

Pekka Helenius, Jaana Luoranen ja
Risto Rikala

Pakkasvarastoitujen kuusen paakkutaimien sulatusajan ja -lämpötilan vaikutus maasto- menestymiseen

Seloste artikkelista: Helenius, P., Luoranen, J. & Rikala, R. 2004. Effect of thawing duration and temperature on field performance of frozen-stored Norway spruce container seedlings. *Silva Fennica* 38(3): 347–352.

Taimien talvivarastointi pakkasvarastossa (–1... –5 °C) pahvilaatikoihin pakattuna on yleistynyt taimitarhoilla viime vuosina. Keväällä ennen istutusta pakkasvarastoituja taimia on sulatettu pahvilaatikoissaan vaihtelevan pituisia aikoja vaihtelevissa olosuhteissa joko taimitarhalla, metsänhoitoyhdistyksen jakeluterminaalissa tai metsänomistajan välivarastossa. Tässä tutkimuksessa selvitettiin erilaisten sulatusaikojen ja lämpötilojen vaikutusta pakkasvarastoitujen kuusen paakkutaimien pitkän ajan maastomenestymiseen Suonenjoella vuosina 2001–2003.

Tutkimuksessa käytetyt yksivuotiaat kuusen paakkutaimet oli kasvatettu Fin Taimi Oy:n taimitarhalla Tuusniemellä, jossa ne myös pakkasvarastoitiin talven yli pahvilaatikoihin pakattuina –3 °C:ssa. Toukokuun lopussa 2001 taimet siirrettiin Metsäntutkimuslaitoksen Suonenjoen tutkimustaimitarhan pakkasvarastoon. Ennen istutusta karkeajakoiselle taimitarhapellolle ja laikutetulle tuoreen kankaan uudistusalalle kesäkuun puolivälissä, taimia sulatettiin pahvilaatikoissaan 4, 8 tai 16 vrk joko 4 tai 12 °C:ssa. Pahvilaatikoiden kädensija-aukot avattiin sulatuksen ajaksi ilmanvaihdon turvaamiseksi. Osa

taimista otettiin pakkasvarastosta vasta istutuspäivänä, jolloin niiden paakut olivat istutettaessa vielä kokonaan jäässä. Myös 4 ja 8 vrk 4 °C:ssa sulatettujen taimien paakut olivat istutettaessa vielä osittain jäässä (etenkin laatikon keskellä olevat taimet). Osa 16 vrk 12 °C:ssa sulatetuista taimista oli lievästi homeessa. Istutuksen jälkeen taimien pituuskasvua ja elossa oloa seurattiin kolmen kasvukauden ajan.

Uudistusalalla taimia kuoli kokeen aikana alle 6 %, eikä kuolleisuudessa ollut eroa sulatuskäsittelyjen välillä. Sitä vastoin taimitarhapellolla jäisenä istutettuja taimia kuoli ensimmäisenä vuonna enemmän (9 %) kuin muissa käsittelyissä keskimäärin. Toisena ja kolmantena vuonna kuolleisuus oli vähäistä eikä sulatuskäsittelyjen välillä ollut eroa. Taimitarhapellolla jäisenä istutettujen ja 4 vrk 4 °C:ssa sulatettujen taimien pituuskasvu oli ensimmäisenä ja toisena vuonna heikompaa kuin muissa käsittelyissä. Uudistusalalla taimien pituuskasvussa ei kuitenkaan ollut eroa käsittelyjen välillä.

Eröt taimien maastomenestymisessä sulatuskäsittelyjen välillä olivat kaiken kaikkiaan vähäisiä ja etenkin uudistusalalla maaperätekijöistä johtuva vaihtelu peitti alleen mahdollisen sulatuskäsittelyjen vaikutuksen. Tasalaatuisella, mutta karkeajakoisella taimitarhapellolla ainoastaan taimien istuttaminen paakku vielä kokonaan tai osittain jäässä heikensi elossa oloa ja pituuskasvua. Tutkituista vaihtoehdoista parhaalta vaikuttaa 4–8 vrk:n sulatus 12 °C:ssa, jolla varmistetaan että paakut ovat istutettaessa sulia ja vältetään taimien homehtuminen.

■ MMM Pekka Helenius, MMT Jaana Luoranen, MMT Risto Rikala, Metla, Suonenjoen tutkimusasema
Sähköposti pekka.helenius@metla.fi

Soili Kojola, Timo Penttilä ja Raija Laiho

Vaihtoehtoisten harvennus- käsittelyjen tuotosvaikutukset erirakenteisissa ojitusalueiden männiköissä

Seloste artikkelista: Kojola, S., Penttilä, T. & Laiho, R. 2004. Impacts of different thinning regimes on the yield of uneven-structured Scots pine stands on drained peatland. *Silva Fennica* 38(4): 393–403.

Suometsien ensiharvennukset ovat muutama vuosikymmen sitten tehtyjen mittavien uudis- ojitusten tuloksena laajoilla alueilla ajankohtaisia. Harvennuksia on kuitenkin tehty selvästi vähemmän kuin mitä valtakunnan metsien inventointien tai metsäsuunnitelmien perusteella on harvennustarpeeksi arvioitu. Ilmeisiä syitä ensiharvennusten vähäiseen toteutukseen ovat mm. pienet hakkuukertymät ja turvemaiden usein ongelmalliset korjuolosuhteet. Harvennuskertymien määriin vaikuttaa mm. se, miten hakkuut ajoittuvat puuston eri kehitysvaiheisiin. Ensiharvennusten lisäksi koko kasvatusajan kokonaistuotokseen ja metsänkasvatuksen kannattavuuteen vaikuttavat myöhäisemmät harvennukset ja uudistushakkuut sekä niiden tuottamat kertymät. Tietoa tyypillisesti erirakenteisten suopuustojen harvennuksista ja niiden vaikutuksista metsiköiden kehitykseen ja metsänkasvatuksen kokonaistuotokseen on vähän, ja suopuustoihin sovelletaan kivennäismaametsien käsittelyohjeita puustojen rakenteeroista huolimatta.

Tutkimuksessa tarkasteltiin puuston rakennetta, kehitystä ja tuotosta alun perin erirakenteisissa ojitetuissa suometsissä erilaisten harvennusten jälkeen. Tutkimus liittyy Wood Wisdom tutkimusohjelman ”Kuituraaka-aineen laatu ja tuotos ojitetuissa suometsissä” -nimiseen hankkeeseen, jonka muissa osatutkimuksissa on tarkasteltu mm. suometsistä saatavan ensiharvennuspuun laatua kuituraaka-aineena sekä suometsien ensiharvennuksen ajankohdan vaikutusta harvennuskertymän määrään ja rakenteeseen (ks. *Metsätieteen aikakauskirja* 4/2002: 609–613 ja 614–616 sekä *Silva Fennica* 37(3): 343–357).

Tutkimuksen aineistona käytettiin Metlan suomet-

sien harvennuskokeita. Tarkasteluun valittujen 15 harvennuskokeen puustot edustivat ojitettuja, taimikonhoidoin käsiteltyjä rämemänniköitä erilaisilla kasvupaikoilla eri puolilla Suomea. Kokeiden perustamisvaiheessa puustojen tilavuudet vaihtelivat 80–200 m³ ha⁻¹ ja valtapituudet 9–16 m. Tutkimuksessa simuloitiin puustojen kehitys uudistuskypsytyteen saakka ilman harvennuksia ja erilaisilla harvennusten yhdistelmillä nykyisten metsänhoitosuosituksen asettamisessa puitteissa.

Ensimmäiset harvennukset olivat kokeiden perustamisvaiheessa tehtyjä todellisia harvennuksia, joissa ensisijaisesti tasoitettiin puuston ryhmittäisyyttä sekä sen jälkeen valittiin kasvatettavat puut laatu- ja koonkohdat huomioon ottaen. Keskenään samanlaatuisten puiden valinta tehtiin alaharvennusperiaatteella. Ensimmäisten harvennusten jälkeen metsiköiden jatkokehitys ja seuraavat harvennukset simuloitiin Metlan Motti-simulaattorilla ja sen sisältämällä suometsien kasvu- ja kuolemismalleilla. Simuloitujen harvennusten ajoitus ja voimakkuus määriteltiin pohjapinta-alaa ja valtapituutta apuna käyttäen siten, että normaalissa harvennuksessa puuston pohjapinta-ala oli nykyisten metsänhoitosuosituksen harvennusmallien ohjeiden mukainen. Lievässä harvennuksessa metsikkö jäi 30 % tiheimmäksi ja voimakkaassa 30 % harvemmaksi normaaliin verrattuna. Simuloidut harvennukset olivat vain lievästi alaharvennusperusteisia. Todellisista ja niiden jälkeen simuloiduista harvennuksista muodotetut metsiköittäiset käsittelyvaihtoehdot sisälsivät seuraavat yhdistelmät: I) ei harvennuksia, II) lievä harvennus ja viivästetty normaali harvennus (pohjapinta-ala ennen harvennusta ylittää leimausrajan 30 %:lla), III) kaksi normaalia harvennusta sekä IV) kaksi voimakasta harvennusta.

Kunnostusojitustarvetta ennustavien ja ojitusvaikutusta kuvaavien mallien avulla pidettiin yllä suon hyvää kuivatustilaa ja sen mukaista puuston kasvua simulointien aikana. Simulointeja jatkettiin kunnes metsänhoitosuosituksen mukainen uudistamisen mahdollistava puuston keskiläpimitta saavutettiin. Simuloitua metsiköiden kehitystä verrattiin harvennuskokeiden mittaustuloksiin 10 ensimmäiseltä vuodelta, jolloin todettiin simuloitujen tilavuuksien olevan aliarvioita mitattuihin verrattuna. Aliarvio johdunee pääosin siitä, että koemetsiköt ovat kasvumallien edustamiin talousmetsiin nähden keskimääräistä

parempikasvuisia puustoja. Simulointivirhe ei riipunut harvennusten voimakkuudesta.

Eri käsittelyvaihtoehtojen kokonaistuotokset vaihtelivat 240–600 m³ ha⁻¹ ja käyttöpuutuotokset 220–360 m³ ha⁻¹. Kokonaistuotokset olivat suurimmat harventamattomissa vaihtoehdoissa, mutta tällöin myös luonnonpoistuman osuus oli suurimmillaan, 18–38 % kokonaistuotoksesta kasvupaikasta riippuen. Luonnonpoistuman osuus pieneni harvennusten intensiteetin lisääntyessä, 8–24 %:sta vaihtoehdossa II (lievä + viivästetty normaali) 3–7 %:iin vaihtoehdossa IV (kaksi voimakasta harvennusta).

Harvennukset lyhensivät selvästi päätehakkuukypsyden saavuttamiseen kulunutta aikaa, enimmillään 25 vuotta. Ottaen huomioon eripituiset kasvatusajat, harvennukset lisäsivät käyttöpuun kokonaistuotosta keski- tai hyvätuottoisilla kasvupaikoilla keskimäärin 17 % harventamattomaan vaihtoehtoon verrattuna. Erilaisia harvennuksia sisältävien vaihtoehtojen väliset erot olivat kuitenkin pieniä. Eri käsittelyvaihtoehtojen vertailua varten lasketut käyttöpuun keskimääräiset vuotuiset kasvut ensimmäisestä ojituksesta uudistamiseen olivat suurimmillaan (2,9–3,6 m³ ha⁻¹ v⁻¹) kahden normaalin harvennuksen vaihtoehdossa ja keskimääräistä ravinnetasoa edustavilla kasvupaikoilla. Kaikkein vähätuottoisimmilla kasvupaikoilla, ts. alle 900 d.d. lämpösumma-alueella sekä eteläisempienkin alueiden varputurvekankaila, harvennuksilla ei saavutettu tuotoksetua. Harvennuksilla oli vain vähän vaikutusta sahapuun osuuteen. Kokonaisuudessaan pienehkö sahapuuosuus, alle 50 %, johtunee alun perin epätasaisesta puustorakenteesta, joka ainakin jossain määrin säilyi simuloiduissa harvennuksissa.

Harvennuksia sisältävien vaihtoehtojen keskinäiset erot tuotoksena ja keskimääräisenä kasvuna mitaten olivat pieniä, joten tuotoksen kannalta useatkin harvennusvoimakkuudet näyttäisivät olevan käytökelpoisia – oleellista on harvennusten tekeminen ylipäättään. Jotta harvennusten puunkorjuu olisi kannattavaa, on metsiköissä edellytettävä kohtuullisen suurta puustopääomaa ennen harvennusta. Samalla varmistutaan siitä, että voimakkaidenkin harvennusten jälkeen kasvatettavaksi jää riittävästi puustoa ja vältetään merkittävilta kasvutappioilta. Tuotomielessä harvennusten viivästäminen voi näin ollen olla edullista, edellyttäen että taimikonhoidosta on huolehdittu ajallaan. Vähätuottoisilla kohteilla, joil-

la simulointien mukaan harvennusten aikaansaama käyttöpuun lisätuotos oli vähäistä, voisi pelkästään vesitalouden ylläpitoon ja tarvittaessa taimikonhoitoon perustuva metsänkasvatus olla varteenotettava vaihtoehto. Eri metsänkasvatusvaihtoehtojen kannattavuuden vertailu edellyttää kuitenkin jatkotutkimuksia, sillä taloudellisissa vertailuissa vaikuttavat paitsi tuotos, myös ennen päätehakkuuta saatavat harvennuskertymät sekä uudistamisajankohta.

■ MMM Soili Kojola, vanh. tutkija Timo Penttilä, Metla, Vantaan tutkimuskeskus; dos. Raija Laiho, Helsingin yliopisto, metsäekologian laitos. Sähköposti soili.kojola@metla.fi

Timo Saksa

Kuusen uudistuminen erirakenteisessa metsässä – tapaustutkimus Etelä-Suomesta

Seloste artikkelista: Saksa, T. 2004. Regeneration process from seed crop to saplings – a case study in uneven-aged Norway spruce-dominated stands in southern Finland. *Silva Fennica* 38(4): 371–381.

Tutkimuksessa tarkasteltiin eri-ikäisen, kuusi-valtaisen metsikön uudistumisdynamiikkaa. Aineistona oli viisi eteläsuomalaista kestokoealaa, joilta seurattiin siemensatoa, syntyvien sirkkataimien määrää sekä vanhempien taimien määrän kehitystä vuosittaisin mittauksin. Koemetsiköt, kukin pinta-alaltaan noin 2 ha, käsiteltiin yksinpuin harshintahakuulla vuosina 1992–1994. Tällöin kuhunkin koemetsikköön muodostettiin kestokoeala, joka sisälsi neljä eri pohjapinta-ala tasoa (joko 8, 12, 16 ja 20 m² ha⁻¹ [koemetsiköt Vesijako ja Mikkeli] tai 10, 15, 20 ja 25 m² ha⁻¹ [koemetsiköt Suonenjoki I, II ja Evo]) kahtena lohkona. Lohkon koko oli 80 m × 100 m ja yksittäisen pohjapinta-alaruudun koko 20 m × 20 m (lisäksi 10 m vaippa-alue lohkon ympärillä). Siemensadon mittausta varten ruudulla oli kaksi siemenkeräyssuppiloa ja sirkkataimien ja vanhempien taimien seurantaa varten ruudulla oli 16 py-

syvän ympyräkoelan (kukin 4 m²) systemaattinen verkosto, jolta taimimäärät inventoitiin syksyisin.

Kuusen siemensadon vuosittainen vaihtelu oli erikikäisessä metsässä suurta ja hyvin samankaltaista kuin tasaikäisissä metsiköissä. Vuosien 1996, 1999 ja 2001 siemensadot olivat keskimääräistä parempia tarkastelujakson, 1994–2001, aikana. Siemensadon ja sirkkataimien määrän välillä vallitsi positiivinen korrelaatio, mutta puuston pohjapinta-alalla, kuutiomäärällä tai runkoluvulla ei ollut vaikutusta taimien syntymiseen. Hyvän siemensadon vaikutus näkyi taimipopulaatiossa pienimpien, alle 10 cm pitkien, kuusten määrän nopeana kasvuna.

”Vakiintuneiden” kuusen taimien (pituus 11 cm:stä 130 cm:iin) määrä vaihteli koemetsiköittäin 6000 yli 25000 taimeen ha⁻¹. Yksittäisessä koemetsikössä taimien määrä pysyi vakaana koko tarkastelujakson ajan eikä puuston pohjapinta-alalla tai kuutiomäärällä ollut vaikutusta taimien määrään. Sen sijaan kuusen taimet olivat keskimäärin pidempiä ruuduilla, joilla puuston pohjapinta-ala ja tilavuus oli alhaisempi.

Tutkimuksen tarkastelujakso, 5–10 vuotta, oli liian lyhyt, jotta saataisiin luotettava kuva siitä, millä tahdilla kuusen taimet varttuvat rinnankorkeuteen erikikäisessä metsässä. Tarkastelluissa metsiköissä keskimäärin 26 uutta kuusen tainta hehtaaria ja vuotta kohti ylitti rinnankorkeuden tason.

■ MMT Timo Saksa, Metla, Suomenjoen tutkimusasema. Sähköposti timo.saksa@metla.fi

Sakari Sarkkola, Hannu Hökkä ja Timo Penttilä

Männikön rakenteen luontainen kehitys turvemaalla ojituksen jälkeen: toistuvasti mitattujen koelohjen pitkäaikaiseen seurantaan perustuva tutkimus

Seloste artikkelista: Sarkkola, S., Hökkä, H. & Penttilä, T. 2004. Natural development of stand structure in peatland Scots pine following drainage: results based on long-term monitoring of permanent sample plots. *Silva Fennica* 38(4): 405–412.

Luonnontilaisella suolla kasvavat rämemänniköt ovat tyypillisesti erikokois- ja eri-ikäisrakenteisia, ja puiden kasvu ja metsikön tiheys kasvupaikan huonosta vesitaloudesta johtuen alhaisia. Ojitus parantaa puiden kasvuoloja, mikä lisää puuston kasvua ja tiheyttä. Metsikön sisäisistä puiden uudistumis-, kasvu- ja kuolemisprosesseista tulee entistä enemmän puuston kehitystä ohjaavia tekijöitä. Suometsien ojituksenjälkeisestä luontaisesta rakennedynamiikasta tarvitaan lisää tietoa, jotta esimerkiksi yhä ajankohtaisemmiksi käyvien harvennushakkuiden vaikutuksia voitaisiin entistä paremmin verrata harventamattoman puuston kehitykseen.

Tutkimuksessa selvitettiin turvemaalla kasvavien hakkaamattomien mäntyvaltaisten puustojen luontaista metsikkörakenteen kehitystä ojituksen jälkeen. Aineistona oli 10 Metsäntutkimuslaitoksen perustamaa toistuvasti mitattua pysyvää metsikkökoelohjaa, jotka oli mitattu 4–10 kertaa 3–25 vuoden väliajoin. Koko seurantajakson pituus vaihteli 29:stä 66 vuoteen. Koelohjoista viisi sijaitsi eteläisessä Suomessa ja toiset viisi koelohjaa Pohjois-Suomessa. Kasvupaikka-tyypiltään koelohjat edustivat mustikka-, puolukka- ja varputurvekankaita. Kultakin koelohjalta taltioitiin sekä elävän että kuolleen puuston mittauserroittaiset runkolukusarjat, ja ne tasoitettiin Weibull-funktiolla. Puuston rakennetta ja sen kehittymistä ojituksesta kuluneen ajan myötä tarkasteltiin tasoitettujen runkolukusarjojen ja muiden puustotunnusten, kuten puuston pohjapinta-alan ja puiden keskiläpimitan avulla.

Heti ojituksen jälkeen puuston runkoluku kasvoi

ja samalla erikokoisrakenteisuus lisääntyi n. 20 vuoden ajan alunperäisten aukkojakohtien metsittyessä. Kuitenkin myöhemmin, puuston tiheyden ja puiden keskikoon kasvaessa, läpimittajakaumat alkoivat vähitellen tasoittua, ja ne lähestyivät muodoltaan kellokäärää 50–70 vuoden kuluttua ojituksesta. Absoluuttinen runkoluvun kuolleisuus kasvoi tasaisesti ensimmäisen 50 ojituksen jälkeisen vuoden ajan, mutta alkoi tämän jälkeen laskea. Pohjapinta-alalla mitattuna puiden kuolleisuus kuitenkin kasvoi koko ajan ojituksen jälkeen. Puiden suhteellisen kuolleisuuden painopiste oli aluksi metsikön pieniläpimittaisimissa puissa ($d_{1,3} < 10$ cm), mutta ojituksen jälkeisen sukcession myötä suurten puiden kuolleisuus lisääntyi. Pohjois-Suomessa kehitys oli eteläsuomalaisia metsiköitä hitaampi, mutta kehityksen trendi oli samanlainen. Metsikködynamiikassa tahtuneiden muutosten tulkittiin johtuneen puiden välisen kilpailun lisääntymisestä, joka on seurausta kasvupaikan tuotoskyvyn parantumisesta ojituksen jälkeen sekä puiden koon ja metsiköiden tiheyden kasvusta. Tulokset osoittavat, että erikokoisrakenteisuus ei näyttäisi olevan pysyvä puuston luontainen ominaisuus mäntyvaltaisilla rämeojitusalueilla.

■ MMM Sakari Sarkkola, Helsingin yliopisto, metsäekologian laitos; MMT Hannu Hökkä, Metla, Rovaniemen tutkimus- asema; MH Timo Penttilä, Metla, Vantaan tutkimuskeskus. Sähköposti sakari.sarkkola@helsinki.fi

Jori Uusitalo, Sampsa Kokko ja Veli-Pekka Kivinen

Kahden eri katkontamenetelmän vaikutus mäntysahatavaran laatuun

Seloste artikkelista: Uusitalo, J., Kokko, S. & Kivinen, V.-P. 2004. The effect of two bucking methods on Scots pine lumber quality. *Silva Fennica* 38(3): 291–303.

Nkyisissä hakkuukoneissa on katkontanohjausjärjestelmä, joka hinta- ja tavoitematriisien se-

kä mitta- ja ennustetiedon avulla ohjaa katkontaa kohti tuotantolaitoksien asettamia pituus-, läpimita- ja laatujakaumia. Katkontanohjausjärjestelmien hyödyntämisen suhteen on käytännössä kuitenkin suuria alueittaisia ja kuljettajakohtaisia eroja. Suomessa katkontanohjausjärjestelmän ominaisuuksia hyödynnetään täysinmättäisesti etenkin kuusen kohdalla. Periaatetta, jossa katkontaa ohjataan pelkäämään tietokoneen antaman optimointituloksen pohjalta ja optimoinnin tulosta muutetaan vain poikkeustapauksissa, voidaan kutsua *automaattiseksi katkontaksi*. Näin menetellään usein niiden puulajien kohdalla, joissa rungon sisällä ei ole erotettavissa selviä laatueroja, kuten juuri kuusen tapauksessa.

Uuseimmissä katkontanohjausjärjestelmissä löytyy ominaisuus, jossa kuljettaja voi rungon käsittelyn aikana pysäyttää hakkuulaitteen laaturajan kohdalle ja rekisteröidä kyseisen kohdan muistirekisteriin erillisen näppäimen avulla. Optimointijärjestelmä voi tämän jälkeen hyödyntää tietoa laaturajasta ja ohjata hakkuulaitteen optimaaliseen katkontakohtaan. Tätä periaatetta, joka on ollut aiemmin yleisesti käytössä Ruotsissa mutta jota ei ole juurikaan käytetty Suomessa, voidaan nimittää *automaattiseksi laatuakatkontaksi*.

Katkontapäätökset tehdään edelleen varsin yleisesti ilman automaattista katkontanohjausta, varsinkin mäntytukkirunkojen kohdalla. On yleisesti ajateltu, että hyvälaatuinen tyvitukkiosuus saadaan parhaiten talteen, kun hakkuukoneenkuljettaja ohjaa katkontaa ilman automatiikkaa esivalittujen pituusnäppäimien avulla. Tyvitukki pyritään katkaimaan ennen rungon ensimmäistä kuivaoksa valitsemalla katkontakorkeus silmävaraisesti arvioiden. Hakkuulaitteen pysähtyessä valittuun kohtaan voidaan katkontakorkeutta vielä muuttaa helposti yksi tai kaksi moduulia eteen- tai taaksepäin plus- ja miinusnäppäimien avulla. Tästä katkontaperiaatteesta voidaan käyttää nimitystä *laatuakatkonta*.

Oikeiden pituusmittojen merkitys on viime vuosina kasvanut merkittävästi yhä useamman sahan siirtyessä asiakaslähtöiseen toimintatapaan. Automaattisen katkontanohjauksen tiedetään johtavan tuotantolaitosten kannalta tarkempiin pituusjakaumiin mutta samalla on esitetty perustellusti väitteitä, että männyn kohdalla automaattinen katkontanohjaus alentaa sahatavaran arvosaantoa. Tätä monimutkaista tutkimusongelmaa haluttiin lähestyä empiirisen

kokeen avulla. Tutkimuksessa vertaillaan kuinka katkontaperiaatteen vaihtaminen laatukatkonasta automaattiseen katkontaan muuttaa runkojen katkontaa ja mikä vaikutus tällä on mäntysahatavaran laatuun.

Tutkimusaineisto sisälsi 6 leimikkoa Länsi-Suomen alueelta. Kaikki leimikot olivat alueelle tyypillisiä männyn päätehakkuuleimikoita keski-ikältään 90–120 vuotta. Leimikoista valittiin 10–20 koepuuta koesahaukseen koeputien kokonaismäärän ollessa 100. Koeputista mitattiin ennen hakkuuta tärkeimmät runkotunnukset ($d_{1,3m}$, kuivaoksaraja, latvusraja ja pituus) ja ne hakattiin tukeiksi Ponssen hakkuukoneella noudattaen laatukatkonnan periaatetta. Koeputit sahattiin Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulun kenttäsiirkelissä sahatavaraksi tyypillisiä nelisahaussasetteita noudattaen. Ennen koesahausta tukit suoritettiin rungoittain ja niiden runkoprofiilit mitattiin 10 cm:n välein.

Rungoille luotiin vaihtoehtoinen, automaattinen katkonta, Ponssen hakkuusimulaattorin OptiSimun (ver. 3.00) avulla. Runkoprofiilimitausten avulla luotiin kullekin rungolle standardin mukainen stm-tiedosto. Koska Ponssen simulaattori käyttää jakauma-apteraauksessa nk. adaptiivisen hintalistan periaatetta, säädettiin hintalistat Kivisen kehittämän algoritmin avulla sellaiseksi, joka annetussa pienessä runkojoukossa (10 tai 20 runkoa) mahdollisimman täydellisesti tuottaa sahan toivoman tavoitejakauman. Kukin leimikko simuloitiin käyttämällä syöttötietoina juuri siihen leimikkoon säädettyä hintamatriisia sekä sahan tavoitejakaumaa. OptiSimusimulaattori tuotti vaihtoehtoisen katkontatuloksen (jokaisen katkotun tukin latvaläpimitta ja katkontakorkeus) erilliseen tiedostoon.

Jokainen sahe jaoteltiin 10 cm:n sektoreihin pituussuunnassa. Kunkin 10 cm:n sektorin matkalta sekä saheen pintapuolelta että toisen särmän puolelta mitattiin seuraavat oksatunnukset: tuore-, kuiva- ja laho-oksan maksimiläpimitta sekä tuore-, kuiva- ja laho-okkien lukumäärä. Oksamittaukset tallennettiin taulukkolaskentaohjelmaan, jossa luotiin laskentäsäännöt kullekin luokittelukriteerille. Näin voitiin luoda laskennallinen laatuluokka-arvo kullekin saheelle. Laatuluokkavertailu alkuperäisen laatukatkonnan sekä vaihtoehtoisen automaattisen katkonnan suhteen tehtiin ainoastaan sydäntavarakappaleiden suhteen.

Automaattinen katkonta tuotti selvästi erilaisen katkontatuloksen kuin laatukatkonta. Simulaattori tuotti täsmälleen saman katkontatuloksen ainoastaan kahdessa tapauksessa sadasta rungosta. Pelkästään tyvitukien katkontaa vertailtaessa, automaattinen katkonta tuotti saman tyvitukkipituuden kuin alkuperäisessä laatukatkonassa 22 tapauksessa sadasta. Automaattinen katkonta tuotti keskimäärin hiukan pidempiä tukkeja. Tukkien keskipituus laatukatkonassa oli 4409 mm ja vastaavasti automaattisessa katkonassa 4452 mm. Automaattinen katkonta ei merkittävästi muuttanut tyvitukien sydäntavarakappaleiden laatujaakamaa. Tyvitukin lyhentäminen tai pidentäminen yhden 30 cm:n moduulin verran muutti tyvitukista saatujen sydäntavarakappaleiden laatua ainoastaan muutamassa tapauksessa. Sen sijaan tukin lyhentäminen tai pidentäminen 60 cm muutti sydäntavarakappaleen laadun noin puolessa tapauksista.

Tyvitukin alkuperäinen pituus vaikutti laadun muutokseen tyvitukin pituuden muuttuessa. Mitä pidempi tyvitukki oli, sitä pienemmällä todennäköisyydellä laatu huononi tyvitukin lyhentyessä. Toisaalta mitä lyhyempi tyvitukki oli, sitä suuremmalla todennäköisyydellä laatuluokka huononi tyvitukia pidennettäessä. Koska automaattinen katkonta ei mitenkään merkittävästi muuttanut laatuluokkien suhteita ja koska se perustellusti tuottaa tuotantolaitosten kannalta sopivia pituus-läpimittayhdistelmiä, voidaan sitä pitää sopivana katkontaperiaatteenä vastaavan tyypisissä olosuhteissa.

■ MMT Jori Uusitalo, Metsäntutkimuslaitos, Parkanon tutkimusasema; MMM Sampsa Kokko, Metsäliitto, Kaakkois-Suomen metsäkonttori; MMM Veli-Pekka Kivinen, Helsingin yliopisto, metsävarojen käytön laitos
Sähköposti jori.uusitalo@metla.fi