



Kalle Kempainen^{1,2}, Kalle Kärhä¹, Juha Laitila², Antti Sairanen¹,
Ville Kankaanhuhta², Heli Viiri³ ja Heli Peltola¹

Koneellisen metsänistutuksen tuottavuuden ja kustannusten selvittäminen hyödyntäen automaattista tiedonkeruuta

Kempainen K., Kärhä K., Laitila J., Sairanen A., Kankaanhuhta V., Viiri H., Peltola H. (2025). Koneellisen metsänistutuksen tuottavuuden ja kustannusten selvittäminen hyödyntäen automaattista tiedonkeruuta. *Metsätieteen aikakauskirja 2025-25002*. Tutkimusseloste. 3 s. <https://doi.org/10.14214/ma.25002>

Yhteystiedot ¹Itä-Suomen yliopisto, Metsätieteiden osasto, Joensuu; ²Luonnonvarakeskus (Luke), Joensuu; ³UPM-Kymmene Oyj, UPM Metsä, Tampere

Sähköposti kalle.kempainen@uef.fi; kalle.kempainen@luke.fi

Hyväksytty 19.2.2025

Seloste artikkelista Kempainen K., Kärhä K., Laitila J., Sairanen A., Kankaanhuhta V., Viiri H., Peltola H. (2025). Evaluation of the productivity and costs of excavator-based mechanized tree planting in Finland based on automated data collection. *Silva Fennica* vol. 59 no. 1 article id 25004. <https://doi.org/10.14214/sf.25004>

Metsänistutuksen koneellistamisen on jo pitkään toivottu alentavan metsänuudistamisketjun kustannuksia ja pienentävän työvoimatarvetta. Odotuksista huolimatta koneellinen istutus ei ole yleistynyt Suomessa, eikä globaalistikaan. Tärkeimpänä syynä alhaisille koneistutusmäärille on pidetty koneellisen istutuksen heikompaa kustannuskilpailukykyä suhteessa manuaalisiin istutusketjuihin. Viime vuosina metsänuudistamisen kustannukset ovat kasvaneet ja kausityövoiman saatavuus on vaikeutunut, mikä on lisännyt tarvetta päivitetylle tiedolle eri istutusketjujen kustannuksista.

Tässä tutkimuksessa selvitettiin koneellisen istutuksen tuottavuutta ja kustannuskilpailukykyä Suomessa. Tuottavuus- ja työajanmenekkilaskelmat pohjautuivat Risutec Asta -dokumentointijärjestelmällä kerättyyn aineistoon, joka sisälsi aikaleimat 70 903 istutetusta kuusen (*Picea abies* (L.) H. Karst.) taimesta kronologisessa järjestyksessä. Koneistutukset tehtiin kaivinkoneeseen asennetulla Risutec PM-160 -istutuslaitteella vuosina 2019 ja 2020. Länsi-Suomessa sijainneet yhdeksän istutustyömaata olivat pääosin kivisyydeltään normaaleja tuoreen kankaan kivennäismaita. Seitsemältä työmaalta oli korjattu hakkuutähteet pois.

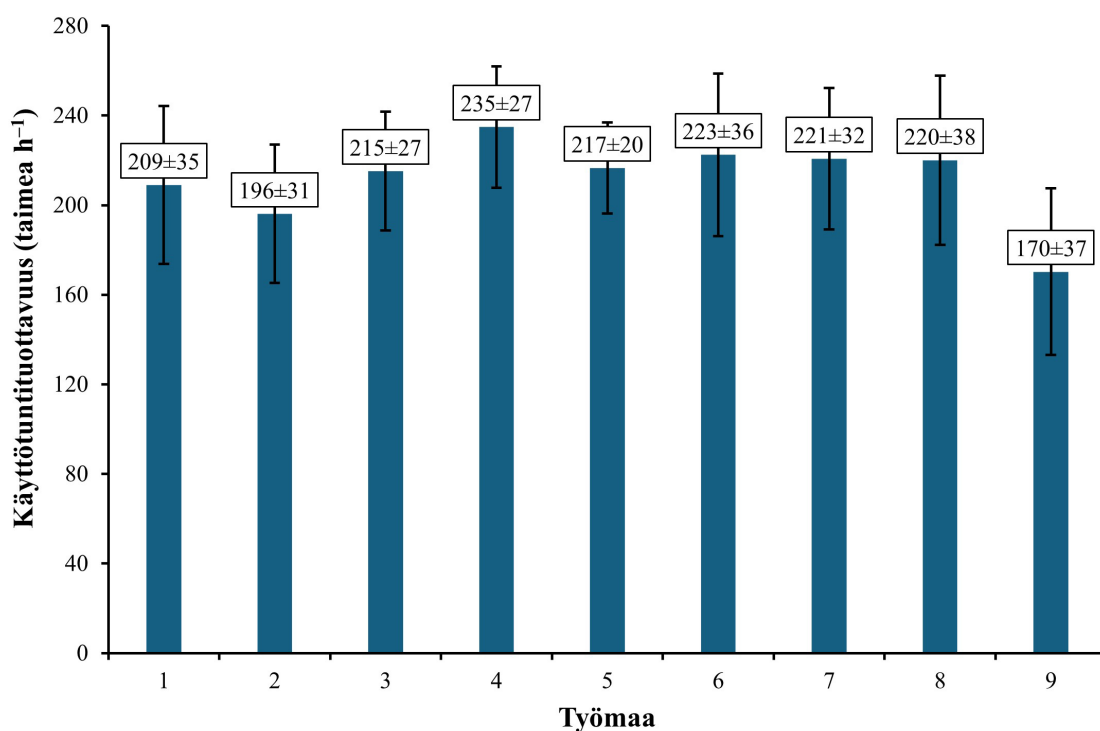
Taimikohtaisten aikaleimojen ja istutusaikojen perusteella määritettiin koneellisen istutuksen työmaa-aika (h ha⁻¹ sisältäen alle tunnin tauot), taimikasetin latausaika (min) ja keskimääräinen istutusaika (s taimi⁻¹) sekä käyttötuntituottavuus (taimea h⁻¹ sisältäen alle 15 min tauot).

Kustannuslaskennassa verrattiin koneellisen istutuksen kustannuksia manuaalisten istutusketjujen kustannuksiin. Niissä mätästys tehtiin joko kaivinkoneella tai metsätraktoriin asennetulla

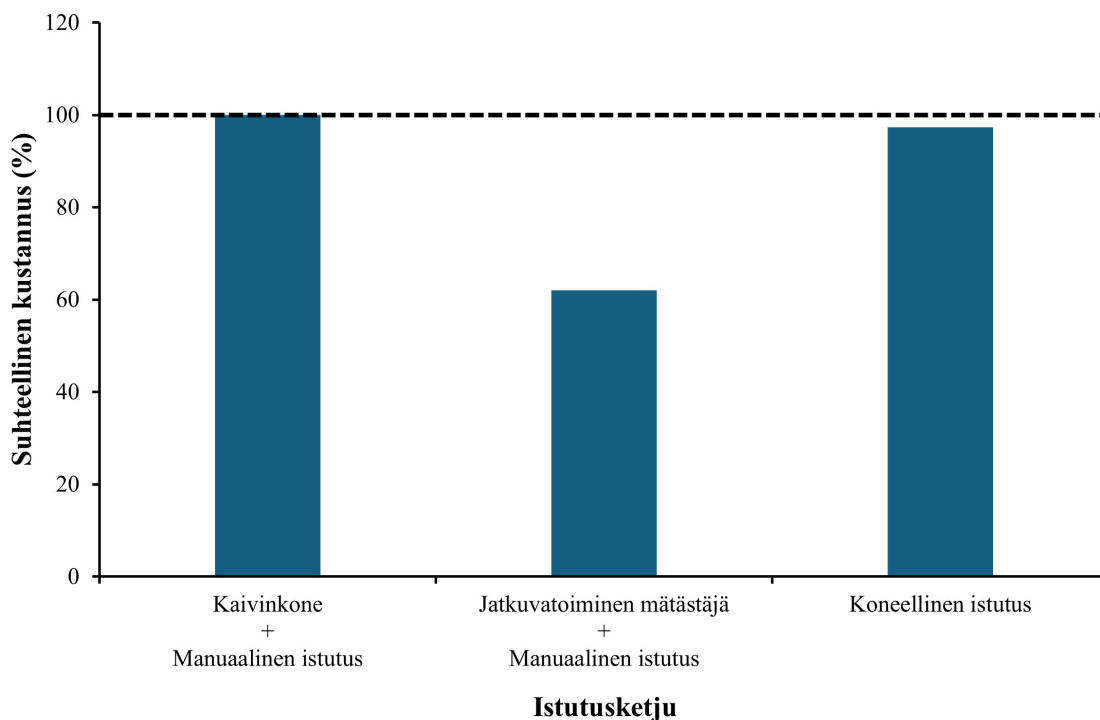
jatkuvatoimisella mätästäjällä (Bracke M24.a). Laskennan lähtökohtana oli, että istutuskausi kestää toukokuun alusta syyskuun loppuun (yhteensä 5 kk). Maanmuokkauskausi sen sijaan jatkuu lokakuun lopulle saakka (6 kk). Tavoiteltu istutustiheys oli kaikissa vertailussa mukana olleissa istutusketjuissa 1800 taimea ha⁻¹. Oletuksena oli, että peruskoneet ovat metsänhoitokauden ulkopuolella muissa työtehtävissä.

Kustannuslaskentaa varten rakennettiin Excel-pohjainen laskuri, johon syötettiin laskennan perustiedot. Käyttötuntikustannukset olivat laskuriin asetetuilla lähtöarvoilla maanmuokkauksessa 71,8 € h⁻¹ kaivinkone + mätästyskauha -yhdistelmässä ja 135,6 € h⁻¹ metsätraktori + jatkuvatoiminen mätästäjä -yhdistelmässä sekä koneellisessa istutuksessa 85,3 € h⁻¹ (kaivinkone + istutuslaite).

Risutec PM-160 -istutuslaitteella kului yhden hehtaarin istuttamiseen keskimäärin yhdeksän tuntia, kun kaikki alle tunnin tauot otettiin huomioon. Taimikasetin lataaminen 160 taimella kesti keskimäärin 10 minuuttia (3,8 s taimi⁻¹). Istutusaikojen keskiarvo ilman taimikasetin lataustaukoja tai muita yli 15 min taukoja oli 13,8 s taimi⁻¹ ja keskimääräisen lataustauon kanssa 17,6 s taimi⁻¹. Yleisin istutusaika koko aineistossa oli 9 s taimi⁻¹. Käyttötuntituottavuus vaihteli sekä työmaiden välillä että niiden sisällä – keskimääräinen tuottavuus oli 215 taimea h⁻¹ (kuva 1).



Kuva 1. Koneellisen istutuksen keskimääräiset käyttötuntituottavuudet ja niiden keskihajonnat työmaittain. Olosuhteet työmailla olivat hyvät koneelliseen istutukseen, sillä hakkuutähteet oli korjattu suurimmalta osalta työmaista (3–9). Hakkuutähteiden lisäksi kannot oli korjattu yhdeltä työmaalta (8). Työmaat olivat pääasiassa kivisyydeltään normaaleja kivennäismaita (3–9). Työmaa 2 oli kivinen kivennäismaakohde, jolta ei myöskään ollut korjattu hakkuutähteitä, ja työmaa 1 oli kivetön turvemaakohde.



Kuva 2. Kuvassa perinteisen istutusketjun (kaivinkone + manuaalinen istutus) kustannukset ovat 100 %. Muiden istutusketjujen kustannukset on esitetty suhteessa perinteiseen istutusketjuun. Jatkuvatoimisella mätästäjällä tehty mätästys yhdistettynä manuaaliseen istutukseen oli selvästi kustannustehokkain istutusketju.

Tehtyjen kustannuslaskelmien mukaan koneellinen istutus voi olla hehtaarikustannuksiltaan noin kolme prosenttia edullisempi kuin perinteinen manuaalinen istutusketju, jossa mätästys tehdään kaivinkoneella (kuva 2). Odotetusti kustannustehokkaimmaksi istutusketjuksi osoittautui jatkuvatoimisella mätästäjällä tehdyn maanmuokkauksen ja manuaalisen istutuksen yhdistelmä. Herkkyysanalyysin perusteella koneellisen istutuksen keskikäyttötuntituottavuuden tulisi olla vähintään 210 taimea h^{-1} , jotta menetelmä tarjoaisi kilpailukykyisen vaihtoehdon perinteiselle istutusketjulle.

Saaduista tuloksista voidaan päätellä, että koneellisessa istutuksessa ammattitaitoiset koneenkuljettajat voivat soveltuvilla istutuskohteilla saavuttaa riittävän keskituottavuuden kustannuskilpailukyvyyn näkökulmasta. Toisaalta taloudellisesti kannattava koneellinen istutus edellyttää riittävän määrän työtunteja vuodessa sekä koneilta hyvää toiminnallista käyttöastetta. Tämän tutkimuksen tulokset tukevat myös aiempien tutkimusten perusteella tehtyä johtopäätöstä: koneellisen istutuksen tuottavuuden merkittävä lisääminen nykytasosta vaatii myös istutuskoneilta jatkuvatoimisuutta. Uuden sukupolven jatkuvatoimisia istutuskoneita onkin tullut markkinoille 2020-luvulla ja jatkossa tulisi selvittää niiden työn laatua ja kustannuskilpailukykyä.

Lähteitä

Ersson BT (2014) Concepts for mechanized tree planting in southern Sweden. Swedish University of Agricultural Sciences, Acta Universitatis Agriculturae Sueciae 2014:76. <https://res.slu.se/id/publ/60997>.

Laine T (2017) Mechanized tree planting in Finland and improving its productivity. Dissertations Forestales 239. <https://doi.org/10.14214/df.239>.