

Puunkorjuun tuottavuus & kustannukset

Juha Laitila – Luke Joensuu

Korjuukustannukset Lapin poimintahakkuukohteissa
hankkeen loppuseminaari

Rovaniemi 9.5.2023



Esityksen sisältö:

- Tutkimusten tausta ja tavoite
- Tutkimuksen toteutus
 - Aikatutkimus
 - Koealajärjestelyt
 - Kone- korjuukustannuslaskenta
- Tulokset
 - Polttoaineen kulutus
 - Työvaiheiden suhteellinen osuus
 - Ajanmenekki ja tuottavuusmallit
 - Korjuukustannukset eri hakkuutavoilla
- Tulosten tarkastelu & johtopäätökset



Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 45/2023

Korjuukustannukset Lapin poimintahakkuukohteissa

Juha Laitila ja Jaakko Repola



*Laitila, Repola, Palokangas & Tuisku. Korjuukustannukset Lapin poimintahakkuukohteissa muita tyylejä unohtamatta. Koneyrittäjä 2/2023

Tutkimuksen tausta ja tavoite

- Vuoden 2014 metsälakimuutos mahdollisti jatkuvapeitteiseen metsänkäsittelyyn perustuvan toimintamallin
 - Lapissa jatkuvapeitteisen metsänkäsittelyn osuus korkein
 - Hakkuu pinta-alasta 5,8% vuonna 2020. Koko maassa osuus oli 2,7%
 - Metsien monikäyttö & Metsähallituksen maiden suuri osuus
- Selvä tietovaje:
 - Miten korjuukustannukset jatkuvapeitteisen metsänkäsittelyn kohteilla muodostuvat ja ovatko ne suuremmat kuin ns. perinteisillä hakkuutavoilla ?
 - Hakkuupoistuman rakenne, puunkorjuun ajanmenekki, tuottavuus ja käyttötuntikustannus
 - Mäntyvaltaiset kuivahkon kankaan metsät
 - Poimintahakkuissa jätetään kasvamaan erityisesti puut, jotka seuraavaan hakkuuseen mennessä kasvavat kuitupuukokoisesta tukkipuukokoiseksi

Koehakkuut Hirvaalla ja Kulmunkivaarassa kesä- ja talviolosuhteissa 2021-2022

Aineiston keruu aikatutkimuskoealoilta :

- Aikatutkimusmateriaali: (hakkuutyön videointi + hakkuukoneen runkokohtainen mittalaitetieto hpr-muodossa)
- Aikatutkimuksen toteutus videoaineiston pohjalta kotikonttorilla
- Runkokohtaisen mittalaitetiedon yhdistäminen runkokohtaiseen ajanmenekkitietoon



John Deere 1170G hakkuukone

Aikatutkimuskoealojen rinnakkainen sijoittelu Hirvaan ja Kulmunkivaaran tutkimustyömailla

Harvennushakkuu 44 koealaa, 162 m³ & 1306 hakattua runkoa. Rungon keskikoko 124 dm³ ppa 12-14 m²/ha

Poimintahakkuu 42 koealaa, 209 m³ & 1282 hakattua runkoa. Rungon keskikoko 163 dm³ ppa 7-8 m²/ha

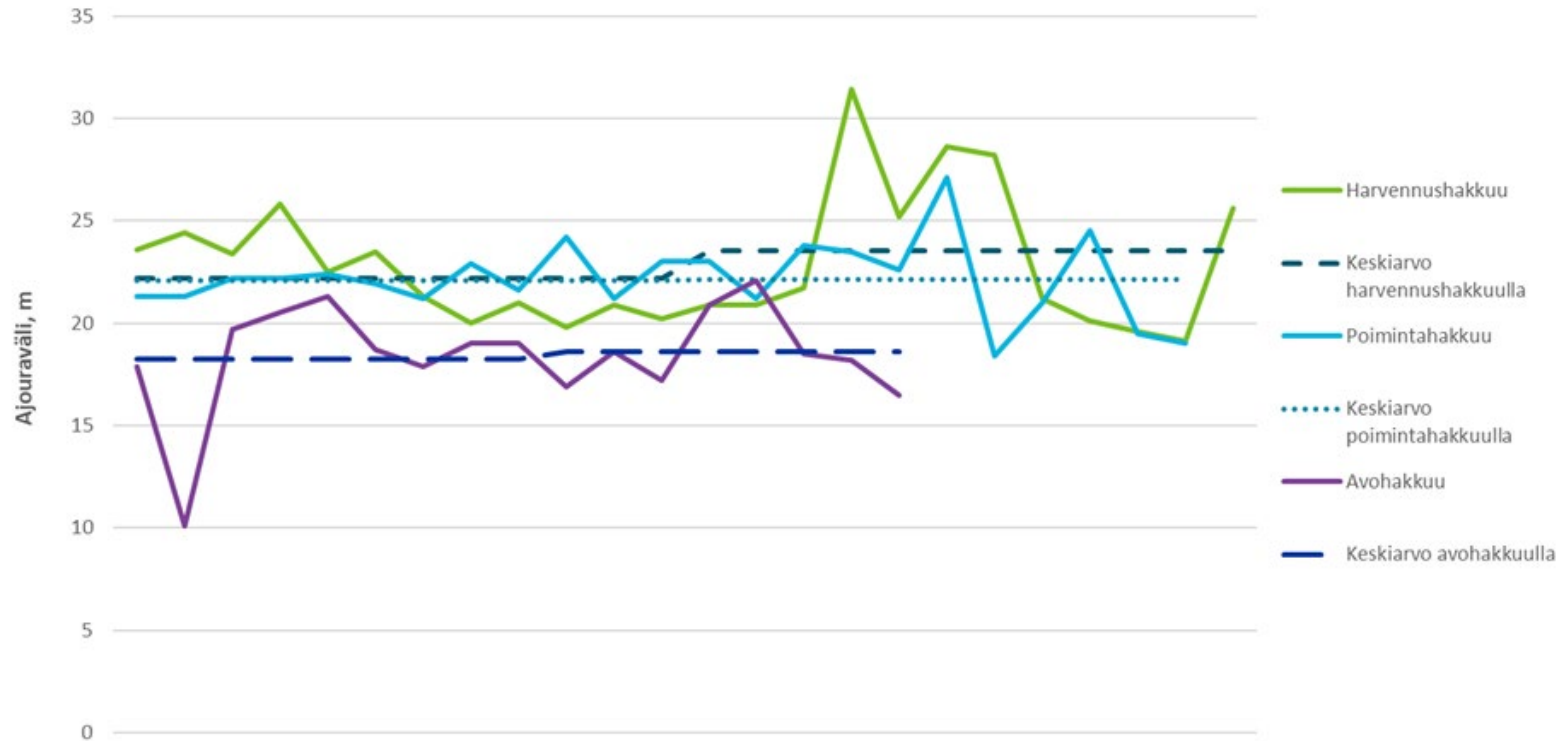
Avohakkuu 34 koealaa, 219 m³ & 1404 hakattua runkoa. Rungon keskikoko 156 dm³

Hakkuutyömaa					
Harvennus		Poiminta		Avohakkuu	
Koeala nro 1	Koeala nro 11	Koeala nro 1	Koeala nro 11	Koeala nro 1	Koeala nro 11
Koeala nro 2			Koeala nro 12	Koeala nro 2	
Koeala nro 3	Ajoura	Ajoura	Koeala nro 13	Koeala nro 3	Ajoura
Koeala nro ...			Koeala nro ...	Koeala nro ...	
Koeala nro 9			Koeala nro 19	Koeala nro 9	
Koeala nro 10	Koeala nro 20	Koeala nro 10	Koeala nro 20	Koeala nro 10	Koeala nro 20

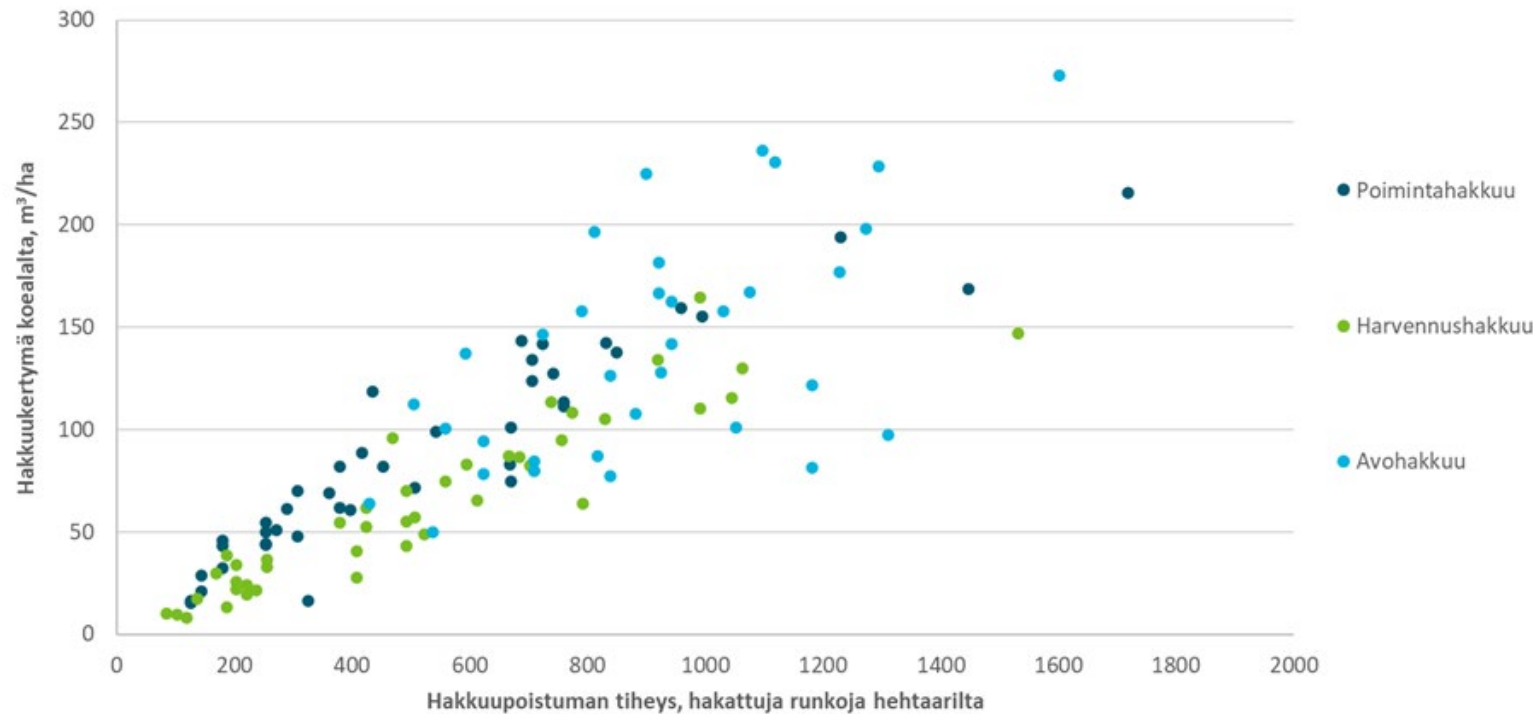
25 m



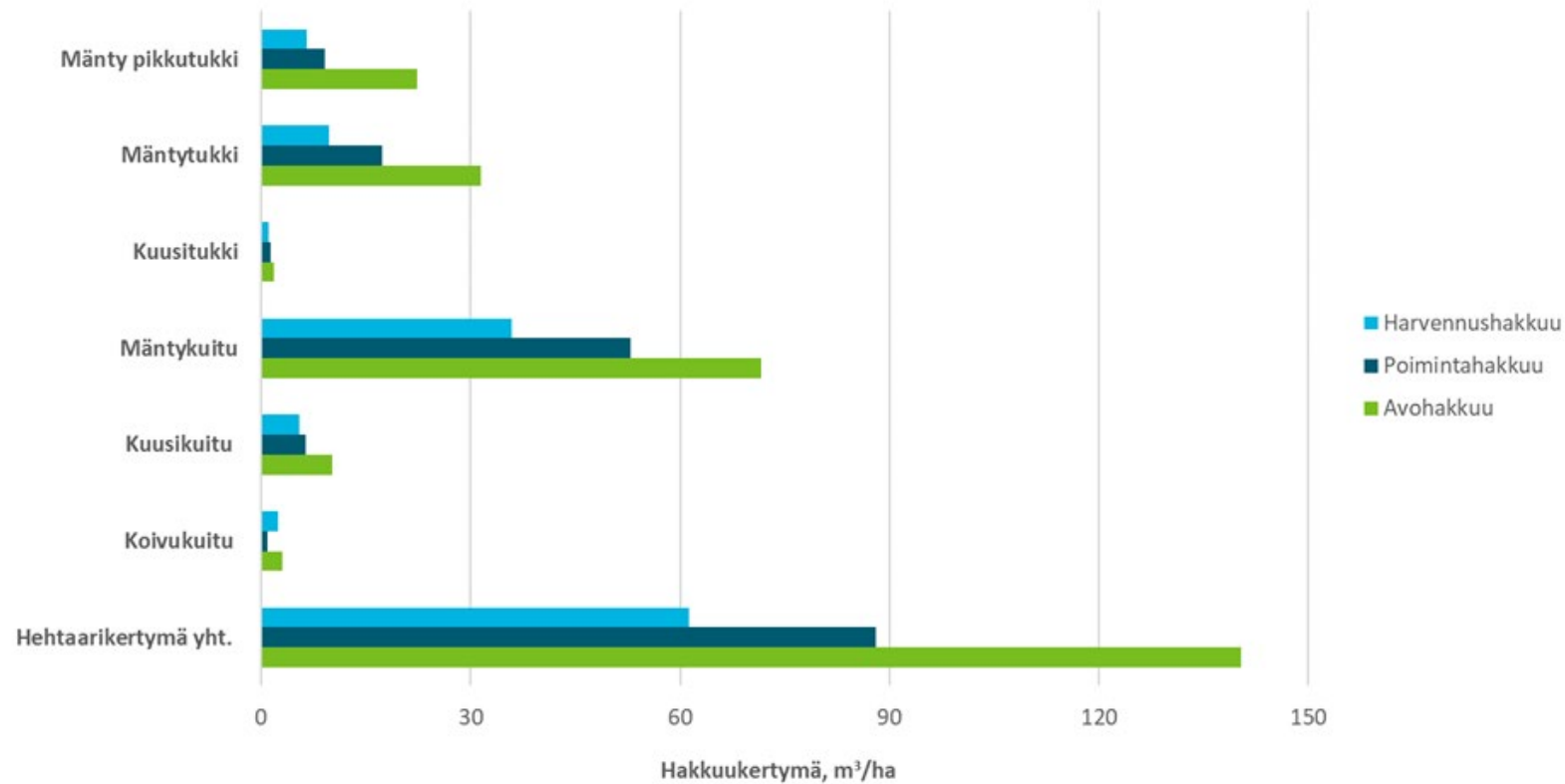
Ajourväli hakkuutavoittain kesä- ja talvikorjuun työmailla



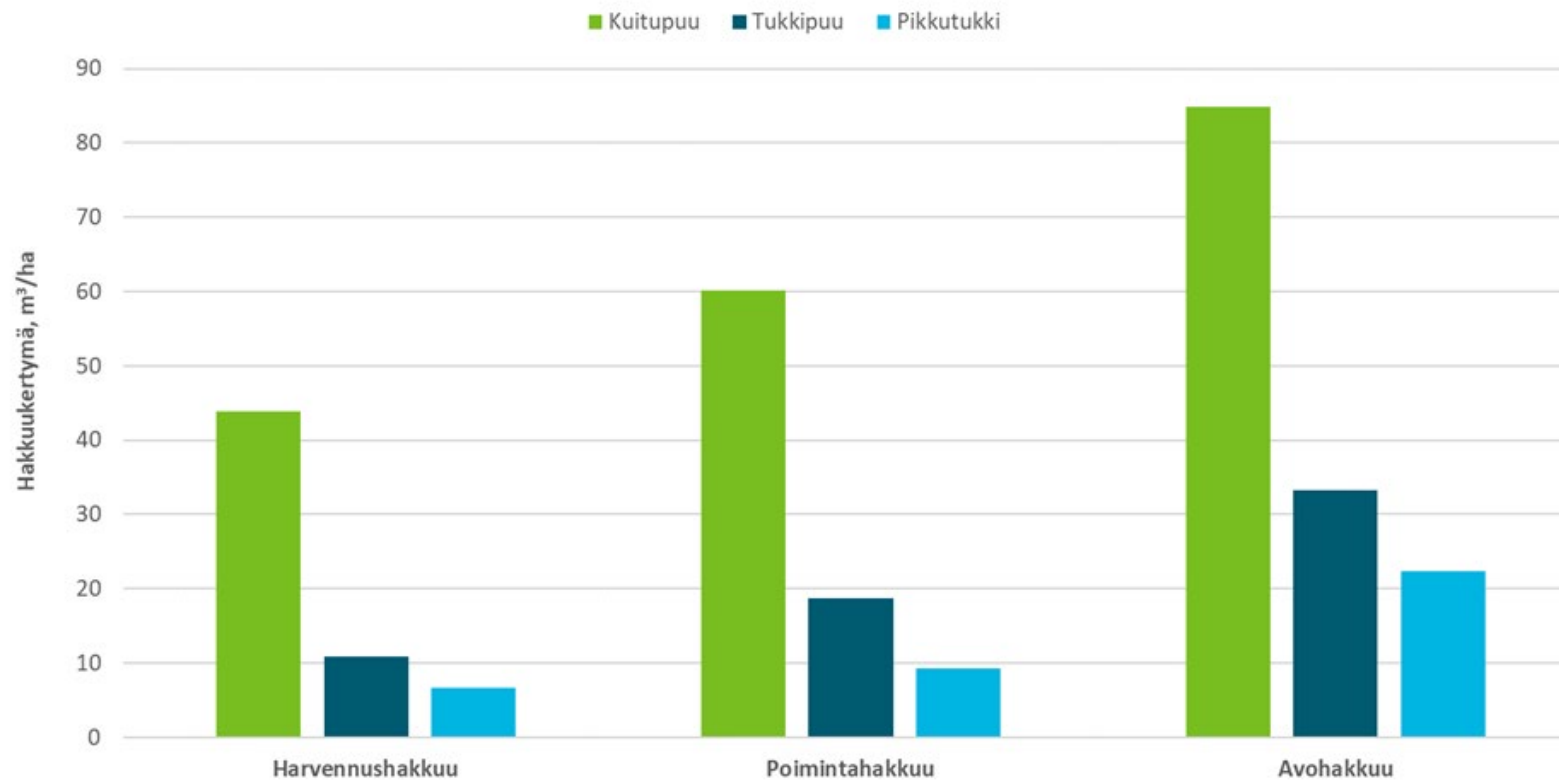
Koealakohtainen hakkuukertymä (m^3/ha) ja hakkuupoistuman tiheys (runkoja/ha) aikatutkimuskoealoilla eri hakkuutavoilla



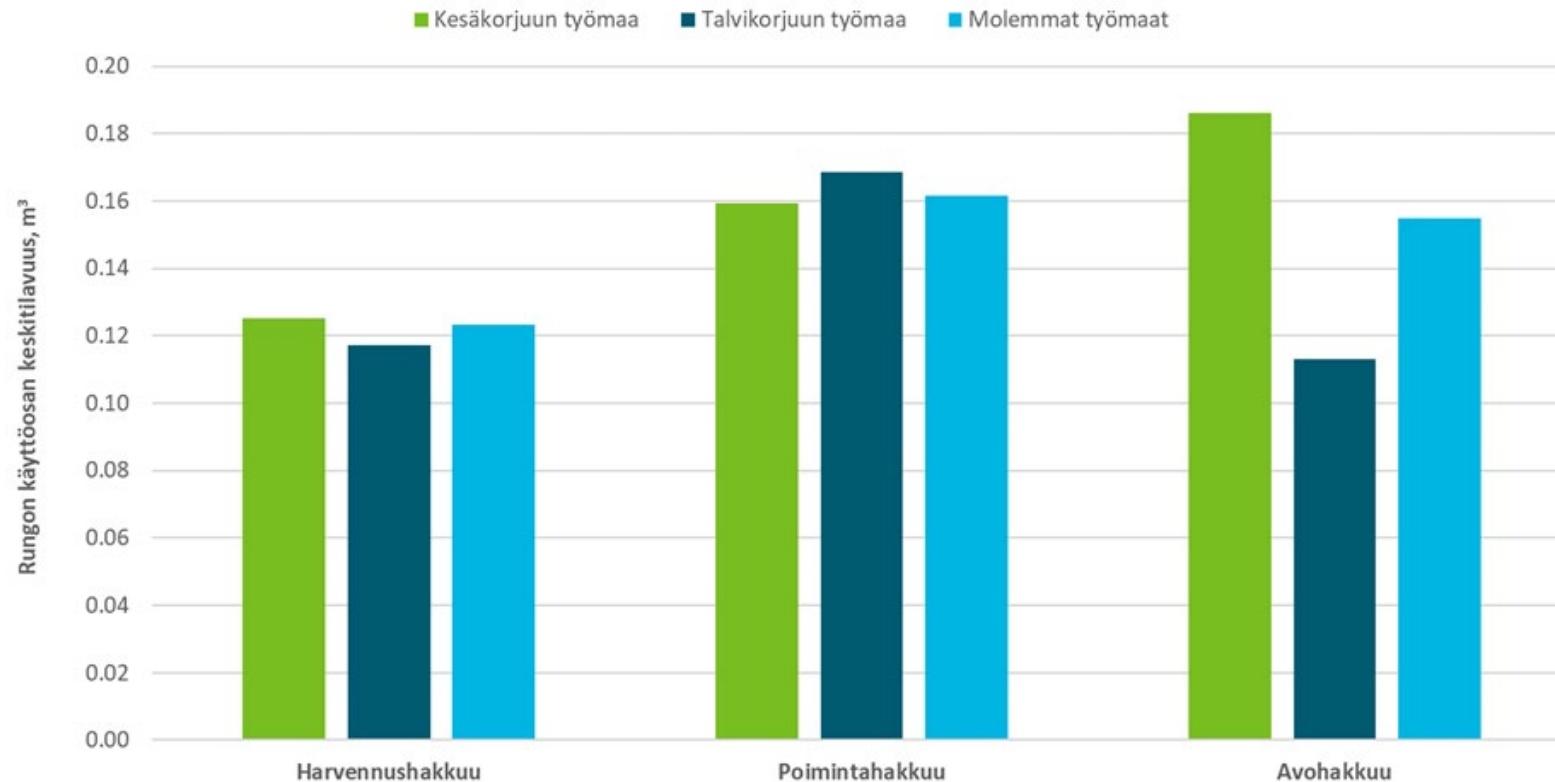
Puu- ja puutavaralaji kohtainen hakkuukertymä eri hakkuutavoilla koehakkuiden perusteella. Hakkuukertymän keskiarvo aikatutkimuskoealoilla, m³/ha



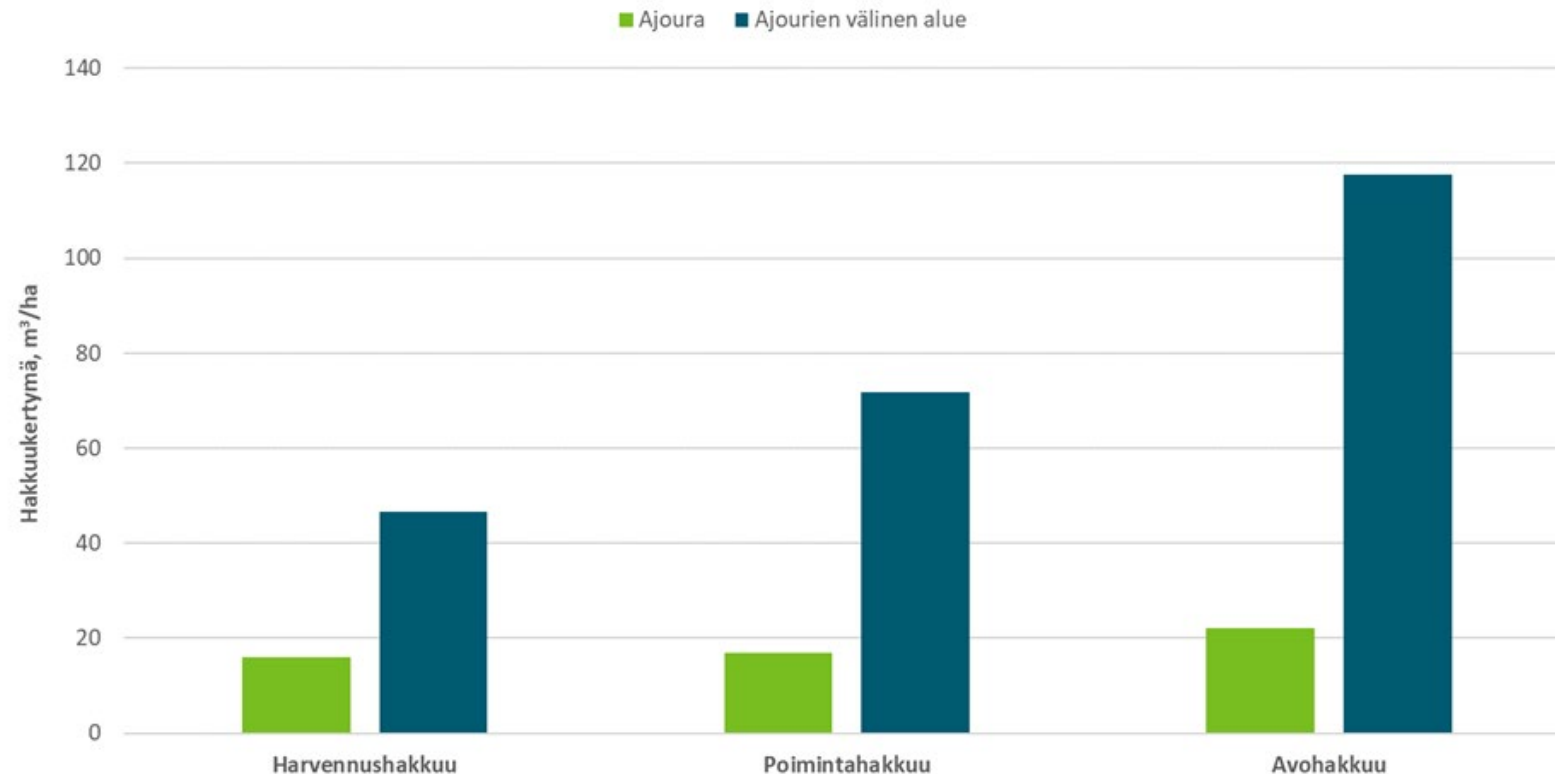
Puutavaralajikohtainen hakkuukertymä eri hakkuutavoilla koehakkuiden perusteella. Hakkuukertymän keskiarvo aikatutkimuskoealoilla, m³/ha



Rungon käyttöosan keskitilavuus hakkuutavoittain tutkimustyömailla



Hakkuukertymä ajouralta ja ajourien väliseltä alueelta eri hakkuutavoilla koehakkuiden perusteella. Hakkuukertymän keskiarvo aikatutkimuskoealoilla, m³/ha



Kone- korjuukustannuslaskenta eri hakkuutavoille

Metsäkoneoppi
METSÄTEKNOLOGIAN PERUSTEET


Etsi sivustolta

ETUSIVU METSÄTYÖN AIKATUTKIMUS KONEKUSTANNUSLASKENTA METSÄKONEEN PINTAPAINE METSÄKONEEN TASAPAINO

Olet täällä: Alkuun / Konekustannuslaskenta

Edellinen - Lähteet **Seuraava** - Tuntikustannusten laskeminen

Konekustannuslaskenta



Tässä osiossa opit laskemaan koneenkäytön todellisia kustannuksia. Opit määrittämään koneen käyttötuntituotoksen, käyttötunnit sekä vuosituotoksen. Näiden tunteminen on kannattavan yritystoiminnan perusta.

Sivut

Etusivu

Metsätyön aikatutkimus
Työajan jaottelu ja tutkimuksen toteutus
Koneellisen hakkuun työvaihejaottelu
Aikatutkimusharjoitus
Lähteet

Konekustannuslaskenta
Tuntikustannusten laskeminen
Koneen käyttötuntituotos, käyttötunnit ja vuosituotos
Konekustannuslaskennan harjoitukset
Lähteet

Metsäkoneen pintapaineen laskenta
Metsäkoneen pintapaine yksittäiselle pyörälle
Metsäkoneen pintapaine telavarusteiselle telille
Pintapaineen laskennassa käytettävät kaavat ja empiriset mallit
Metsäkoneen raiteistumismallit

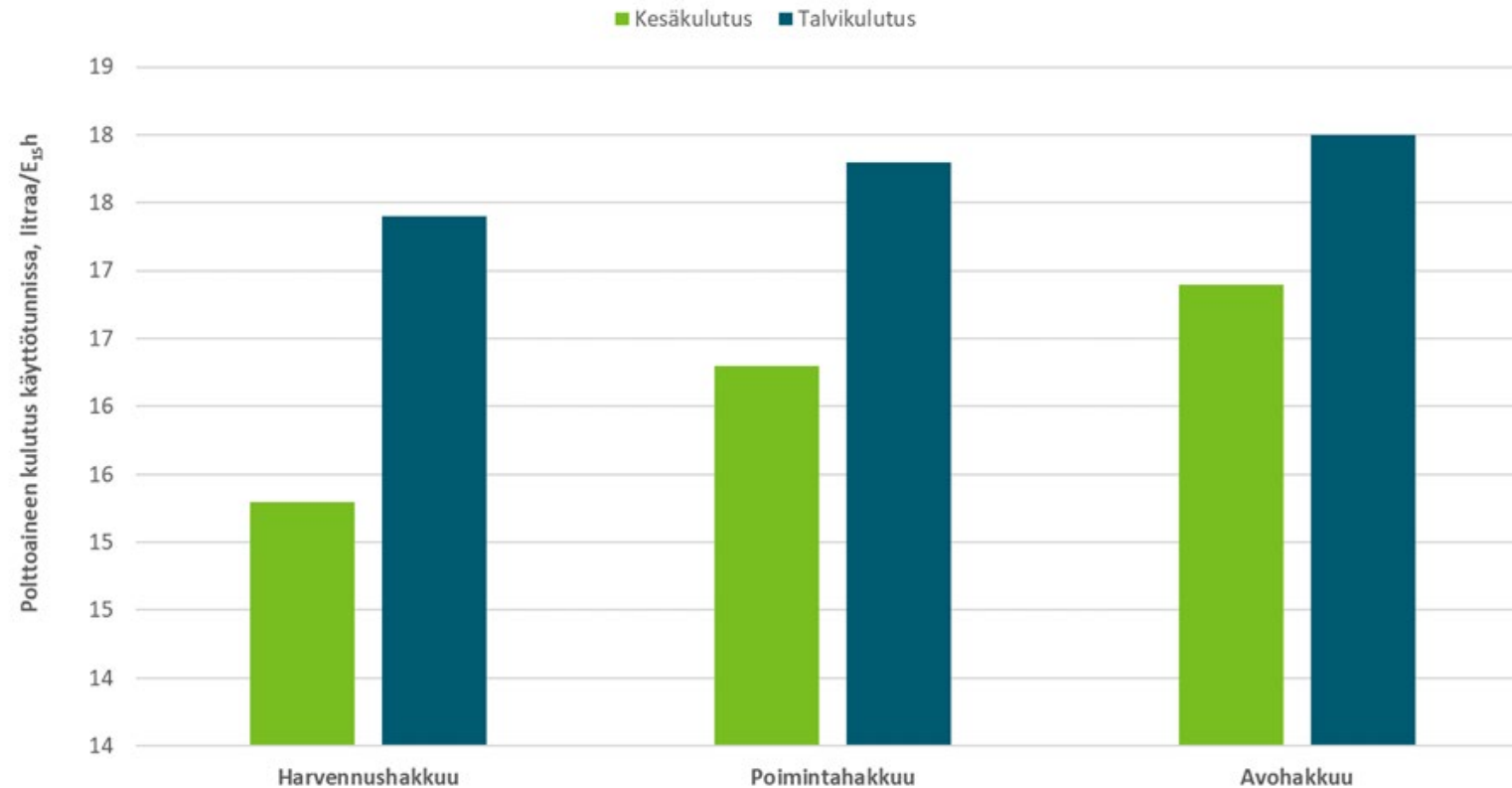
Korjuukustannusten vertailulaskelmat (hakkuu + metsäkuljetus) perustuivat tuotettuihin hakkuun tuottavuusmalleihin sekä olemassa oleviin metsäkuljetuksen tuottavuusmalleihin ja metsäkoneiden kustannuslaskentapohjiin*. Vertailulaskelmien korjuuolosuhteet johdettiin aikatutkimuskoealatietojen pohjalta

	Hakkuukone	Kuormatraktori
Käyttötuntikustannus, €/h	118,50 119,79 120,93	84,99

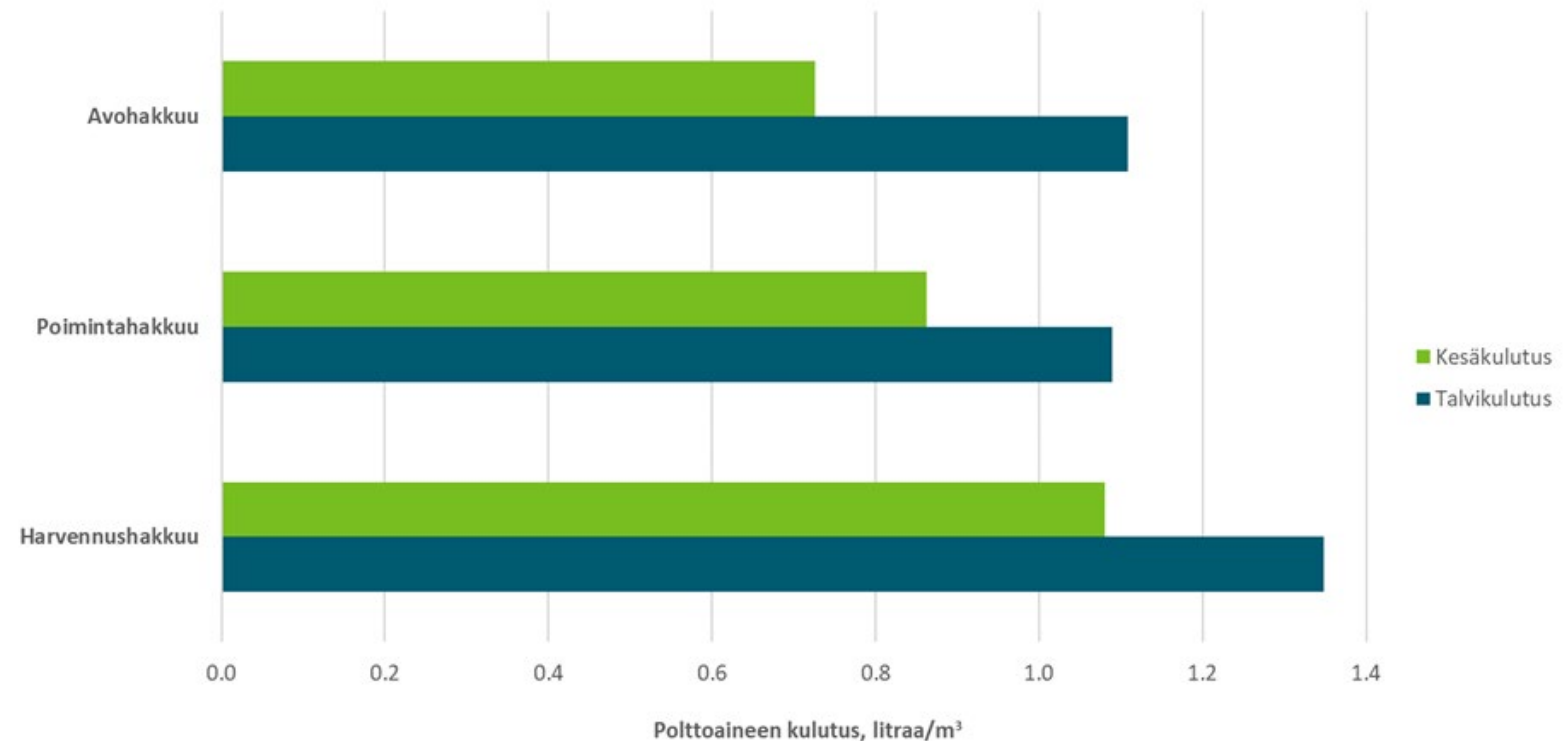


* Helsingin yliopisto: Uusitalo ja Kivinen 2022
<https://puuhuolto.fi/metsakoneoppi/konekustannuslaskenta/>

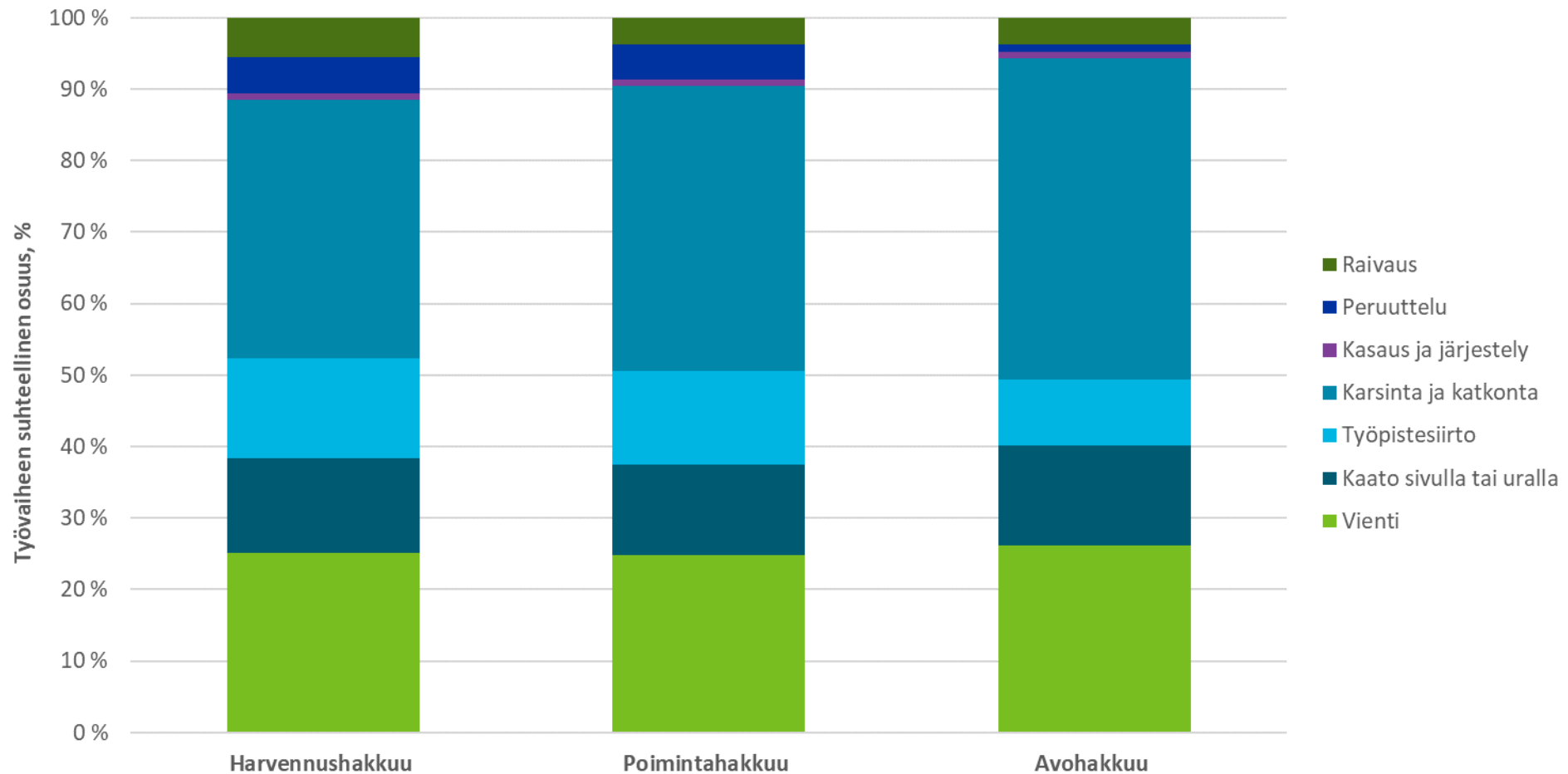
Hakkuukoneen polttoaineen käyttötuntikulutus hakkuutavoittain kesä- ja talviolosuhteissa



Hakkuukoneen polttoaineen kulutus hakattua ainespuu kiintokuutiometriä (litraa/m³) kohden hakkuutavoittain kesä- ja talviolosuhteissa



Työvaiheiden suhteellinen osuus tehoajanmenekistä tutkituilla hakkuutavoilla



Hakkuukonetyön tehotyöajan mallintaminen kahdeksi päätyövaiheeksi & aputyöajat

TYÖPISTESIIRTO

- Työpistesierrot & peruuttelu uralla/pistoilta
- Hakattuja runkoja hehtaarilta
- s/runko



HAKKU

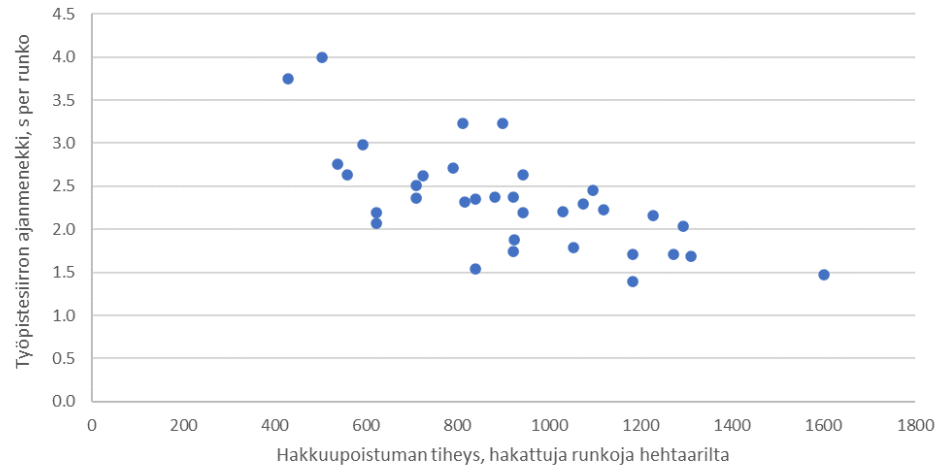
- Hakkuulaitteen vienti, kaato, karsinta ja katkonta
- Rungon käyttöosan tilavuus, m³
- Puulajista riippumaton yleismalli & puulajikohtaiset mallit
- s/runko



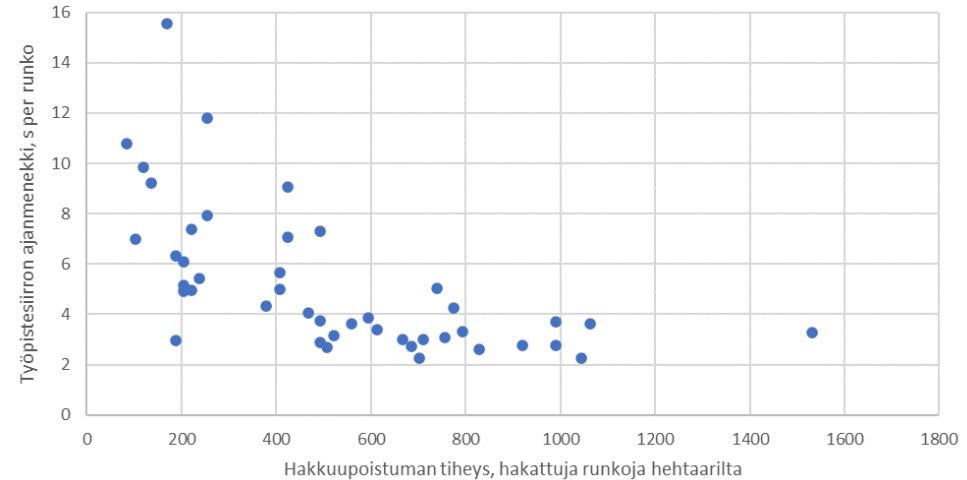
	Raivaus, s/runko	Kasaus ja järjestelyt, s/runko
Harvennushakkuu	1,4	0,2
Poimintahakkuu	0,9	0,3
Avohakkuu	0,8	0,2

Työpistesiiirron runkokohtainen ajanmenekki koealoittain eri hakkuutavoilla

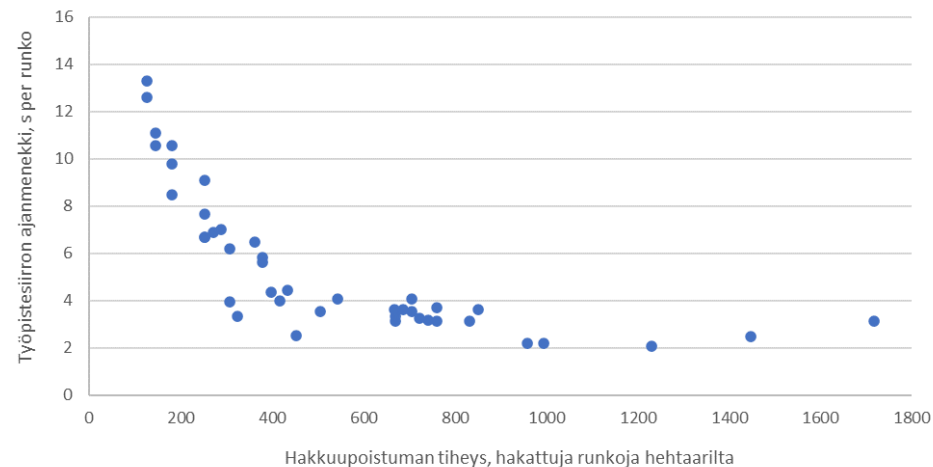
Avohakkuu, s per runko



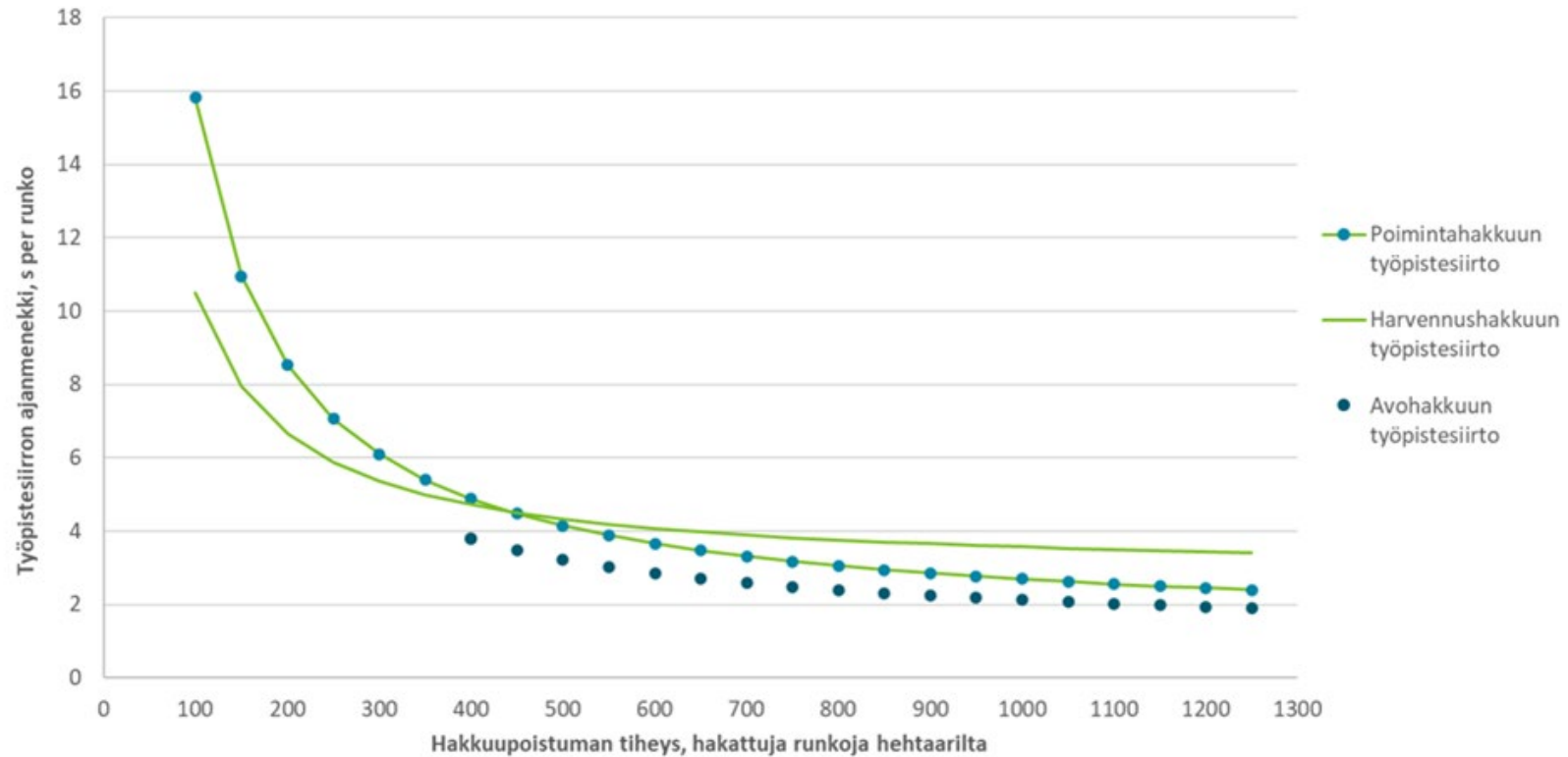
Harvennushakkuu, s per runko



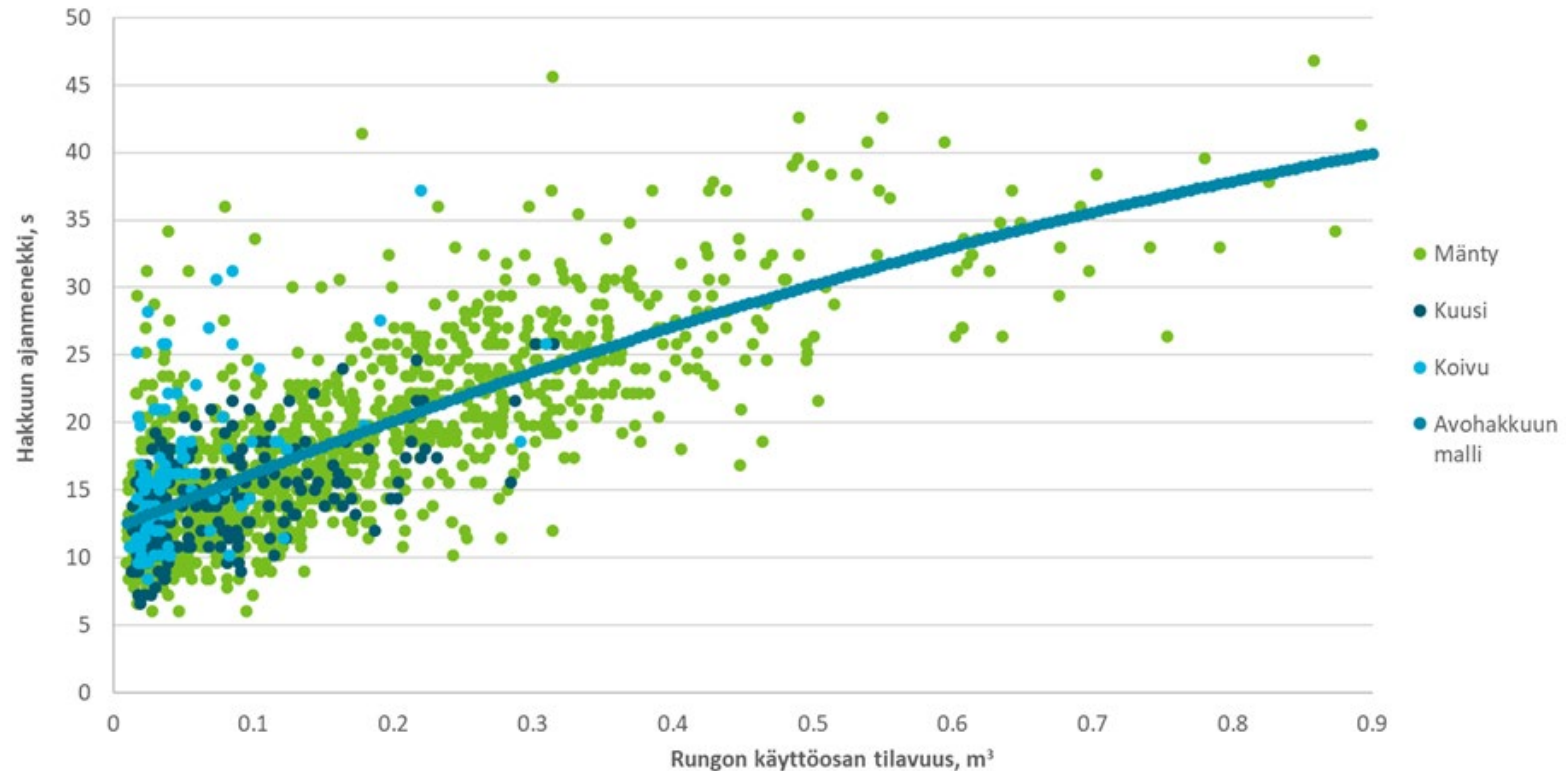
Poimintahakkuu, s per runko



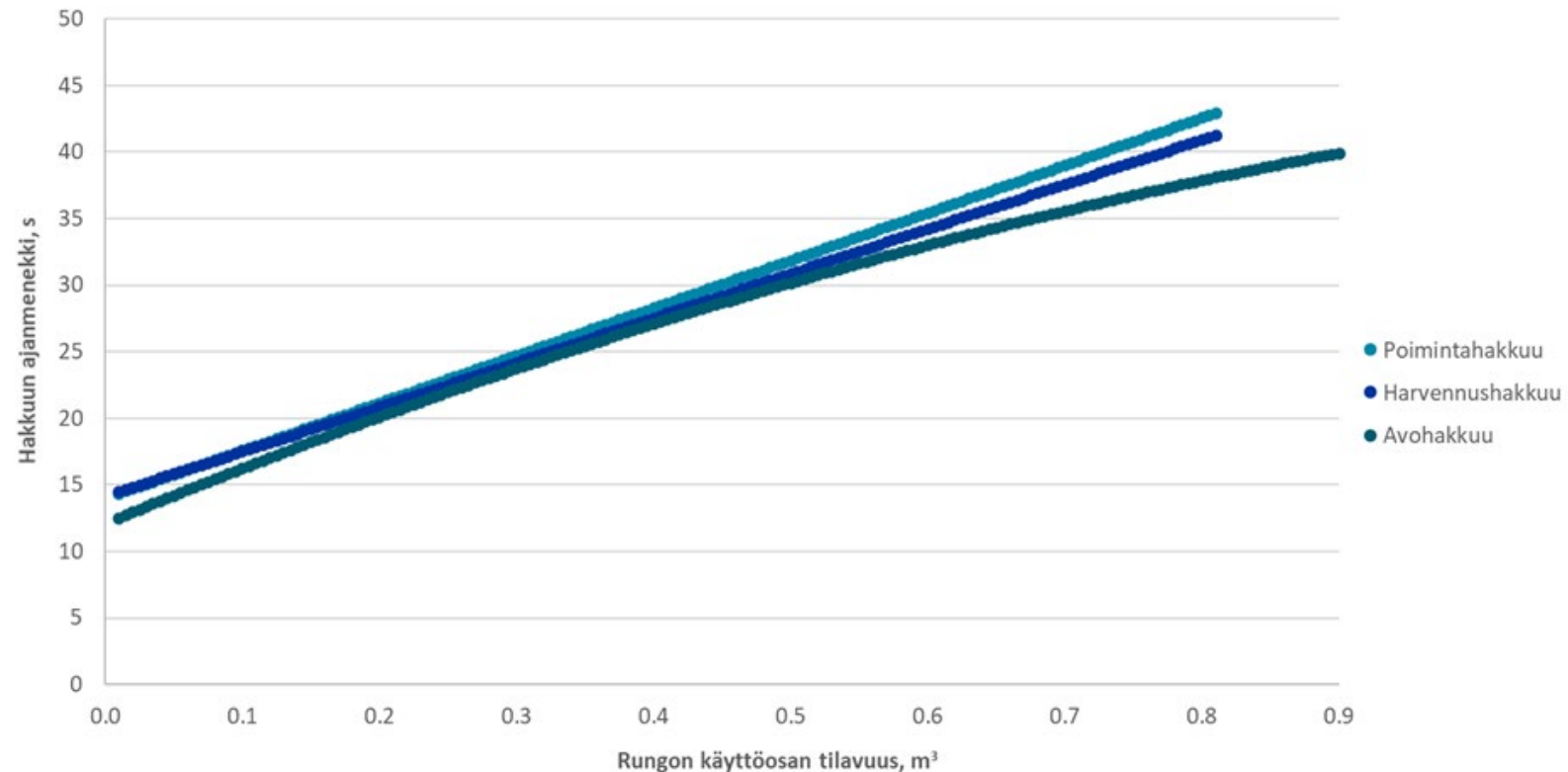
Hakkuukoneen työpistesiiirron ajanmenekki eri hakkuutavoilla hakkuupoistuman runkotiheyden mukaan



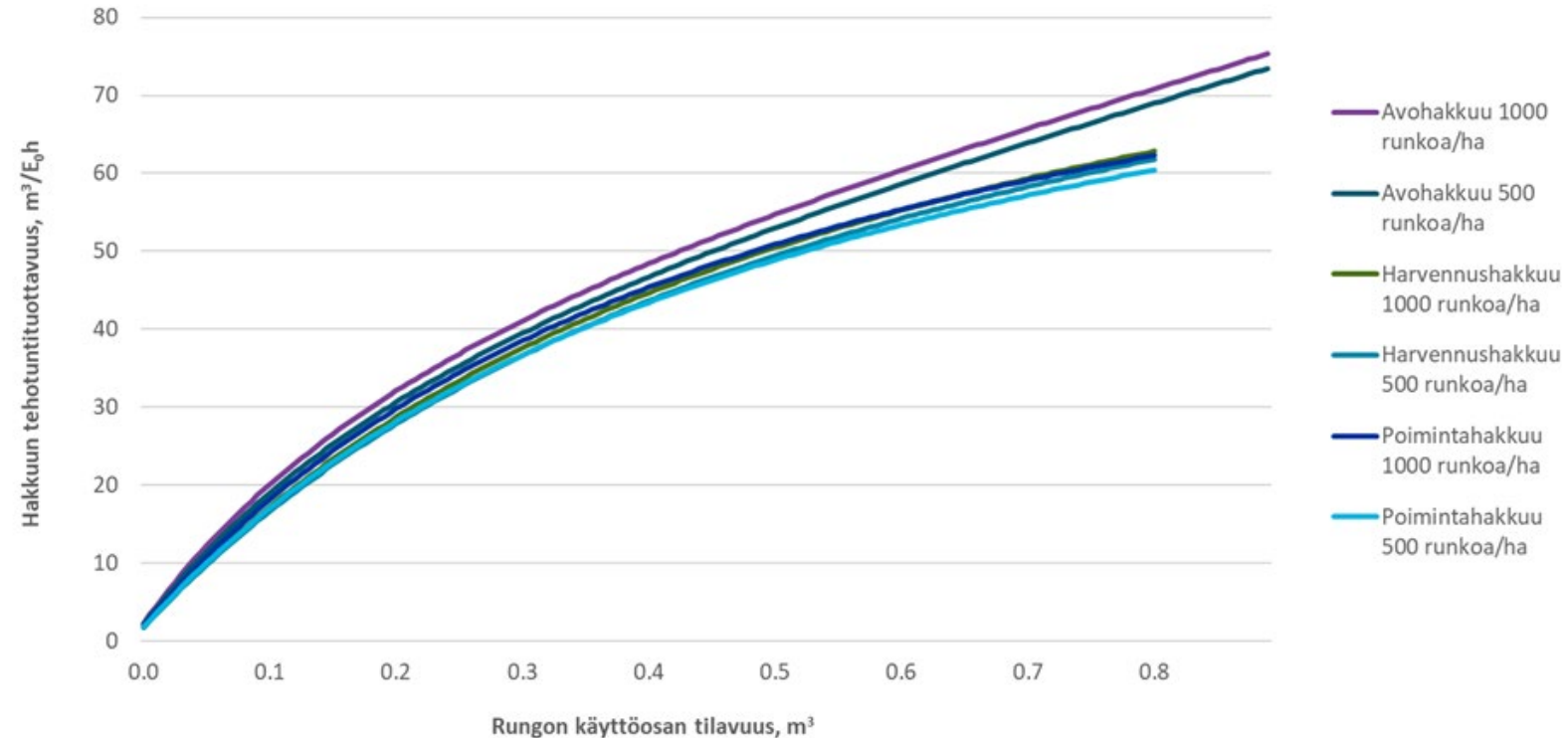
Avohakkuun runkokohtaiset ajanmenekkihavainnot ja aikatutkimusaineiston pohjalta laadittu ajanmenekkimalli rungon käyttöosan tilavuuden mukaan (puulajista riippumaton yleismalli)



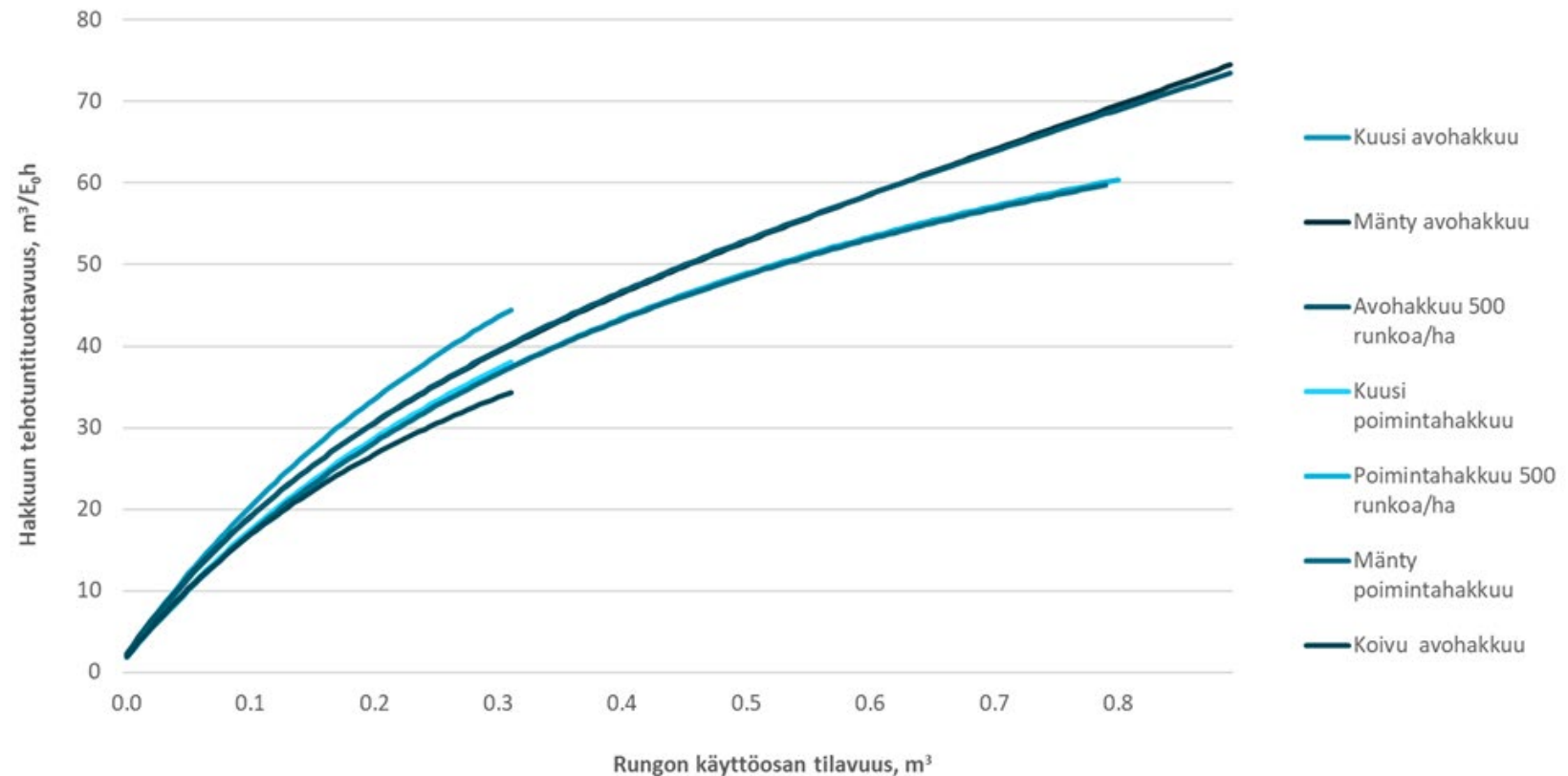
Poiminta-, harvennus- ja avohakkuun mallinnettu ajanmenekki rungon käyttöosan tilavuuden mukaan (yleismallit hakkuutavoittain)



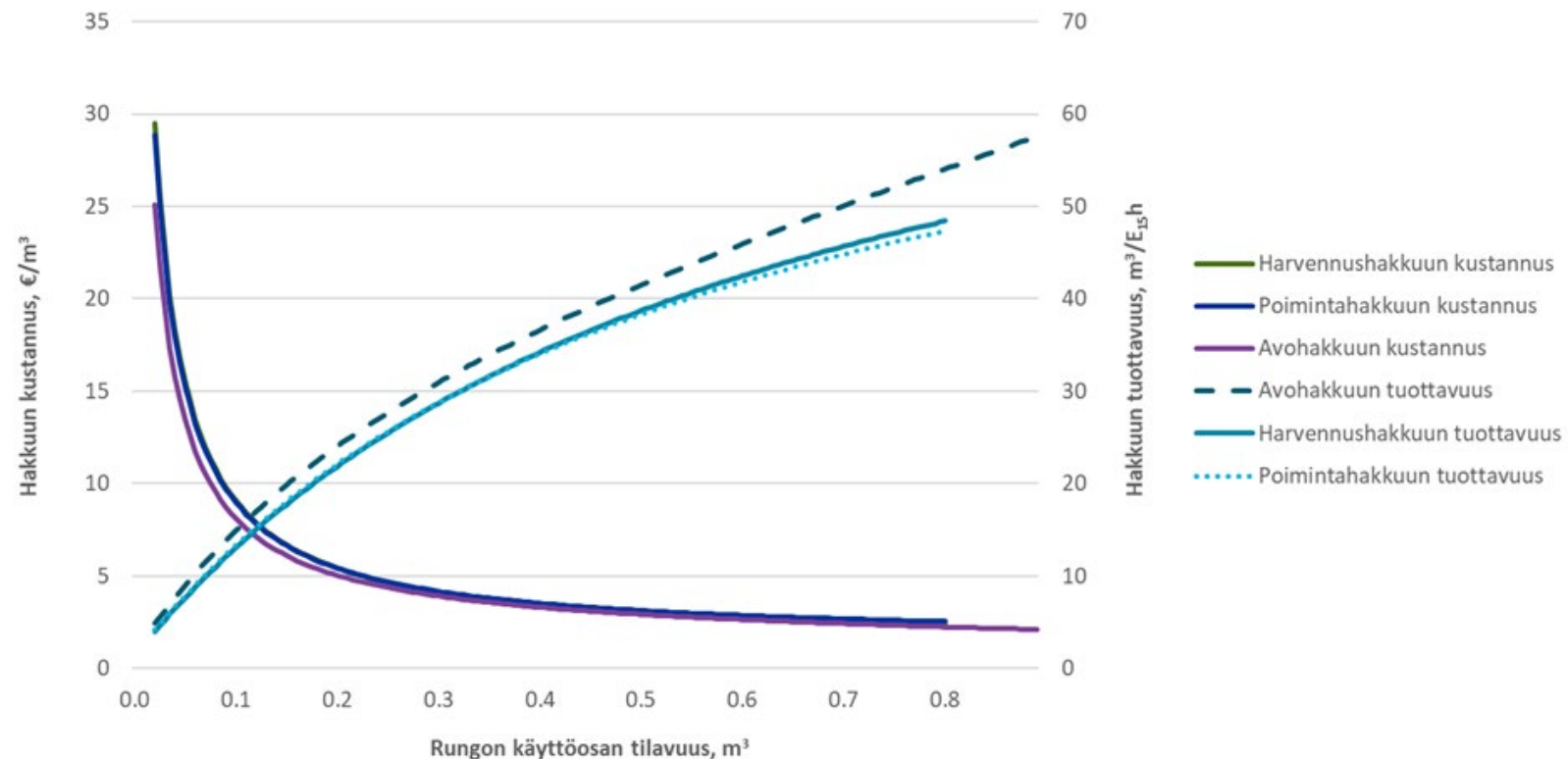
Avo-, harvennus- ja poimintahakkuun mallinnettu tehotuntuottavuus rungon käyttöosan tilavuuden mukaan, kun hakkuupoistuman tiheys on 500 ja 1000 runkoa hehtaarilta (yleismallit)



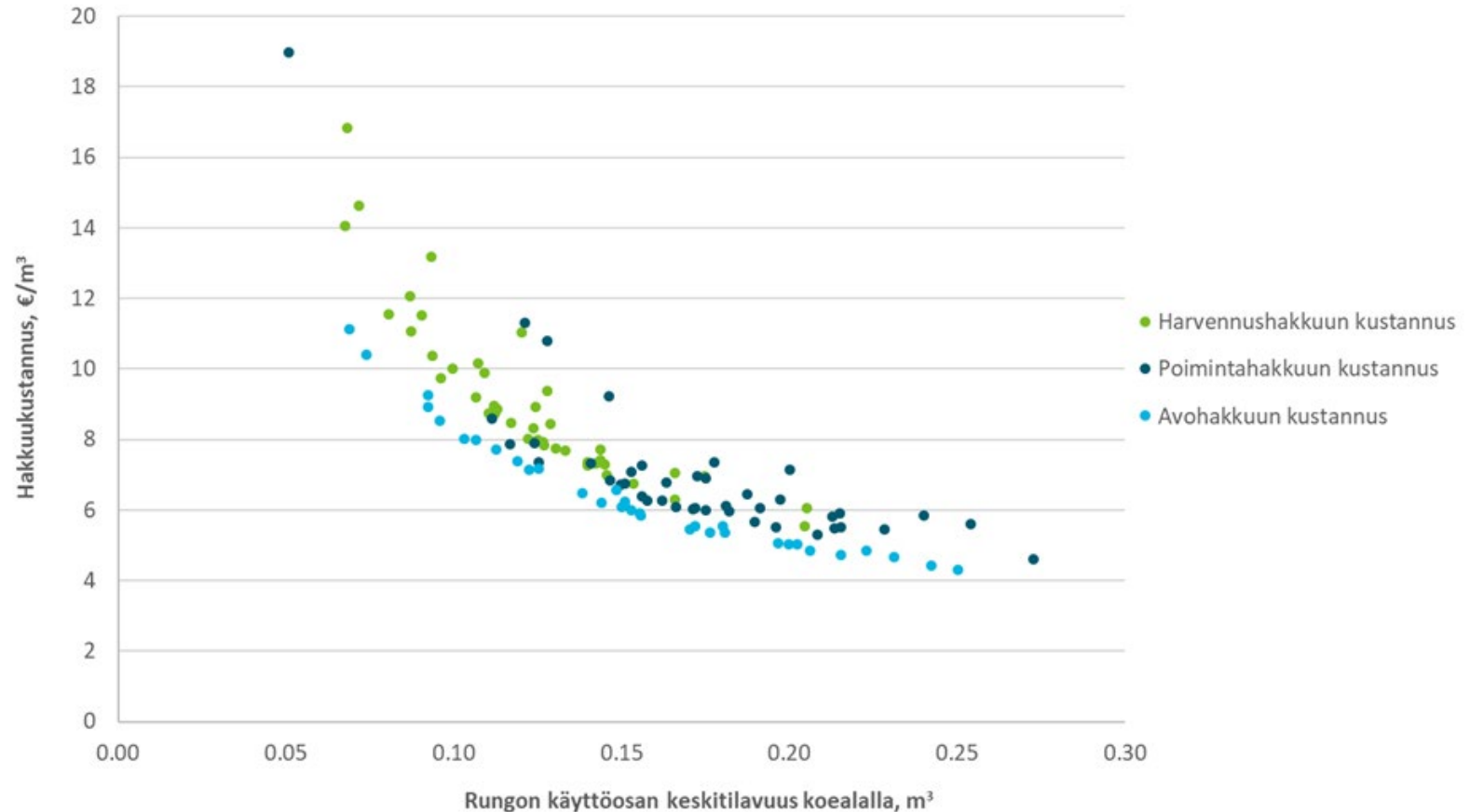
Avo- ja poimintahakkuun mallinnettu tehotuntuottavuus puulajeittain rungon käyttöosan tilavuuden mukaan. Hakkuupoistuma 500 runkoa hehtaarialta



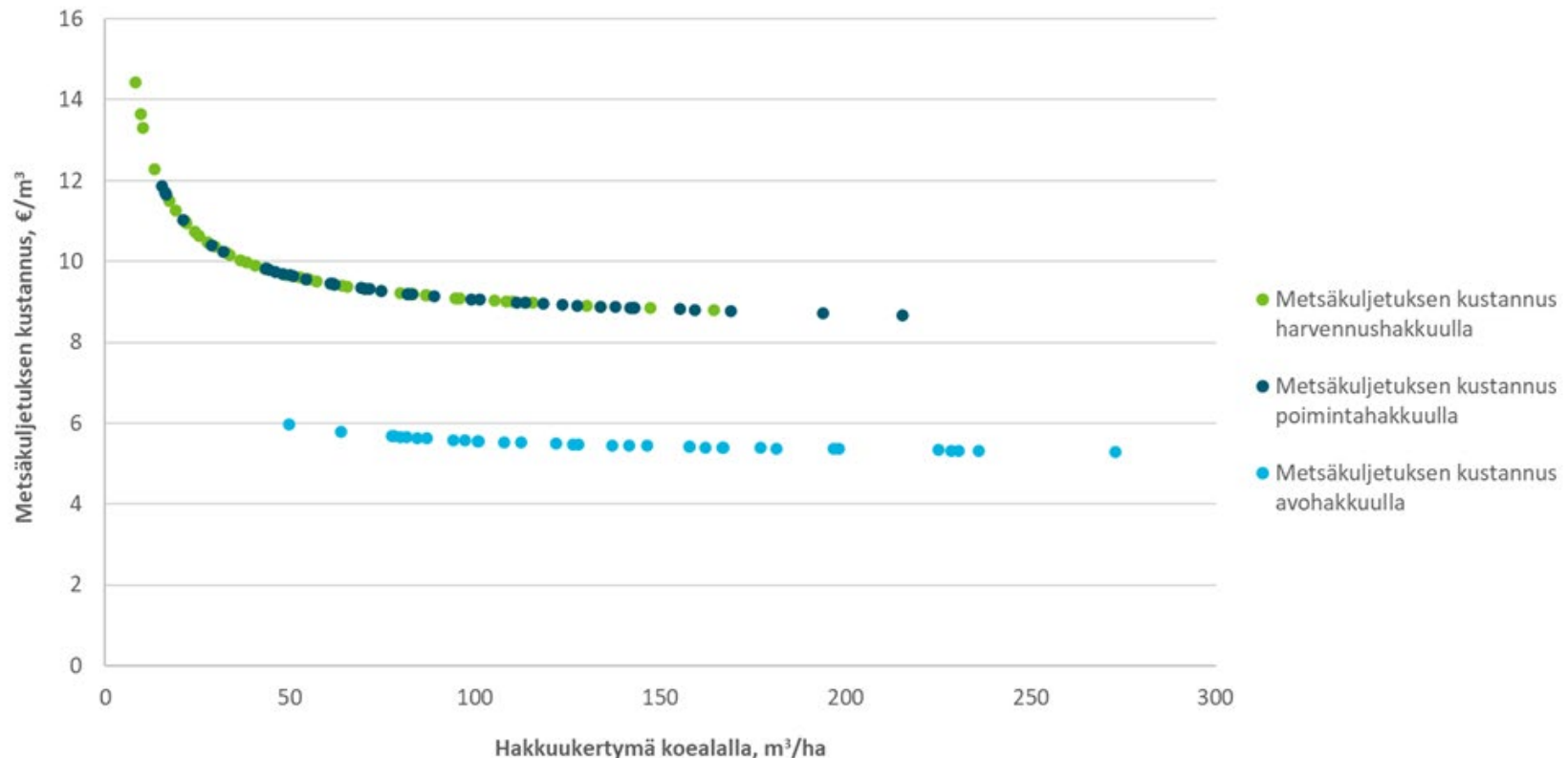
Hakkuun tuottavuus ($\text{m}^3/\text{E}_{15}\text{h}$) ja *kustannus ($\text{€}/\text{m}^3$) rungon käyttöosan tilavuuden (m^3) mukaan eri hakkuutavoilla, kun hakkuupoistuma on 500 runkoa hehtaarilta



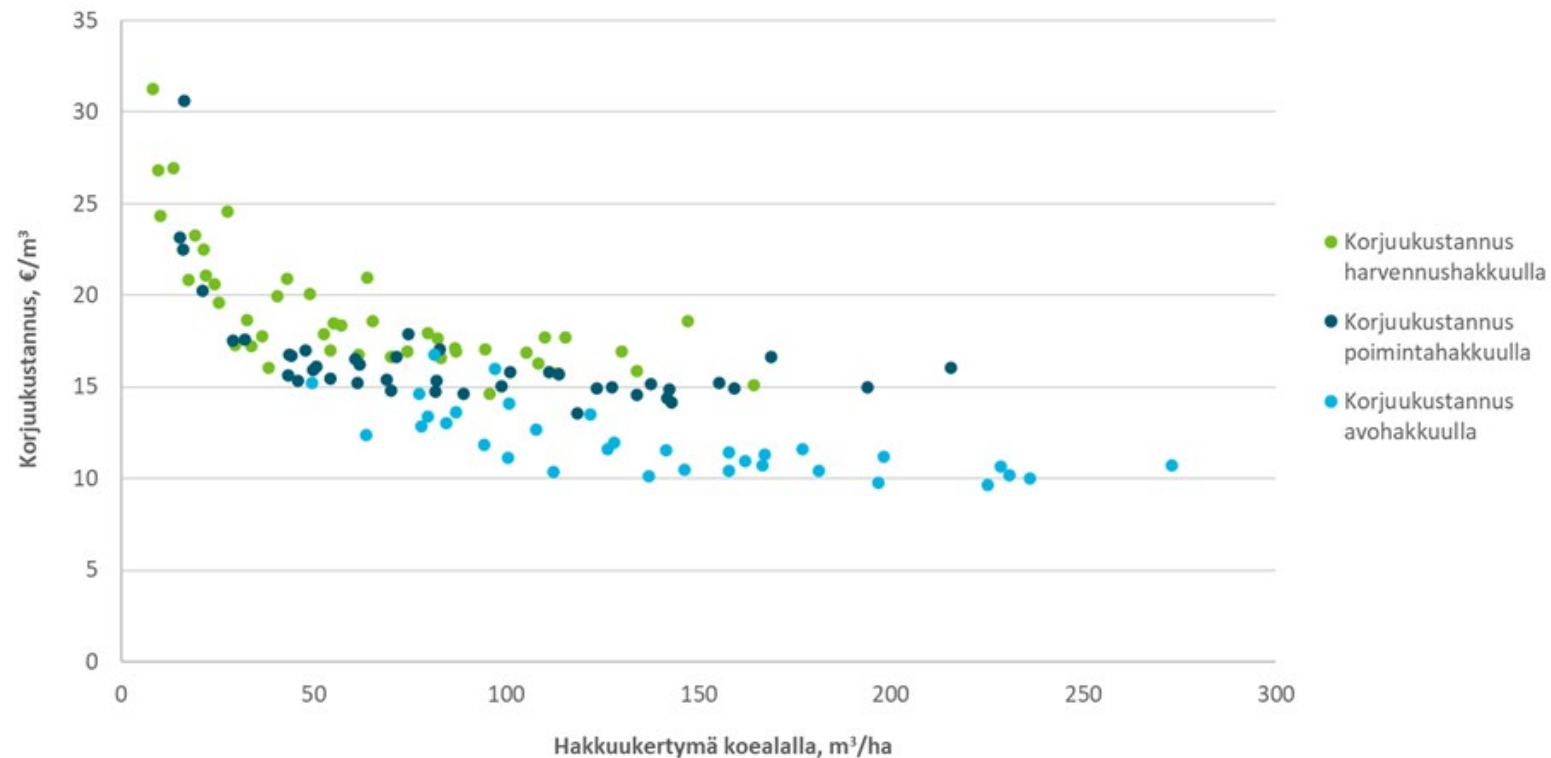
Hakkuun kustannus (€/m³) rungon käyttöosan koealakohtaisen keskitilavuuden (m³) mukaan eri hakkuutavoilla



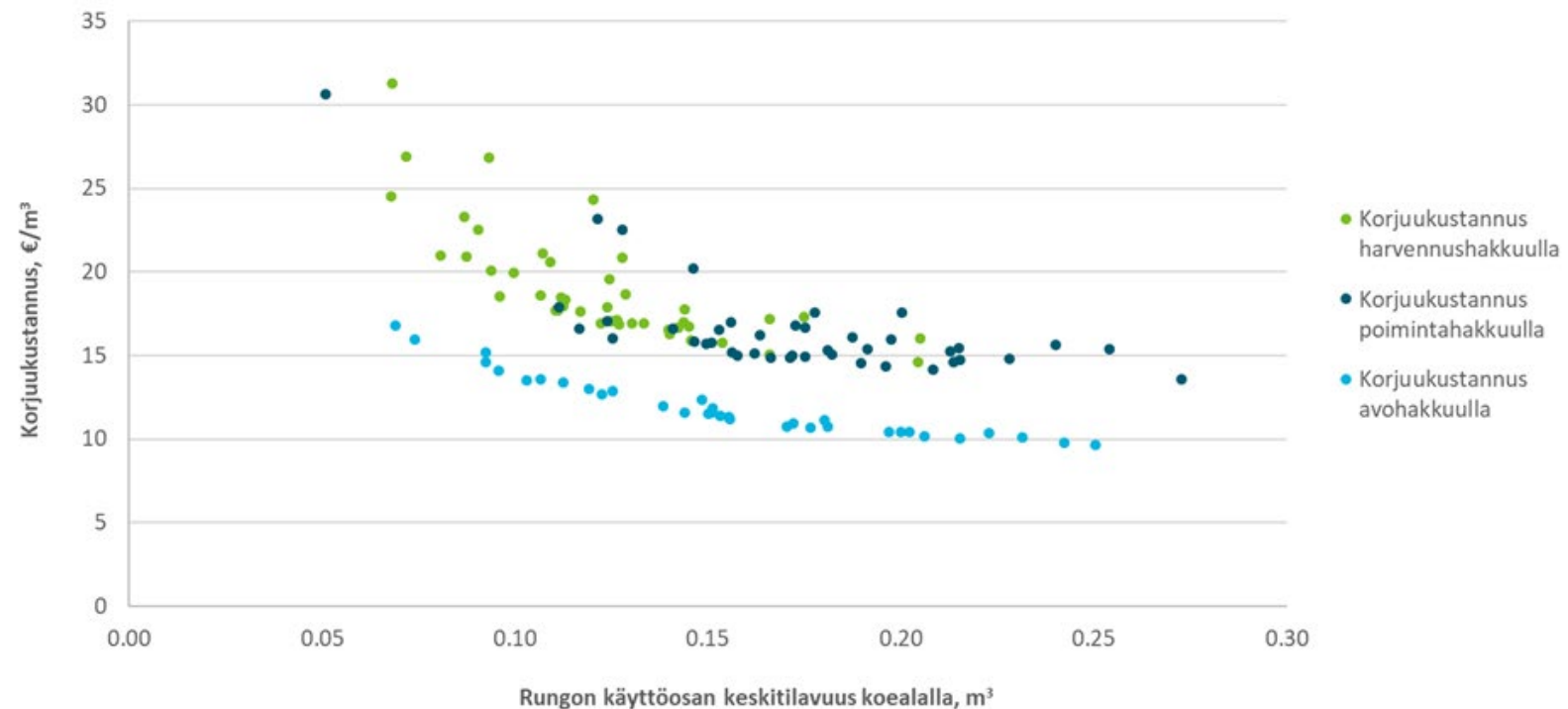
Metsäkuljetuksen kustannus (€/m³) koealakohtaisen hakkuukertymän (m³/ha) mukaan eri hakkuutavoilla, kun metsäkuljetusmatka on 300 m



Puunkorjuun kustannus (hakkuu + metsäkuljetus, €/m³) koealakohtaisen hakkuukertymän (m³/ha) mukaan eri hakkuutavoilla, kun metsäkuljetusmatka on 300 m



Puunkorjuun kustannus (hakkuu + metsäkuljetus, €/m³) rungon käyttöosan koealakohtaisen keskitilavuuden (m³) mukaan eri hakkuutavoilla, kun metsäkuljetusmatka on 300 m



Johtopäätökset

- Hakkuupoistuman tiheyden ja runkojen järeyden vaihtelu aikatutkimuskoealoilla oli tarkoituksenmukainen
 - Mahdollisesti hakkuutyön ajanmenekin mallintamisen kolmelle hakkuutavalle
 - Tulokset johdonmukaiset aiempiin tuottavuusmalleihin verrattuna
 - Rinnakkaiset koealat hyvä lähtökohta hakkuutapakohtaiselle puunkorjuun kustannusvertailulle
 - Avohakkuulla puunkorjuu on edullisinta. Poiminta- ja harvennushakkuulla puunkorjuu maksaa likimain saman verran
 - Siirtymäkauden hakkuissa suurempi kertymä tasaa hakkuutyön hivenen alemmaa tuottavuutta poimintahakkuilla
 - Hakkuutavan vaikutus hakkuupoistuman järeyteen ja kertymään sekä tuleviin korjuuolosuhteisiin?
- Hyvä jatke tälle tutkimukselle olisi seurantatutkimus, johon osallistuisi muutama harvennus- poiminta- ja avohakkuilla käytettävä korjuuketju
 - Tuottavuuden ohella koneiden ajankäytön rakenne vuositasolla, korjuuolosuhteet, huolto- ja korjauskulut, kausivaihtelu, työmaan koko yms. operatiiviset kustannustekijät eri hakkuutavoilla
 - Oletettavaa on, että keskeisten kustannustekijöiden osalta poimintahakkuiden kustannusrakenne vastaa tai on hyvin lähellä harvennushakkuiden kustannusrakennetta
- Vastaavanlaista yhtä kattavaa hakkuutapakohtaista tutkimusta ei ole aiemmin julkaistu Suomessa tai Ruotsissa
 - Mahdollistaa metsänkäsittelyvaihtoehtojen kattavamman vertailun Pohjois-Suomen metsissä, joissa puusto ei ole yhtä kookasta/pitkää kuin Etelä- ja Keski-Suomessa

**Tulokset on
puitu läpi.
Kiitos!**

