



Yrjö Nuutinen¹, Jari Miina², Timo Saksa³, Dan Bergström⁴ ja Johanna Routa¹

Hakkuukoneella tehtävän väyläharvennuksen vaikutus harvennuskertymään ja kasvatettavaan puustoon nuorissa metsissä

Nuutinen Y., Miina J., Saksa T., Bergström D., Routa J. (2021). Hakkuukoneella tehtävän väyläharvennuksen vaikutus harvennuskertymään ja kasvatettavaan puustoon nuorissa metsissä. Metsätieteen aikakauskirja 2021-10623. Tutkimusseloste. 5 s. <https://doi.org/10.14214/ma.10623>

Yhteystiedot ¹Luonnonvarakeskus (Luke), Tuotantojärjestelmät, Joensuu; ²Luonnonvarakeskus (Luke), Luonnonvarat, Joensuu; ³Luonnonvarakeskus (Luke), Luonnonvarat, Suonenjoki; ⁴Swedish University of Agricultural Sciences (SLU), Department of Forest Biomaterials and Technology, Section of Forest Operations, Umeå, Sweden

Sähköposti yrjo.nuutinen@luke.fi

Hyväksytty 8.9.2021

Seloste artikkeleista Nuutinen Y., Miina J., Saksa T., Bergström D., Routa J. (2021). Comparing the characteristics of boom-corridor and selectively thinned stands of Scots pine and birch. *Silva Fennica* vol. 55 no. 3 article id 10462. <https://doi.org/10.14214/sf.10462>. Nuutinen Y. (2021). Corrigendum: Comparing the characteristics of boom-corridor and selectively thinned stands of Scots pine and birch. *Silva Fennica* vol. 55 no. 4 article id 10619. <https://doi.org/10.14214/sf.10619>

Väyläharvennus on pienipuustoisien nuoren metsän koneellinen hoito- ja puunkorjuumenetelmä, jossa puut kaadetaan ajourien väleihin suunnatuilta hakkuukoneen puomin kantaman päähän ulottuvilta työskentelyväyliltä jättäen väyliä väliset alueet käsittelemättä. Työmenetelmää on ensimmäisen kerran tutkittu 2000-luvun alussa Ruotsissa nuorissa tiheissä energiapuumetsissä. Suomalaiseen hakkuuympäristöön väyläharvennuksen ideaa jatkokehitettiin vuosina 2017–2019 Luonnonvarakeskuksen, Suomen metsäkeskuksen ja UPM:n yhteistyönä. Samalla mitattiin tutkimusaineisto (yht. 44 koealaa) väyläharvennuksen vaikutuksista puuston rakenteeseen, harvennuskertymään ja jatkokehitykseen. Kehittämistyön lähtökohta oli hakkuukoneen puomin liikuttelua tehostava kuljettajaystävällinen työmenetelmä, joka samalla ottaa huomioon Tapion metsänhoidon suositukset. Varsinkin pienipuustoisessa harvennushakkuussa perinteisen valikoivan harvennuskertymään työmenetelmät eivät riittävästi huomioi hakkuukoneen puomin liikeratoja, jonka liiketeho jää osittain hyödyntämättä, koska jäljelle jääviä puita joudutaan koko ajan varomaan suurimmillaan lähes kaksi metriä leveää hakkuulaitetta siirrettäessä. Väyläharvennuksen etu on väylässä, jossa hakkuulaite pystyy liikkumaan sujuvammin ja ripeämmin, koska kasvamaan jätettäviä puita ei tarvitse varoa läheskään yhtä paljon. Tämä tutkimus tarkastelee väyläharvennuksen vaikutuksia kasvatettavan puuston rakenteeseen ja kehitykseen sekä harvennuskertymään verrattuna valikoivaan harvennukseen.

Tutkimusmetsiköitä olivat ensiharvennusvaiheen kuivahkon kankaan kylvetty männikkö, tuoreen kankaan istutettu männikkö ja lehtomaisen kankaan istutettu rauduskoivikko. Männiköissä oli tehty taimikonhoito, eikä niissä ollut hakkuuta edeltävää alikasvosken raivaustarvetta. Koivikossa taimikonhoito oli jäänyt tekemättä ja siellä oli erittäin tiheä hakkuuta haittaava kuusivaltainen alikasvos. Metsiköt harvennettiin hakkuukoneella Taulukon 1 mukaisilla valikoivan harvennuksen ja väyläharvennuksen tavoilla. Ennen hakkuuta metsiköiden valtapuuston tiheys vaihteli välillä 1600–2000 puuta ha⁻¹. Koivikosta raivattiin valikoivan harvennuksen (Val₂) ja ensimmäisen väyläharvennustavan (Väylä_{ok2}) koealat jättäen kasvatuskelpoisia alikasvoskuusia noin tuhat puuta hehtaarille. Toinen koivikon väyläharvennustapa (Väylä_{ok3}) jätettiin raivaamatta. Koealojen puustomittauksista laskettiin harvennustapojen välitön vaikutus kasvatettavan puuston rakenteeseen ja harvennuspoistumaan. Männiköissä simuloitiin harvennustapojen vaikutus seuraavien harvennusten ja pätehakkuun kertymään ja tukkisaantoon.

Testihakkuussa valikoivan harvennuksen ja väyläharvennuksen koealat harvennettiin kylvetyssä männikössä pohjapinta-alaan 12–14 m² ha⁻¹, istutetussa männikössä pohjapinta-alaan 14–15 m² ha⁻¹ ja istutetussa koivikossa pohjapinta-alaan 8 m² ha⁻¹. Ajoura ja väylät poistivat puuston runkoluvusta noin puolet, jolloin kasvatettavaa puustoa jäi 750–1000 puuta ha⁻¹. Väyläharvennuksen koealat jäivät runkoluvultaan 20–40 % valikoivaa harvennusta tiheämmiksi, koska väylien välisiä alueita ei harvennettu, jolloin niihin jäi myös pienempiä vallittuja puita.

Taulukko 1. Tutkimuksen harvennustavat. Koealan keskilinjalle merkittiin ajoura, jonka leveys oli 4,0–4,5 m. Valikoivassa harvennuksessa ajourien väliset alueet harvennettiin poistamalla ensisijaisesti pienimpiä, huonolaatuisempia ja mahdollisesti jollakin tapaa voittuneita puita. Väyläharvennuksissa puut kaadettiin ajourien välistä väylittäin jättäen väylien väliset alueet käsittelemättä. Systemaattisissa väyläharvennuksissa (Väylä_{ko}, Väylä_{vi}) avattiin 2,5 metrin levyiset väylät ja niiden keskikohdan välimatka oli 7 metriä.

Harvennustapa	Kuvaus
Val ₁	Valikoiva harvennus. Ei ennakkoraivaustarvetta.
Val ₂	Valikoiva harvennus. Alikasvos raivattiin ennen hakkuuta jättäen kasvatuskelpoista kuusialikasvosta noin 1000 puuta ha ⁻¹ .
Väylä _{ko}	Kohtisuora systemaattinen väyläharvennus, jossa väylät avattiin tasavälein 90 asteen kulmassa ajouraan nähden. Poistettavat puut merkittiin. Ei ennakkoraivaustarvetta.
Väylä _{vi}	Viuhkamainen systemaattinen väyläharvennus, jossa väylät avattiin tasavälein 30 asteen kulmassa ajouraan nähden. Ajouran vastakkaiset väylät porrastettiin 2 m. Poistettavat puut merkittiin. Ei ennakkoraivaustarvetta.
Väylä _{ok1}	Osittain kuljettajavalintainen väyläharvennus. Käytäviltä poistettavia puita ei enää merkitty. Koealan keskilinjalle (= ajoura) merkittiin ohjeelliset väylien paikat, joiden tarkan sijainnin kuljettaja valitsi kasvatettavan puuston mukaan. Väylien leveys ja välimatka olivat keskimäärin samat kuin systemaattisissa väyläharvennuksissa. Ei ennakkoraivaustarvetta.
Väylä _{ok2}	Osittain kuljettajavalintainen väyläharvennus. Väyliltä poistettavia puita ei enää merkitty. Koealan keskilinjalle (= ajoura) merkittiin ohjeelliset väylien paikat, joiden tarkan sijainnin kuljettaja valitsi kasvatettavan puuston mukaan. Väylien leveys ja välimatka olivat keskimäärin samat kuin systemaattisissa väyläharvennuksissa. Alikasvos raivattiin ennen hakkuuta jättäen kasvatuskelpoista kuusialikasvosta noin 1000 puuta ha ⁻¹ .
Väylä _{ok3}	Osittain kuljettajavalintainen väyläharvennus. Väyliltä poistettavia puita ei enää merkitty. Koealan keskilinjalle (= ajoura) merkittiin ohjeelliset väylien paikat, joiden tarkan sijainnin kuljettaja valitsi kasvatettavan puuston mukaan. Väylien leveys ja välimatka olivat keskimäärin samat kuin systemaattisissa väyläharvennuksissa. Alikasvosta ei ennakkoraivattu.
Väylä _k	Kuljettajavalintainen väyläharvennus. Väyliltä poistettavia puita ei enää merkitty. Koealan keskilinjalle merkittiin vain ajoura. Kuljettaja valitsi väylien sijainnin kasvatettavan puuston mukaan. Väylien leveys ja välimatka olivat keskimäärin samat kuin systemaattisissa väyläharvennuksissa. Ei ennakkoraivaustarvetta.

Männiköissä ja ennakkoraivatussa koivikossa rinnankorkeusläpimitaltaan vähintään 14 cm:n valtapuiden tiheys ja osuus oli väyläharvennuksessa ja valikoivassa harvennuksessa keskimäärin samalla tasolla: männiköissä 410 puuta ha⁻¹ (43 %) ja 408 puuta ha⁻¹ (53 %) ja koivikossa 303 puuta ha⁻¹ (38 %) ja 213 puuta ha⁻¹ (36 %). Väyläharvennetussa koivikossa ilman ennakkoraivausta (Väylä_{ok3}) valtapuiden määrä 100 puuta ha⁻¹ (12 %) oli selvästi pienempi. Systemaattiset väyläharvennuksset (Väylä_{ko}, Väylä_{vi}) kohdistuivat yhtä voimakkaasti kaikkiin latvuskerroksiin, jolloin jäävän puuston keskikoko säilyi lähellä harvennusta edeltänyttä arvoa. Sen sijaan kuljettajavalintaisen väyläharvennuksen (Väylä_k) jälkeen puuston keskikoko kasvoi 15 %, kun valikoivassa harvennuksessa (Val₁, Val₂) vastaava nousu oli keskimäärin 20 %.

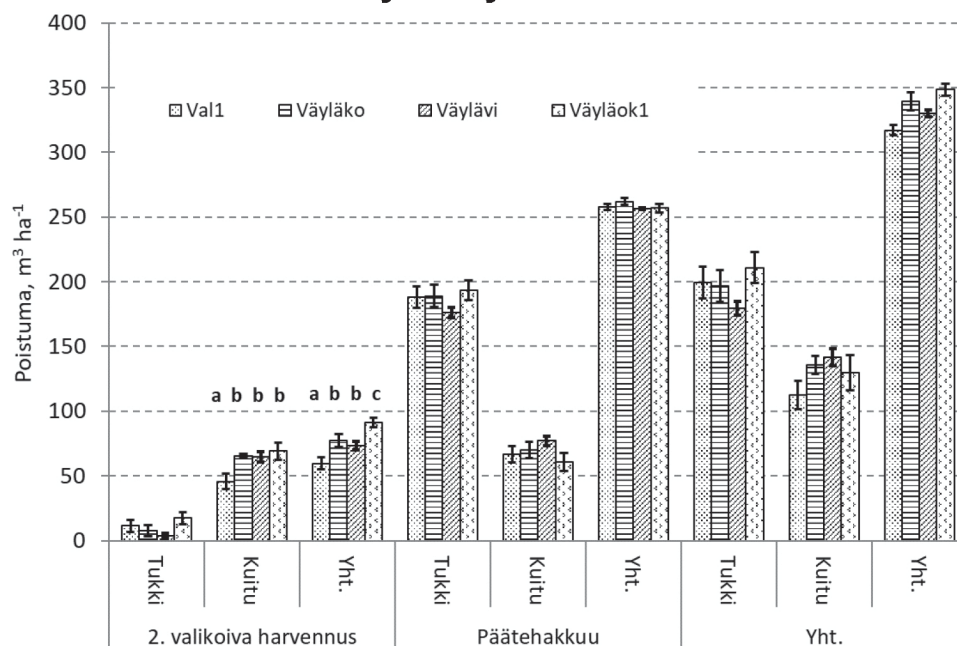
Kylvetyssä männikössä väyläharvennuksen poistuma hehtaarilla oli keskimäärin 66 m³ ja valikoivan harvennuksen 65 m³, istutetussa männikössä 49 m³ ja 56 m³ ja istutetussa koivikossa 66 m³ ja 92 m³. Poistuman tilavuuden eroja istutetussa männikössä ja koivikossa selittävät lähtöpuustojen erot. Väyläharvennuksessa poistuman tiheys hehtaarilla oli pienempi kuin valikoivassa harvennuksessa, mutta poistettujen puiden keskikoko oli suurempi, mitä kuvaa poistuman keskikoon suhde hakkuuta edeltävän puuston keskikoon. Kylvetyssä männikössä tämä suhdeluku oli väyläharvennuksessa 0,87 ja valikoivassa harvennuksessa 0,72, istutetussa männikössä 0,83 ja 0,78 ja istutetussa koivikossa 0,68 ja 0,50. Toisin sanoen väyläharvennus nosti poistuman keskikokoa valikoivaan harvennuksen verrattuna 20 %, 5 % ja 37 %.

Männiköiden toinen harvennus simuloitiin 20 vuoden päähän ensimmäisestä harvennuksesta. Rehevämmässä istutetussa männikössä osalla tiheimmistä koealoista tarvittiin vielä kolmas harvennus. Myöhemmät harvennuksset simuloitiin kaikkiin harvennustapoihin valikoivalla harvennuksella samaan pohjapinta-alaan (Kuva 1). Päätehakkuu simuloitiin 15 vuotta harvennusten jälkeen. Väyläharvennetun kylvömännikön toisessa harvennuksessa kertymät olivat 23–53 % suuremmat verrattuna valikoivasti harvennettuun kylvömännikköön, ja vastaavasti toisen harvennuksen ja päätehakkuun kokonaiskertymä oli keskimäärin 10 % suurempi. Istutetun männikön toisen ja kolmannen harvennuksen kertymät olivat 11–35 % suuremmat, mutta harvennusten ja päätehakkuun kokonaiskertymässä ei ollut merkittävää eroa. Toisen ja kolmannen harvennuksen ja päätehakkuun kokonaistukkipuusaanto oli väyläharvennuksessa keskimäärin 2–6 % suurempi kuin valikoivassa harvennuksessa.

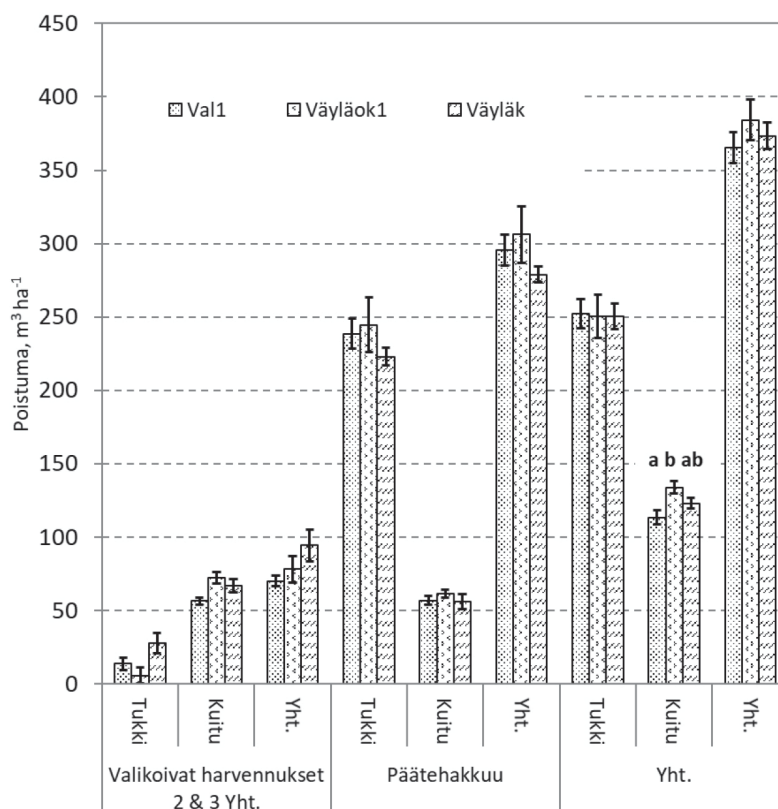
Johtopäätökset väyläharvennuksesta verrattuna valikoivaan harvennuksen:

- Systemaattisesti avatut väyläverkostot (Väylä_{ko}, Väylä_{vi}) kohdistuivat yhtä voimakkaasti kaikkiin puuston latvuskerroksiin, jolloin kasvatettavan puuston rakenne ja keskitilavuus säilyivät lähellä harvennusta edeltäneissä arvoissa.
- Kuljettajavalintaisissa väyläharvennuksissa (Väylä_{ok1-3} ja Väylä_k) oli mahdollista tehdä kasvatettavien puiden valintaa kuten valikoivassa harvennuksessa, jolloin kasvatettavan puuston tilavuus kohosi selvästi, joskaan ei niin paljon kuin valikoivassa harvennuksessa.
- Väyläharvennetut metsiköt täyttivät Tapion metsänhoitosuosituksen (runkoluku, pohja-pinta-ala, korjuujälki).
- Väyläharvennuksen jälkeen valtapuiden määrä oli samalla tasolla kuin valikoivassa harvennuksessa, mutta väyläharvennetut puustot olivat runkoluvultaan tiheimpiä. Seuraavissa valikoivissa harvennuksissa väyläharvennettujen puustojen ryhmittäinen tilajärjestys tasoittui.
- Myöhempien harvennusten simuloitujen kertymät olivat 11–53 % suuremmat ja poistettavien puiden koko oli 5–37 % suurempi, mikä parantaa korjuun kannattavuutta.
- Kiertöajan tukkipuusaanto oli samalla tasolla valikoivan harvennuksen kanssa.
- Sopivalla kohteella väyläharvennus ilman ennakkoraivausta tarjoaa hyvän lähtökohdan jatkuvan kasvatuksen soveltamiselle.

Kylvetty männikkö



Istutettu männikkö



Kuva 1. Myöhempien harvennushakkuiden ja päätehakkuun simuloidut poistumat kylvetyssä ja istutetussa männikössä. Myöhemmät harvennukset simuloitiin valikoivina harvennuksina (alaharvennuksina). Eri kirjaimilla merkityt poistumat eroavat toisistaan merkitsevästi ($p < 0,05$).

Tietämys väyläharvennuksen työmenetelmästä ja sen vaikutuksista puustoon on vielä rajallinen. Tutkimuksen tuloksiin perustuen väyläharvennus on kuitenkin jatkotutkimisen ja -kehittämisen arvoinen hoito- ja korjuumenetelmä ainakin pienpuustoisiin, ylitiheänä kasvaviin ensiharvennuskohteisiin, joissa perinteinen ennakkoraivausta edellyttävä valikoiva harvennus ei ole kannattavaa.