

HCT-ajoneuvoyhdistelmät

Metsätehon tuloskalvosarja 2/2026

Pirjo Venäläinen

Metsäteho Oy

Tiivistelmä

- Tämän selvityksen tavoitteena oli kuvata ns. HCT-tyyppiyhdistelmiä, muita yli 76-tonnisia HCT-yhdistelmiä sekä yhdistelmien ominaisuuksia 1) tie- ja siltarasituksen, 2) kuljetustehokkuuden ja -kustannusten sekä 3) polttoaineen kulutuksen ja päästöjen kannalta.
- HCT-tyyppiyhdistelmällä tarkoitetaan tässä yhdistelmää, joka täyttää nykyisen ajoneuvoja koskevan sääntelyn maksimikokonaismassaa (76 t) lukuun ottamatta.
 - Ko. yhdistelmät olisivat todennäköisimpiä ehdotuksia myös pysyviksi ratkaisuksi, jos massoja nostetaan nykyisestä pysyvästi.
- Suomen HCT-kokeiluissa on ollut mukana reilut 30 yli 76-tonnista ajoneuvoyhdistelmää, joita on käytetty puutavaran, hakkeen, muun irtotavaran, tuotteiden ja konttien kuljetuksiin.
 - Kokonaispainon lisäksi yhdistelmien keskeisiä ominaisuuksia ovat mm. painon suhde kokonaispituuteen, akseli- ja telimassat, massakeskittymien sijoittuminen ja paripyörien määrä.
 - Yhdistelmien vaikutukset samassakin kokonaispainoluokassa voivat siksi olla hyvin erilaisia.
- Selvityksessä ei oteta kantaa HCT-yhdistelmien suositeltuun tai maksimiin kokonaispainoon.
 - Eri massa- ja pituusluokkien soveltuvuus riippuu mm. tavaralajin ominaisuuksista ja kuljetusyrittäjän toiminta-alueesta.
 - HCT-yhdistelmien negatiivisia vaikutuksia tiestöön ja siltoihin voidaan vähentää mm. paripyöräakseleilla ja massan mahdollisimman tasaisella jakautumisella. Rasitusta vähentävät ratkaisut eivät saisi kuitenkaan lisätä merkittävästi hankintahintaa tai polttoaineen kulutusta.
 - Kokonaisedullisten HCT-yhdistelmien suunnittelussa tarvitaan mallintamista sekä ajoneuvovalmistajien ja kuljetusyrittäjien yhteistyötä.

Sisältö

1. Johdanto
2. HCT-yhdistelmiä yhdistelmätyypeittäin
 - a) Puutavarayhdistelmät
 - b) Hakeyhdistelmät
 - c) Muut irtotavarakuljetusten yhdistelmät
 - d) Tuotekuljetusyhdistelmät
 - e) Konttiyhdistelmät
 - f) Yhteenveto HCT-yhdistelmistä
3. HCT-yhdistelmien vertailu
 - a) Polttoaineen kulutus- ja päästövaikutukset
 - b) Kustannusvaikutukset
 - c) Tierasitukset
 - d) Siltarasitukset
 - e) Muut vaikutukset
 - f) Yhteenveto HCT-yhdistelmien vaikutuksista
4. Vaihtoehtoiset käyttövoimat
5. Johtopäätökset

Lähteet

Liitteet



1. Johdanto

- Yli 76-tonnisten HCT-ajoneuvoyhdistelmien kokeiluita on ollut käynnissä Suomessa vuodesta 2013 lähtien.
- HCT-tyyppiyhdistelmällä tarkoitetaan tässä yhdistelmää, joka täyttää nykyisen ajoneuvoja koskevan sääntelyn maksimikokonaismassaa (76 t) lukuun ottamatta. Ko. yhdistelmät olisivat todennäköisimpiä ehdotuksia myös pysyviksi ratkaisuiksi, jos massoja nostetaan nykyisestä pysyvästi.
 - Lisäksi voidaan ehdottaa lisäyksiä telien välimitoiksi ja -massoiksi (ks. liite 1).
- Tämän selvityksen tavoitteena oli kuvata HCT-tyyppiyhdistelmiä, muita yli 76-tonnisia HCT-yhdistelmiä sekä yhdistelmien ominaisuuksia
 - tie- ja siltarasituksen
 - kuljetustehokkuuden ja -kustannusten
 - polttoaineen kulutuksen ja päästöjen kannalta.
- HCT-yhdistelmiä on tarkasteltu tässä selvityksessä varsinkin 1) puutavara- ja hakekuljetuksissa, 2) muissa irtotavarakuljetuksissa, 3) tuotekuljetuksissa ja 4) konttikuljetuksissa.
- Selvityksessä ei oteta suoraan kantaa HCT-yhdistelmien sopivimpaan maksimimassaan, vaan tunnistetaan yhdistelmissä huomioon otettavia seikkoja.

Selvityksen toteutus

- Selvitys on toteutettu julkisesti saatavilla olevien HCT-kokeiluyhdistelmien tietojen ja HCT-tutkimustulosten pohjalta.
- HCT-kokeiluita ja -tutkimusta on ollut käynnissä vuodesta 2013 lähtien, joten eri aikoina toteutettujen tutkimusten tulokset eivät ole täysin vertailtavissa toisiinsa.
- Selvityksessä on osin painotettu puutavara- ja hakekuljetusten tutkimustuloksia.

2. HCT-yhdistelmiä yhdistelmätyypeittäin

- Tässä luvussa on esitelty kokeiluissa mukana olleita yli 76-tonnisia HCT-yhdistelmiä yhdistelmätyypeittäin (puutavara, hake, muu irtotavarakuljetus, tuotekuljetus ja kontti).
 - Yhdistelmistä on julkisesti saatavissa tiedot lähinnä kokonaispainosta ja -pituudesta sekä akseleiden lukumäärästä.
- Yhdistelmien ominaisuuksissa on hyvä ottaa huomioon se, että vanhimmat kokeiluyhdistelmät aloittivat liikennöinnin vuonna 2013.
 - Ne eivät välttämättä täytä moniakaan nykyisen sääntelyn mukaisia vaatimuksia. Kokeilutulosten pohjalta yhdistelmät saatettaisiin tänä päivänä suunnitella muutenkin erilaisiksi kuin alun perin.
 - Kokeiluyhdistelmiä on osin tarkoituksella suunniteltu selvästi normaaliyhdistelmistä poikkeaviksi, jotta yhdistelmien erojen vaikutukset ovat varmemmin havaittavissa.
- Yhteenveto kokeiluyhdistelmistä on esitetty kalvoissa 7–8.
 - Kalvoihin on merkitty tyyppiyhdistelmiksi tiedetyt yhdistelmät, mutta muiden kuin puutavara- ja hakeyhdistelmien osalta tyyppiyhdistelmät eivät ole kirjoittajan tiedossa.
 - Liitteessä 2 on listattu Ruotsin yli 76-tonnisia HCT-yhdistelmiä.
- Eri tavaralajien kuljetusvirtoja Suomessa on tarkasteltu HCT-käytäväselvityksessä (Venäläinen 2026).

HCT-yhdistelmiä kokeiluissa 1

M=metsäauto, T=terminaaliauto, H=hakeauto
 Tyypiyhdistelmät korostettu **sinisellä**

< 25,25 m

25,25–30,00 m

> 30 m

84–85 t



P&A Trans 84M



Malinen 84M



Hannonen 84T



Sammalisto 84H



Wickström 85H

90–92 t



Moilaspojat 84M/90T



Pölliralli 84M



Peltoniemi 85M



Pohjaset 90H



Konnekuljetus 90H



Sammalisto 91H



Malmstedt 92T



Wickström 92H

100–104 t



Orpe 100T



Huhtala 100H



Ketonen 104T



HCT-yhdistelmiä kokeiluissa 2

< 25,25 m

80–88 t



Tarkkonen 84 (sorakasetti)

25,25–30,00 m



K. Ingman 80 (merikontti)

> 30 m



OAK 88 (tuotekuljetukset)
Vähälä 88 (raskas kappaletavara)
Speed 80 (merikontti)

90–92 t



Korsu 92 (sementti)

DB Schenker 92 (raskas kappaletavara)
Kantola & Koramo 91 (merikontti)
Niskala 90 (pt-kauppa)
Speed 90 (merikontti)
VR Transpoint 90 (kierrätysmateriaali)

98–104 t



Pohjaset 98 (puunjalostustuotteet)

*Lapp ja likkanen 2017, internetartikkelit,
Traficomin HCT-raportit*



a. Puutavarayhdistelmät

- Kokeiluissa on ollut mukana 84–85-tonnisia metsäautoja ja 84–104-tonnisia terminaaliautoja (ks. tarkemmin Venäläinen ja Poikela 2024).
 - Akselimassat ovat nykyisen sääntelyn mukaisia.
 - Metsäautoilla on ollut kokeiluiden suurimmat tonnia/metri - suhdeluvut*, koska puutavara on raskasta ja yhdistelmien pituutta on jouduttu rajaamaan riittävän kääntyvyyden varmistamiseksi metsäteillä.
 - Yhdistelmistä viisi on ns. typpiyhdistelmä.
- Metsätehon haastattelututkimuksessa (Venäläinen ja Poikela 2021) kokeiluihin osallistuneet yritykset pitivät tärkeänä, että erilaisia HCT-yhdistelmiä on tarjolla kunkin kuljetusyrityksen ja sen toiminta-alueen tarpeisiin.
- Sahateollisuuden kyselyssä (Rajajärvi 2026) kiinnostavina painoluokkina mainittiin 84–95-tonniset yhdistelmät.
 - Myös 80–82 tonnin paino 9-akselisella yhdistelmässä ja 100 t saivat yksittäiset maininnat.

*Yhdistelmän kokonaismassa tonneissa / kokonaispituus metreissä



HCT-puutavarayhdistelmät, joilla ei eroa sääntelyyn (pl. kokonaismassa)

- 83M* Lamminsivu, 25,3 m, 10 akselia
- 84DM Moilaspojat, 24,5 m, 10 akselia
- 84GM Pölliralli, 25,9 m, 10 akselia
- 85M Peltoniemi, 28,0 m, 10 akselia
- 84FT Hannonen, 26,7 m, 10 akselia
- 90T Moilaspojat, 26,7 m, 11 akselia

HCT-puutavarayhdistelmät, joilla on eroa sääntelyyn

- 84AT Hannonen, 26,9 m, 10 akselia
- 84BM P&A Trans, 25 m, 10 akselia
- 84CM Malinen, 24,3 m, 10 akselia
- 84EM P&A Trans, 24,8 m, 10 akselia
- 92T Malmstedt, 32 m, 12 akselia
- 94T Orpe, 31 m, 12 akselia
- 100T Orpe, 31,5 m, 12 akselia
- 104T Ketonen, 33 m, 13 akselia

M = metsästä asti liikennöivä auto,

T = tehtaiden ja terminaalien välillä liikennöivä auto

*Konsepti nykykaluston pohjalta, ei mukana kokeiluissa

b. Hakeyhdistelmät

- HCT-kokeiluissa on ollut mukana kymmen-kunta 84–100-tonnista sivutuotehake-yhdistelmää.
 - Hakeyhdistelmä soveltuu myös sahanpurun, kuoren ja energiahakkeen kuljetuksiin.
 - Akselimassat ovat nykyisen sääntelyn mukaisia.
 - Tarkempia tietoja HCT-hakeyhdistelmistä on esitetty raportissa Venäläinen ja Poikela 2024.
- Kokeiluissa ainoastaan Pohjasten 90-tonninen on ns. tyyppiyhdistelmä.
 - Lisäksi 85H:lla ja 92AH:lla on eroa sääntelyyn kokonaismassan lisäksi vain perävaunun neliakselisen telin massassa.
- Metsätehon haastattelututkimuksessa (Venäläinen ja Poikela 2021) HCT-hakeyhdistelmien nähtiin soveltuvan sivutuote- ja energiahakkeen lisäksi eräisiin tuotekuljetuksiin.
- Sahateollisuuden kyselyssä (Rajajärvi 2026) kiinnostavina painoluokkina mainittiin varsinkin 84–92-tonniset, mutta myös 100-tonninen yhdistelmä.

HCT-hakeyhdistelmiä

- 84H, Sammalisto, 27,5 m, 10 akselia
- 85H, Wickström, 34,0 m, 12 akselia
- 90H, Konnekuljetus, 28,0 m, 11 akselia
- 90H, Pohjaset, 28 m, 11 akselia
- 91H, Sammalisto, 29 m, 11 akselia
- 92H*, Wickström, 32,8 m, 12 akselia
- 98H, Huhtala, 34,5 m, 12 akselia
- 100H, Huhtala, 34,0 m, 12 akselia

**Ensimmäisen omapaino oli 34 t ja toisen 30,6 t*

c. Muut irtotavarakuljetusten yhdistelmät

- HCT-kokeiluissa on ollut mukana kolme muiden irtotavarakuljetusten yhdistelmää.
- Yhdistelmien kokonaispaino on ollut 84–92 tonnia.
- Tarkkosen HCT-yhdistelmän tutkimuksen (Kuukasjärvi 2017) mukaan isomman yhdistelmän etuina nähtiin
 - ylipainon välttäminen raskaan kiviaineksen kuljetuksissa
 - päästöjen vähentäminen
 - kustannustehokkuuden parantaminen kuljetusmatkojen pidentyessä.

Irtotavaran HCT-yhdistelmiä

- 83,5 t, Tarkkonen, 24,2 m, 10 akselia (maa-aines)
- 90 t, VR Transpoint, 33 m, 12 akselia (kierrätysmateriaali)
- 92 t, Korsu, 29 m, 11 akselia, (sementti)

Lähde: Lapp ja Iikkanen 2017, internetartikkelit

d. Tuotekuljetusyhdistelmät

- Kokeiluissa on ollut mukana viisi HCT-tuotekuljetusyhdistelmää kokoluokissa 88–98 tonnia.
 - Lisäksi Konnekuljetuksen 90-tonnista hakeyhdistelmää käytettiin myös sellukuljetuksissa.
- OAK:n 88-tonnisella yhdistelmällä päivittäistavarakuljetusten kulutus kuormattuna oli 7 % vähemmän eurolavapaikkaa kohden (Vähäkangas 2017).
- Sahateollisuuden kyselyssä (Rajajärvi 2026) kiinnostavina painoluokkina mainittiin 84, 85 ja 100 tonnia. Sekä tuote- että hakekuljetuksissa käytettävä yhdistelmä sai myös maininnan.
 - Ruotsissa on tutkittu sahatavarakuljetuksia 80-tonnisella yhdistelmällä (Guthed 2024).

HCT-tuotekuljetusyhdistelmiä

- 88 t, Vähälä, 31 m, 11/12 akselia (raskas kappaletavara)
- 88 t, OAK, 33 m, 11 akselia (päivittäistavarakuljetukset)
- 90 t, Kesko/Niskala, 35 m, 11 akselia (päivittäistavarakaupan tuotteet)
- 92 t, DB Schenker, 32,5 m, 11 akselia (raskas kappaletavara)
- 98 t, Pohjaset, 33 m, 12 akselia (sellu)

e. Konttiyhdistelmät

- Konttiyhdistelmiä voidaan hyödyntää useiden toimialojen kuljetuksissa, varsinkin osana kansainvälisiä merikuljetusketjuja.
- Raskaimmissa tavaralajeissa kahden kontin kuljetus samassa yhdistelmässä ylittää 76 tonnin kokonaispainon.
 - Esimerkiksi elintarvikkeiden lämpösäädelyissä konttikuljetuksissa 86-tonninen yhdistelmä toisi lähes 30 %:n vuositason CO₂e-päästösäästön (Tuoretie Oy 2025).
 - 34,5-metrisillä yhdistelmillä voidaan kuljettaa kaksi 45 jalan konttia 40 jalan konttien sijasta.
- Taulukon konttiyhdistelmillä tonnia per metri -suhdeluvut ovat kokeiluyhdistelmien alhaisimmista päästä, koska konteille on tarvittu riittävästi ajoneuvoyhdistelmän pituutta.
- Konttikuljetuksissa ei tietävästi ole ollut HCT-tyyppiyhdistelmiä. Traficom laati tutkimusta varten yhdistelmäesimerkin, jonka tarkemmat tiedot löytyvät raportissa Isometsä ym. 2025.
- Sahateollisuuden kyselyssä (Rajajärvi 2026) kiinnostusta oli kahden 40 tai 45 jalan vientikontin yhdistelmään (esim. 85-tonnisena).

HCT-konttiyhdistelmiä

- 80 t, K. Ingman, 29,5 m, 11 akselia
- 80 t, Speed, 33 m, 11 akselia
- 90 t, Speed, 33,5 m, 11 akselia
- 91 t, Kantola & Koramo, 30,2 m, 11 akselia
- 80 t*, 30,7 m, 11 akselia (tyyppiyhdistelmä)
- 85 t**, Järvimäki, 30,5 m, 11 akselia
- 86 t**, Järvimäki, 30,5 m, 11 akselia

Lähteet: Isometsä ym. 2025, Kuljetusliike Järvimäki, internetartikkelit

**Traficom in laatima esimerkki konttiyhdistelmästä*

***Ko. yhdistelmistä mitoitussuunnitelma, ei kokeiluyhdistelmää*

f. Yhteenvedo HCT-yhdistelmistä

- Suomen HCT-kokeiluissa on ollut mukana reilut 30 yli 76-tonnista ajoneuvoyhdistelmää.
- Yhdistelmien kokonaismassa on vaihdellut 80–104 tonnin välillä ja kokonaispituus 24,2–35 metrin välillä.
 - Lähes kaikki yhdistelmät ovat kuitenkin olleet alle nykyisen maksimipituuden (34,50 m alle).
- Yhdistelmän kokonaispaino jaettuna kokonaispituudella on vaihdellut 2,4–3,5 t/m välillä.

HCT-yhdistelmät yhdistelmätyypeittäin

- 13 kpl 84–104 t, puutavara
- 9 kpl 84–100 t, sivutuotehake
- 4 kpl, 80–91 t, kontti
- 5 kpl 88–98 t, tuotekuljetus
- 3 kpl 84–92 t, muu irtotavara

Yhdistelmäkokonaisuuksia on ollut tätä enemmänkin, koska joillakin kuljetusyrityksillä on ollut eri versioita yhdistelmistä (vetoautoa tai perävaunua on vaihdettu).

3. HCT-yhdistelmien vertailu

- HCT-kokeiluissa ja -tutkimuksissa tavoitteena on ollut verrata HCT-yhdistelmiä ja niiden vaikutuksia tällä hetkellä painavimpiin, eli 76-tonnisiin yhdistelmiin.
- Yli 76-tonnisten yhdistelmien tutkimuksissa keskeisiä teemoja ovat olleet polttoaineen kulutuksen ja päästöjen, kuljetuskustannusten sekä tie- ja siltarastitusten vertailut.
- Kuten edellä on kuvattu, HCT-yhdistelmiä on suunniteltu eri toimialojen kuljetuksiin, jolloin niiden ominaisuudet samassakin kokonaispainoluokassa voivat olla hyvin erilaisia.
 - Kokeiluyhdistelmiä on osin tarkoituksella suunniteltu erilaisiksi, jolloin ratkaisuiden vaikutuksia pystyy vertaamaan paremmin.
- Yksittäisiin tutkimuksiin on osallistunut vain osa HCT-kokeiluyhdistelmistä, joten tutkimustulokset ovat vain osin sovellettavissa muihin saman kokoluokan yhdistelmiin.
 - Osa HCT-tutkimuksesta on tehty luottamuksellisesti niin, ettei niistä ole saatavilla julkisia tuloksia.
- Tähän lukuun on laadittu tiivis yhteenvedo HCT-yhdistelmien vertailuista pääosin Suomessa tehdyistä tutkimuksista.
 - Numeerisia tuloksia on koottu alalukuun 3f.
 - Yksityiskohtaisemmin tuloksia on saatavilla mm. Metsätehon HCT-sivustolla www.metsateho.fi/hct.

a. Polttoaineen kulutus- ja päästövaikutukset

- Hyötykuorman osuuden kasvattaminen yhdistelmän kokonaismassasta periaatteessa vähentää hyötykuormakohtaista polttoaineen kulusta ja siten CO₂e-päästöjä.
- Kulutus- ja päästövertailuissa on kuitenkin otettava huomioon mm.
 - yhdistelmän omamassan osuus kokonaispainosta (hyötykuorman määrä, tyhjänä ajon kulutus)
 - yhdistelmän kuormausasteet
 - tyhjänä ajon osuudet
 - ajoympäristöt (mäkisyys, tieluokka, lämpötila, talvikunnossapidon tila).
- HCT-yhdistelmien polttoaineen kulutustutkimuksissa on tarkasteltu yleensä yhdistelmän kokonais- ja omapainoa sekä yhdistelmätyyppiä, joten esim. telirakenteiden, akselimäärien tai rengasmäärien tarkkoja vaikutuksia polttoaineen kulutukseen ei tunneta.
- Polttoaine muodostaa suuren osan ajoneuvoyhdistelmän kokonaiskustannuksista, joten päästösäästöt tuovat yleensä kustannussäästöjäkin.

b. Kustannusvaikutukset

- Hyötykuorman osuuden kasvattaminen yhdistelmän kokonaispainosta parantaa periaatteessa kustannustehokkuutta kuljetettua hyötykuormayksikköä kohden.
- Kustannustehokkuuden varmistamiseksi on HCT-yhdistelmissä kuitenkin otettava huomioon
 - kuormausasteet eri lasteille (lisämassan käytännön hyödynnettävyys)
 - laaja hyödynnettävyys (esim. soveltuvuus myös 76-tonnisena kuljetuksiin, soveltuvuus erilaisille kuljetusreiteille ja kuljetusasiakkaille)
 - yhdistelmien ajoneuvojen (vetoauto, perävaunut) hankintahinta ja vaihtoarvo
 - HCT-yhdistelmissäkin on hyvä tavoitella markkinoilla jo yleisiä ratkaisuita. Muutoksia ajoneuvojen nykysäätelyyn ei nähdä tarpeelliseksi kokonaismassaa lukuun ottamatta.
- Kustannustehokkuus vaikuttaa kuljetusyritysten investointiedellytyksiin. Tämä korostuu varsinkin sektoreilla, joilla kuljetusyritykset ovat keskimäärin pieniä.

c. Tierasitukset

- HCT-yhdistelmien tierasitukseen vaikuttavat toisaalta yhdistelmien ominaisuudet ja toisaalta niiden käyttämän tieinfrastruktuurin ominaisuudet.
 - Kuljetusreittiominaisuuksia on tarkasteltu HCT-käytäväselvityksessä (Venäläinen 2026).
- Tierasituksia on tutkittu sekä koekuormituksilla että mallintamalla.
- Paksupäällysteisillä teillä 76-tonnisten ja HCT-yhdistelmien välillä ei ole havaittu merkittävää eroa, osin mittausmenetelmien rajoituksista johtuen, joten tutkimus on painottunut ohutpäällysteisille teille.
- Tutkimus on painottunut yksittäisten yhdistelmien tierasituksiin, mutta joissakin tutkimuksissa yhdistelmiä on ajanut peräkkäin.
- Joissakin tutkimuksissa tierasitus on laskettu kuljetettua hyötykuormaa kohden ja on otettu huomioon tarvittavien kuormien määrän muutos yhdistelmän koon kasvaessa.

d. Siltarasitukset

- HCT-yhdistelmien siltarasitukseen vaikuttavat toisaalta yhdistelmien ominaisuudet ja toisaalta niiden käyttämän siltainfrastruktuurin ominaisuudet.
 - Kuljetusreittiominaisuuksia on tarkasteltu HCT-käytäväraportissa (Venäläinen 2026).
- Siltarasituksia on tutkittu Suomessa yhdellä siltatyypillä sekä laskennallisesti että koekuormituksilla. Tutkimuksiin osallistui vain puutavara- ja hakeyhdistelmiä.
 - Laskennallisessa tutkimuksessa (Kalliovalkama 2022) HCT-yhdistelmät lisäsivät suurimmillaan rasitusta yli 10 % (varsinkin pitkällä silloilla). Vertailun useimmilla 84-tonnisilla ja lyhyillä silloilla rasisitusero jää selvästi tätä pienemmäksi (varsinkin pitkällä yhdistelmillä, jos ne ovat lyhyttä siltaa pidempiä).
 - Koekuormitustutkimuksen (Finerus 2025) mukaan yhdistelmän kokonaismassalla oli vain vähäinen vaikutus sillan taipumiin ja venymiin. Merkittävästi halkeilleessa sillan osassa HCT-yhdistelmän vaikutus oli kuitenkin suurempi. Yhdistelmien pienet erot johtuivat ajoneuvoyhdistelmien samantasoisesta kuorman intensiteetistä (tonnia per yhdistelmän pituuden metri). Siltojen välitukialueiden rasisituksen kannalta tulee välttää massakeskittymiä (esim. useita raskaita akseleita lyhyellä etäisyydellä). Soveltuvista ajoneuvodimensioista ei voi tämän tutkimuksen pohjalta antaa yksityiskohtaisempia johtopäätöksiä.
- Sauna-ahon ym. (2018) mukaan yhdistelmien keskeisiä tekijöitä eri pituisilla silloilla ovat:
 - Pitkät sillat: kokonaismassa, samanaikaisten yhdistelmien kokonaismassa
 - Keskipitkät sillat: kokonaismassa ja pituus, auton viimeisen ja perävaunun ensimmäisen akseliryhmän välimatka ja yhteismassa
 - Lyhyet sillat: yksittäisten akseliryhmien massat (teli ja aivan sen lähellä olevat yksittäisakselit, esim. kolmiakselinen 24 tonnin teli ja 10 tonnin akseli) tai kaksi lähekkäin olevaa yksittäisakselia
 - Ongelmallinen voisi olla esimerkiksi 4-akselinen ja 27-tonninen teli.
- Tierumpujen kuormituksen kannalta haitallisin tilanne syntyy, kun kaksiakselisen telin toinen akseli on rummun laen kohdalla (Haakana ym. 2015).

e. Muut vaikutukset

- Suomessa HCT-yhdistelmien liikenneturvallisuusvaikutuksia tutkittiin ennen vuoden 2019 ajoneuvomittojen sääntelymuutosta (esim. stabiliteetti, jarrutusmatkat, jonoutuminen, kääntyvyydet)*.
 - Massojen nostaminen suurentaisi yksittäisten ajoneuvojen kokonaispainoa, mutta vähentäisi samalla tarvittavien ajoneuvojen kokonaismäärää. Täten onnettomuusriskit jopa pienenisivät. (Sauna-aho 2021).
 - Varsinkin ahtailla kaupunkialueilla voi olla tarvetta kiinnittää huomiota liikenneympäristön kehittämiseen, mikäli massojen nostaminen lisäisi yli 25-metrinen yhdistelmien määrää nykyisestä (Vilkuna 2025).
 - Massojen nostamisen ei nähdä tuovan uusia tarpeita ajoneuvoyhdistelmien ominaisuuksien sääntelyyn.
- Suurempien yhdistelmien on nähty vähentävän kuljettajapulasta johtuvia haasteita.
 - Toisaalta suuremmat yhdistelmät edellyttävät kokeneita kuljettajia ja kuljettajakoulutusta (International Transport Forum 2019).
 - Toisaalta esim. puukuljetuksissa HCT-terminaaliautojen hyödyntäminen vähentäisi metsäautokuljetuksen suoritetta.

*Yhteenveto HCT-yhdistelmien liikenneturvallisuustutkimuksista <https://www.metsateho.fi/hct/hct-tutkimus/#turvallisuus>



f. Yhteenveto HCT-yhdistelmien vaikutuksista

- Seuraavaan kalvoon on koottu eri tutkimustulosten pohjalta yhteenveto keskeisistä HCT-yhdistelmien ominaisuuksista, joilla on vaikutusta infrarasiin, päästöihin ja kustannuksiin.
 - Yhteenvedossa on otettava huomioon se, että yksittäisissä tutkimuksissa on käsitelty yleensä vain pientä osaa yhdistelmistä. Toisaalta osasta HCT-yhdistelmiä ei ole juuri lainkaan julkaistuja tutkimustuloksia.
- HCT-yhdistelmäominaisuuksien vaikutuksia on esitetty seuraavasti
 - vihreä = positiivinen vaikutus (esim. akselien määrän lisääminen vähentää akselikohtaista massaa ja siten siltarasiin)
 - punainen = negatiivinen vaikutus (esim. 3–4-akselisten telien lukumäärä lisää tierasiin summautumisvaikutusta)
 - sininen = vaikutus riippuu tilanteesta
 - valkoinen = vaikutuksesta ei ole tehty tutkimusta tai vaikutuksen arvioidaan olevan vähäinen
 - + = vaikutus on kasvattava
 - - = vaikutus on pienentävä
- Yksittäisillä ominaisuuksilla voi olla sekä positiivisia että negatiivisia vaikutuksia.
 - Esim. paripyöräakseleiden lukumäärän kasvattaminen vähentää tierasiin, mutta se nostaa samalla yhdistelmän omapainoa ja heikentää kustannustehokkuutta.
- **Taulukko kokoaa vain osan tutkimustuloksista.** Kattavammin tuloksia on esitetty esim. Metsätehon internetsivulla www.metsateho.fi/hct.
 - Eri yhdistelmätyyppien HCT-tutkimuksia on lueteltu liitteessä 3.



Vaikutus/ Ominaisuus	Tierasitus	Siltarasitus	Omapaino	Kulutus & päästöt	Kustannus	Tehokkuus
Kokonaismassa	0/+ tierakenteen mukaan - kuormien lkm ^(Sa)	+/- ^(Ax, Ka) , vähäinen, jos tonnit/m ei kasva ^(Fi)	+ 220 kg/lisätonni	- 12–20 % kulutus per tkm ^(Sö)	- 10–15 %, kuljetuskustannus ^(Kn)	+ hyötykuorma/ yhdistelmä - kuormien lkm
Akselien lukumäärä	- massa/akseli ^(Wa) + (pumppau- tumisilmiö huonot tiet)	- massa/akseli ^(Ax)	+ 1 t per lisäakseli	+	+	+ max 11,5 t massaa per lisäakseli
Kokonaispituus	- massan tasainen jakautuminen	- massa/m ^(Ax)	+ Ei arvioitu	Ei tutkimusta	+ hankintahinta, + kokonaismassa	+ kokonaismassa, - kääntyvyys
Paripyöräakselien lkm	- varsinkin ohuilla tierakenteilla ^(Is)	vähäinen ^(Fi)	+ vrt. ykköspyörä- akseli	+ 0,1–0,22 l/100 km ja pyörä ^(Sa)	+ vrt. ykköspyörä- akseli	+ kokonaismassa, - omamassa
3-4-aks. telien lkm	+18 % (summautumis- vaikutus) ^(Is, Ra)	+ jos yhdistelmän perässä ja korkea akselimassa ^(Fi)	Ei selvitetty	Ei tutkimusta	Ei selvitetty	-
Massan jakautuminen akseleille	- tasainen jakautuminen + massa- keskittymät ^(Is)	+ massa- keskittymät, painavien akselien sijoittuminen ^(Fi, Ka, Sa)	-	-	-	Riippuu tavaralajin ominaisuuksista
Akselivälit	+ lyhyissä massa- keskittymät	+ lyhyissä massa- keskittymät	+ pitkissä kokonaispituus kasvaa	Ei tutkimusta	-	Riippuu tavaralajin ominaisuuksista

Huom! Siltarasitusta koskevat tutkimukset koskevat vain tiettyä siltatyyppeä Ax=Axelsson ym. 2024, Fi=Finerus 2025, Is=Isometsä ym. 2025, Ka=Kalliovalkama 2022, Kn=Knuuti ja Sirviö 2024, Ra=Rahman ja Erlingsson 2022, Sa=Sauna-aho ym. 2018, Sö=Söderena ym. 2021, Wa=Walter 2023 ²²



4. Vaihtoehtoiset käyttövoimat

- Raskaimmissakin tavarakuljetuksissa on jo käytössä vaihtoehtoisia käyttövoimia.
 - **Sataprosenttinen biopolttoaine** (HVO) ja tulevaisuudessa **sähköpolttoaineet** ovat hyödynnettävissä HCT-dieselyhdistelmissä vastaavasti kuin nykyisissä 76-tonnisissa dieselyhdistelmissä.
 - **Biokaasukuorma-autoissa** tällä hetkellä painavimmat on 75-tonnisia.
 - Tiedossa ei ole yli 76-tonnisten yhdistelmien kokeiluita.
 - **Täyssähköisissä** sarjatuotantoautoissa suurimmat kokonaismassat ovat tällä hetkellä 74 tonnia.
 - Ruotsin pilottihankkeissa on mukana yli 76-tonnisiakin yhdistelmiä (ks. liite 2).
 - Suomessa VTT:llä on käynnissä simulointitutkimus sähkökuorma-autojen kulutuksesta. Alustavien tulosten mukaan 90-tonnisen sähköyhdistelmän kulutus on lyhyillä matkoilla 23 % ja pitkillä matkoilla 27 % suurempi kuin 76-tonnisen. (Ranta 2025).
 - **Sähköakselilla** varusteltu vetoauto tai perävaunu (eTrailer)
 - Sähköakselit ovat vähitellen yleistymässä sekä diesel- että sähkökäyttöisissä vetoautoissa ja perävaunuissa. Sähköakselin avulla voidaan lisätä auton vetokykyä ilman, että vetoauton moottorin kokoa tarvitsee kasvattaa.
 - Ruotsin DHEELS-hankkeessa on tulossa sähköperävaunu Börjes Logistik & Speditionin yli 80-tonniseen konttiyhdistelmään.
 - **Vetykäyttöisten** kuorma-autojen pilotteja suuremmissa painoluokissa on vasta käynnistymässä lähivuosina (esim. Volvo).



5. Johtopäätökset 1

- Tässä selvityksessä on toisaalta kuvattu HCT-kokeiluihin osallistuneita yli 76-tonnisia yhdistelmiä ja toisaalta periaatteita HCT-tyyppiyhdistelmästä, joka poikkeaisi nykyisestä ajoneuvosäätelystä vain kokonaismassan osalta.
- Suomen HCT-kokeiluissa on ollut mukana reilut 30 yli 76-tonnista ajoneuvoyhdistelmää.
 - HCT-yhdistelmistä on saatavilla julkisesti vain rajatusti tietoa, joten kattavaa käsitystä kokeiluyhdistelmien soveltuvuudesta tyyppiyhdistelmäksi sellaisenaan tai pienin muutoksin ei ole.
 - Ajan myötä 76-tonnisetkin yhdistelmät ovat kehittyneet mm. polttoainetaloudeltaan, joten alkuvaiheen vertailutulosten ajantasaistaminen on haastavaa.
 - Kokeiluista saatujen kokemusten ja tutkimustulosten pohjalta alkuvaiheenkin HCT-yhdistelmät olisivat todennäköisesti muokattavissa nykysäätelyn mukaisiksi sekä kustannus- ja ympäristötehokkaimmiksi.

Johtopäätökset 2

- Raportissa ei oteta kantaa HCT-yhdistelmien suositeltuun tai maksimiin kokonaispainoon.
 - Eri massa- ja pituusluokkien soveltuvuus riippuu mm. tavaralajin ominaisuuksista ja kuljetusyrityksen toiminta-alueesta. Metsätehon aiemmassa haastattelututkimuksessa nousi esille, että HCT-yhdistelmiä tulisi olla tarjolla erilaisia, jolloin ne voidaan suunnitella eri toimijoiden tarpeiden mukaisiksi. Nykyinen sääntely antaa tähän hyvät mahdollisuudet.
 - Yhdistelmän kokonaispainon lisäksi yhdistelmien vertailutuloksiin vaikuttavat mm. omapaino, yhdistelmien mitat sekä akseleiden ja telien lukumäärä ja sijoittaminen. Siten samankin kokoluokan yhdistelmien vaikutukset voivat poiketa selvästi toisistaan.
 - HCT-yhdistelmien negatiivisia vaikutuksia tiestöön ja siltoihin voidaan vähentää mm. paripyöräakseleilla ja massan mahdollisimman tasaisella jakautumisella. Rasitusta vähentävät ratkaisut eivät saisi kuitenkaan lisätä merkittävästi hankintahintaa ja polttoaineen kulutusta.

Johtopäätökset 3

- HCT-yhdistelmien kustannustehokkuuden kannalta tärkeitä tekijöitä ovat mm. ajoneuvon kustannustehokas mitoitus kuljetettavien tuotteiden ominaisuuksien kannalta. Joillakin alueilla voi olla tarpeen ajoneuvojen (vetoauton ja perävaunujen) hyödynnettävyys myös HCT-reitistön ulkopuolella.
- HCT-yhdistelmien vertailuun liittyy useita eri tekijöitä, joten vertailuissa olisi tarpeen hyödyntää nykyistä laajemmin simulointimalleja. Mallinnuksilla voitaisiin tarkastella myös yhdistelmäominaisuuksia, joita ei ole kokeiluihin osallistuneilla yhdistelmillä.
- Lopulta kokonaisedullisten HCT-yhdistelmien suunnittelussa tarvitaan ajoneuvovalmistajien ja kuljetusyritysten yhteistyötä, jota on jo tehtykin paljon HCT-kokeiluyhdistelmien suunnittelun yhteydessä.
- Viime vuosina uusien käyttövoimien rooli kuorma-autoissa on kasvanut. Pitkien kuljetusmatkojen ja laajalti harvaan asutussa Suomessa dieselin osuus kuorma-autojen käyttövoimana tulee säilymään merkittävänä.
 - Mm. jakeluvelvoitteen kiristyminen tulee vähentämään dieselyhdistelmienkin ympäristövaikutuksista.
 - Ruotsissa on käynnissä yli 76-tonnistenkin täyssähköyhdistelmien kokeiluita, vaikka täyssähköiset autot ovat vasta tuloillaan suurimpiin kokoluokkiin.

Lähteet

Axelsson K, Johansson E, Nolinder E (2024) Högre lastbilsvikter som klimatstyrmedel. WSP Sverige AB.
<https://www.wsp.com/-/media/campaign/sweden/rapporter-att-ladda-ner/analys-av-hogre-lastbilsvikter.pdf>

Finerus O (2025) Jatkuvan teräsbetonisen kotelopalkkisillan toiminnan analysointi koekuormitusten avulla. Diplomityö, Tampereen yliopisto. <https://trepo.tuni.fi/handle/10024/226582>

Guthed A (2024) High Capacity Intermodal Transport (HCIT) effektiv och konkurrenskraftig intermodalitet för skogsnäringen. Triple F slutrapport. <https://triplef.lindholmen.se/sites/default/files/2024-11/Slutrapport%20-%202024.6.2.8%20High%20Capacity%20Intermodal%20Transport%20%28HCIT%29%20-%20effektiv%20och%20konkurrenskraftig%20intermodalitet%20för%20skogsnäringen.pdf>

Haakana V, Kalliainen A, Kolisoja P (2015) Raskaista ajoneuvoista tierumpuihin kohdistuvat rasitukset. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 18/2015. <https://www.doria.fi/handle/10024/121390>

International Transport Forum (2019) High Capacity Transport Towards Efficient, Safe and Sustainable Road Freight. <https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/high-capacity-transport.pdf>

Isometsä J, Kolisoja P, Vuorimies N (2025) HCT-yhdistelmien tierasitusmallinnukset. Tampereen yliopisto. https://www.metsäteho.fi/wp-content/uploads/HCT-mallinnus_raportti_20251217_2.pdf

Kalliovalkama R (2022) Teräsbetonisen kotelopoikkileikkauksen toiminta ja HCT-yhdistelmien vaikutukset rasituksiin. Diplomityö, Tampereen yliopisto. <https://trepo.tuni.fi/handle/10024/141680>

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



Kuukasjärvi I (2017) HCT-yhdistelmät ja soveltuvuus kiviaineskuljetuksiin. Opinnäytetyö Jyväskylän ammattikorkeakoulu. <https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/131167/lirisKuukasjarviOpinnaytetyo.pdf>

Lapp T, Iikkanen P (2017) HCT-ajoneuvojen liikennejärjestelmävaikutukset. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 57/2017. https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/147575/lts_2017-57_978-952-317-484-9.pdf.

Rahman M S, Erlingsson S (2021) Impact of introducing longer and heavier vehicles on the bearing capacity of pavement subgrades. Teoksessa: Eleventh International Conference on the Bearing Capacity of Roads, Railways and Airfields, Volume 1. <https://www.taylorfrancis.com/chapters/oa-edit/10.1201/9781003222880-22/impact-introducing-longer-heavier-vehicles-bearing-capacity-pavement-subgrades-rahman-erlingsson>

Rajajärvi J (2026) HCT kyselyn vastauksia Sahateollisuudesta kooste. Sahateollisuus ry. Sähköposti 7.1.2026.

Ranta M (2025) Energy consumption of heavy-duty BEVs depending on GVW, payload and temperature. Seminaariesitys 30.9.2025. https://www.six.fi/files/ugd/d3cee9_7c1400fec2fa4b5d9aed5af3b25c6676.pdf

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

Sauna-aho J (2021) High-Capacity Transport Vehicles Increase Efficiency, Reduce Road Wear, Energy and CO₂ Emissions – Finland Shows the Way. American Journal of Engineering, Science and Technology (AJEST) Volume 13, 2021. <https://journalonline.org/american-journal-of-engineering-science-and-technology/pdfs/volume-13/1.pdf>

Söderena P, Nylund N-O, Rosenblatt D, Stokes J, Lama N, Cádiz A, Takada Y, Kobayashi M, Lee C-B, Lindgren, M (2021) Heavy-Duty Vehicles Performance Evaluation. Annex 57 – A Report from the Advanced Motor Fuels Technology Collaboration Programme. https://www.iea-amf.org/app/webroot/files/file/Annex%20Reports/AMF_Annex_57.pdf.

Tuoretie Oy (2025) HCT-yhdistelmä elintarvikekuljetuksissa. Julkaisematon seminaarikalvosarja.

Venäläinen P (2026) HCT-käytäväverkoston määrittäminen. Metsätehon tulosalvosarja 3/2026. <https://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/Tulosalvosarja-2026-3-HCT-kaytavat.pdf>



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

Venäläinen P, Poikela A (2024) Puutavara- ja hakeajoneuvojen massojen noston vaikutukset (aiheen 4. väliraportti). Metsätehon raportti 270. <https://www.metsateho.fi/puutavara-ja-hakeajoneuvojen-massojen-noston-vaikutukset-2>

Vilkuna J (2025) Kommenttipuheenvuoro kuntanäkökulmasta. HCT-tutkimusseminaari 21.11.2025. Kuntaliitto. Julkaisematon kalvosarja.

Vähäkangas V (2017) HCT-ajoneuvoyhdistelmän polttoaineen kulutusvertailu runkoreiteillä. Opinnäytetyö Oulun ammattikorkeakoulu. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/129398/Vahakangas_Ville.pdf

Walter L (2023) High Capacity Transport för masstransporter i stadsmiljö för ökad transporteffektivitet och miljövinning. Opinnäytetyö KTH. <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1746744/FULLTEXT01.pdf>

Liite 1. Telien massaluokat nykyisin

- Vetoauton kaksiakselinen teli t
 - Akselivälistä riippuen: 11,5 / 16 / 18 / 19 / 20 / 21
- Auton kolmiakselinen teli t
 - Akselivälistä riippuen: 21 / 24 / 27
- Perävaunun kaksiakselinen teli t
 - Akselivälistä riippuen: 11 / 16 / 18 / 20
- Perävaunun kolmiakselinen teli t
 - Akselivälistä riippuen: 21 / 24
- Perävaunun neli- tai useampiakselinen teli t *(muutostarpeita varsinkin näissä)*
 - Akselivälistä riippuen: 24 / 27 / 30 / 36

Liite 2 HCT-yhdistelmiä Ruotsissa

Hakeyhdistelmiä - 94 t, 33,5 m (LBC Frakt; sähkö)¹ - 98 t, 34 m (Söderenergi)²	Muita yhdistelmiä - 80 t (Schenker)⁴ - 80 t (Braås Åkeri; irtotavara) - >80 t (Börjes Logistik & Spedition; kontti, sähkö, myöhemmin sähköperävaunu)⁵
Puutavarayhdistelmiä - 80 t (SCA; terminaali; sähkö) - 90 t (Sveaskog; terminaali)³ - 90 t (Sveaskog; metsä)⁴ - 90 t (SCA) - 93 t (Sveaskog) - 90–110 t (Stora Enso; terminaali; sähkö)⁴	

1 Simulointi Edlund 2025 ([linkki](#))

2 ETTdemoFlis-projekti ([linkki](#))

3 ETT-projekti ([linkki](#))

4 DUO-trailer -projekti ([linkki artikkeliin](#))

5 DHEELS-projekti ([linkki](#))



Liite 3 HCT-tutkimuksia toimialoittain ja yhdistelmätyypeittäin

- Energiapuu
 - Ruokojärvi 2020 ([linkki](#)), Palander ym. 2021 ([linkki](#))
- Hake
 - Pohjanen 2018 ([linkki](#)), Venäläinen ja Poikela 2024 ([linkki](#))
 - Ruotsi: Edlund 2024 ([linkki](#)), Enström ym. 2021 ([linkki](#))
- Kiviaines
 - Kuukasjärvi 2017 ([linkki](#))
- Puutavara
 - Kärhä ym. 2023 ([linkki](#)), Palander ym. 2023 ([linkki](#)), Venäläinen ja Poikela 2024 ([linkki](#)), Väättäinen ym. 2020 ([linkki](#))
 - Ruotsi: Enström ym. 2023 ([linkki](#))
- Sahatavara
 - Ruotsi: Guthed 2024 ([linkki](#))
- Tuotekuljetukset
 - Massa- ja elintarvikekuljetukset: Vähäkangas 2017 ([linkki](#)), kappaletavarakuljetukset Ylipukki 2015 ([linkki](#))

