

Puunkorjuun ja kuljetusten päästöjen nykytila ja vähennyskeinot – 2. päivitys

Liiteraportti 5: Puun kuormankäsittelyn työkoneteknologia

Pirjo Venäläinen, Markus Strandström & Asko Poikela

Metsäteho Oy

Tiivistelmä

- Työkonekyselyn tavoitteena oli kartoittaa pyöreän ainespuun kuormankäsittelyn työkoneiden:
 - lukumäärää vuonna 2022 eri kuljetusmuotojen kuljetusketjuissa (rautatie- ja vesikuljetusten terminaalit ja tuotantolaitosten puun vastaanoton ensimmäinen vaihe)
 - ominaisuuksia (konetyypit, käyttövoimat, teholuokat, keski-ikä, polttoaineen/energiankulutus).
- Kyselyyn saatiin vastaus yhteensä 206 työkoneesta. Puun kuormankäsittelyn työkoneita arvioitiin olevan sadassa toimipaikassa.
 - Selvästi yleisimmät konetyypit olivat materiaalinkäsittelykoneet ja puukurottajat.
 - Tuotantolaitoksilla suurinta osaa koneista käytettiin eri kuljetusmuodoilla saapuvan puun käsittelyyn.
 - Uudet käyttövoimat olivat yleisimpiä tuotantolaitosten materiaalinkäsittelykoneissa (kolmannes oli sähköisiä).
 - Tuotantolaitoksilla työkoneiden tyypillisin teholuokka oli 230–329 kW, terminaaleissa 130–229 kW.
 - Työkoneiden keski-ikä vaihtelivat paljon eri konetyypeillä. Tähän vaikuttaa paljon erot konetyyppien vuosittaisissa käyttömäärissä.
 - Työkoneiden polttoaineen/energiankulutusta ja tuottavuutta on tarpeen tarkentaa lisätutkimuksilla (mm. työvaiheittaiset seurantatutkimukset, puun välivarastoinnin vaikutus). Näin voidaan verrata luotettavammin eri kuljetusmuotojen ja käyttöympäristöjen välisiä eroja päästöjen ja myös kustannusten osalta.
- Työkoneiden ominaisuuksien ja päästöjen tutkiminen on tarpeen jatkossakin mm. lisääntyvien päästövähennystavoitteiden ja raportointivelvoitteiden myötä.



Sisällysluettelo

1. Selvityksen tausta ja tavoitteet
2. Kyselyn toteutus ja rajaukset
3. Kyselyyn vastanneet yritykset
4. Tulokset
5. Johtopäätökset ja jatkotoimenpidesuositukset

Lähteet

Liitteet



1. Selvityksen tausta ja tavoitteet

- Puun kuljetusketjussa kuormankäsittelyn työkoneita käytetään rautatiekuljetusten terminaaleissa ja kuormauspaikoilla, aluskuljetusten satamissa ja lastauspaikoissa, uittopaikoissa sekä puun vastaanotossa tuotantolaitoksilla.
- Työkoneiden suuren määrän ja työkoneita koskevan päästösääntelyn lisääntymisen myötä on tarpeen saada kokonaiskuva työkoneiden käytöstä ja päästöistä.
 - Esimerkiksi vuonna 2027 Suomessa otetaan käyttöön uusi fossiilisen polttoaineen jakelun päästökauppa, joka koskee myös työkoneita. Hallituksen esitys päästökaupan kansallisesta toteutuksesta on lausuntokierroksella kesäkuun 2024 loppuun saakka.

Tavoitteet

- Pyöreän ainespuun kuormankäsittelyn työkonekyselyn tavoitteena oli kartoittaa:
 - työkoneiden lukumäärää eri kuljetusmuotojen kuljetusketjuissa
 - työkoneiden ominaisuuksia (konetyypit, käyttövoimat, teholuokat, keski-ikä).
- Kyselyn yhtenä tavoitteena oli myös tuottaa tietoa polttoaineen/sähkön kulutuksesta Metsäteho Oy:n päästöselvitystä* ja -laskelmaa (Poikela ja Strandström 2024) varten.
 - Kulutusta koskevat vastaukset olivat kuitenkin osin puutteellisia tai keskenään ristiriitaisia, joten niitä ei käytetty sellaisenaan selvityksen päästölaskelmassa. Tarkempia kulutuksia on tarpeen kartoittaa erillisillä työkonekonekyselykohtaisilla kulutusseurannoilla.
 - Päästölaskelmassa on käytetty osin muutenkin tästä raportista eroavia oletuksia, joten raporteissa esitetyt luvut eivät ole keskenään vertailukelpoisia.

*Viimeisimmän päästöselvityksen eri raportit on koottu sivulle <https://www.metsateho.fi/puun-korjuun-ja-kuljetusten-paastojen-nykytila-ja-vahennyskeinot-2-paivitys/>



2. Kyselyn toteutus ja rajaukset

- Puun kuormankäsittelyn työkoneita koskevia tietoja koottiin seuraavin keinoin:
 - kahden puun vastaanoton purkuoperaattorin haastattelut (kyselyiden toteutuksen suunnittelua varten)
 - puun kuormausta terminaaleissa (rautatiekuljetusten terminaalit ja kuormauspaikat, aluskuljetusten satamat ja lastauspaikat, uittopaikat) tarjoaville lastausoperaattoreille lähetetty kysely
 - metsäyhtiöille lähetetty kysely tuotantolaitosten työkoneista puun ensimmäisessä purkuvaiheessa
 - täydentävät tietopyynnot metsäyhtiöille ja Väylävirastolle.
- Työkoneiden ja niiden käyttöpaikkojen valtakunnallisen määrän arvioinnissa hyödynnettiin lisäksi kuljetusten ja puunkäytön tilastoja.
- Selvitys koski vuoden 2022 tilannetta. Aineisto kerättiin kevään 2023 ja alkuvuoden 2024 välisenä aikana.

Työkonekyselyn rajaukset

- Kysely kohdistui
 - pyöreään ainespuuhun (terminaaleista lähtevä kotimainen puu, tuotantolaitoksille saapuva kotimainen ja tuontipuu)
 - liitteessä 1 esitettyihin työkonetyyppeihin (terminaaliautot eivät sisältyneet kyselyyn, auton kuormaimen käyttö työkoneen sijasta sisältyi osaan kyselyn teemoista)
 - tuotantolaitoksilla kaikkiin kuljetusmuotoihin (auto, juna, alus, uitto), terminaalien osalta vain juna-, alus- ja uittokuljetuksiin
 - Juna: purkaminen junavaunusta + mahdollinen vaihtoveturien käyttö
 - Uitto: siirtäminen uittolautasta vesivarastoon + vedestä nosto
 - Alus: purkaminen aluksesta kentälle tai siirtoyksikköön
 - Auto: purkaminen autosta syöttölinjalle tai kentälle
- Kyselystä rajattiin pois
 - hakkeen ja energiapuun käsittelyyn sekä tehdasintegraattien sisäisiin kuljetuksiin (esim. sahojen ja selluntuotantolaitosten välillä) käytettävät työkoneet
 - pelkästään autokuljetusketjuihin käytetyt terminaalit ja niiden työkoneet
 - puun ensimmäisen purkuvaiheen jälkeen käytettävät työkoneet (esim. siirrot tuotantolaitoksen varastoalueelta syöttölinjalle)
 - terminaalien tai tehdasalueiden kunnossapidon (talvihoito, siivous) työkoneet.



3. Kyselyyn vastanneet yritykset

- Työkonekyselyyn saatiin vastaus yhteensä kymmeneltä metsäyhtiöltä ja puun kuormausoperaattorilta.
 - Kyselyyn vastanneiden tuotantolaitosten puunkäyttö (kotimainen ja ulkomainen ainespuu) kattoi 75 % Suomen metsäteollisuuden vastaavasta puunkäytöstä vuonna 2022. Vastanneet tuotantolaitokset kattoivat lähes kaiken pyöreän ainespuun juna- ja vesikuljetuksista.
 - Kyselyyn vastanneiden kuormausoperaattoreiden toiminta kattoi noin 64 %* niistä terminaaleista, joissa kuormattiin puuta työkoneilla vuoden 2022 aikana.

**Kotimaisen puun aluskuljetuksia ei tilastoida täysin lastauspaikoittain, vaan osin alueittain. Aluskuljetusten osalta kattavuus on karkea arvio.*

4. Tulokset

- Seuraavissa kalvoissa on esitetty puun kuormankäsittelyn työkonekyselyn tulokset koskien vuotta 2022.
 - Tulostaulukoista on poistettu työkonetyyppejä, jotka eivät saaneet yhtään mainintaa ko. osiossa.
- Työkonetyyppejä on monenlaisia ja niiden käyttö vaihtelee kuljetusmuodoittain sekä tuotantolaitostyyppien ja kokoluokkien mukaan. Tämä vähensi vastausten määrää yksittäisten työkonetyyppien osalta.
 - Kyselyn tulos on esitetty vain, jos vastaus on saatu vähintään kolmesta työkoneesta ko. kategoriassa. Monin osin vastaus puuttuu vähäisistä vastausten määristä johtuen.
 - Kyselyn vastauksia onkin tarpeen jatkossa täydentää mm. puun kuormaus- ja purkuoperaattoreiden haastatteluilla sekä keskeisimpien työkonetyyppien yksityiskohtaisemmalla tiedonkeruulla.



Puuterminaalit ja puuta käyttävät tuotantolaitokset 2022

- Vuonna 2022 puuta kuormattiin juna- ja vesikuljetusterminaaleissa noin 15 milj. m³ ja pyöreää ainespuuta vastaanotettiin tuotantolaitoksilla 64 milj. m³ (ks. seuraava kalvo).
 - Puun käsittelyvolyymit on esitetty terminaleista vain kotimaisen puun osalta. Autokuljetusketjujen terminaalit eivät sisällyneet kyselyyn. Tuotantolaitosten vastaanottovolyymi sisältää myös tuontipuun, koska samoja työkoneita käytetään kotimaisen ja tuontipuun käsittelyyn.
- Taulukkoon on karkeasti arvioitu niiden terminaalien ja tuotantolaitosten lukumäärä, joissa on käytössä vähintään yksi puun käsittelyyn tarkoitettu työkone.
 - Arvio on tehty kyselyvastausten, tilastojen ja muun aineiston pohjalta.
 - Pienemmissä terminaleissa puun käsittely tehdään ajoneuvon omalla kuormaimella. Lastauspaikoissa voidaan käyttää myös aluksen omaa nosturia lastaamisessa. Uittopaikoilla tarvitaan aina työkoneita puun siirtämiseksi veteen ja uittopöydien muodostamiseen.
 - Pienemmillä sahoilla saapuvan puun käsittely hoidetaan ajoneuvojen omilla kuormaimilla.
- Puun kuormankäsittelyn työkonekannan kokoa terminaleissa ja tuotantolaitoksissa on karkeasti arvioitu kyselyvastausten ja toimipaikkojen volyymiarvioiden pohjalta.
 - Suurimpiin terminaleihin ja tuotantolaitoksiin on oletettu vastaava konekanta kuin kyselyn vastauksissa. Pienemmissä on oletettu, ettei erillisiä puun käsittelyn työkoneita ole lainkaan.
 - Työkonekannan tarkempi arviointi vaatisi työkonekyselyn lähettämistä laajemmalle vastaajajoukolle.



Arvio puuta käsittelevien terminaalien ja tuotantolaitosten sekä työkoneiden määrästä

Taulukon luvuista puuttuvat autokuljetusketjujen terminaalit ja ne terminaalit, jotka eivät olleet aktiivikäytössä vuonna 2022.

Terminaali/ Tuotantolaitos	Toimipaikat yhteensä	Toimipaikat ilman työkoneita	Toimipaikat, joissa työkoneita	Arvio työkoneiden lukumäärästä	Volyyymi 2022 1 000 m ³
Rautatie terminaalit ja kuormauspaikat ¹	74	44	30	52	12,9
Aluskuljetusten satamat ja lastauspaikat ²	10*	*	10	51	2,0
Uittopaikat ²	15	0	15		
Puuta käyttävät tuotantolaitokset ³	118	73	45	130	64,0**
YHTEENSÄ	217	117*	100	233	78,9**

Volyymit ja toimipaikat: ¹Strandström 2023, Lapp ym. 2022, Lapp ja Mäkinen 2023, Väylävirasto 2022 ²Strandström 2023, Tilastokeskus 2024, Järvi-Suomen Uittoyhdistys ja Perkaus Oy 2024 ³Luonnonvarakeskus 2024

*Kuljetustilastot yhdistävät eri lastauspaikkojen tietoja, joten tarkka määrä ei ole tiedossa. Lisäksi saarista korjattua puuta lastataan metsäkoneella tai proomun omalla nosturilla. Aluskuljetusten lastauspaikoilla on jonkin verran myös yhteisiä työkoneita, joita siirretään lastauspaikkojen välillä tarpeen mukaisesti. **Tuotantolaitosten volyymit sisältävät myös tuontipuun



Työkonekanta – Työkonetyypit

- Kyselyyn saatiin vastaus yhteensä 206 työkoneesta (ks. seuraava kalvo).
- Kyselyvastausten mukaan terminaaleissa (TER) selvästi yleisin työkonetyyppi oli materiaalinkäsittelykone. Tuotantolaitoksilla (TUO) yleisin konetyyppi oli puukurottaja. Yhdessä em. työkonetyypit kattoivat 68 % kyselyvastausten työkoneista.
- Tuotantolaitosten työkoneista yli puolet oli yhteisiä eri kuljetusmuodoilla saapuvan puun käsittelylle ja vajaa puolet vain yhden kuljetusmuodon käytössä.
 - Eri työkonetyyppien käyttöä kuljetusmuodoittain on käsitelty myös kalvoissa 14–15.

Työkonetyypit

Työkonetyyppi	TER Juna	TER Vesi	TUO Juna	TUO Vesi	TUO Auto	TUO Yhteiset	SUMMA	OSUUS %
Materiaalinkäsittelykoneet	39	12	5	6	3	23	88	43
Puukurottajat		1	2	1	14	34	52	25
Muut trukit ja kurottajat*		11		1		1	13	6
Pyöräkuormaajat		2			3	18	23	11
Muut**	1	22	4	3			30	15
KONEITA (Kysely)	40	48	11	11	20	76	206	100
KONEITA (Arvio)	52	51	130				233	

*Muut trukit ja kurottajat (kyselylomakkeessa haarukka- ja kurottajatrakit, lisäksi kyselyvastauksissa mainittiin ala- ja yläpihtikurottajat)

**Muut = Uittokuljetusten kuormaamisessa nippusiepot, junakuljetusten vastaanottamisessa vaihtotyöveturit ja vaunusiirtolaitteet sekä uittopuun vastaanotossa järjestelyhinaajat



Työkoneiden käyttö kuljetusmuodoittain

- Tuotantolaitosten osalta kyselyssä selvitettiin eri työkonetyyppien osuutta saapuvan puun käsittelyssä (%-osuus vuosivolyymista).
- Työkonetyyppien käyttö vaihteli selvästi eri kuljetusmuotojen ja tuotantolaitostyyppien (massa- tai mekaaninen metsäteollisuus) välillä (ks. seuraava kalvo). Mekaaninen metsäteollisuus (MEK) sisältää saha- ja vanerituotannon.
- Pienemmillä sahoilla puu puretaan täysin auton kuormaimella. Isommilla tuotantolaitoksilla auton kuormainta käytetään purkamiseen satunnaisesti. Kyselyyn osallistui lähinnä suurimpia tuotantolaitoksia, joten valtakunnallisesti auton kuormaimen käytön osuus on kyselytulosta selvästi suurempi.



Työkoneiden käyttö kuljetusmuodoittain

Työkonetyyppien osuus saapuvan puun ensimmäisessä vastaanottovaiheessa (% vuosivolyymista)

Työkonetyyppi	MASSA Juna	MASSA Uitto	MASSA Alus	MASSA Auto	MEK Juna	MEK Uitto	MEK Alus	MEK Auto
Materiaalinkäsittelykoneet	16 %		100 %	19 %	13 %		100 %	9 %
Puukurottajat	84 %	100 %		81 %	30 %			32 %
Muut trukit ja kurottajat						100 %		3 %
Pyöräkuormaajat					58 %			39 %
<i>Auton kuormain</i>								18 %

Työkonekanta – Käyttövoimat

- Kyselyn ja muun aineiston mukaan ei tullut vastaan, että puun kuormauksessa rautatie- ja vesikuljetustermiinaaleissa käytettäisiin muita käyttövoimia kuin polttoöljyä.
- Tuotantolaitosten työkoneissa käytettiin pääosin polttoöljyä, mutta käytössä oli myös sähköisiä ja hybridityökoneita sekä 100 %:sti uusiutuvaa polttoöljyä käyttäviä koneita (ks. seuraava kalvo).
 - 118:sta kyselyn työkoneesta muuta kuin tavallista polttoöljyä käytti reilut 20 työkonetta.
 - Sähköiset työkoneet olivat useimmin materiaalinkäsittelykoneita, ja niiden osuus kyselyn materiaalinkäsittelykoneista tuotantolaitoksilla oli noin kolmannes.

Käyttövoimat – Tuotantolaitosten työkoneet

- Vaihtoehtoisia käyttövoimia (sähkö ja hybridi) käyttävät työkoneet / työkoneet yhteensä
- Lisäksi joissakin työkoneissa käytetään 100 %:sti uusiutuvaa polttoöljyä.

Työkonetyyppi	Juna	Vesi	Auto	Kuljetus- muotojen yhteiset	YHTEENSÄ
Materiaalinkäsittelykoneet	3/5	1/6	1/3	7/23	12/37
Puukurottajat	0/2	0/1	0/14	0/34	0/51
Muut trukit ja kurottajat		0/1		1/1	1/2
Pyöräkuormaajat			0/3	0/18	0/21
Vaihtotyöveturit	0/1	-	-	-	0/1
Vaununsiirtolaitteet	2/3	-	-	-	2/3
Järjestelyhinaajat	-	0/3	-	-	0/3

Työkonekanta – Teholuokat

- Yrityksiä pyydettiin ilmoittamaan tyypillisimmät työkoneiden teholuokat työkonetyypeittäin ja kuljetusmuodoittain.
 - Kukin yritys pystyi ilmoittamaan yhden tai useamman teholuokan.
- Terminaaleissa (TER) tyypillisin teholuokka oli 130–229 kW.
Tuotantolaitoksilla tyypillisin työkoneiden teholuokka oli 230–329 kW.
 - Poikkeuksena tähän olivat junapuun vastaanotossa käytetyt vaihtotyöveturit ja vaununsiirtolaitteet sekä uittopuun vastaanotossa käytetyt järjestelyhinaajat.
 - Massateollisuudessa (MAS) autopuun vastaanoton materiaalinkäsittelykoneilla ja mekaanisessa teollisuudessa (MEK) aluspuun vastaanoton pyöräkuormaajilla ei ollut selvää tyypillisintä teholuokkaa, vaan vastaukset jakaantuivat tasaisesti muutaman luokan välillä.

Teholuokat

Työkonetyyppi	TER Juna	TER Alus	MAS Juna	MAS Uitto	MAS Alus	MAS Auto	MEK Juna	MEK Uitto	MEK Alus	MEK Auto
Materiaalinkäsittely-koneet	130–229	130-229	230-329	**	230-329	1	230-329	**	230-329	**
Puukurottajat	**	**	230-329	230-329	230-329	230-329	230-329	**	230-329	230-329
Muut trukit ja kurottajat	**	**	**	**	**	**	**	230-329	**	230-329
Pyöräkuormaajat	**	**	**	**	**	**	**	**	2	230-329
Vaihtotyöveturit	-	-	>330	-	-	-	**	-	-	-
Vaununsiirtolaitteet	-	-	<130	-	-	-	**	-	-	-
Järjestelyhinaajat	-	-	-	130-229	-	-	-	<130	-	-

****ei yhtäkään vastausta ko. käyttökohteessa ko. työkonetyypille**

1 yksi vastaus kolmelle eri luokalle: 130-229, 230-329, >330

2 yksi vastaus kahdelle eri luokalle: 230-329, >330

Teholuokkavaihtoehdot: <130 kW, 130–229 kW, 230–329 kW, >330 kW



Työkonekanta – Keski-ikä

- Työkoneiden keski-ikää selvitettiin, koska se vaikuttaa työkoneille asetettuihin päästöjen maksimitasoihin (Stage-luokat). Stage-luokitus ei kuitenkaan vielä koske CO₂-päästöjä, joihin Metsätehon päästölaskenta painottuu.
- Työkonetyypeillä, joilla käyttömäärä on pieni, keski-ikä voi olla hyvinkin korkea. Tällöin koneet toisaalta kestävät kauemmin ja toisaalta koneiden uusiminen ei ole yhtä kannattavaa. Haastattelussa nostettiin esille näkökulma, että vähemmän käytettyjen työkoneiden päästövertailussa tulisi ottaa huomioon myös konevalmistuksen elinkaarenaikaiset päästöt.
- Muiden kuin polttoöljykäyttöisten työkoneiden määrä kyselyvastauksissa oli pieni. Tuotantolaitosten materiaalinkäsittelykoneiden osalta voitiin kuitenkin nähdä, että uusien käyttövoimien (sähkö) työkoneet olivat keskimäärin polttoöljykäyttöisiä nuorempia.

Keski-ikä (vuotta)

Työkonetyyppi	Terminaalit	Tuotantolaitokset
Materiaalinkäsittelykoneet	5,5	5,8**
Puukurottajat	*	6,3
Muut trukit ja kurottajat	27	*
Pyöräkuormaajat	*	4,4
Järjestelyhinaajat	-	40,3

**vastaus alle kolmesta työkoneesta ko. kategoriassa (tulosta ei esitetä)*

***keski-ikä polttoöljykäyttöisillä materiaalinkäsittelykoneilla 7,0 ja sähkökäyttöisillä 3,8 vuotta*

Työkoneiden polttoaineen/energiankulutus

- Työkoneiden polttoöljyn ja sähkön kulutusta per käyttötunti selvitettiin työkone- ja tuotantolaitostyypeittäin (ks. seuraava kalvo).
 - Kulutusluvut pyydettiin kyselyssä myös teholuokittain, mutta taulukossa eri teholuokille saadut vastaukset on esitetty yhtenä painotettuna keskiarvona työkoneityypeittäin. Näin laskettu tulos on todennäköisemmin lähellä oikeaa tasoa.
- Kulutustietoja on tarpeen tarkentaa lisätutkimuksilla.
 - Työvaiheittaisella kulutustietojen keräämisellä voidaan luotettavammin verrata eri konetyyppejä ja teholuokkia.

Polttoöljyn tai sähkön kulutus

Työkonetyyppi	Terminaalit Polttoöljy l/h	Tuotantolaitokset Polttoöljy l/h	Tuotantolaitokset Sähkö MJ/h
Materiaalinkäsittelykoneet	18,8 ¹⁺²	16,8 ¹⁺²	294 ¹⁺²
Puukurottajat	-	19,5 ²⁺³	-
Muut kurottajat ja trukit	21,5 ²	-	-
Pyöräkuormaajat	*	16,4 ^{2+3**}	-

**vastaus alle kolmesta työkoneesta ko. kategoriassa (tulosta ei esitetä)*

***muista selvästi poikkeava vastaus jätetty pois keskiarvosta*

Teholuokka (kW) ¹130-229 ²230-329 ³>330 kW

Työkoneiden tuottavuus

- Työkoneiden keskimääräistä tuottavuutta (käsitellyt kuutiot per aktiivinen käyttötunti, joka ei sisällä yli 15 minuutin keskeytyksiä) selvitettiin tyypillisimmissä tilanteissa (ks. seuraavat kalvot).
 - Terminaaleista työkoneiden tuottavuutta kysyttiin kuljetusmuodoittain ja puunkäsittelyn työvaiheiden mukaan.
 - Tuotantolaitoksista tuottavuutta kysyttiin kuljetusmuodoittain ja tuotantolaitostyyppin mukaan.
 - Korkeimpia tuottavuuslukuja korjattiin kertoimella, koska niiden vastauksissa epäiltiin käytettävän muuta kuin käyttötuntia.
- Materiaalikäsittelykoneilla työn tuottavuus on korkeinta muihin työkoneisiin nähden (kun koneiden teholuokka on otettu myös huomioon).
- Kyselyvastauksissa on jonkin verran tuottavuuseroja eri kuljetusmuotojen ja tuotantolaitostyyppien välillä. Tuottavuuserot vaativat kuitenkin tarkentamista, jotta kuljetusmuotoja ja tuotantolaitostyyppejä voitaisiin verrata luotettavammin myös päästöjen ja kustannusten osalta.

Työkoneiden tuottavuus – Terminaalit

Työkonetyyppi	Juna1	Juna2	Juna3	Uitto1	Uitto4	Alus1	Alus2	Alus3
Materiaalinkäsittelykoneet	180	218	213	-	-	225	222	222
Muut trukit ja kurottajat	*	*	*	210	-	*	*	*
Nippusiepot	-	-	-	-	65	-	-	-

1 = Siirto autosta ko. kulkumuotoon

2 = Purku autosta kentälle

3 = Kuormaus kentältä ko. kulkumuotoon

4 = Hinauslautan kokoaminen

**vastaus alle kolmesta työkoneesta ko. kategoriassa (tulosta ei esitetä)*

Työkoneiden tuottavuus – Tuotantolaitokset

m³/h per aktiivinen käyttötunti, joka ei sisällä yli 15 minuutin keskeytyksiä

Työkonetyyppi MASSA	Juna	Uitto	Alus	Auto
Materiaalinkäsittelykoneet	256 ^{1**}	-	251 ¹	246 ¹ , 306 ^{2**}
Puukurottajat	293 ²	*	330 ²	295 ^{2**}
Pyöräkuormaajat	*	-	*	250 ²

Työkonetyyppi MEKAANINEN	Juna	Uitto	Alus	Auto
Materiaalinkäsittelykoneet	-	-	*	300 ¹
Puukurottajat	180 ²	180 ²	180 ²	260 ²
Pyöräkuormaajat	200 ²	*	*	220 ²

Teholuokka (kW) ¹130-229 ²230-329 *vastaus alle kolmesta työkoneesta ko. kategoriassa (tulosta ei esitetä)

**Yli 350 m³/h:n tuottavuuslukuihin käytetty korjauskerrointa 0,85



Työkoneiden käyttötuntimäärä

- Konekohtaisia käyttötuntimääriä vuodessa ei selvitetty terminaalien osalta.
 - Käyttömäärät jäävät niissä tuotantolaitoksia selvästi matalammiksi pienempien volyymien ja lyhyempien siirtymämatkojen takia. Aluskuljetusten osalta yksittäisten työkoneiden käyttömääriä pyritään saamaan suuremmiksi siirtämällä työkoneita lastauspaikkojen välillä
- Tuotantolaisten osalta kyselyssä selvitettiin työkoneiden käyttötunteja tuotantolaitos- ja työkonetyypeittäin (ks. seuraava kalvo).
 - Keskimäärin yhtä työkonetta käytetään vuodessa noin 4 500 tuntia.
- Käyttöaikoja koskevat vastaukset poikkesivat paljon toisistaan.
 - Työkoneiden käyttöön liittyy paljon erilaisia taukoja mm. odotuksista johtuen. Tontin sisäisten siirtymämatkojen pituudet vaihtelevat paljon eri toimipaikoissa. Nämä vaikeuttavat ajankäytön yleistämistä.
 - Isoimmat tuotantolaitokset toimivat usein 24/7-periaatteella. Pienemmät tuotantolaitokset saattavat toimia vain kahdessa vuorossa ja vain arkipäivinä.
- Työkoneiden käyttötunteja tuleekin jatkossa tarkentaa esim. työvaihekohtaisella aikatutkimuksella.

Konekohtainen käyttötuntimäärä

Työkonetyyppi	Käyttötunnit vuodessa MASSA	Käyttötunnit vuodessa MEKAANINEN
Materiaalinkäsittelykoneet	5 413	4 612
Puukurottajat	4 575	4 571
Pyöräkuormaajat	*	3 594

**vastaus alle kolmesta työkoneesta ko. kategoriassa (tulosta ei esitetä)*

Puun välivarastointi terminaaleissa

- Terminaalien osalta selvitettiin sitä, kuormataanko puu suoraan junaan tai vesikuljetukseen vai puretaanko se ensin välivarastoon. Puun välivarastoon purkaminen ja myöhempi siirtäminen jatkukuljetukseen lisää työkoneiden käyttöaikaa ja -matkaa ja siten polttoaineen kulutusta.
 - Terminaalioperaattorit arvioivat, että noin kolmannes junalla ja uittaen kuljetettavasta puusta puretaan ensin varasto- tai lastausalueelle (ks. seuraava kalvo). Aluskuljetuksissa osuus on jopa 90 %.
- Tarve puun siirtämiselle välivarastoon vaihtelee kuljetusmuodoittain, ajankohdittain ja alueittain. Juna- ja vesikuljetuksissa välivarastointi voi olla tarpeen, jotta terminaaliin saadaan riittävä puumäärä täyttää kuljetusta varten. Toisaalta esimerkiksi keli- ja tuulivaikannan vuoksi puuta tuodaan tienvarsivarastoista välivarastoon kuljetusmuodosta riippumatta.
 - Välivarastoinnista syntyvää työkoneiden lisäkäyttöä tulisi tarkastella jatkossa lisää, jotta se voitaisiin kohdentaa eri kuljetusmuodoille vertailukelpoisesti.

Puun välivarastointi terminaaleissa

Osuus saapuvasta puumäärästä %	Juna	Uitto	Alus
Purku varasto- tai lastausalueelle	31 %	35 %	90 %
Välitön jälleenlastaus autosta jatkokuljetukseen	69 %	65 %	10 %

5. Johtopäätökset ja jatkotoimenpidesuosituksukset

- Selvityksen tavoitteena oli kartoittaa puun kuormankäsittelyn työkoneiden ja niiden polttoaineen ja energiankulutuksen nykytilaa juna-, alus- ja uittokuljetusten terminaaleissa sekä tuotantolaitosten vastaanotossa.
 - Nykytilatiedolle on tarvetta mm. työkoneita koskevan päästösääntelyn tiukentuessa.
- Kyselyn ja muun tausta-aineiston pohjalta saatiin muodostettua valtakunnallinen arvio työkoneiden käyttöpaikkojen ja työkoneiden kokonaismäärästä.
 - Työkoneiden kokonaismäärää on tarpeen kuitenkin tarkistaa pienempien tuotantolaitosten osalta sekä täydentää niiden työkoneiden osalta, jotka eivät tulleet kyselyyn mukaan (esim. hakkeen käsittelyn työkoneet, työkoneet tuotantolaitoksilla puun ensimmäisen purkuvaiheen jälkeen ja kunnossapidon työkoneet).
 - Varakoneiden sisällymistä kyselyyn tulee jatkossa tarkentaa (varakoneet ovat vanhempia koneita, joita käytetään satunnaisesti aktiivikäytössä olevien koneiden rikkoutuessa tai niiden huollon aikana).



Johtopäätökset ja jatkotoimenpidesuosituks

- Tiukentuvan päästösäätelyn myötä on tarpeen jatkossakin seurata työkonien käyttövoimakkehitystä. Tällä hetkellä uusia käyttövoimia on käytössä varsinkin suurimpien tuotantolaitosten materiaalinkäsittely-koneissa.
 - Sähköisiä työkonieita on tarjolla muissakin työkonetyypeissä, mutta niiden yleistymistä voi vielä estää mm. hankintahinnan kalleus. Akkukäyttöiset työkonieet saattavat vaatia puolestaan investointeja myös latausinfrastruktuuriin.
 - Työkonien päästötasoihin vaikuttaa myös koneiden ikä ja siten Stage-luokitus. Tällä hetkellä Stage-luokitus ei koske CO₂-päästöjä, mutta tilanteen kehittymistä on tarpeen seurata. Vähemmän käytetyt työkonieet ovat kyselyn mukaan hyvinkin vanhoja. Näiden osalta on hyvä ottaa huomioon myös koneiden valmistamisen elinkaaripäästöt.

Johtopäätökset ja jatkotoimenpidesuosituks

- Tietoja työkoneiden ominaisuuksista (konetyypit, teholuokat, tuottavuudet, käyttömäärät, ikä, polttoaineen tai sähkön kulutus) voidaan hyödyntää päästöjen nykytilan arvioinnissa, päästövähennyskeinojen vaikutusten laskennassa ja eri kuljetusmuotojen vertailussa.
 - Kyselystä saatiin hyvä kuva eri työkonetyyppien yleisyydestä. Kuljetusmuotojen luotettava vertailu vaatii kuitenkin vielä täydentävää tiedonkeruuta (esim. työvaiheittainen tehonkäyttö ja polttoaineen/sähkön kulutus eri työkonetyypeillä ja käyttövoimilla).
 - Jatkossa vastaavia tietoja voitaisiin hyödyntää myös eri kuljetusmuotojen ja päästövähennyskeinojen kustannusten arvioinnissa ja vertailussa.
- EU:ssa valmisteilla oleva CountEmissionsEU-asetus tulee lisäämään ja yhtenäistämään kuljetusten (ml. terminaalivaiheet) päästöraportointia.
 - Tämä tulee lisäämään tietotarpeita työkoneiden kulutuksista ja päästöistä erilaisissa toimintaympäristöissä ja eri käyttövoimilla.

Lähteet

- Järvi-Suomen Uittoyhdistys, Perkaus Oy (2024) Järvi-Suomen Uittoyhdistys & Perkaus Oy. Internetsivu. <https://uittoyhdistys.fi/>
- Lapp T, Iikkanen P, Weckström C, Mäkinen S (2022) Rataverkon raakapuun kuormauspaikkaverkon tilanne ja tulevaisuuskuva. Väyläviraston julkaisu 29/2022. https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/185109/vj_2022-29_978-952-317-966-0.pdf
- Lapp T, Mäkinen S (2023) Rataverkon raakapuun kuormauspaikkaverkon tilanne- ja tulevaisuuskuva -selvityksen päivitys 2023. Väyläviraston julkaisu 48/2023. https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/187694/vj_2023-48_978-952-405-088-3.pdf
- Luonnonvarakeskus (2024) Metsäteollisuuden puunkäyttö vuosittain ja toimialoittain. Tilasto. https://statdb.luke.fi/PxWeb/pxweb/fi/LUKE/LUKE_04%20Metsa_04%20Talous_07%20Puun%20kaytto_08%20Metsateollisuuden%20puunkaytto/02_metsateol_puunk_toimiala.px
- Poikela A, Strandström M (2024) Puun korjuun ja kuljetusten päästöjen nykytila ja vähennyskeinot – 2. päivitys. Liiteraportti 1: Ainespuun korjuun ja kaukokuljetuksen suorat CO₂-päästöt ja energiankulutus 2022. https://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/Liite-1_Ainespuun_korjuun_ja_kaukokuljetuksen_suorat_CO2-paastot_2022_b.pdf
- Strandström M (2023) Puunkorjuu ja kaukokuljetus vuonna 2022. Metsätehon tulosalvosarja 12/2023. <https://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/Tulosalvosarja-2023-12-Puunkorjuu-ja-kaukokuljetus-vuonna-2022.pdf>
- Tilastokeskus (2024) Kotimaan vesiliikenteen kuljetukset tavaralajeittain ja kuukausittain. Tilasto. https://pxweb2.stat.fi/PxWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin_kvliik/statfin_kvliik_pxt_12ik.px/
- Väylävirasto (2022) Rautateiden verkkoselostus 2024. Väyläviraston julkaisu 55/2022. https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/186243/vj_2022-55_978-952-317-993-6.pdf

Liite 1. Työkonetyyppejä – Yleiset (puutavara)



materiaalinkäsittelykone
(pitkäpuomikone)



puukurottaja



haarukkatrukki



pyöräkuormaaja

Kuvat: Metsäteho Oy

Työkonetyyppejä - Uitto- ja junakuljetuspuu



nippusieppo¹



järjestelyhinaaja¹



vaihtotyöveturi²



vaunusiirtolaite (vinssi)²



vaunusiirtolaite (robotti)¹

Kuvat:

1 Metsäteho Oy

2 Teräspyörä-Steelwheel Oy

