

Puutavara- ja hakeajoneuvojen massojen noston vaikutukset

Yhteenveto

Metsätehon tulokalvosarja 12/2025

Pirjo Venäläinen & Asko Poikela

Tiivistelmä

- Kalvosarja tiivistää kesällä 2024 käytettävissä olleet tutkimustulokset vaikutuksista, kun puutavara- ja hakeyhdistelmien kokonaismassa nostetaan yli 76 tonniin. Pääosa tutkimusaineistosta on kerätty HCT-kokeiluissa mukana olleista ajoneuvoyhdistelmistä, joiden kokonaismassa on 84–104 tonnia.
 - Yksityiskohtaisempi yhteenveto tutkimuksista löytyy Metsätehon raportista Venäläinen ja Poikela 2024.
 - Tuloksia HCT-tutkimuksista on koottu myös sivulle www.metsateho.fi/hct.
- HCT-yhdistelmät vähentäisivät vuosittain jopa
 - 84 000–206 000 puutavara- ja 36 000–130 000 hakekuormaa
 - 2–44 milj. € puutavaran kuljetuskustannuksia (parhaimmillaan 8–12 % per m³ 100–300 km:n kuljetusmatkalla)
 - 3–8 mil. litraa puutavarakuljetusten polttoaineen kulutusta (kulutuksen ja CO₂-päästöjen vähentyminen 4–11% per tuoretonni 100–300 km:n kuljetusmatkalla)
- Tierasitustutkimusten mukaan suuretkaan HCT-yhdistelmät eivät lisää paksupäällysteisten teiden uraantumista. Ohutpäällysteisistä teistä paksuimmilla tierasitus ei kasvane varsinkaan kantavalla pohjamaalla. Tierasitusten vertailemiseksi on valmistunut myös laskentamalli.
- Ensimmäisen siltarasitustutkimuksen mukaan HCT-yhdistelmät lisäävät rasitusta suurimmillaan yli 10 %. Useimmilla 84-tonnisilla ja lyhyillä silloilla rasitusero jää tätä selvästi pienemmäksi. Ko. tutkimus perustui vain laskelmiin, ja vuonna 2025 valmistuu siltojen koekuormitustutkimus.
- HCT-yhdistelmien ei ole tutkimuksissa havaittu tuovan merkittäviä eroja liikenneturvallisuuteen.

Sisältö

- 
1. HCT-yhdistelmät
 2. Polttoaineen kulutus ja päästöt
 3. Kuljetus-/kustannustehokkuus
 4. Liikenneturvallisuus
 5. Tie- ja siltarasitus
 6. HCT-käytävät ja -terminaalit
 7. Kuljettajatarve

1. HCT-yhdistelmät

- HCT (High Capacity Transport)
 - Yli 76-tonnisia ajoneuvoyhdistelmiä (massarajoituksen nosto viimeksi vuonna 2013)
 - Yli 25,25-metrisiä (mittarajoituksen nosto 34,50 metriin tammikuussa 2019)
 - Yli 76-tonniset ajavat poikkeusluvalla määrätyillä reiteillä
<https://www.traficom.fi/fi/liikenne/tieliikenne/pidemmat-ja-raskaammat-hct-rekat>
 - Osallistuvat HCT-tutkimukseen
 - Puutavara- ja hakeyhdistelmien kokeiluita vuodesta on ollut käynnissä vuodesta 2014 lähtien (yhdistelmät kalvoissa 5–6). Osa kokeiluista on jo päättynyt.
- Ajoneuvoja koskeva lainsäädäntö
 - Tieliikennelaki 729/2018 (114–117a§)
 - Finlex <https://www.finlex.fi/fi/lainsaadanto/2018/729>
 - Lisäksi Traficom in täydentävät määräykset
 - Massojen noston valmistelutilanne on auki.

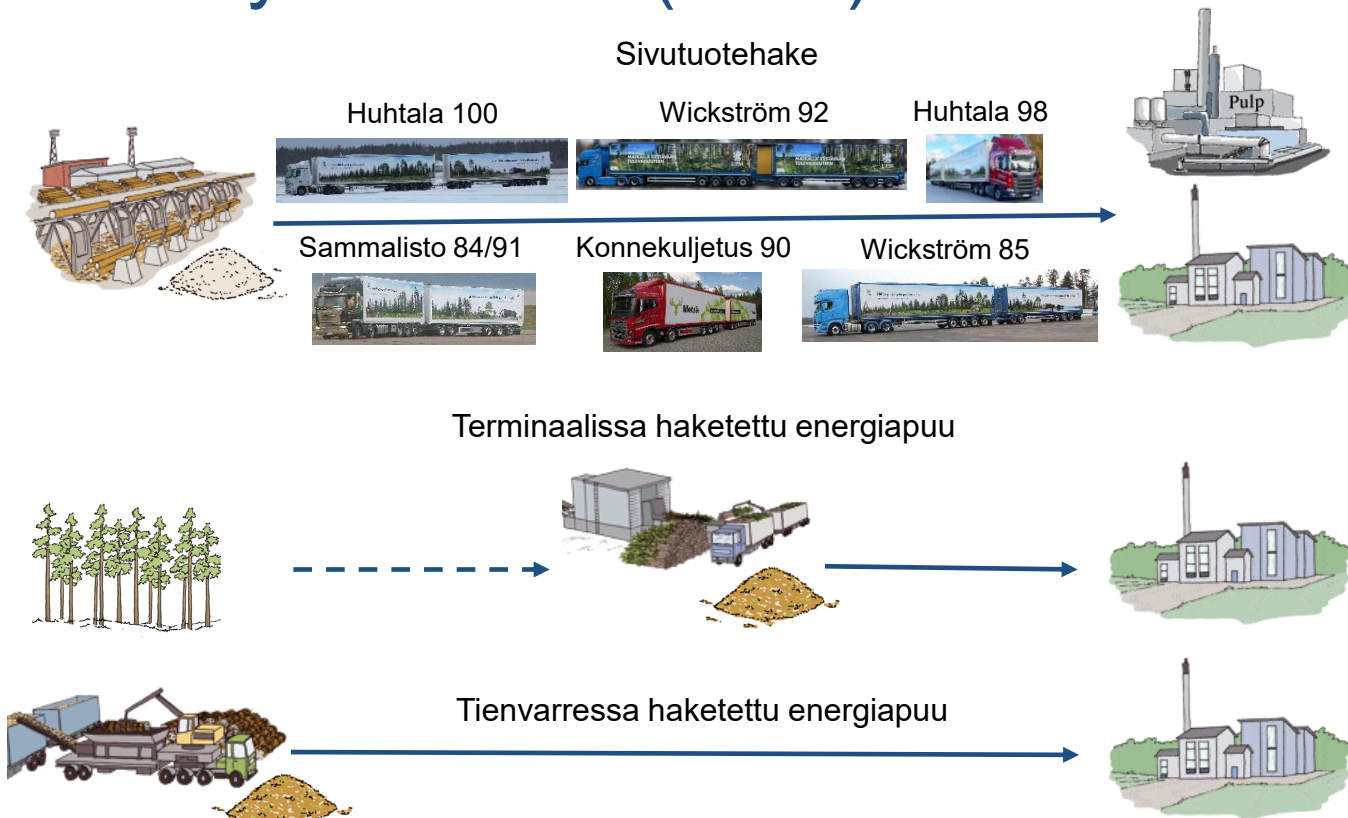


HCT-puutavarayhdistelmät (>76 t)



Valokuvat: Jouko Peltoniemi Oy, Karl Malmstedt Oy, Metsähallitus Metsätalous Oy, Metsä Group, Metsäteho Oy, Orpe Kuljetus Oy

HCT-hakeyhdistelmät (>76 t)



Valokuvat: Metsä Group, Metsäteho Oy, Koneurakointi Aki Sammalisto Oy, Kuljetusliike Kalevi Huhtala Oy, Kuljetusliike Wickström Oy

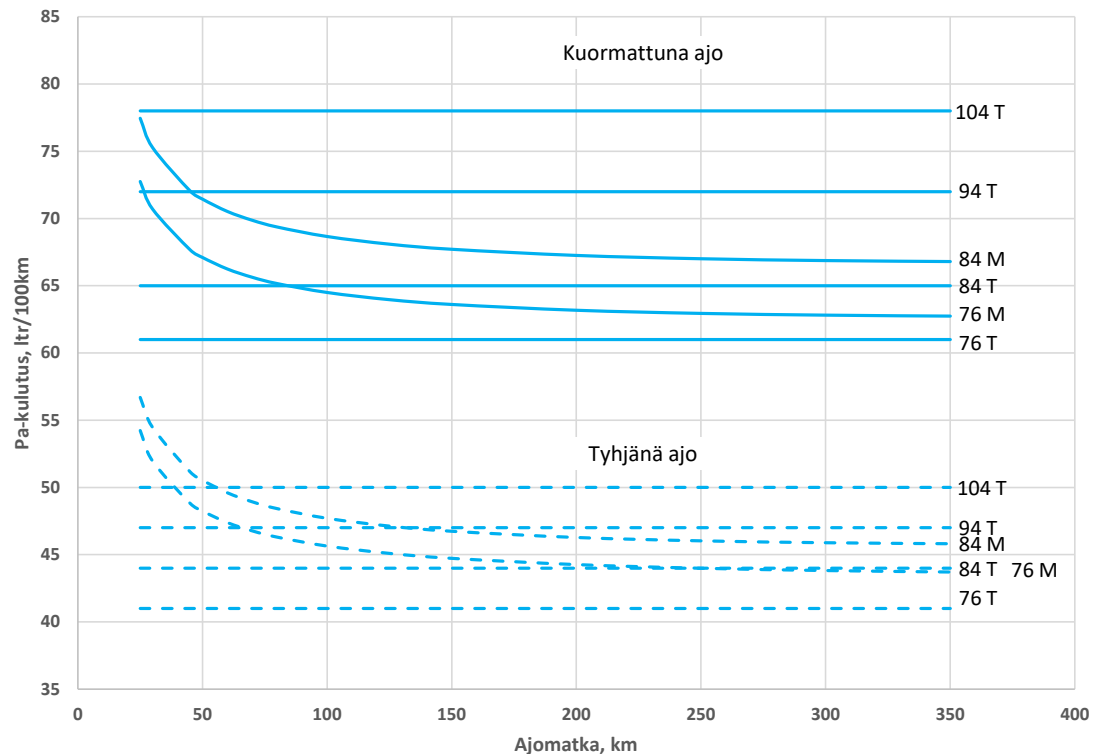
Soveltuvimmat HCT-yhdistelmät

- Metsäteho Oy:n haastattelututkimus (Venäläinen ja Poikela 2021)
 - Kuljetus- ja metsäyhtiöt
 - Auto-, perävaunu- ja vetolaitevalmistajat
- Haastateltujen kokemukset HCT-yhdistelmistä ja näkemykset parhaiksi koetuista ratkaisuista
 - HCT-yhdistelmissä tulee olla valinnanvaraa mm. painoluokkien osalta (yrittäjän toiminta-alueen kannalta toimivin ratkaisu).
 - Haastateltujen näkemykset erosivatkin sen suhteen, minkä kokoisia HCT-yhdistelmiä pidettiin toimivimpina.
 - Haastatellut olivat pääosin tyytyväisiä niihin HCT-yhdistelmiin, joista niillä oli omaa kokemusta. Lisäksi ehdotettiin joitakin kokoluokkia, joita ei ole ollut kokeiluissa mukana.
 - HCT-yhdistelmien tehokasta hyödyntämistä tukisi uudenlaisten toimintamallien käyttöönotto (mm. meno-paluukuljetusten ja erillisterminaalien nykyistä laajempi hyödyntäminen).

2. Polttoaineen kulutus ja päästöt

- Metsätehon polttoaineen kulutustutkimuksessa (puutavarayhdistelmien osalta Venäläinen ja Poikela 2024) on kerätty kulutustietoja HCT-yhdistelmistä ja niiden verrokkiyhdistelmistä ottaen huomioon mm.
 - reittityypin (kuljetus metsästä/terminaalista)
 - vuodenajan
 - kuorman painon
 - yhdistelmän ominaisuudet ja
 - kuljetusmatkan pituuden.
- Kulutusfunktioissa on painotettu uusimmista yhdistelmistä kerättyä tietoa sekä hyödynnetty muuta polttoaineen kulutustutkimusta. Kalvossa 9 esitetyt funktiot eivät kuvaa yksittäisen yhdistelmän kulutusta, vaan ne pyrkivät yleistämään kulutuksen kehitystä kokoluokan kasvun mukaan.
 - Metsäautot (M) liikennöivät metsien tienvarsivarastoista lähtien. Terminaaliautot (T) liikennöivät terminaalien, satamien ja tuotantolaitosten välillä.
- HCT-yhdistelmät vähentävät polttoaineen kulutusta ja siten CO₂-päästöjä 7–11 %, kun kulutus lasketaan kuljetettua hyötykuormaa kohden (kalvo 10).
- Juntusen (2023) tutkimuksen mukaan HCT-yhdistelmät ovat kustannustehokas keino vähentää päästöjä ainespuun autokuljetuksissa.

Polttoaineen kulutusfunktiot (puutavarayhd.)



Venäläinen ja Poikela 2024



Polttoaineen kulutuksen säästö

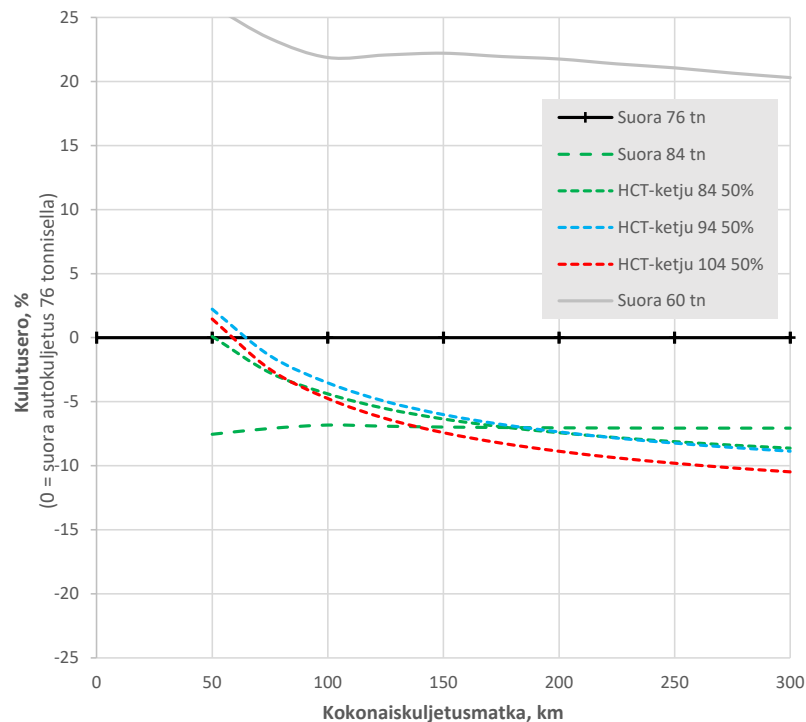
**Ero 76-tonniseen
100–300 km:n kuljetusmatka,
per tuoretonni**

Paino t	Ero %
84M	-6,8...-7,1 %
84T ^{50 %}	-4,4...-8,6 %
94T ^{50 %}	-3,5...-8,9 %
104T ^{50 %}	-4,7...-10,5 %

M=metsäauto, T=terminaaliauto

Terminaalivaihe: 0 %: kuorma valmiiksi lastattu perävaunuun ja jalkalavalle, 50 %: puolet yhdistelmän kuormasta valmiiksi lastattu, 100 %: HCT-yhdistelmä kuormataan kokonaan maasta
Laskelmiin on oletettu paluukuljetus tyhjällä kuormalla.

Puutavarayhdistelmät (metsä + HCT-ketju)

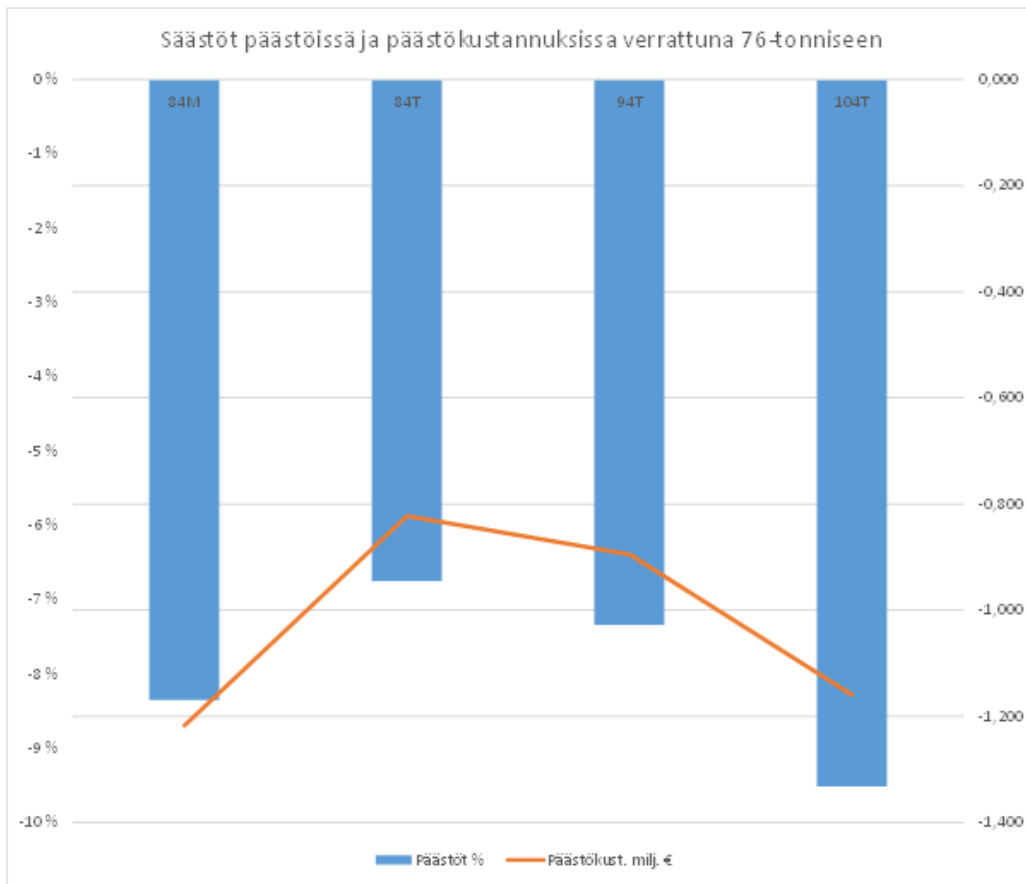


Venäläinen ja Poikela 2024



Päästötavoitteet

- Keskipitkän aikavälin ilmastopolitiikan suunnitelman (Ympäristöministeriö 2022) tavoite
 - Liikenteen päästöjen vähentäminen **50 %:lla** vuoteen 2030 mennessä verrattuna vuoden 2005 tilanteeseen.
- Kuvassa HCT-yhdistelmien vaikutus päästöjen vähentymiseen, kun on otettu huomioon vain
 - yhdistelmien koko
 - kuljetusvolyymi vuonna 2021.

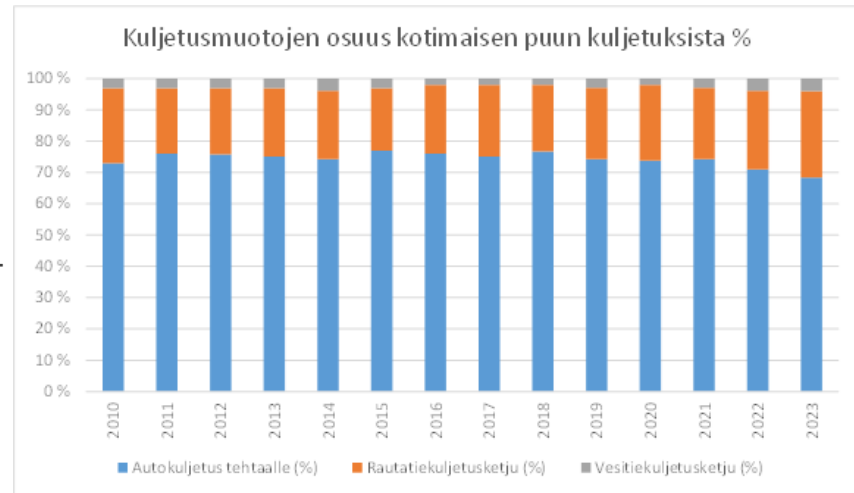


Venäläinen ja Poikela 2024



Vaikutus rautatiekuljetusten käyttöön

- Mallinnus (Lapp ja Iikkanen 2017, Lapp ym. 2022) 84-tonnisten raakapuuyhdistelmien vaikutuksista
 - HCT vähentäisi rautatiekuljetuksia varsinkin yhteysväleillä, joilla ei suoraa ratayhteyttä.
 - Arvioitu vähennys puutavarakuljetuksissa on 5–7% HCT-yhdistelmien käyttöalueen laajuudesta riippuen.
 - Siirtymäpotentiaalia pienentänee rautatiekuljetusten oman kilpailukyvyn parantuminen.
 - Selvityksissä ei tuotu esille HCT-yhdistelmien roolia raakapuun junakuljetusten alkukuljetuksissa.
- Massojen korotus 2013 ei ole tuonut muutosta rautatiekuljetusten osuuteen.



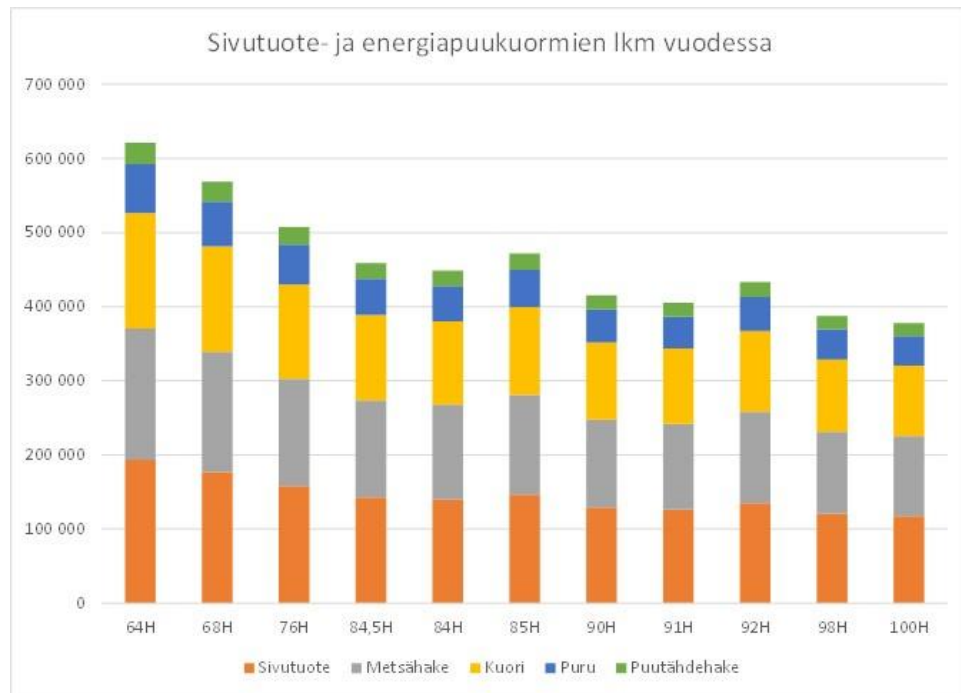
% kuljetetuista kuutioista

Metsäteho Oy lähteessä Luonnonvarakeskus 2024

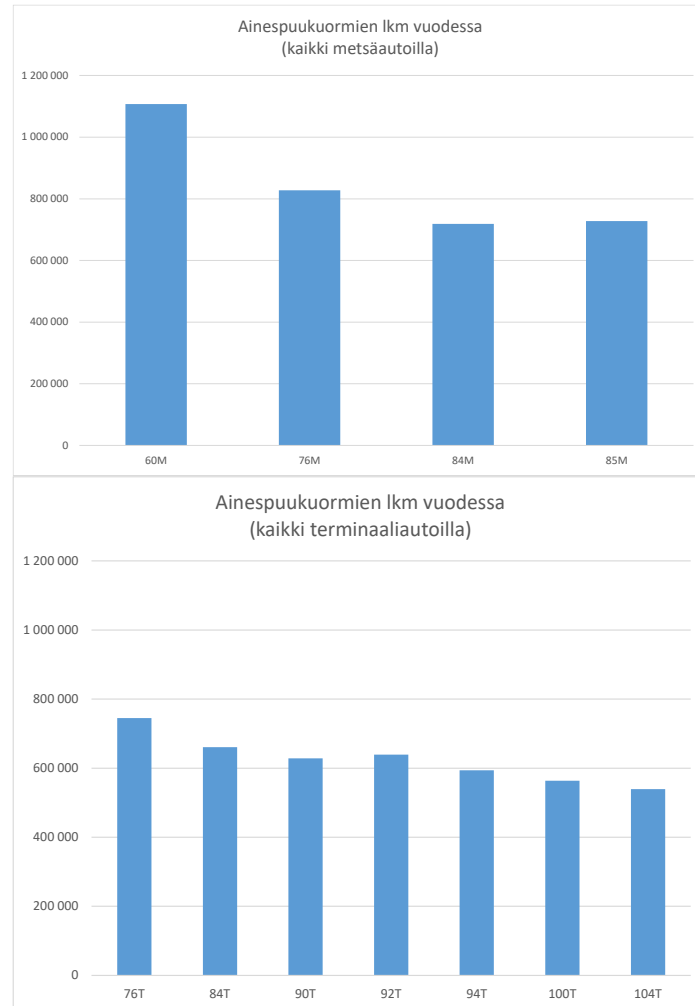
3. Kuljetus-/kustannustehokkuus

- HCT-yhdistelmät vähentäisivät vuosittain jopa 84 000–206 000 puutavara- ja 36 000–130 000 hakekuormaa 76-tonnisiin yhdistelmiin verrattuna (kalvo 14).
 - Kuormamäärän pieneminen vähentää mm. liikenneonnettomuusriskiä.
- Puutavaran osalta kuljetuskustannukset vähentyisivät 2–44 milj. € vuodessa (parhaimmillaan 7,5–11,9 % per m³ 100–300 km:n kuljetusmatkalla) (kalvo 15).
 - Vertailuissa on otettava huomioon, että suurimpien HCT-yhdistelmien hyödyntäminen edellyttää uudenlaisia logistisia toimintamalleja, joiden hyötyjä ja lisäkustannuksia ei ole kaikin osin arvioitu.
 - Metsästä 76-tonnisella yhdistelmällä kuljetettu puu voidaan jättää terminaaliin perävaunuun ja jalkalavoille (ks. kalvo 16), jolloin kuorma voidaan nopeasti siirtää isompaan HCT-yhdistelmään ilman puun välikuormausta maahan.

Kuormien määrä



Venäläinen ja Poikela 2024



Säästö kuljetuskustannuksissa

**Ero 76-tonniseen
100–300 km:n kuljetusmatka,
per m³**

Paino t	Ero %
84M	-7,7...-8,5 %
84T ^{50 %}	+3,5...-7,5 %
94T ^{50 %}	+2,4...-8,6 %
104T ^{50 %}	0...-11,9 %

M=metsäauto, T=terminaaliauto

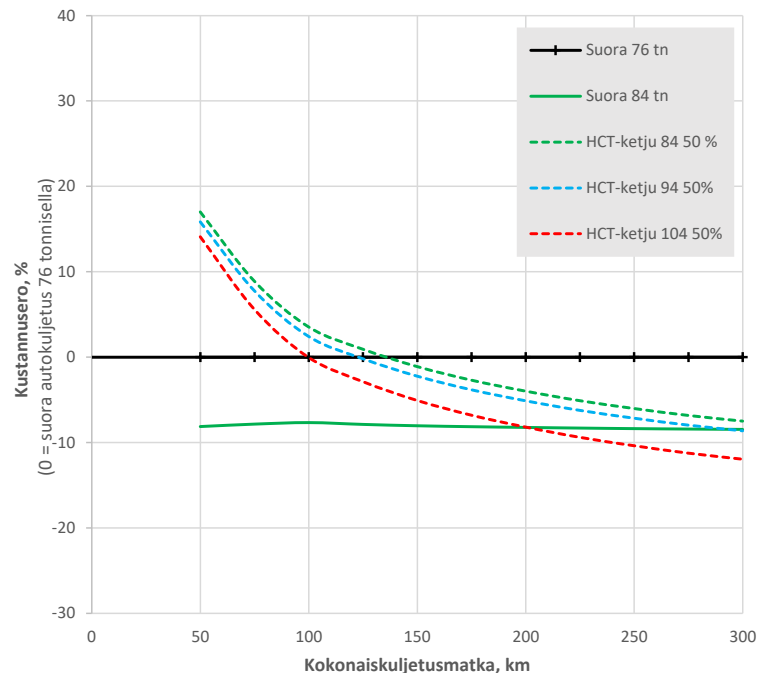
Terminaalivaihe: 0 %: kuorma valmiiksi lastattu perävaunuun ja jalkalavalle, 50 %: puolet yhdistelmän kuormasta valmiiksi lastattu,

100 %: HCT-yhdistelmä kuormataan kokonaan maasta

Terminaalivaiheen hyötyjä tai meno-paluukuljetuksia ei ole huomioitu



Puutavara (metsä + HCT-ketju)



Jalkalavojen hyödyntäminen HCT-terminaalissa



*Hannosen HCT-yhdistelmä
(Kuva: Metsä Group)*



*Moilaspoikien HCT-yhdistelmä
(Kuva: Metsähallitus Metsätalous Oy)*

4. Liikenneturvallisuus

- Ajoneuvojen pidentämiseen liittyvä liikenneturvallisuustutkimus
 - Oulun yliopisto tutki varsinkin ajoneuvojen stabiliteettia ja kääntyvyyttä (Haataja ym. 2018; Pirnes ym. 2018; Tuutijärvi ym. 2018; Strandström 2019).
 - Aalto-yliopisto tutki mm. ajonopeuksia, ohituksia ja muun liikenteen jonoutumista (Heinonen 2017).
- Ajoneuvojen massojen nostoon liittyvä liikenneturvallisuustutkimus
 - Oulun yliopisto tutki yhdistelmien jarrutusmatkoja ja -stabiliteettia, yhdistelmien luistoa ja kiihtyvyyttä sekä vetoaisoihin kohdistuvia voimia (Pirnes ym. 2018).
 - Tähän mennessä tehdyissä tutkimuksissa ei ole havaittu HCT-yhdistelmissä merkittäviä eroja nykyisiin yhdistelmiin nähden.
- Yli 25,25-metrisiin yhdistelmiin liittyvät uudet vaatimukset on esitetty tieliikennelaissa sekä Traficomien määräyksissä koskien autojen, perävaunujen ja ajoneuvoyhdistelmien teknisiä vaatimuksia.



5. Tie- ja siltarasitus

MENETELMÄ	TIERASITUSTUTKIMUS (HCT vs. 76 t)		
	Paksupäällysteiset maantiet	Ohutpäällysteiset maantiet	Soratiet
Kenttäkoe	Ei merkittäviä eroja urautumisvaikutuksissa ^{1, 4}	Erot urautumisvaikutuksissa vaihtelevat päällysteen paksuuden ja pohjamaan ominaisuuksien mukaan ^{1, 2, 3, 4}	Osin ristiriitaisia tuloksia ^{2, 4}
Mallinnus (staattinen)	na	Kummallakin yhdistelmällä yksittäiset korkeat akselimassat nostavat kuormitusta. ⁶ Jatkotutkimus käynnissä.	na
	Winter Premium -konsepti ⁵ Talviaikana tien kantavuus kasvaa moninkertaiseksi kesäaikaan verrattuna.		

1=Vuorimies ym. 2018 2=Vuorimies ym. 2019 3=Vuorimies ym. 2023 4=Pekkala 2018 5=Niskanen ym. 2024 6=Isometsä 2024
 HCT-yhdistelmien tievaikutustutkimusten ja haastatteluiden tuloksia on koottu myös selvitykseen Knuuti ja Sirvio 2024.



Keinoja vaikuttaa tierasitukseen

(Venäläinen ja Poikela 2024)

- Olosuhteiden mukaan dynaamisesti vaihtuvat tien painorajoitukset
 - Tien runkojen ollessa jäässä, varsinkin Pohjois-Suomessa (OY:n ja IL:n Winter Premium -hanke)
- Yksityisteiden sorateiden kuljetuskelpoisuusluokitus kuljetusten ajoitusten suunnitteluun (mm. Solonen ym. 2024).
- HCT-käytävät ja -terminaalit (ks. kohta 6)
- Rengaspaineiden säätöjärjestelmät (Central Tire Inflation System, CTI)
- Keskipyöräperävaunu (ks. kuva)



AT Wheels

Siltarasitus

- Siltojen kestävyys HCT-yhdistelmien kannalta riippuu (Sauna-aho ym. 2018, Kalliovalkama 2022)
 - sillan jännepituudesta ja poikkileikkausmitoista
 - yhdistelmien ominaisuuksista (kokonaismassa ja -pituus, akseleiden ja akseliryhmien välinen etäisyys ja massa, painavimpien akseleiden sijoittuminen yhdistelmässä).
- TAU:n kotelopalkkisiltojen laskennallisessa rasiututkimuksessa (Kalliovalkama 2022)
 - Useissa tapauksissa HCT-yhdistelmät kasvattivat rasiutusta yli 10 %:lla 76-tonnisiin verrattuna.
 - Erot olivat hyvin pienet joillakin 84-tonnisilla ja lyhyillä silloilla.
 - Laskennallisista tutkimusta on tarpeen täydentää koekuormituksilla (mm. mahdollisten jälkijännitysten huomioon ottaminen).
- Siltarasitusta voidaan vähentää mm. rajoittamalla samanaikaisten ajoneuvojen määrää sillalla.

Laskennallinen ero HCT-yhdistelmien ja AA13/76:n mukaisen kuormakaavion aiheuttamissa siltarasituksissa vääntömomentin osalta (Kalliovalkama 2022)

	Vääntömom max		Vääntömom min	
	Pitkä silta	Lyhyt silta	Pitkä silta	Lyhyt silta
T100	17,1 %	2,4 %	9,1 %	-10,6 %
H100	12,4 %	-4,4 %	1,7 %	2,9 %
T92	10,9 %	-1,4 %	0,3 %	-5,9 %
H91	18,4 %	9,0 %	11,6 %	8,1 %
T90	13,3 %	1,0 %	8,9 %	6,6 %
H90	14,2 %	-0,1 %	8,9 %	6,0 %
M85	9,2 %	-2,7 %	4,2 %	1,5 %
M84C	7,0 %	3,7 %	3,9 %	2,5 %
M84D	8,5 %	5,3 %	5,3 %	3,9 %
H84	4,6 %	-0,1 %	0,0 %	-1,9 %
T84	4,0 %	-5,9 %	3,8 %	2,5 %

6. HCT-käytävät ja -terminaalit

- HCT-käytävien avulla liikennöinti voidaan keskittää yhteyksille, joissa hyödyt HCT-yhdistelmistä ovat mahdollisimman suuret ja haitat mahdollisimman pienet.
- Toimintamallit painorajoitetuilla silloilla
 - HCT-yhdistelmien kuormien siirtokuormaus tai moduulien uudelleenjärjestelyt
 - kiertotiet
 - HCT-kuljetusvirtojen suuntaaminen silloista poispäin.

HCT-käytävien osat

1. Merkittävät aines- tai energiapuun käyttökohteet
2. Merkittävät aines- ja energiapuun käyttökohteiden ulkopuoliset terminaalit
 - Rautatie-, vesi- ja tiekuljetusterminaalit
3. Kotimaisen puun hankinta-alueiden keskeiset kuljetusyhteydet käyttökohteisiin
4. Osakäytävät
 - Kuitupuukuljetukset terminaalista käyttökohteeseen
 - Tukkipuukuljetukset terminaalista käyttökohteeseen
 - Sivutuotepuukuljetukset sahoilta käyttökohteeseen
 - Energiapuukuljetukset terminaalista käyttökohteeseen
 - Täydentävät käytävät: esim. tehtaiden ja terminaalien väliset vaihdot (mepa)
5. Tieinfrastruktuurin taso
 - Lähtökohtana valta- ja kantatiet & pistot katuverkkoon
 - Tarvittaessa myös alemman tieverkon yhteys voi muodostaa osan HCT-käytävää
 - varsinkin jos yhteys välttää merkittävän lisämatkan ylempää tieverkkoa pitkin tai alueella ei ole rautatieyhteyttä.
 - heikosti kantavien sorateiden osalta käyttö voidaan rajata routakausiin
 - 84-tonnisten osalta nykyisin 76-tonnisille sallittu tieverkko
 - Suurten erikoiskuljetusten tieverkko
 - *Käynnissä oleva tie- ja siltarastitutkimus tulee tarkentamaan tätä kriteeriä*

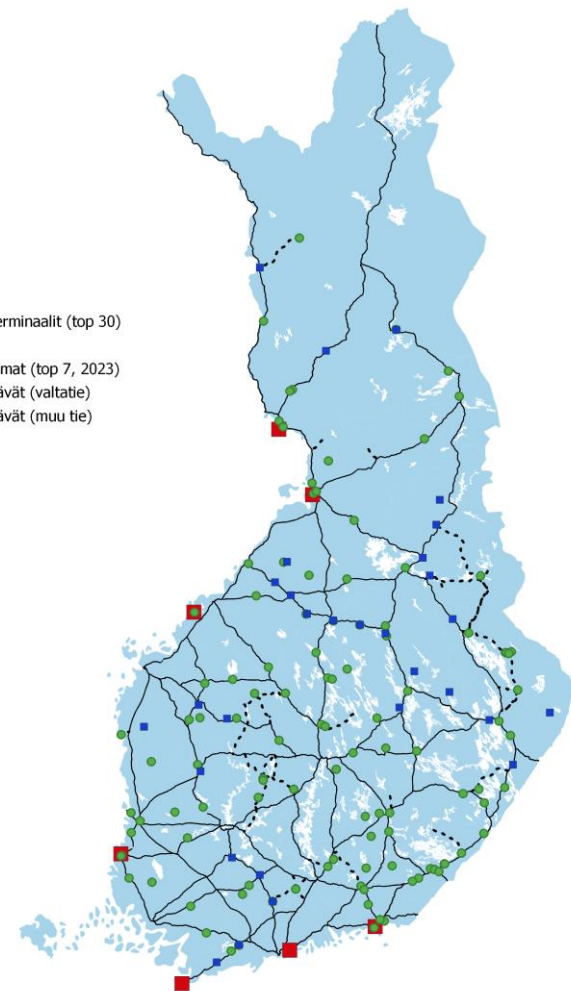
Venäläinen 2017



Metsäsektorin ehdotukset HCT-käytäviksi

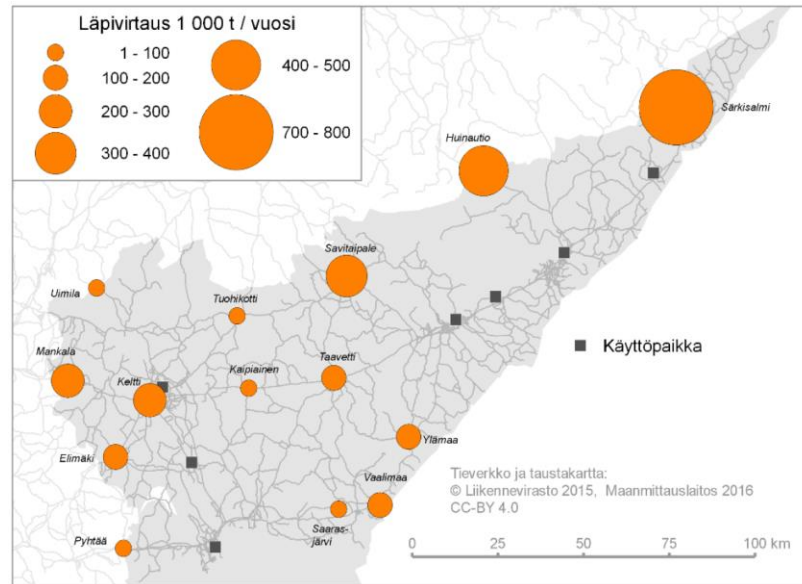
- Metsäteollisuus ry:n jäsenkyselyssä ja Metsäteho Oy:n osakaskyselyssä metsäyhtiöt ovat alustavasti tunnistaneet tarpeita HCT-yhdistelmien kuljetuskäytäviksi (kuva).
- Lisäksi käytäviä olisi mahdollisuus ulottaa metsäyhtiöiden omille yksityisteille, jotka ovat suoraan yhteydessä valtion tieverkkoon.
- HCT-reittiehdotuksia ei ole verrattu ko. yhteyksien tie- ja siltainfrastruktuurin tasoon (tarkat kantavuustiedot eivät ole julkisia).

Venäläinen ja Poikela 2024



HCT-terminaalit

- Tarvittaessa puun siirto metsäautosta HCT-yhdistelmään
 - varsinaisessa tiekuljetusterminalissa
 - kuormauspaikassa, jossa joko
 - lyhytaikainen valmiiksi kuormatun perävaunun tai jalkalavan säilytys
 - puun lyhyt- tai pitkäaikaista varastointia tai
 - kaksi yhdistelmää mahtuu yhtä aikaa siirtokuormauksen ajaksi.
- LUT-yliopiston simulointimallinnuksissa haettiin optimaalisia sijainteja puutavaran HCT-terminalleille (Korpinen ja Aalto 2017; Lappeenrannan teknillinen yliopisto 2017).



Korpinen ja Aalto 2017

7. Kuljettajatarve

- Puutavarakuljetuksissa uusien kuljettajien tarve ylittää alalle valmistuvien määrän, vaikka kuljettajien kokonaistarve ei kasvaisikaan (Strandström ja Poikela 2020).
 - Vuonna 2018 uusia puutavara-auton kuljettajia valmistui vajaat 100, kun arvio uusien kuljettajien tarpeelle vuonna 2025 oli vähintään 300.
- Terminaaleihin perustuva toimintamalli
 - Lisää joustavuutta kuljettajaresurssien käytössä
 - Terminaalien väliseen ajoon ei tarvitse kokemusta metsäpään kuljetuksesta.

Lähteet

Haataja M, Niskanen P, Pirmes V, Tuutijärvi M-T, Pekkala V, Erkkilä I, Vähätaini K (2018) HCT-puutavarayhdistelmien ajoseuranta- ja stabiliteettitutkimus 2015–2018. Kalvosarja 21.3.2018.

Heinonen T (2017) High Capacity Transport -ajoneuvoyhdistelmien vaikutukset liikennevirtaan. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 48/2017. <https://www.doria.fi/handle/10024/144005>

Isometsä J (2024) Raskaan liikenteen kuormitusvasteiden mallintaminen. Diplomityö, Tampereen yliopisto, Rakennetun ympäristön tiedekunta. <https://trepo.tuni.fi/bitstream/handle/10024/155139/IsometsaJukka.pdf>

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

Kalliovalkama R (2022) Teräsbetonisen kotelopoikkileikkauksen toiminta ja HCT-yhdistelmien vaikutukset rasiin. Diplomityö, Tampereen yliopisto. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:tuni-202208166427>

Knuuti M, Sirvio K (2024) T-OMHA / Kirjallisuusselvitys HCT-rekkojen vaikutuksesta tiestön kuntoon. Väyläviraston julkaisu 37/2024. https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/189137/VJ_37-2024_978-952-405-177-4.pdf

Korpinen O-J, Aalto M (2017) Optimoitu puuterminaliverkosto. Teoksessa: Venäläinen P, Aalto M, Heljanko E, Hilmola O-P, Korpinen O-J, Ovaskainen H, Pesonen M, Poikela A. Terminaalitoiminnot energiatehokkaassa puutavaralogistiikassa - T3 Uudet terminaalikonseptit ja -verkostot. Metsätehon raportti 242. http://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/Raportti_242_Terminaalitoiminnot_energiatohokassa_puutavaralogistiikassa_T3.pdf

Lapp T, Ilikkanen P (2017) HCT-ajoneuvojen liikennejärjestelmävaikutukset. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 57/2017. <https://www.doria.fi/handle/10024/147575>

Lapp T, Ilikkanen P, Weckström C, Mäkinen S (2022) Rataverkon raakapuun kuormauspaikkaverkon tilanne ja tulevaisuuskuva. Väyläviraston julkaisu 29/2022. <https://www.doria.fi/handle/10024/185109>



Lappeenrannan teknillinen yliopisto (2017) Puutavaran terminaalipaikkojen simulointi Itä-Suomen alueelle. <https://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/Liite-6-Tutkimusraportti-Puutavaran-terminaalipaikkojen-simulointi-I-S-alueelle.pdf>

Luonnonvarakeskus (2024) Teollisuuspuun kaukokuljetustavat ja keskikuljetusmatkat. Tilasto. http://statdb.luke.fi/PXWeb/pxweb/fi/LUKE/LUKE_04%20Metsa_08%20Muut_Teollisuuspuun%20korjuu%20ja%20kaukokuljetus/05.11_Teollisuuspuun_kaukokuljetustavat_kesk.px/?rxid=001bc7da-70f4-47c4-a6c2-c9100d8b50db. Viitattu 2.7.2024

Niskanen P, Pirnes V, Pekkala V, Rasi-Koskinen H, Tuutijärvi M-T, Jokinen K, Sukuvaara T, Karsisto V, Mäenpää K (2024) Winter Premium – Loppuraportti. Raportti n:o 13. Oulun yliopisto, Konetekniikka. <https://oulurepo oulu.fi/bitstream/handle/10024/48305/nbnfioulu-202403152264.pdf>

Pekkala V (2018) Tien rasitukset tieverkossa HCT- ja muiden puunkuljetusyhdistelmien vaikutusten vertailu. Loppuraportti 15.8.2018. http://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/Tien_rasitukset_tieverkossa_LOPPURAPORTTI_20180825_VPe.pdf

Pirnes V, Tuutijärvi M-T, Haataja M (2018) HCT-puutavarayhdistelmien ajoseuranta- ja stabiliteettitutkimus - Yhdistelmien liikkuvuus ja ajovakaus. Oulun yliopisto 17.8.2018. http://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/hct_puutavarayhd_liikkuvuus_ajovakaus_eu_pohja.pdf

Sauna-aho J, Koskinen O. H, Sauna-aho P, Rivanti T (2018) HCT- ja normaaliajoneuvojen energiankäyttö, hiilidioksidipäästöt ja tiekuormitus – Loppuraportti. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 51/2018. <https://www.doria.fi/handle/10024/163959>

Solonen H, Väättäin K, Tokola T, Venäläinen P, Anttila P, Kärhä K (2024) Metsäteiden kuljetuskelpoisuustiedon visio ja tiekartta - Alemman tieverkon liikennöitävyys ja ympärivuotisen puuhuollon turvaaminen. Luonnonvarakeskus Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 43/2024. https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/554981/luke-luobio_43_2024.pdf

Strandström M (2019) Ajoneuvoyhdistelmien kääntävyys metsäteiden kääntymispaikoilla ja liittymissä. Metsätehon tulosalvosarja 1/2019. https://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/Tulosalvosarja_2019_01_Ajoneuvoyhdistelmien_kaantvyys_metsateiden.pdf

Strandström M, Poikela A (2020) Metsäalan työvoimatarve – päivitetty Savotta 2025 -laskelmat. Metsätehon tulosalvosarja 8/2020. <https://metsateho.fi/wp-content/uploads/Tulosalvosarja-2020-08-Metsäalan-tyovoimatarve-Savotta2025.pdf>

Tuutijärvi M-T, Erkkilä I, Haataja M (2018) HCT-puutavarayhdistelmien stabiliteettivertailu ja mitoitustarkastelu. Oulun yliopisto 20.8.2018. https://www.metsateho.fi/wpcontent/uploads/HCT-puutaravayhdistelmien-vertailu-jamitoitustarkastelut_EU_200818.pdf



Venäläinen P (2017) HCT-kuljetuskäytävät. Teoksessa: Venäläinen P, Aalto M, Heljanko E, Hilmola O-P, Korpinen O-J, Ovaskainen H, Pesonen M, Poikela A Terminaalitoiminnot energiatehokkaassa puutavaralogistiikassa - T3 Uudet terminaalikonseptit ja -verkotot.

Metsätehon raportti 242. http://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/Raportti_242_Terminaalitoiminnot_energiatehokkaassa_puutavaralogistiikassa_T3.pdf

Venäläinen P, Poikela A (2021) Puutavaran ja hakkeen HCT-yhdistelmät ja kuljetusketjut – Yrityshaastatteluiden tulokset. Metsätehon tuloskalvosarja 5/2021. <https://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/Tuloskalvosarja-2021-05-Puutavaran-ja-hakkeen-HCT-yhdistelmat-ja-kuljetusketjut.pdf>

Venäläinen P, Poikela A (2024) Puutavara- ja hakeajoneuvojen massojen noston vaikutukset – aiheen 4. väliraportti. Metsätehon raportti 270. <https://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/Raportti-270-Puutavara-ja-Hakeajoneuvojen-Massojen.pdf>

Vuorimies N, Kalliainen A, Rossi J, Kurki A, Kolisoja P, Varin P, Saarenketo T (2018) Tierakenteen rasittuminen yli 76 tonnin HCT-yhdistelmien koekuormituksissa vuosina 2015– 2017. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 63/2018. <https://www.doria.fi/handle/10024/165324>

Vuorimies N, Kurki A, Kolisoja P, Varin P, Saarenketo T (2019). Tierakenteen rasittuminen yli 76 tonnin HCT-yhdistelmien koekuormituksissa vuonna 2018. Väyläviraston tutkimuksia 17/2019. <https://www.doria.fi/handle/10024/173131>

Vuorimies N, Varin P, Kolisoja P (2023) Ohutpäällysteisen tierakenteen rasittumisen vertailututkimus 2022 – Kuormituskokeet 92- ja 75-tonnisilla ajoneuvoyhdistelmillä. Väyläviraston julkaisuja 59/2023. https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/187847/vj_2023-59_978-952-405-102-6.pdf.

Ympäristöministeriö (2022) Keskipitkän aikavälin ilmastopolitiikan suunnitelma – Kohti hiilineutraalia yhteiskuntaa 2035. Ympäristöministeriön julkaisuja 2022: 12. https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/164186/YM_2022_12.pdf