



**BOOSTING RURAL BIOECONOMY
NETWORKS FOLLOWING
MULTI-ACTOR APPROACHES**

**Risupeto – uusi hakkuulaite pieniläpimittaisen
puuston kustannustehokaseen korjuuseen
nuorissa harvennusmetsissä ja
raivauskohteissa**

Juha Laitila - Luonnonvarakeskus

**Potkua metsäenergian kehittämiseen tutkimuksen ja käytännön yhteistyöllä
webinaari 2.12.2021**



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No. 101000375

Esityksen sisältö

- Mikä on Risupeto & mikä on sen toimintaperiaate
- Vertaisarvioituja tuloksia Risupedosta reunavesakoiden kimpussa, €/m³
- Uunituoreita tuloksia energiapuun korjuun tuottavuudesta nuorissa harvennusmetsissä, m³/E₀h
- Tuottavuusvertailu aiempien tutkimuksien tuloksiin eri korjuuolosuhteissa jatkuvatoimisilla hakkuulaitteilla



Jatkuvatoimisuuden periaatteella toimiva keräävä Risupeto energiapuukoura

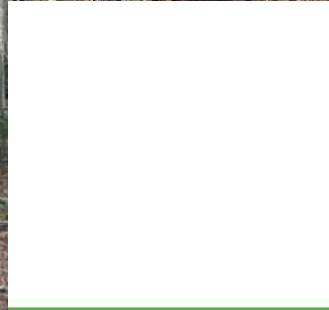
- Risupeto (www.reformet.fi/risupeto/) katkaisee puut poikki kahdella pyörivällä kiekkoterällä, minkä perästä keruulaite vetää puut oksineen nippuun keruukammioon. Kerätty nippu vapautetaan pyörittämällä teriä vastakkaiseen suuntaan. Pystyakseliin kiinnitetyt keruukäpälät ovat kumia
- Risupeto on suunniteltu käytettäväksi kaivukoneen puomissa ja hydraulisesti toimiva hakkuulaite pystyy kaatamaan tyvihalkaisijaltaan 1-30 cm paksuiset puut yhdellä kertaa.
 - Peruskoneen huokea hankintahinta & monikäyttöisyys
- Puomiin liitetty puolentoista metrin jatkovarsi pidentää koneen ulottuvuuden kymmeneen metriin ajouralta. Lisäksi jatkovartta voidaan kääntää 360 astetta, joten, kouralla pystytään keräämään puita myös jäävien puiden takaa.
- Aiemmin korjuun esteeksi tai hidasteeksi koettu riukupuu ja alikasvos saadaan koottua hakkuulaitteella hyötykäyttöön, samalla kun metsän parhaat puuyksilöt saavat kasvutilaa, ja vältytään työläältä ennakkoraivaukselta.
 - Perinteinen metsänhoitosuosituksen mukainen hakkuutapa



Hakkuun työsykli Risupeto energiapuukouralla



Rototiltti/kauhan
pyörittäjä



Risupeto I & Risupeto II



Risupeto I & reunavesakoiden korjuututkimus 2019 litissä

litin Risupeto

JUHA LAITILA, KARI VÄÄTÄINEN & JAAKKO MIETTINEN, LUONNONVARAKESKUS (LUKE)

Risupeto katkaisee puit poikki lähellä pyörävällä kiekkoerällä, jonka peräsi keruuläpät vetää puuoktineen riippum keruukammioon (kuva 1). Keräyty riippu vapautetaan pyöräntaivalla terä vastakkaiseen suuntaan. Jatkuvatoinisuuden avulla päästään eroon puu- tai puuskakohituksesta tapahtuvasta käsittelystä ja kaatovaiheesta. Jatkuvatoinisuuden periaatteesta on hyötävä etenkin kun korjataan pienikokoista puustoa tai pensaikkoa. Korjuun yksikkökustannuksiin vaikuttavista tekijöistä tärkein on puun koko ja pitkäle koneellistettujen korjuukäytöiden tuottoa rajoittavimmiksi herkästi puun koon vaihteluun. Jotta pienikokoisen vesakan korjuu toimimaan puuston ohessa edistävään kannattavana, olisi sen tapahtuttava jatkavana työssä, kuten viljan puinti leikkuripöydillä.

Luonnonvarakeskus laitteen kehitystyölle asettaa oman haasteensa se, että pienikokoisen ohessa ei yleensä aina myös järkevä puustoa, joiden kaadosta ja kasauksesta koonen tulisi myös selvyyttä. Taimikonhoitoa ja ensiharvennusta on riedittäen noin puolitoista miljoonaa hehtaaria, joten aikaväliä ja isomman puuston yhdistämistä on tarjolla myös pelin reunojen ja tien penkkien takana. Risupeto kaataa tyvihaikalojaan 1-30 cm paksuiset puut, joiden ensimmäinen vastantoukkaan riuksuu ei kiekkoerän katkaistehon pitäisi hyötyä.

Kaato-kasausten tutkimuksen toteutus

Hakkukoneissa Risupeto oli asennettuna teläalustaisessa New Holland Kobelco E200SR kaivukoneeseen. Koneen kuljettaja toimi prototyyppien keksijä ja kehittäjä Jani Karvanen Metsä ja Metallä Jani Karvanen Tmi:stä. Aikaututkimuksissa määritettiin puukohitteen tehoilla työvälineitä ja se yhdistettiin kuormaavaa kammiotuksen tuottamaan tilavuustietoon. Tutkija kelloitti työvälineiden keston hakkukoneen

loittain ja rekisteröi kourataakassa olevien puiden kappalemäärä kielonkoneen yhteydessä. Tutkimustyönäällä oli 17 haakkoaluetta, joiden pituus oli 25 metriä ja leveys 3 metriä. Hakkukonealle sijoitettiin lisäksi kaksi 5 metrin pituista kaatoluetta, joista mitattiin raivatuun puustoon kantolämpimät ja määrätietoisuutta korjauksen puustoa penäläjäkannan. Puusta oli keltapuuvaltaista sekapuustoa, eli pääosin leppää, haapaa, pajaa ja koivua. Koneen puut mitattiin kuormain varalla koonolmitta hakkuun jäljestä ja massat määritettiin kiintokustannusarvoksi virallisten muuttokäytöjen avulla. Kourakoneen yhteydessä hakkuupöytä oli 21,9 m³ energiapuuta. Hakkukoneella raivatuun puustoon keskikoko vaihteli 0,5 - 1,44 puuta neulomilla. Kourakoneella korjattiin yhteensä 1179 kokonpuunkokoa ja korjauksen puustoon kantolämpimät oli 3 - 209 mm.

Tulokset

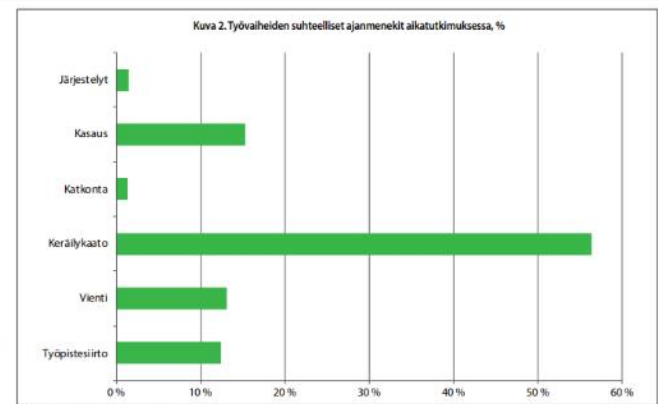
Aikaututkimuksissa kaato-kasausten työtapa ja edistys oli puolet (50%) kahden kertaa lyhyemmän litin työtapaan (kuva 2). Kourataakassa olevien puiden kappalemäärä vaihteli 2 ja 12 välillä sen mukaan, miten suuria koealuetta kaadettiin puut olivat. Kokopuun tilavuuden kaavassa keruukammioon määritettyjen puiden kappalemäärä suureni. Työajasta siirtoihin, kouran vierttiin ja kasaustyyppiin kului 12 - 15 % tehoajasta. Pääasi puut katkottiin kahdeksassa vaiheessa metsätyötyösuhteiden ja sen osuus tehoajasta oli 1 prosenttia. Saman verran aikaa kului työhön litin työtapaan.

Kaato-kasaustyyppiin tehoajatuottavuus oli hakkukoneella 4,7 - 28,6 m³/E, ja tuottavuus kaavon puun koon mukaan (kuva 3). Aikaututkimuksissa saavutettu tuottavuus oli burja ja ikkimen vastavaan tasoihin kaato-kasausten tuottavuus on

Luken lisälomalla aloittamat tienreunavesakan käsittelytutkimukset saivat jatkoa litissä, jossa tutkittiin kaato-kasaustyyppiin tuottavuutta. Litissä peltojen vartiä ja peltojen vesakointuneita reunoja parturoitiin puhtaaksi kaivukoneeseen asennetulla Risupeto-raivauslaitteella. Perinteisesti vesakkoa on napauteltu poikki ja pinnoitettiin gijotintuonilla, joiden tuottavuutta on parannettu joukkokäsittelylaitteiden avulla. Joukkokäsittelymenetelmän hyödyntäminen myös Risupedossa mutta sen ohella sekä katkaista että keruu tapahtuvat jatkuvatoinisesti.



Kuva 1. Risupeto poseraa yhdessä New Holland E200SR kaivukoneen kanssa. Puu katkaistaan kiekkoerällä ja keruuläpät vetävät kaadettua puuta keruukammioon.

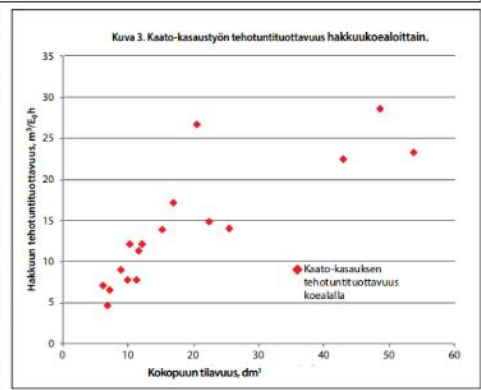


ylletyt ainostaan pöuhkomaassa hyödyketoivöllinllä toteutetuissa tutkimuksissa. Jatkuvatoinisuuden periaatteen ohella hyvää tuottavuutta se, että puuta ei karsti ja vesapuusta kaadettiin pöuhkoina kokopuuna. Näin ollen puun karsintaan ja karkkoon ei kulunyt ylimääräistä aikaa eikä kertynyt pienentyneet oksakommissaan karsimaa tällä.

Johtopäätökset ja jatkotoimenpiteet

Risupeto toimi erittäin hyvin tutkimuksissa eivätkä pellonreunojen kiivet tai pöuhkamat pysäyttäneet työtä. Oin haasteista olosuhteista huolimatta läte-kaato kaikki vastaan tulleet suuret ja pienet puut, eikä ympäristön ei ainokkii kivi, runat tai muusallia. Kiekkoerä ei ole myöskään ollut erittäin kalliiksi vaihtokoneita, jotka parantavat työssä. Kourakoneen leikkuripöytä on säilyttävä ja rosoitin, mikä otettaisiin tiheiköitä vesomista ja edistää kantojen lahoamista.

Prototyyppi on ominaista, että se on ulkoisissa kielissä, siinä näkyvät kehitystyön jäljet ja painos on varmuuden vuoksi liika. Tutkimustulosten ohella käyttökokemukset ovat olleet lupaavat ja Risupedosta on tulossa uusi salavälisempi ja painoltaan kevyempi versio. Toivottuna on, että Risupedon uuden version tuottavuutta ja korjuukäytöä tutkitaan seuraavalla maastokäytöllä maoreen metsän kunnostuskäytöllä puustoon metsän kunnostuskäytöllä.

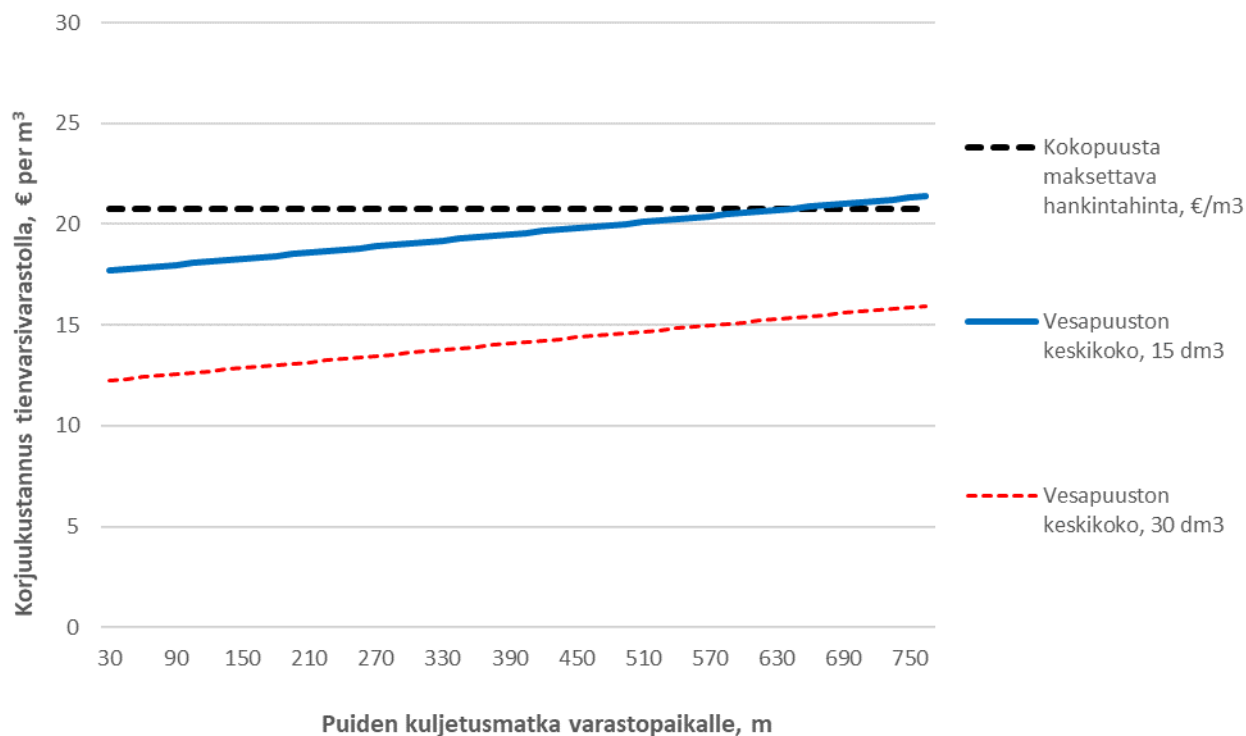


Raivamatonta aikaväliä tunnustetaan hidastaa ja vaikuttaa hakkukoneen työskentelyä. Oikea-aikainen raivausohjelmien hyödyntäminen metsän kasausta kiistattomasti puu puoleltoista miljoonan hehtaarin suuruisista hoidotaruista voi ehkä päätellä, että onomatoinen metsänhoito

tehtäisiin tarpeeseen nähden liian viljan ja osa kokee metsätyön puoleltoista liian kalliiksi vaihtokoneiksi. Kaikista valmistus- ja huollomateriaaleista kasausta työntekijä on siis tarjolla rittimien ja niiden ongelmakohtien kunnostuksessa jatkuvatoimisen hakkuun hyödyt tulevat parhaiten oikea aikaan toteutettujen järkevien toimenpiteiden avulla.

Aiemmin korjauksen esteeksi tai hidasteeksi koettiin riskipuuja ja aikaväliä saadaan koottua hyödyketoivöllin puunpöuhkureilla ja samalla vältetään työvälineiden ennakko-raivauksella. Näin myös säästyy aikaa ja resursseja metsänhoitoon oikea aikaan toteutettujen järkevien toimenpiteiden avulla.

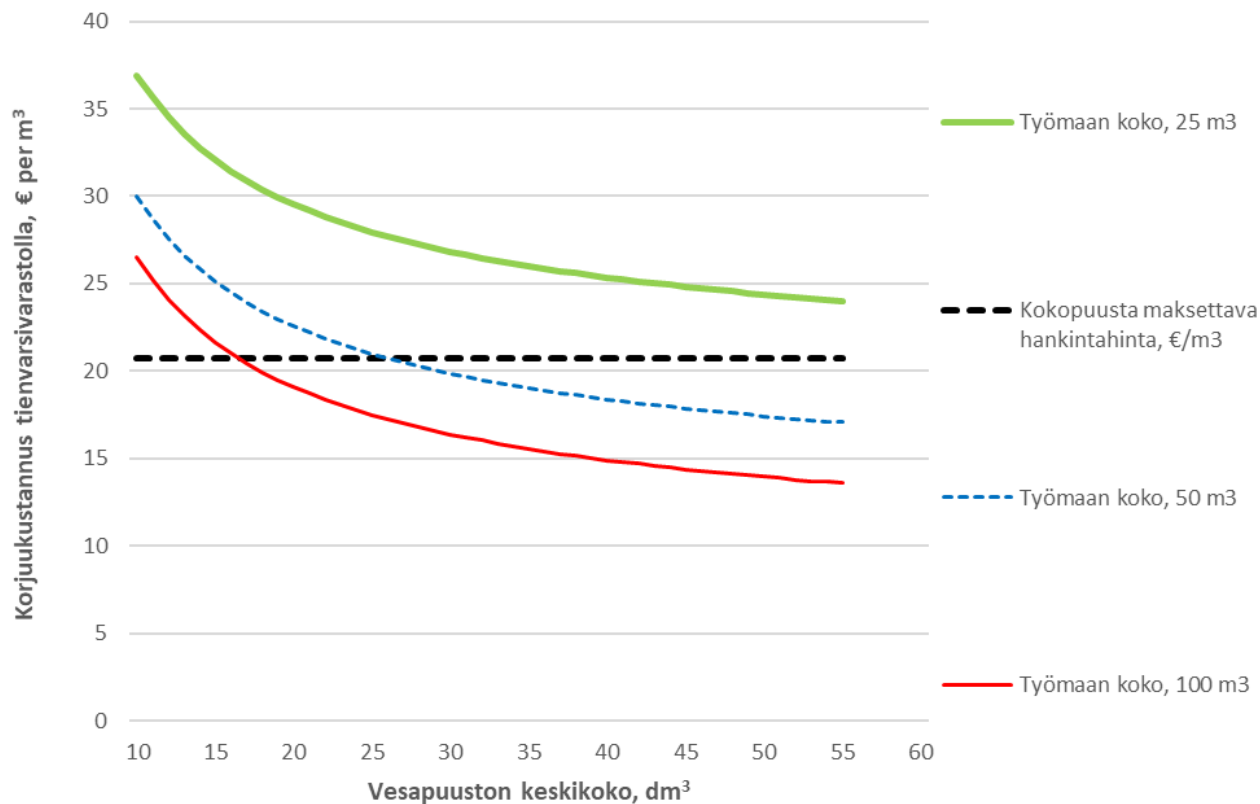
Metsäkuljetusmatkan & vesapuuston koon vaikutus metsäautotien reunavesakon korjuukustannuksiin*



*Laitila J. & Väättäin K. 2021. Productivity and cost of harvesting overgrowth brushwood from roadsides and field edges. International journal of forest engineering 32 2: 1-15.



Työmaan & vesapuuston koon vaikutus metsäautotien tms. reunavesakon korjuukustannuksiin*



*Laitila J. & Väättäinen K. 2021. Productivity and cost of harvesting overgrowth brushwood from roadsides and field edges. International journal of forest engineering 32 2: 1-15.



Risupeto II energiapuuharvennus tutkimuksen tavoite & toteutus

Selvittää kaato-kasauksen tuottavuus Risupeto II:lla nuoren metsän energiapuun korjuussa

- Alustakoneena uusi Kobelco SK 140 SR LC kaivukone

Hakkuukoe litin Vuolenkoskella 1-2.11.2021

- Ylitiheä ja hoitamaton nuori koivu-kuusi sekametsä, jonne perustettiin 16 puustoltaan vaihtelevaa hakkuukoealaa osin rinnemaastoon
 - Puuston keskikoko vaihteli 14 ja 52 litran välillä eri koealoilla
 - Hakkupoistuman tiheys koealoilla 1517 – 7367 puuta hehtaarilta
 - Jäävä puusto ka: 850 kpl/ha, rinnankorkeus läpimitta 11 cm, pituus 12 m & pohjapinta-ala 10 m²
- Hakkuukoealojen pituus oli 25 m ja työskentelykaistan keskileveys 20,4 m (=ajouraväli)
- Metsänhoitosuosituksen mukainen alaharvennus & tasainen tilajärjestys

Aikatutkimus

- Aikatutkimuksissa määritettiin puukohtainen aika työvaiheittain ja se yhdistettiin kuormainvaakamittauksen tuottamaan tilavuustietoon
 - Hakkuutyö videoitiin GoPro-kameralla ja työvaiheiden kesto kelloitettiin hakkuukoealoittain
 - Hakkuukoealojen puulajisuhteet ja vaakamittauksen muuntoluvut (kg/m³) määritettiin koealakohtaisesti kantomittausten perusteella jälkikäteen korjuujälkimittausten yhteydessä
- Ajanmenekit ja tuottavuus määritettiin tehotyöaikaa kohden (m³/E₀h)



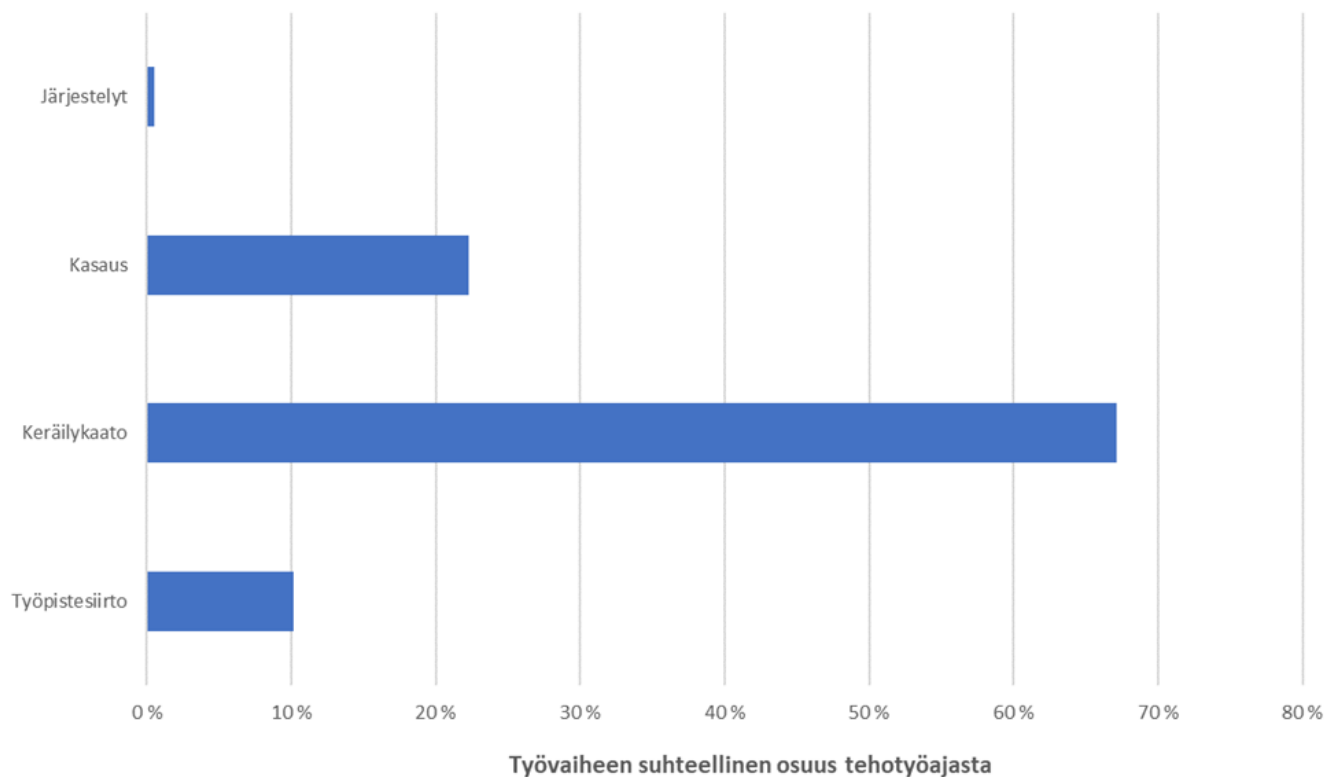
Vuolenkosken hakkuukoetyömaan korjuujälkeä



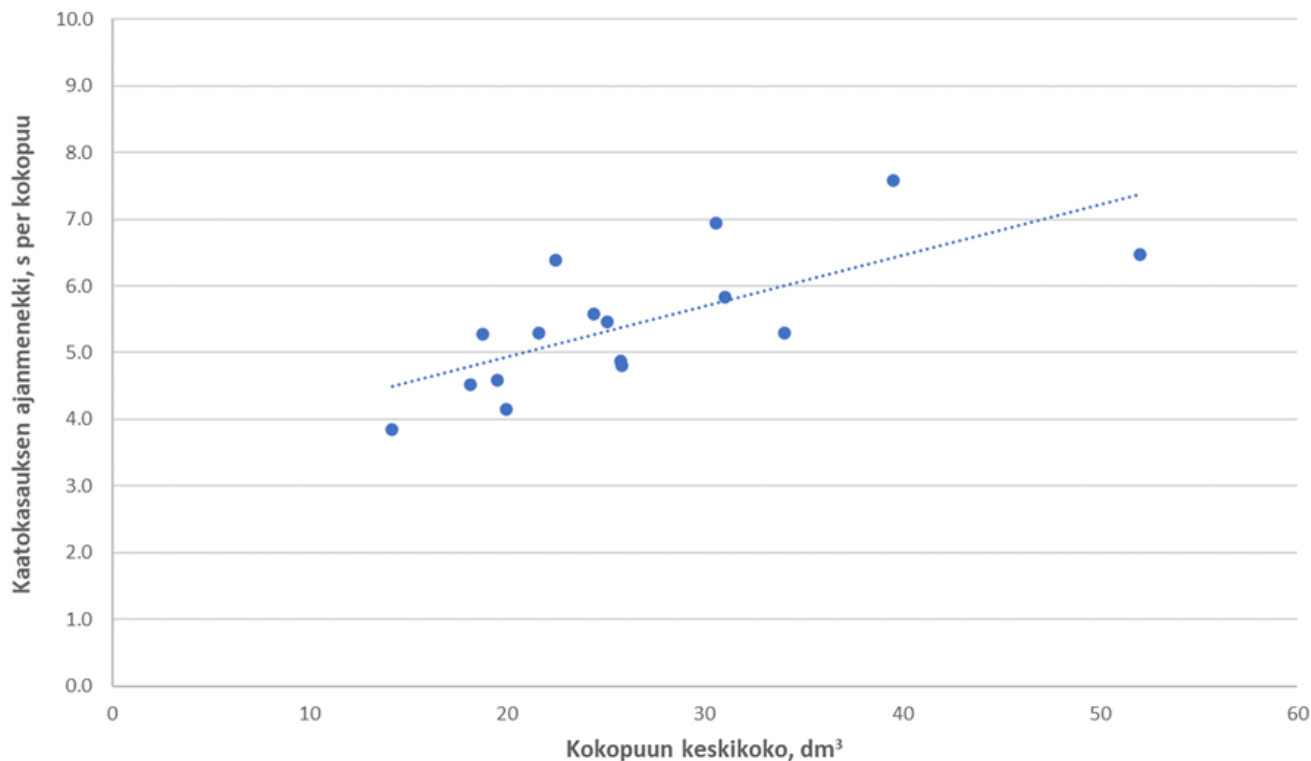
Äestetty kuusenviljelykohde, jossa hoitotyöt jääneet tekemättä. Puusto harvennettiin metsänhoitosuosituksen mukaan alaharvennuksena ja tilajärjestykseltään tasaiseksi. Harvennuksessa poistettiin ensisijaisesti vialliset ja huonolaatuiset puut. Joukkokäsittelyhakkuun jäljiltä puut ovat suurissa kourakasoissa, mikä tehostaa metsäkuljetusta.



Työvaiheiden suhteellinen osuus tehotyöajasta %



Kaato-kasauksen ajanmenekki, sekuntia per puu



Puiden keskikoko määritettiin hakattujen runkojen lukumäärän avulla.
Puiden kappalemäärä kourassa laskettiin kellotuksen yhteydessä
Puut kaadettiin kokopitkinä, koska ajokoneessa oli kourasaha

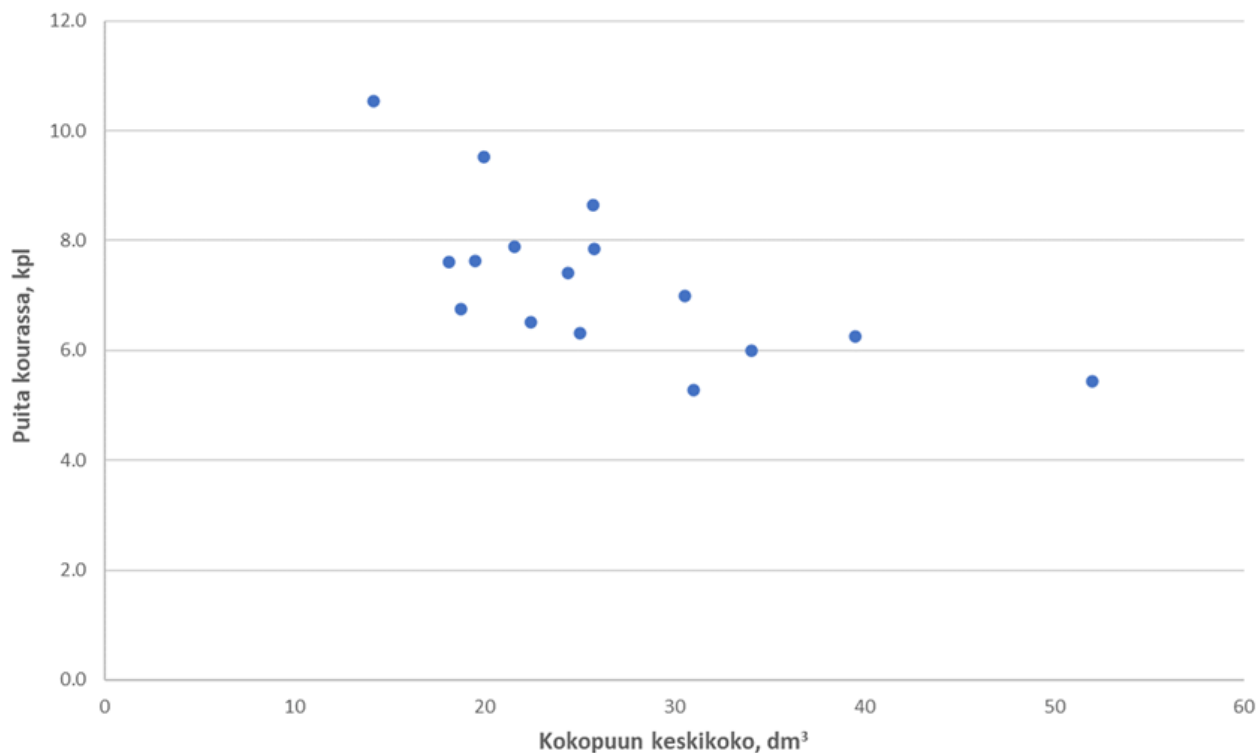




BRANCHES
BOOSTING RURAL BIOECONOMY NETWORKS

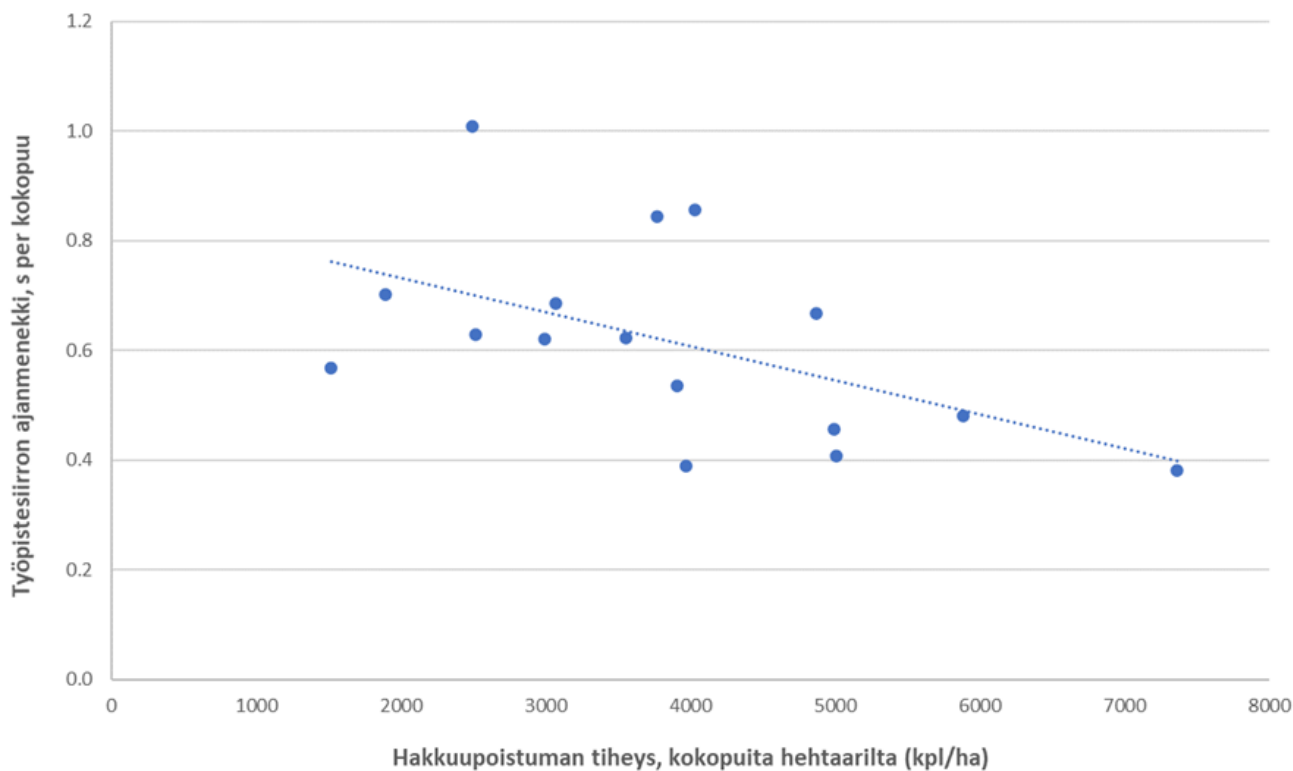
Date 02/12/2021

Kokopuun keskitilavuuden vaikutus kourassa olevien puiden kappalemäärä työsyklin aikana

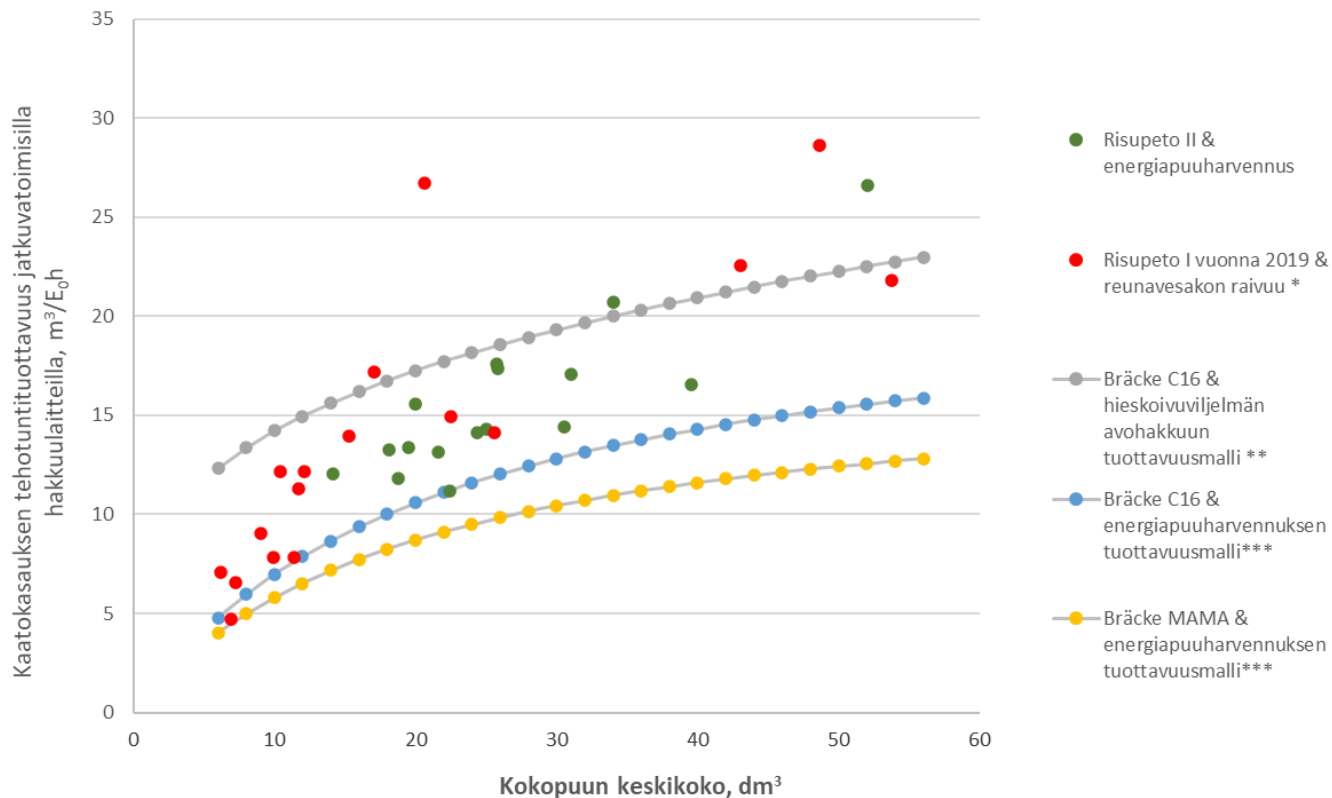


This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No. 101000375

Tiheyden vaikutus työpistesiiirron ajanmenekkiin, sekuntia per puu



Vertailu aiempiin tuottavuuksiin jatkuvatoimisilla hakkuulaitteilla eri korjuuolosuhteissa



*Laitila J. & Väättäin K. 2021. Productivity and cost of harvesting overgrowth brushwood from roadsides and field edges. International journal of forest engineering 32 2: 1-15.

**Jylhä P & Bergström D. 2016. Productivity of harvesting dense birch stands for bioenergy. Biomass and Bioenergy 88: 142–151.

***Bergström D & Fulvio Di F. 2014. Evaluation of a novel prototype harvester head in early fuel-wood thinnings. International Journal of Forest Engineering, 25(2):156-170,





BRANCHES

BOOSTING RURAL BIOECONOMY NETWORKS

Kiitoksia mielenkiinnostanne!



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No. 101000375