2025

Kuljetusmuoto	CO ₂ e-päästöt g per tkm 2022	CO ₂ e-päästöt kg per m³ 2022	Ka. kuljetusmatka km* 2022
Auto	48,5	4,25	104
Juna – sähkö	10,0	3,02	347
Juna – diesel	25,8	7,79	347
Vesi – alus	32,2	10,72	367
Vesi – uitto	20,8	5,49	



Ainespuukuljetusten CO₂e-päästöt 2022

- Kotimaisen ainespuun kaukokuljetusten päästöt olivat yhteensä 580 000 tonnia CO₂e [8].
 - suorien autokuljetusten osuus päästöistä oli **74 %**
 - junakuljetusketjujen **19 %**
 - vesikuljetusketjujen **7 %**.
- Kuljetusketjujen päästöihin sisältyvät alkukuljetukset autolla, puun kuormaus terminaaleissa ja purku tuotantolaitoksissa.



Poikela ja Strandström 2024



2. Rautatiekuljetusten päästövähennyskeinot - Infra



Sähköistäminen

- Rataverkon sähköistämishankkeet
- Ratkaisut lyhyille osuuksille (esim. ratapihat ja terminaalit), akkusähkökalusto tulevaisuudessa [6]



Kantavuus

- Raakapuu kuljetuksille riittää nyt 20 t akselipaino, tavoitteena 22,5 t. [19]
- Edistää pidempien ja raskaampien junien ja vaunujen käyttöönottoa (tehostavat kuljetuksia ja vähentävät hyötykuormakohtaisia päästöjä)



Kapasiteetti ja välityskyky

- Esimerkiksi junien maksimimäärä tunnissa kahden sijainnin välillä
- Parantaa junakuljetusten kilpailukykyä (täsmällisyys, junatarjonnan kasvu, joustavuus...)
- Välityskykyä parantavat hankkeet



Raakapuun kuormauspaikkaverkosto

- Noin 80 kuormauspaikkaa pääosin Väyläviraston ja VR:n omistuksessa, sähköveto 17:ssä
- Kehittämisen painopisteet: kokojunakuljetusten mahdollistaminen, varastoaluelaaennukset, lastauskoneiden ja sähköveturin käytön mahdollistaminen [19]

Rautatiekuljetusten päästövähennyskeinot - Kalusto



Käyttövoimat

- Ainespuukuljetuksista (tkm) 81 % sähkövetona 2022 [8]
- UPM:n vanerikuljetuksissa käytössä HVO-dieseliä [12]
- Energiatehokkaat dieselveturit, sähkökalusto ja nestemäiset biopolttoaineet keskeisimmät lähitulevaisuuden ratkaisut [6, 13]



Pitkät junat

- Raakapuukuljetuksissa Sp-vaunujunat yhä useammin 25 vaunua, pisimmät 30 vaunua. Pisimmissä Snps-vaunujunissa 27 vaunua. [7]
- Osalla rataverkkoa raakapuujunien pidentäminen mahdollista, osin rajoitteita poistettava rataverkon lisäksi mm. yksityisraiteilla, ratapihoilla ja raakaputerminaleissa [7]



Suuremmat vaunut

- Käynnissä Oulun yliopiston tutkimus junavaunu-ulottuman FIN1 suurentamisesta
- FIN2-ulottumassa vaunun poikkileikkauspinta-ala kasvaisi Snps-puutavaravaunuilla 9,8 % ja Faks-hakevaunuilla 9,4 % vaunun päädyssä ja 10,8 % vaunun keskellä [2].

3. Vesikuljetusten päästövähennyskeinot



Alusten uusiminen ja energiatehokkuus

- Aluskalusto hyvin vanhaa
- Uudet alukset ja telakkatoiminta osa Logistiikan Vuoksi -verkoston toimintaa
- Opinnäytetyö työn alla Aalto-yliopistossa



Lastaus- ja uittopaikkaverkosto

- Suurin päästövähennyspotentiaali: Märjälähti, Retulahti, Putikko, Yara ja Nurmeksen uittopaikka [18]
- Kehittämishankkeita käynnissä Nurmee, Kitee, Joensuu, Peltoniemi



Laivauskauden pituus

- Aluskaluston uusimisen ja ilmastomuutoksen potentiaali
- Haasteena pienet kuljetusvolyymit

Eri käyttövoimien aluksia vesikuljetuksissa

Käyttövoima	Esimerkki
LNG/LBG	Viking Line LNG+LBG:n yhdistelmä
HVO	Fossiiliseen sekoitettuna kysynnän mukaan
Hybridi	Wasalinen ropax-alus (maa- ja biokaasu, diesel ja akkusähkö), ESL Shippingin irtolastialus (diesel ja akkusähkö)
Sähkö	Viking Linen tavoitteena tilata 2 ropax-alusta 2030-luvulla
(E-)metanoli	Laura Maersk -konttialus Göteborgin ja Brementhavenin välillä Maailman ensimmäinen e-metanolin tuotantolaitos käynnistynyt Tanskassa
Vety (polttokennot)	Tulossa Samskipin konttilaivat Norjassa
Hiilen talteenotto	Royal Caribbean Groupin testaus laivalla tapahtuvasta hiilen talteenotosta ja vedyn tuotannosta
Roottoripurje	Airbusille rakenteilla olevat roro-alukset, jotka käyttävät lisäksi meridieseliä ja metanolia, päästöt -50 %, Norsepowerin roottoripurjeita asennettu 22 alukseen
WASP (Wind Assisted Ship Propulsion)	Terntankin tankkerialukset Itämerellä
(E-)ammoniakki	Green North Energyn ammoniakkin koelaitoshanke Naantalissa etenee, Wärtsilän ammoniakkimoottorit
Ydinvoima	Ei viime vuosina valmistunut rahtialuksiin, mutta aiemmin kyllä

4. Tiekuljetusten päästövähennyskeinot

Keino	Nykytilanne metsäsektori	Vaikutus CO ₂ e-päästöt*	Vaikutus CO ₂ e-päästöt**	Vaikutus kuljetuskustannus
HVO	Kysely K2026	–100 % per litra	–68 % per litra ^[5]	+11 % ^[4]
LBG	20+ autoa	–100 %	–45 % ^[1]	–0,2 % BAU-skenaario ^[1]
Sähkö	1. auto 2026, Ruotsissa 15+	–100 %	–93 % puutavara ja hake ^[17]	+7–11 % puu ^[17]
eTrailer	0, (markkinoilla)	–5...–15 % puu ^[3]	<i>Ei laskettu</i>	<i>Ei vielä tarkkoja arvioita</i>
Polttokenno	0, (testausvaihe)	–100 %	<i>Ei arviota</i>	+64 % ^[4]
RFNBO	0, (jakeluvelvoite 2028)	–100 %	>70 %	Tuotantokustannus 1 500–3 200 €/t ^[9]
HCT (yli 76 t)	Kokeiluita	–4...–11 % puu ^[14]	<i>Ei laskettu</i>	–8...–12 % puu ^[14]

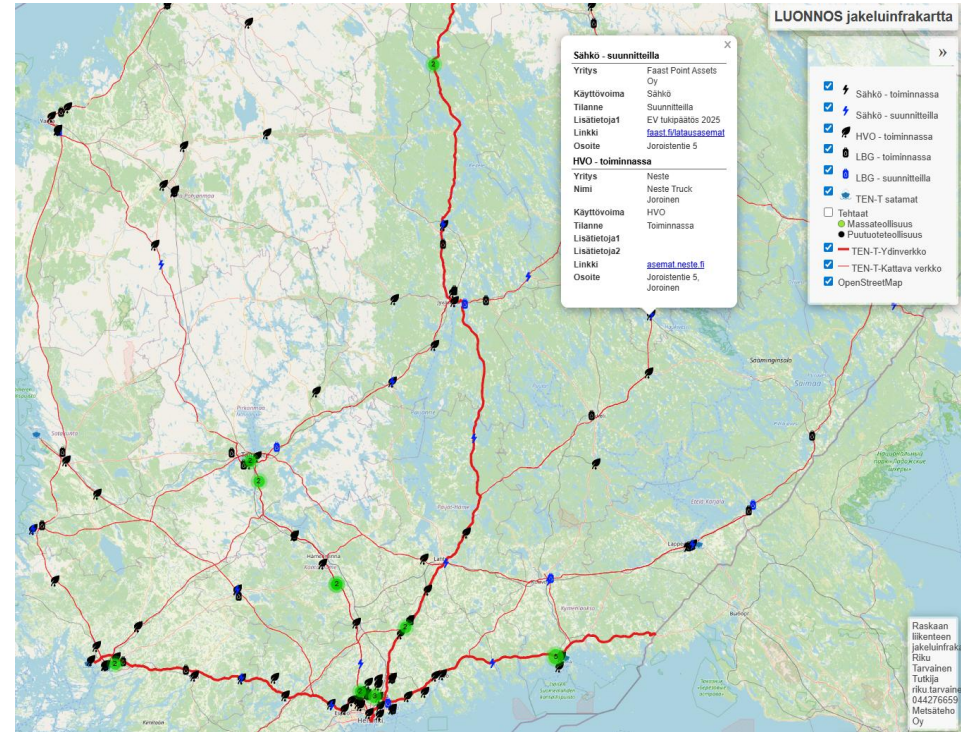
Huom! Vertailuperusteissa ja -vuosissa eroja

*Käytönaikaiset TTW-päästöt / **Käyttövoiman elinkaarenaikaiset WTW-päästöt. Vertailu jakeluvelvoitteen mukaiseen dieseliin

Energiatehokkuustoimet: [Energiatehokkuusopas](#)

Raskaan liikenteen jakeluinfran tilannekuva

- Nykyinen kartta (vain sähkö) ja infosivu
www.metsateho.fi/jakeluinfra
- [Luonnoskartta](#) (julkaisu 4/2026)
- Kehitystarpeita
 - Fintrafficin [asematiedot](#)
 - Teboilin asemat (HVO)?
 - Ajoneuvoyhdistelmien kokorajoitukset (kokonaismassa ja -mitta)
- Päivitys 2 krt/v



Mobiili latausasema (MESS)

- TREE-hankkeen pilotti Ruotsin puukuljetuksissa käynnissä
 - Toteutus Norrbottenissa ja Västerbottenissa, joissa kylmä ilmasto
- Lyhytkestoinen ”tukilataus” pitkillä kuljetusmatkoilla
- Latausasema toimii HVO-dieselillä
- [Linkki](#) tiedotteeseen



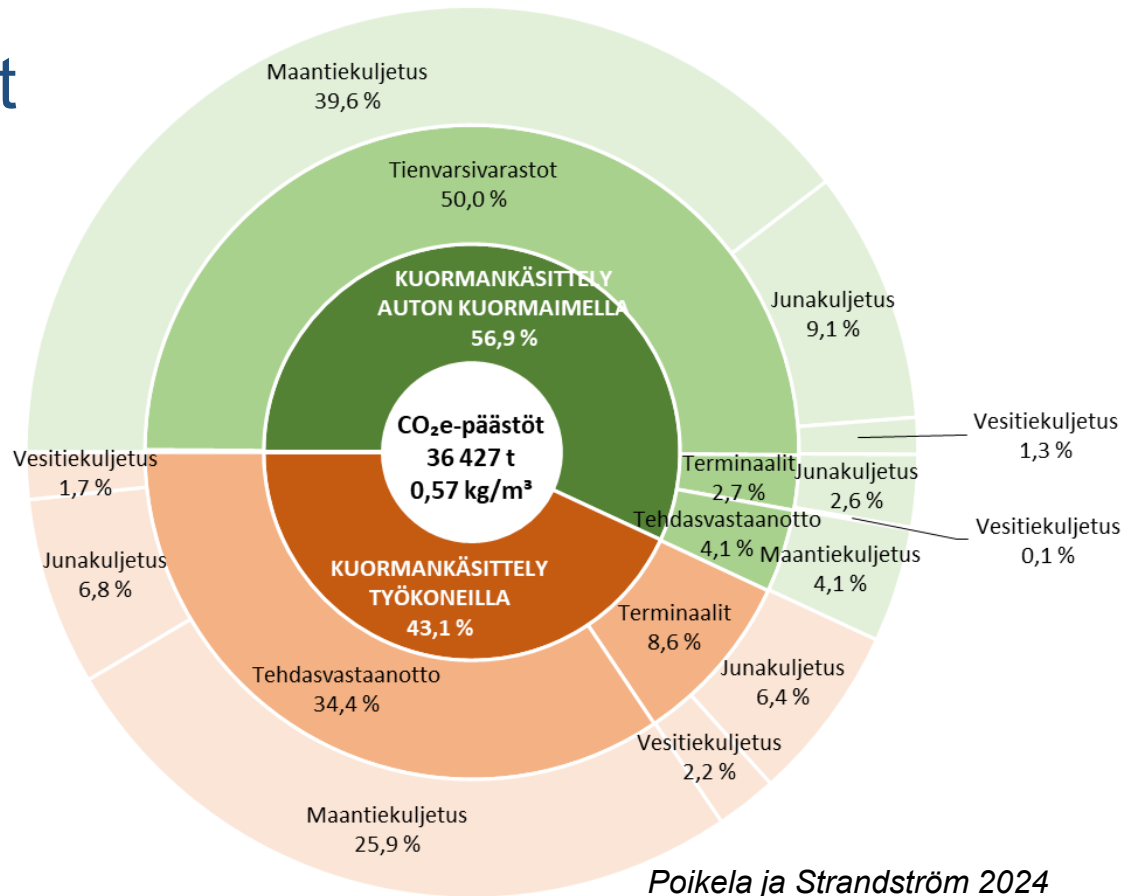
Kuva: Sveaskog

5. Työkoneiden päästövähennyskeinot

Työkoneet kotimaisen puun kuljetusketjuissa

Työkonetyyppi	Yleisimmät käyttöpaikat	Lkm
Materiaalin- käsittelykone	Juna- ja vesikuljetus- terminaalit, tuotantolaitokset	88
Puukurottajat	Tuotantolaitokset	52
Pyöräkuormaajat	Tuotantolaitokset	23
Muut trukit ja kurottajat	Vesikuljetusterminaalit	13
Muut	Vesikuljetusterminaalit	30
YHTEENSÄ		206

Venäläinen ym. 2024



Poikela ja Strandström 2024

Työkonetyyppi	Käyttövoima	Merkkejä	Käyttöesimerkki
Siltanosturi	Sähkö (kaapeli)	Andritz	Metsä Group Kemi
Materiaalinkäs. kone	Sähkö (akku)	Atlas 200MH ACU (21 t), Komatsu PC210E-11	Metsä Group Äänekoski, Stora Enso Uimaharju,
Materiaalinkäs. kone	Sähkö (kaapeli)	Liebherr, Sennebogen 850 E (62–100 t)	
Materiaalinkäs. kone	Sähkö (akku+kaapeli)	Fuchs Terex, Mantsinen	
Materiaalinkäs. kone	Hybridi (sähkö+diesel)	Sennebogen 850 G Hybrid (68,5 t)	
Pyöräkuormaaja	Sähkö	CASE 580 EV, Caterpillar 950 GC prototyyppi (19,7 t), Komatsu LeTourneau, LiuJong 856HE (22 t), Volvo L120H (20 t)	UPM Pietarsaari ja Alholmens Kraft, Stora Enso (ACE-testit)
Pyöräkuormaaja	Metaani	CASE (konsepti)	
Pyöräkuormaaja	Vety	JCB	
Trukki	Sähkö (akku)	Hyster J10-18XD (10–18 t), Kalmar ECG 180 (18 t), Linde (10–18 t)	
Vetomestari	Sähkö	Gaussin, Kalmar Ottawa T2E+ (35–90 t), MAFI	
Satamanosturi	Sähkö	Mantsinen	Hallan sataman puukenttä
Vaihtotyökone	Sähkö	Colmar SL200E, Schöma, Vollert Shunting Robot, Windhoff Tele-Trac	
Vaihtotyökone	Hybridi	Alstom Traxx Shunter, CFD Shunter Series	



Lähteet

1. Huuskonen S, Karjalainen J, Poikela A, Venäläinen P, Riekk K, Helo P, Kauranen P, Tilli A, Kärhä K (2025) Greenhouse gas emissions, energy and cost-efficiencies associated with liquefied biogas-powered heavy-duty timber trucks in industrial roundwood transportation. Journal of Cleaner Production: Volume 521. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2025.146215>
2. Hölsä A (2024) Tutkimus rautateiden liikkuvan kaluston ulottuman laajentamisesta. Julkaisematon kalvosarja. Oulun yliopisto.
3. Kinnunen J (2023) Concept modeling of energy efficiency for heavy-duty trucks with e-axle equipped trailer. Diplomityö Oulun yliopisto. <https://oulurepo oulu.fi/bitstream/handle/10024/42349/nbnfioulu-202307192878.pdf>
4. Levälehto R (2025) Raskaan liikenteen käyttövoimien elinkaarikustannukset ja käyttöpotentiaali Suomessa. Pro gradu Turun yliopisto. https://www.utupub.fi/bitstream/handle/10024/194121/Levalehto_Riku_opinnayte.pdf
5. Ojala K, Rantala J, Kärkinen T, Korkeamaa A, Soivio T (2025) Päästölaskentaohjeistus tieliikenteen kuljetusten päästöjen arvioimiseksi Suomessa – Osa 2: Ohjeraportti. Traficom:n julkaisuja 13/2025. https://traficom.fi/sites/default/files/media/file/Osa2_Ohjeraportti_1.pdf
6. Ojala T, Hokkanen E, Honkasalo N (2024) Kansallinen liikenteen vaihtoehtojen käyttövoimien jakeluinfraohjelma. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 2024: 10. https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/165917/LVM_2024_10.pdf
7. Pitkänen J-P, Iikkanen S, Karhu A, Sirkiä A, Rinta-Piirto J, Karttunen V, Kukkonen V, Koskinen T (2025) Pitkät tavarajunat Suomen rataverkolla: Pitkien tavarajunien nykytilanne ja tulevaisuuden näkymät. Väyläviraston julkaisuja 11/2025. <https://www.doria.fi/handle/10024/190724>
8. Poikela A, Strandström M (2024) Ainespuun korjuun ja kaukokuljetuksen suorat CO₂-päästöt ja energiankulutus 2022. <https://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/Tuloskalvosarja-2024-5-paastoselvitys.pdf>
9. Sipilä E, Lottonen J (2024) Selvitys hallitusohjelman uusiutuvien polttoaineiden jakeluvaikeuksia koskevien kirjausten vaikutuksista ja RED III -direktiivin kansallisesta toimeenpanosta. Työ- ja elinkeinoministeriö. VN/26504/2023. https://valtioneuvosto.fi/documents/1410877/196402993/Jakeluvaikeus selvitys HO REDIII 12022024_AFRY.pdf

10. Strandström M (2023) Puunkorjuu ja kaukokuljetus vuonna 2022. Metsätehon tulosalvosarja 12/2023. <https://www.metsateho.fi/puunkorjuu-ja-kaukokuljetus-vuonna-2022/>
11. Strandström M (2025) Puunkorjuu ja kaukokuljetus vuonna 2024. Metsätehon tulosalvosarja 9/2025. <https://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/Tulosalvosarja-9-2025-Puunkorjuu-ja-kaukokuljetus-vuonna-2024.pdf>
12. STT (2024) Uusiutuvalle dieselillä kohti kestävämpää rautatielogistiikkaa – VR ja UPM Plywood yhteistyössä liikenteen päästöjen vähentämiseksi. Tiedote 19.4.2024. <https://www.sttinfo.fi/tiedote/70143471/uusiutuvalle-dieselilla-kohti-kestavampaa-rautatielogistiikkaa-vr-ja-upm-plywood-yhteistyossa-liikenteen-paastojen-vahentamiseksi>
13. Tikka K-L, Kankaanpää L, Halminen A, Marttinen I, Korkeamaa A (2024) Raideliikenteen vaihtoehtoiset käyttövoimat. Väyläviraston julkaisu 48/2024. https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/189112/vj_2024-48_978-952-405-192-7.pdf
14. Venäläinen P, Poikela A (2024) Puutavara- ja hakeajoneuvojen massojen noston vaikutukset. Metsätehon raportti 270. (Aiheen 4. väliraportti). <https://www.metsateho.fi/puutavara-ja-hakeajoneuvojen-massojen-noston-vaikutukset-2/>
15. Venäläinen P, Strandström M, Poikela A (2023) Puun korjuun ja kuljetusten päästöjen nykytila ja vähennyskeinot – 2. Päivitys. Liiteraportti 3: Keinokortit. https://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/Liite-3_Paastovahennyskeinot.pdf
16. Venäläinen P, Strandström M, Poikela A (2024) Puun korjuun 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>
17. Venäläinen P, Poikela A, Porttikivi A, Tarvainen R (2025) Metsäyhtiöiden autokuljetusten sähköistäminen (MESI) – Loppuraportti. Metsätehon raportti 275. <https://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/Raportti-275.pdf>
18. Venäläinen P, Tarvainen R, Räsänen T (2025) Puun sisävesikuljetusten lastaus- ja uittopaikat. Metsätehon tulosalvosarja 1/2025. <https://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/ACE-Puun-sisavesikuljetusten-lastauspaikat.pdf>
19. Väylävirasto (2023) Rataverkon kokonaiskuva. Väyläviraston julkaisu 80/2023. https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/188173/vj_2023_80_978-952-405-124-8.pdf





KIITOS