

Pentti Hakkila

Ensiharvennuspuun hyödyntäminen

Ensiharvennustehtävä

Ensiharvennus tehdään tyypillisesti 25–45 vuoden iällä metsikön valtapituuden ollessa noin 11 m. Lehtomaisilla kankailla ja pellonistutusaloilla se voi tapahtua jo hieman varhemminkin. Jos ensiharvennus viivästyy, seurauksena on rungon solakoituminen ja altistuminen lumituhoille, elävän latvuston liiallinen supistuminen ja puuston enneaikainen rappeutuminen. Tulevaisuudessa ensiharvennuksia pyrittäneen kuitenkin myöhäistämään ehkä 13 m:n valtapituudelle hakkuukertymän paisuttamiseksi ja

korjuukustannusten alentamiseksi, mutta edellytyksenä on silloin taimikon harventaminen nykyistä voimakkaammin ja varttuneempana.

Aina 1990-luvun alkuun saakka myös pienikokoisella ensiharvennuspuulla oli menekkiä, ja sen talteenottoa tuettiin tasaamalla leimikoitten välisiä arvosuhde- ja kustannuseroja pienpuuta suosien. Nykyisin ensiharvennusohjelman toteuttamista jarruttaa kuitenkin leimikkokohtainen kustannusvastavuuden vaatimus. Puun vajaakäyttötilanteessa ensiharvennuspuu on ongelmatuote, jonka korjuu- ja markkinointivaikeudet ainakin ajoittain ja paikallisesti jäytävät nuorten metsien hoitoa.

Ensiharvennuksia tulisi tehdä vuosittain yhteensä 210 000 ha:n alalla, valtakunnan metsien 8. inventoinnin ennakkotulosten mukaan ehkä vieläkin enemmän. Olettaen runkokuun keskimääräiseksi poistumaksi etelässä 45 m³/ha ja pohjoisessa 35

Kirjoittaja toimii professorina Metsäntutkimuslaitoksen Vantaan tutkimuskeskuksessa.

m³/ha, tähteeksi jäävä alamittainen puu mukaan lukien, *ensiharvennusmetsien hakkuutarvetta vastaava runkopuun poistuma on 9,7 milj. m³ vuodessa*. Tämä suuri määrä on seurausta metsiemme ikäluokkajakaumasta, soitten ojituksesta sekä kasaantuneista ensiharvennusrästeistä.

Tilanteessa, jossa kuiduttavan teollisuuden tuotantokapasiteetti ja raaka-aineen tarve ovat edelleen kasvussa, ensiharvennuspuun hakkuupotentiaali on varsin merkittävä. *Sen osuus talousmetsiemme hakkuusäästöistä on suurempi kuin metsäteollisuudessa on tiedostettukaan*. Keski-Pohjanmaan, Keski-Suomen, Pohjois-Savon ja Kainuun metsälautakuntien alueella sen osuus ylittää 35 % kuitupuun hakkuusuunnitteesta.

Ensiharvennusteknis-taloudellisenä ongelmana

Ensiharvennuksia ei saada tehdyksi hyvän metsänhoidon ja tapahtuneen jälkeenjäneisyyden edellyttämässä laajuudessa, mikä pitkällä tähtäyksellä merkitsee ongelmia puuntuotannolle. Lukuisat haittatekijät näet jarruttavat ensiharvennuspuun korjuuta ja käyttöä kuituraaka-aineena:

- *Korkeat korjuukustannukset*, jotka aiheutuvat puun pienestä koosta, alhaisesta kertymästä hehtaaria ja koko leimikkoa kohti sekä kasvamaan jätettävän puuston suuresta runkoluvusta. Yksiotehakkuukoneen kehittymisen ja korjuun koneellistumisen myötä kustannukset ovat tosin alentuneet myös ensiharvennuskoneissa, mutta muihin leimikoihin verrattuna kustannustaso on edelleen korkea. Koneyrittäjälle maksettu kokonaiskorvaus hakkuusta ja metsäkuljetuksesta on tasoltaan seuraava:

	Kustannus kannolta tien varteen, mk/m ³
Ensiharvennus	75–90
Muu harvennus	50–65
Uudistushakkuu	29–35

- *Kohtuuttoman suuri hävikki kuitupuun rumpukuorinmassa*, mikä aiheutuu toisaalta ensiharvennuspuun hieman keskimääräistä korkeammasta kuoripitoisuudesta sekä toisaalta ohuitten pölkkyjen murskaantumisesta järeämmän kuitupuun seassa.
- *Nuoren puun poikkeavat ominaisuudet* verrattuna

myöhemmistä harvennuksista ja päätehakkuista korjattavaan kuitupuuhun, jolle tehdasprosessit on mitoitettu ja säädetty. Kun ensiharvennuspuu sitten sekoituu epämääräisessä ja satunnaisessa suhteessa tehtaan kuitupuuvirtaan, keittyminen tapahtuu epätasaisesti ja syntyy saanto- ja laatutappioita. Ensiharvennuspuun lyhyet, ohutseinäiset nuorpuukuidut heikentävät armeerausmassan ja paperin repäisyjuuutta, ja vaikka niillä vastapainoksi olisi myös painopaperille edullisia ominaisuuksia, edut jäävät käytännössä hyödyntämättä, ellei ensiharvennuskuitua kyetä ohjaamaan hallituissa seossuhteissa oikeisiin tuotekohteisiin.

Mitä nuoremasta ja ohuemmasta puusta on kysymys, sitä kärjekkäämpinä nämä haittatekijät korostuvat. Erot on otettava huomioon puutavaran kantohinnoissa.

Vähimmäisläpimittarajaa nostamalla kalliin ja heikkolaatuisena pidetyn ensiharvennuspuun järeyttä voidaan kyllä hieman lisätä ja sen osuutta raaka-ainehuollossa supistaa, mutta kun puu-, hehtaari- ja leimikkokohtainen kertymä samalla hupenee, seurauksena saattaa itse asiassa olla korjuun yksikkökustannusten kohoaminen entisestään. Kuitupuun vähimmäisläpimitan nostamisen kautta saavutettava hyöty on kyseenalainen. Kun kuitupuun vähimmäisläpimitta 1990-luvun lamavuosina nostettiin 6 cm:stä männyllä 7 cm:iin ja kuusella peräti 8 cm:iin, hyvinkin 2 milj. m³ potentiaalista kuitupuuta tuli samalla rajatuksi vuosittain metsäteollisuuden raaka-ainekäytön ulkopuolelle.

Ensiharvennuspuun käyttöön liittyvien ongelmien taustatekijänä on, että pienikokoisen puun korjuu- ja prosessiteknikat pakotetaan järeämmälle kuitupuulle mitoitettuun muottiin raaka-aineen ominaisuuksista piittaamatta. Korjuu- ja prosessiteknikka tulisi kuitenkin valita leimikon ja raaka-aineen erityispiirteitä vastaamaan. Esimerkiksi seuraavista lähestymistavoista voidaan etsiä ratkaisua ensiharvennuspuun hyödyntämiseen:

- *Kuitu- ja energiapuun korjuun integrointi*. Pienestä kuitupuukertymästä koituvia kustannusongelmia vähennetään ottamalla samanaikaisesti talteen paitsi kuidutukseen myös energian tuotantoon soveltuva biomassa. Mahdollisimman suuri osa kertymästä erotetaan laadukkaaksi kuituraaka-aineeksi, ja lopuosa käytetään fossiilipolttoaineita korvaavana uusiutuvana bioenergiälähteenä.

- *Korjuu kokopuuna oksineen.* Luovutaan puitten karsimisesta metsässä, jolloin työkustannukset alenevat mutta biomassakertymä paisuu. Ekologisista syistä kuitenkin osa latvusmassasta jätetään kasvupaikalle, sillä on varottava vaarantamasta maan ravinnetasapainoa ja ekosysteemin monimuotoisuutta liian perinpohjaisella talteenotolla.
- *Joukkokäsittely.* Kompensoidaan pienen yksikkökoon kustannusvaikutusta korvaamalla yksinpuunkäsittely joukkokäsittelyllä mahdollisimman aikaisessa korjuuketjun vaiheessa. Kysymykseen tulevat esimerkiksi traktorin kuormaimeen sijoitettava keräävä kaato-kasauspää, joukkokäsittely hakkuukoneella, kokopuuhaketus tai piiskakarsinta.
- *Raaka-aineen erityisominaisuuksien hyödyntäminen.* Ensiharvennuspuuta ei ehdoin tahdoin ennen aikaisesti sekoiteta muuhun kuituraaka-aineeseen, vaan sitä pyritään ainakin kuorinnassa ja mahdollisesti vielä kuidutuksessakin käsittelemään omana tasalaatuisena tavaralajinaan sille parhaiten soveltuvaa tekniikkaa käyttäen. Laadun tasaisuuden varmistamiseksi ensiharvennuskuitu sekoitetaan tehtaan muuhun kuituvirtaan tarkoin hallitussa suhteessa tai jopa ohjataan erikoistuotteisiin, joissa sen poikkeavat ominaisuudet saattaisivat olla jopa eduksi.

Latvaläpimittavaatimuksen vaikutus runkopuun kertymään

Hakkuupoistuman jakautuminen kertymän ja hukkapuun kesken riippuu puun pituudesta, läpimitasta ja runkomuodosta sekä toisaalta puutavaran pituus- ja läpimittavaatimuksista. Mitä suurempi vähimmäispituus vaaditaan, sitä suurempi osuus rungosta menetetään hukkapuuna.

Taulukossa 1 kuorellisen runkohukkapuun määrä on laskettu noudattaen tyypillistä koneellisen hakkuun apteerausohjetta, jossa pölkyn perusmitta on 5 m ja sen lisäksi hyväksyttävä latvapölkyn apumitta 3–5 m. Runkohukkapuun osuus supistuu puun koon kasvaessa ja mittavaatimusten lieventyessä. Kuitupuun läpimittavaatimus on kriittinen nimenomaan ensiharvennusleimikoissa, sitä jyrkemmin mitä pienempää puusto on hakkuuhetkellä.

Läpimitaltaan alle 10 cm:n puitten osuudella runkolukusarjassa on kertymäsuhteitten kannalta keskeinen merkitys. Erityisesti milloin ensiharven-

Taulukko 1. Hukkapuun suhteellinen osuus rungon kuorellisesta tilavuudesta rinnankorkeusläpimitaluokittain tyypillisessä ensiharvennusleimikössä kuitupuupölkyn vähimmäisläpimittavaatimuksesta riippuen Laasasenahon (1982) runkofunktiolla laskettuna. Pölkyn apteerausohje 5+3 m.

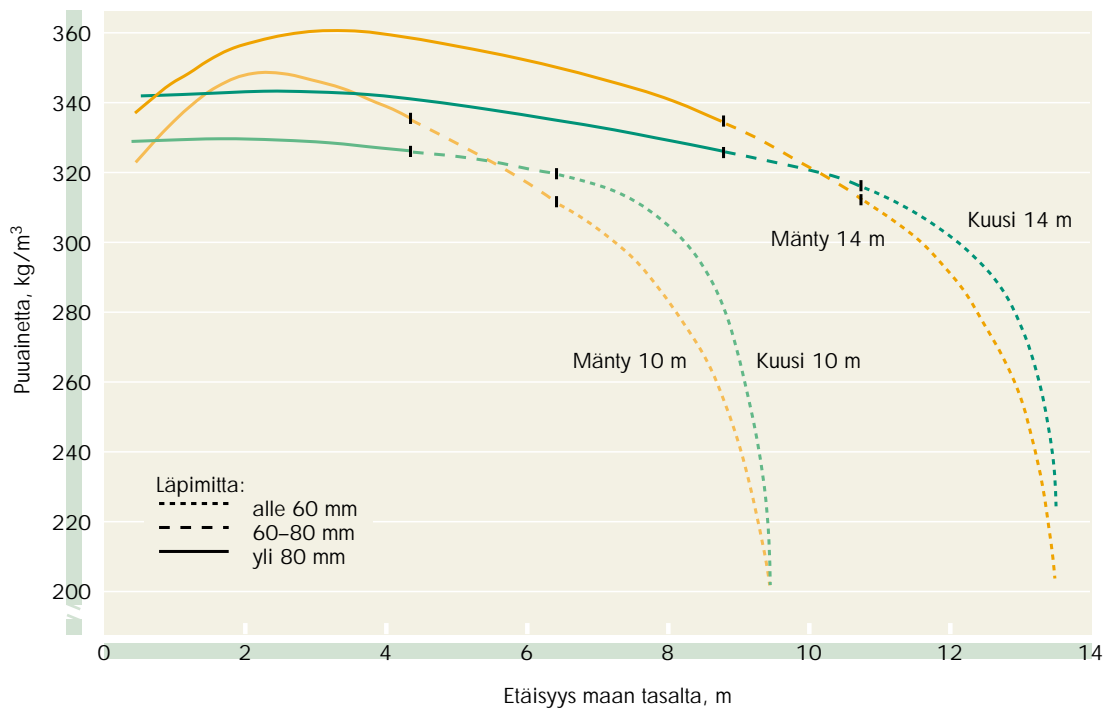
Rungon D _{1,3} , cm	Kuitupuun vähimmäisläpimitta, cm			
	5	6	7	8
	Hukkapuun osuus rungon tilavuudesta, %			
7	75	100	100	100
9	7	18	100	100
11	4	7	13	32
13	2	4	7	11
15	2	3	4	7
17	1	2	3	5

nuspuu on pienikokoista, ei ole lainkaan yhdentekevää, millaista rinnankorkeus- ja latvaläpimittavaatimusta ensiharvennuspuille sovelletaan. Latvaläpimitan alentaminen 7 cm:stä 5 cm:iin saattaa lisätä kertymää jopa kolmanneksella.

Jos kuitupuun latvaläpimittavaatimus pudotetaan ensiharvennusleimikossa 5 cm:iin, hakkuukoneen yksikkökustannus pikemminkin alenee kuin nousee. Rinnankorkeusläpimitaltaan yli 10 cm:n puitten runkokohtainen ajanmenekki kasvaa näet vain 3–5 %, samalla kun runkokohtainen kertymä kasvaa 2–11 %. Latvaläpimitan alentamisen kautta korjuukelpoisiksi muuttuvilla, rinnankorkeusläpimitaltaan 8–10 cm:n puilla suhteellinen ajanmenekki on kylläkin oleellisesti suurempi kuin järeämmillä puilla, mutta kun pinta-alakohtainen kertymä samalla karttuu, kuormatraktorin kuljetustuotos toisaalta paranee. Leimikkokertymän paisuessa myös konesiirtojen ja organisaation kustannukset kevenevät kuutiometriä kohti laskettuina. Rinnankorkeusläpimittavaatimuksesta tinkiminen vielä 8 cm:stä alaspäin ei sen sijaan ole kuituteollisuuden raaka-aineen osalta perusteltua hankintakauppoja ehkä lukuun ottamatta.

Ensiharvennuspukuituteollisuuden raaka-aineena

Yleisen käsityksen mukaan ensiharvennuspun puutekniset ominaisuudet eivät ole normaalin kuitu-



Kuva 1. Kuorellisen mänty- ja kuusikuitupuun puuainesisällön (kg/m^3) vaihtelu 10- ja 14-metrysten runkojen pituussuunnassa.

puun veroiset, ja näitten ominaisuuksien tiedetään muuttuvan rungon latvaa kohti edelleen huonompaan suuntaan. Kun vähimmäislatvaläpimittaa alennetaan, saadaan lisäraaka-aineena latvakuitupuuta, jossa on keskiarvoon verrattuna leveämmät lustot, ohuempi kuori, suurempi kuoripitoisuus, alhaisempi puusisältö kuorellista kuutiometriä kohti, korkeampi kosteus sekä lyhyempi ja ohutseinäisempi kuitu. Kuva 1 on esimerkki kuorellisen rungon puuainesisällön muuttumisesta mänty- ja kuusirunгон tyvestä latvaa kohti.

Erot eivät ole niin suuria, etteikö ensiharvennuspun latvaosakin aina 5 cm:iin saakka puuteknisesti olisi kuidutukseen kelvollista. Kuusella puuaineen kuiva-tuoretiheys jopa kohoa rungon yläosassa. Erojen merkitys riippuu siitä, minkälaiseen paperiin ja minkälaisessa seossuhteessa näitä kuituja lopulta käytetään. Keskeistä on, että vaihtelu tunnetaan, kuituvirran laatu tasoitetaan, ominaisuuksiltaan poikkeavaa puuta käsitellään sille soveltuvalla tekniikalla ja kuidun käyttökohde valitaan raaka-aineen mukaisesti.

Ensiharvennuskannan pääasialliset käyttökohteet ovat sulfaattimassateollisuus ja energian tuotanto. Myös käyttö mekaanisen massan raaka-aineeksi saattaisi olla mahdollista sydänpuun puuttumisen ansiosta. Ensiharvennuskuitu soveltuu kaikkiin näihin tarkoituksiin, mutta sen kuoriminen on vaikeampaa. Taulukko 2 osoittaa ensiharvennuspun ominaisuudet koko rungossa keskimäärin sekä latvassa 5 cm:n läpimitan kohdalla.

Päätelmiä

Ensiharvennusoikeuden toteutuminen on tärkeää paitsi metsänhoidon myös massa- ja paperiteollisuuden puuhuollon kannalta. Viimeksimainittu näkökohta vaikuttaa kahtakin kautta. Ensinnäkin yleisesti tiedetään, että pitkällä tähtäyksellä laadukaana raaka-aineen tuotanto kärsii, ellei varhaisia harvennuksia toteuteta ajallaan. Vähemmän sen sijaan on oivallettu, että talousmetsiemme lähivuo-

Taulukko 2. Ensiharvennuspuun ominaisuuksia keskimäärin koko rungossa sekä 5 cm:n läpimitan kohdalla latvassa.

	Koko rungossa		5 cm:n runkoläpimitassa	
	Mänty	Kuusi	Mänty	Kuusi
Kuoren tilavuusosuus, %	15,4	11,4	17,1	17,5
Kuoren kuivamassaosuus, %	10,1	9,7	13,6	14,9
Kuorettoman puun kuiva-tuoretiheys, kg/m ³	395	376	372	388
Kuorellisen puun kuiva-tuoretiheys, kg/m ³	376	371	354	374
Kuoren kuiva-tuoretiheys, kg/m ³	267	334	275	315
Puuta kuorellisessa kuutiometrissä, kg/m ³	338	334	305	320
Asetoniin liukenevia uuteaineita puussa, %	3,3	1,3	3,3	1,3
Kuidun pituus, mm	2,3	2,3	1,8	2,1

sien hakkueservi koostuu paljolta juuri ensiharvennuspuusta.

Korjuuhävikkiä arvioitaessa on syytä huomata, että latvapölkkyjen keskimääräinen latvaläpimita on käytännössä ainakin 1 cm:n paksumpi kuin hakkuohjeen mukainen vähimmäisläpimita. Biomassataseet osoittavat, että 7 cm:n latvaläpimita-vaatimusta ja koneellisen hakkuun 5+3 m:n pituus-apterausohjetta noudatettaessa ensiharvennusleimikon kaikesta runkopuupoistumasta saadaan kuituhakkeeksi tuskin kaksi kolmannelta, jos leimikossa on runsaasti rinnankorkeusläpimitaltaan alle 10 cm:n puita. Kun leimikko järeytyy ja pienten puitten osuus supistuu, kertymäosuus kyllä kasvaa merkittävästi. Mutta jos latvaläpimita alennetaan 5 cm:iin, saadaan selluhakkeena talteen 85–90 % runkopuusta sellaisestakin leimikosta, jossa pienikokoisia puita on paljon. Kun tavaralajimenetelmän sijasta valitaan osapuomenetelmä ja karsimaton raaka-aine, energiapuun kertymä kaksinkertaistuu kummassakin latvaläpimitavaihtoehdossa, mutta kuitupuun kertymä säilyy ennallaan.

Taloudellisuusvaatimus edellyttää, että niin kuitu- kuin energiaositekin saadaan talteen laadukkaana ja ettei arvokasta kuituraaka-ainetta joudu eroteluvaiheessa energiakäyttöön. Tavoite voidaan saavuttaa tyydyttävästi vain kaikkein parhailla rumpukuorimalaitoksilla, ja niissäkin puunhukan kurissapitäminen saattaa edellyttää ensiharvennuspuun erilliskäsittelyä. Uuden, myös karsimattomalle osapuulle soveltuvan ratkaisun tarjoaa Pertti Szepaniak Oy:n kehittämä pienpuun käsittelyasema, jossa sovelletaan peräkkäin ketjukarsintaa ja kevyttä kuiva-

rumpukuorintaa (kuva 2). Menetelmän etuja ovat kapasiteettiin nähden alhaiset investointi- ja käyttökustannukset, kohtuullisena pysyvä runkopuun hävikki, hyvä hakkeen laatu sekä soveltuvuus myös karsimattomalle osapuulle.

Koska ensiharvennuspuu poikkeaa raaka-aineominaisuuksiltaan muusta kuitupuusta, käytön kannalta on oleellista, että puun erityisominaisuudet otetaan raaka-ainehuollossa ja laadunohjailussa huomioon. Ensiharvennuspuuta kannattaa käsitellä omana tavaralajinaan, ja yhdessä muun kuitupuuvirran kanssa sitä voitaisiin jopa luokitella teknisten ominaisuuksiensa vaihtelun pohjalta esimerkiksi pölkyn läpimitan perusteella tai tyvipölkkyt latvapölkkyistä erottamalla. Tällaisin lajittelukeinoin mäntykuitupuusta syntyisi laatuluokkia, joihin erot olisivat suurempia kuin mänty- ja kuusikuitupuun väliset keskimääräiset erot. Kutakin laatuluokkaa voitaisiin käsitellä kuorintavaiheessa ja mieluummin vielä keitossakin sille tarkoituksenmukaisinta tekniikkaa soveltaen. Kuusella sen sijaan pölkkyjen väliset erot ovat mäntyyn verrattuna pienemmät mutta toisaalta leimikoitten väliset erot taas suuremmat ennen kaikkea kasvunopeudesta riippuen.

Erilliskuorinta mahdollistaisi myös erillishaketuksen ja hakkeen erillisvarastoinnin. Tämä avaisi mahdollisuuden massan laadun tasoittamiseen, kun ensiharvennuspuusta valmistettu hake voitaisiin ennen keittoa sekoittaa muuhun hakevirtaan hallitussa ja tasaisessa suhteessa. Näin voitaisiin välttää raaka-aineen ja siitä saatavan massan laadun epä säännöllinen vaihtelu, mikä puolestaan lisäisi ensiharvennuspuun arvoa.



Kuva 2. Pertti Szepaniak Oy:n kehittämä ensiharvennuspuun käsittelyasema Enso Oy:n tehdasvarastolla Kaukopäässä. Kuva Hannu Kalaja.

Ensiharvennuspuun poikkeavia kuituominaisuuksia voidaan hyödyntää vieläkin pitemmälle, jos se keitetäänkin muusta hakkeesta erillään yksilöllisin kemikaali-, keittoaika-, jauhatus- ja valkaisuäädöin. Saatava erikoismassa voitaisiin ohjata kuituominaisuuksiansa parhaiten vastaaviin erikoispapereihin, joissa painatusominaisuudet ovat repäisy- ja lujuutta keskeisempiä kriteereitä. Esimerkkejä raaka-ainelähtöisestä, puutavaran erityisominaisuuksiin perustuvasta käänteentekevistä tuotekehittelystä ovat aikoinaan olleet esimerkiksi koivusellu, kuusivaneri ja viimeksi haapasellu. Voitaisiko sarjan jatkeeksi liittää myös ensiharvennussellu? Muis-tettakoon, että kysymyksessä ei ole enää vähäinen

marginaalinen raaka-ainelähde, vaan metsiemme ikäluokkajakauman seurauksena tämän hetken ehkä merkittävin puuraaka-ainereservimme.

Kirjallisuutta

- Hakkila, P., Kalaja, H. & Saranpää, P. 1995. Etelä-Suomen ensiharvennusmänniköt kuitu- ja energialähteenä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 582. 99 s.
- Laasasenaho, J. 1982. Taper curve and volume functions for pine, spruce and birch. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 108. 74 s.