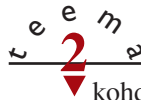


Kari Väättäin, Yuri Gerasimov ja Viktor Senkin

Koneellisen tavaralajimenetelmähakkuun tuottavuus Luoteis-Venäjän päätehakkuukohteilla



Koneellinen tavaralajimenetelmän puunkorjuu yleistyy Venäjällä

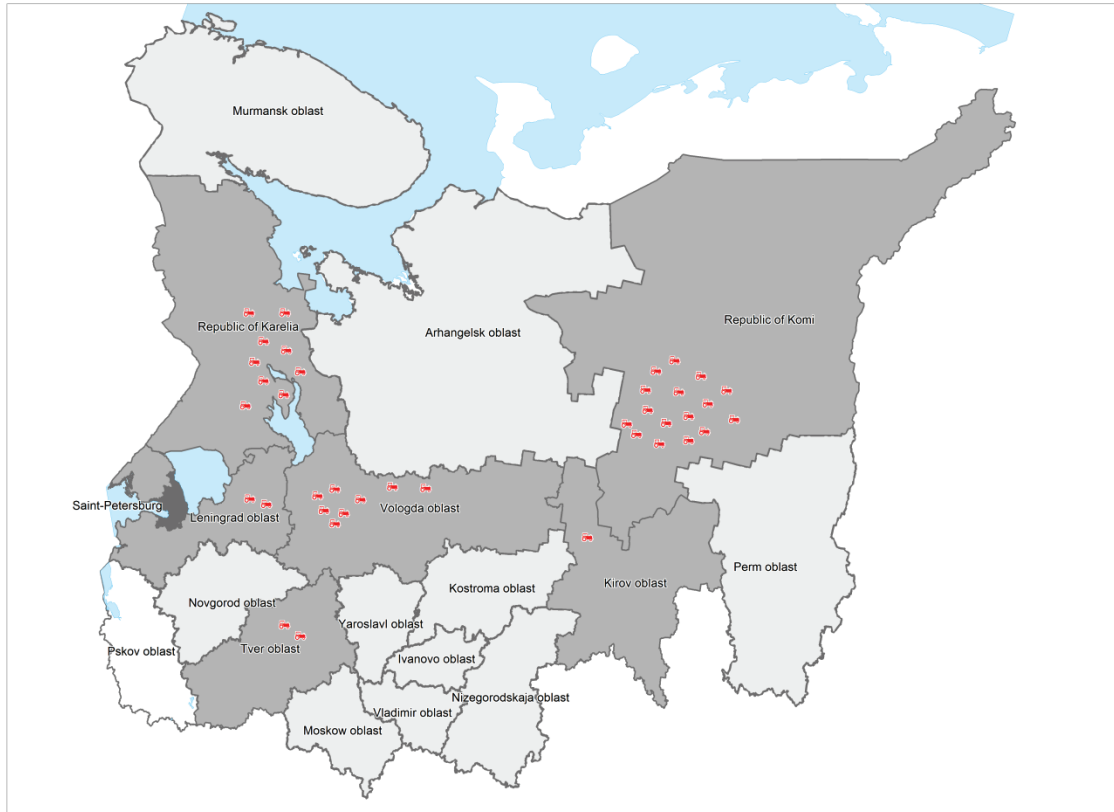
Puunkorjuu tavaralajimenetelmän koneilla on kasvanut maailmalla osuuttaan kokopuunkorjuun kustannuksella. Boreaalisen metsävyöhykkeen perinteisissä metsäteollisuuden maissa, kuten Suomessa ja Ruotsissa, teollisuuden ainespuu korjataan lähes yksinomaan tavaralajimenetelmän hakkuukoneilla ja kuormatraktoreilla. Venäjällä ja eritoten Pohjois-Euroopan puoleisen Venäjän alueella 2000-luvulta alkaen koneellinen tavaralajimenetelmän puunkorjuu on systemaattisesti kasvanut osuuttaan. Tätä kehitystä ovat tukeneet Pohjoismaissa tehokkaaksi osoittautunut tavaralajimenetelmään perustuva puunkorjuu ja -hankinta sekä suuret ponnistukset teknologian siirtoon ja Suomesta valmistettujen tavaralajimenetelmän korjuukoneiden markkinointiin uusille kasvaville markkina-alueille.

Kokopuu- ja runkopuumenetelmään verrattuna tavaralajimenetelmän etuina ovat muun muassa pienempi työvoiman tarve, ympäristöystävällisempi puunkorjuu, parempi korjatun puuntavaran laatu, soveltavuus harvennus- ja poimintahakkuisiin, vähäisempi kaluston tarve ja pienempi varastoalueiden tarve tienvarsilla. Tavaralajimenetelmän teknologian siirron ongelmana tai hidasteena on tuotu esille muun muassa koneiden tehokasta käyttöä edellyttämä kuljettajien pitkä koulutus- ja oppimisaika, koneiden kalleus,

kohdealueen infrastruktuurin heikko soveltavuus ja koneiden huoltoverkoston järjestäminen.

Korjuumenetelmien välinen suora vertailu tuottavuuden ja korjuukustannusten suhteen on hankalaa, vaikka menetelmiä on toki erinäisissä tutkimuksissa vertailtakin. Kokorunkomenetelmä on muutamissa tutkimuksissa osoittautunut tavaralajimenetelmää tuottavammaksi, tosin kyseiset tutkimukset on tehty harventamattomilla kohteilla, joissa kokopuumenetelmä on ollut vallalla oleva korjuumenetelmä ja tavaralajimenetelmä vastaavasti uusi tulokasmenetelmä. Korjuumenetelmien vertailuissa tulisi ottaa huomioon myös korjuun jälkeiset puunhankinnan toiminnot ja kustannukset, kuten kokorunkomenetelmässä runkojen katkonnin kustannukset erillisillä katkonta-aseilla. Yleisesti kolmen erillisen koneen korjuuketjuun perustuva kokopuumenetelmä on tuottoisa ja kustannustehokas, jos kaikilla korjuuketjun koneilla on tasaisesti työtä. Tämä tosin edellyttää korjuukohteilta erinäisiä vaatimuksia erityisesti hakkuukertymän suhteen. Molemmissa korjuun päämenetelmissä toiminnan tehokkuuden ja kilpailukyvyn perusedellytyksinä ovat korjuumenetelmille soveltuvien korjuukohteiden määrä, koneiden riittävä vuotuinen käyttö sekä kuljettajien osaaminen ja taitotaso. Kuljettaja-tekijän vaikutus korjuun työsuoritteeseen ja kustannuksiin on havaittu olevan suurempi tavaralajimenetelmän korjuussa.

Perinteisesti Venäjän puunkorjuu on nojannut ko-



Kuva 1. Luoteis-Venäjän alueet sekä tutkimuksessa olleiden hakkuukoneiden sijainnit.

kopuuna tai kokorunkona korjuuseen, joka on ollut hyvin miestyövaltaista. Tällä hetkellä Venäjällä korjattavasta metsäteollisuuden puusta noin 50 % korjataan kokopuuna ja noin 20 % kokorunkoina, kun taas tavaralajimenetelmällä korjataan 30 %. Kuitenkin joissakin Venäjän Pohjois-Euroopan puoleisilla alueilla, kuten Karjalan tasavallassa jo yli 90 % puusta korjataan tavaralajimenetelmällä.

Tavaralajimenetelmän korjuukoneille on tehty useita korjuun tuottavuustutkimuksia, joista lähes kaikissa korjuu on toteutettu käsitellyissä/hoideissa boreaalisen metsäalueen talousmetsissä tai nopeakasvuisissa plantaasimetsissä. Päätehakkuun osalta vain muutama hakkuukonetyön tuottavuustutkimus on tehty harventamattomissa sekapuustoisissa metsissä Venäjällä aivan viime vuosina. Jotta kokonaiskäsitys tavaralajimenetelmän käytettävyydestä ja tehokkuudesta uusilla markkina-alueilla ja uusissa korjuuolosuhteissa voidaan saada, perusteelliset seu-

ranta- ja tuottavuustutkimukset ovat välttämättömiä. Tavaralajimenetelmän hakkuukoneiden tuottavuutta harventamattomissa päätehakuusekametsissä Luoteis-Venäjällä tutkittiin Metsäntutkimuslaitoksen tutkimushankkeessa ”Puunkorjuu ja logistiikka Venäjällä – painopisteenä tutkimus ja liiketoimintamahdollisuudet”. Tutkimuksen avulla pyrittiin laatimaan alueelliset tuottavuusmallit Luoteis-Venäjän päätehakkuuolosuhteille sekä osoittamaan tuottavuuksiin vaikuttavien tekijöiden merkitykset. Tutkimuksen tulokset julkaistiin vuonna 2012 julkaisussa Gerasimov ym.

Mittava koneen keräämä aineisto tulosten pohjalla

Päätehakkuiden tuottavuusaineistoa kerättiin vuosina 2008 ja 2009 tyypillisiltä päätehakkuun korjuu-

kohteilta Luoteis-Venäjältä kaikkiaan 38 hakkuukoneesta. Kaikki hakkuukoneet olivat John Deeren mallia 1270D ja niissä oli samanlainen 758 HD hakkuulaite. Tutkituista hakkuukoneista 9 oli Karjalassa, 8 Vologdan ja Arkangelin alueella, 16 Komissa, 2 Leningradin alueella, 2 Tverissä ja 1 Kirovin alueella (kuva 1). Kaiken kaikkiaan tutkimuksen hakkuukoneet hakkasivat 1,4 miljoonaa kuutiometriä (kuoren alta mitattuna) ja hakattu runkomäärä oli 4,3 miljoonaa runkoa. Kaikki korjuukohteet olivat käsittlemättömiä ja harventamattomia metsiköitä sekä puustoltaan pääosin eri-ikäisiä ja monilajisia sekametsiä.

Enemmistö hakatuista puulajeista oli kuusta (48 %) ja vastaavasti männyn, koivun ja haavan osuudet olivat 19 %, 22 % ja 11 %. Korjuukohteilla rungon keskikoko vaihteli 0,13 m³:sta 0,53 m³:iin koko aineiston keskirunkokoon ollessa 0,31 m³ kuoren alta mitattuna. Pääosin hakkuukohteiden kertymä vaihteli 100 m³:stä 300 m³:iin hehtaarilla keskimääräisen kertymän ollessa 152 m³/ha (490 runkoa hehtaarilla).

Kaikkissa tutkimuksessa mukana olleissa hakkuukoneissa oli konetoimintoja ja suoritetasoja kirjaava järjestelmä (TimberLink 2.0), joka tallensi automaattisesti suorite- ja ajanmenekkitietoja jokaisesta käsitellystä rungosta. Koneen tietojärjestelmään tallentui muun muassa kokonaistyöaika, rungon käsittely/prosessointiaika, siirtymiin kuluva aika, hakattujen runkojen tilavuudet ja puulajit, polttoaineen kulutusarvoja sekä tuottavuuslukuja. Hakkuukonetyöstä automaattisesti tallentuneet päätyövaiheet olivat puun haltuunotto sekä rungon prosessointi. Puun haltuunotto -työvaiheeseen sisältyi hakkuukoneen ajoaika, kuormaimen vientiaika kaadettavalle puulle sekä muu aika. Vastaavasti rungon prosessointi sisälsi rungon kaadon, rungon siirron sekä karsinnan ja katkonnan.

Timberlink-järjestelmään tallentui kahdenlaiset tuottavuusarvot; käyttötuntituottavuus (PMH) sekä prosessointituottavuus (SprocMH). Käyttötuntituottavuuden ja prosessointituottavuuden suhteella voitiin esittää koneen tehokasta käyttöä ilmaiseva rungon prosessointiajan suhdearvo, SprocR.

Hakkuun tuottavuudessa vielä kasvun varaa

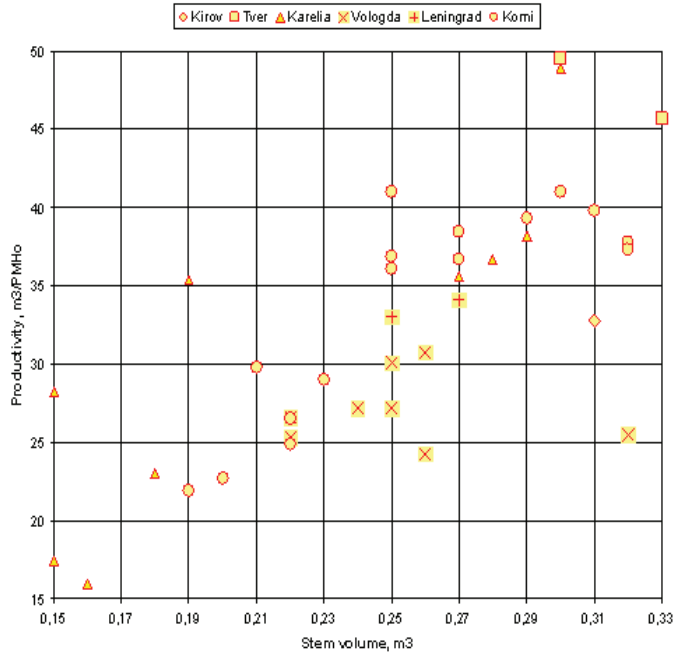
Tutkimuksen konetyön seuranta-aineiston pohjalta hakkuukonetyölle laadittiin alueittaiset ja puulajikohtaiset tuottavuusmallit rungon koon funktiona. Tuottavuusmallit on esitetty Gerasimovin ym. julkaisussa sekä rungon prosessoinnin tuottavuudelle että käyttötuntituottavuudelle. Tutkimuksen hakkuukoneiden käyttötuntituottavuudet vaihtelivat 4,3–14,9 m³/h keskituottavuuden ollessa 10,7 m³/h. Alueittaisesti tarkasteltuna hakkuun käyttötuntituottavuudet kuoren alta mitattuina tilavuuksina olivat 10,6 m³/h Karjalassa, 10,8 m³/h Vologdassa ja 12,5 m³/h Komissa. Vastaavasti hakkuuiden keskirunkokoot olivat 0,28 m³ Karjalassa, 0,31 m³ Vologdassa ja 0,32 m³ Komissa.

Rungon prosessointiajan suhde (SprocR) vaihteli hakkuukonekohtaisesti 0,17–0,45 keskiarvon ollessa 0,34. Rungon prosessointituottavuus vaihteli 15–60 m³/h (kuoren alta mitattuna) hakkuukoneiden välillä. Kuvassa 2 on esitetty tutkimuksen hakkuukoneiden prosessoinnin keskituottavuudet hakkuuiden keskirunkokokojen mukaan. Tutkimuskoneiden välinen tuottavuusvaihtelu oli hyvin suurta samoissa keskirunkokokoluokissa.

Tutkimustulokset apuna koneellisen puunkorjuun kehittämisessä Venäjällä

Aineistoltaan tutkimus oli ainutlaatuisen mittava; kaiken kaikkiaan 38 hakkuukoneella hakattiin ja kerättiin 1,4 miljoonan kuutiometrin runkoaineisto. Tutkimuksen tuloksia voi luotettavasti yleistää Luoteis-Venäjän alueelle ja tuloksia voidaan hyödyntää alueen puunkorjuuseen liittyvissä valinnoissa ja päätöksissä. Hakkuukonetyön tuottavuudet noudattivat myös hyvin Venäjällä toimivien puunkorjuun yritysten keräämiä ja toteamia tuottavuustasoja tavaralajimenetelmän puunkorjuusta.

Tavaralajimenetelmän hakkuun tuottavuus päätehakuulla samankokoisessa puustossa osoittautuu olevan Suomessa selkeästi suurempi kuin Venäjällä. Suomalaisella päätehakuulla runkokoolla 0,3 m³ tavanomaisen yksiottehakuukoneen käyttötuntituottavuus on keskimäärin 18 m³/h (kuoren alta mitattuna). Tämä on noin 7 m³/h suurempi kuin vastaavalla



Kuva 2. Hakkuukoneiden rungon prosessointiajan keskituottavuudet rungon keskikoon suhteen korjuualueille luokiteltuna.

runkokoolla saatu keskimääräinen tuottavuus Venäjän Euroopan puoleisella alueella. Tätä eroa voidaan selittää monin eri tekijöin.

Kuljettajan osaamis- ja kokemustason vaikutus konetyön tuottavuuteen on todettu olevan erittäin suuri. Tämä tekijä selittää myös tässä tapauksessa osan tuottavuuserosta. Tutkimuksen kuljettajista monet olivat vielä suhteellisen kokemattomia tavaralajimenetelmän puunkorjuuseen yksiotihakkuukoneella. Kuljettajien kokemus ja siten tuottavuus myös kasvoivat seuranta-aineiston keruun edetessä. Toinen merkittävä tuottavuutta alentava tekijä oli käsittelemättömissä ja harventamattomissa sekapuumetsissä vallinneet korjuuolosuhteet, joissa runkokoko, puuston laatu ja tiheys vaihtelivat voimakkaasti.

Hakkuutyön tuottavaa työosuutta kuvaava rungon prosessointiajan suhde (SprocR) vaihteli merkittävästi koneiden välillä sen ollessa vähimmillään 0,17 ja enimmillään 0,45. Suomessa keskimääräisellä päätehakkuulla prosessointiajan suhde käyttötuntiaikaan on noin puolet. Rungon prosessointiajan suhde käyttöaikaan kasvaa rungon koon ja leimikon

järeiden kasvaessa. Lisäksi käyttöasteet tutkimuksen hakkuukoneilla olivat verraten matalia ja ne vaihtelivat 0,4–0,84 keskiarvon ollessa 0,6. Kuljettajakoulutuksen, motivoinnin, kokemuksen kasvun ja parempien työolojen sekä huollon tehokkaamman järjestämisen myötä on odotettavissa kasvua korjuun tuottavuudessa ja koneiden käyttöasteissa.

Nyt tuotetut hakkuukoneen tuottavuusmallit ovat käytettävissä puunkorjuun suunnittelussa ja korjuumenetelmän valinnassa Luoteis-Venäjän alueella. Tutkimus toi myös esille arvokkaita kohtia, joita kehittämällä tavaralajimenetelmän puunkorjuun suorituskykyä ja toiminnallista kannattavuutta voidaan parantaa venäläisessä puunkorjuussa. Jatkotutkimukset kohdistuvat tuottavuuden ennustemallien laatimiseen korjuuketjutasolle, jossa mukana tarkasteluissa on hakkuun lisäksi metsäkuljetus. Tavoitteena on korjuun olosuhdetekijöiden avulla ennustaa ja valikoida kustannustehokkaita kalustoratkaisuja erilaisiin korjuuolosuhteisiin.

Kirjallisuutta

- Gerasimov, Y., Senkin, V. & Väätäinen, K. 2012. Productivity of single-grip harvesters in clear-cutting operations in the northern European part of Russia. *European Journal of Forest Research* 131(3): 647–654. doi:10.1007/s10342-011-0538-9. Saatavissa: <http://www.springerlink.com/content/m452062127908225/>.
- Goltsev, V., Tolonen, T., Syunev, V., Dahlin, B. & Gerasimov, Y. 2011. Wood harvesting and logistics in Russia – focus on research and business opportunities. *Metlan työraportteja / Working Papers of the Finnish Forest Research Institute* 210. 157 s. Saatavissa: <http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2011/mwp210.htm>.

■ MMM Kari Väätäinen ja erikoistutkija Yuri Gerasimov, Metla, Joensuun toimipaikka; tri Viktor Senkin, Pietarin metsäteknillinen akatemia
Sähköposti kari.vaatainen@metla.fi