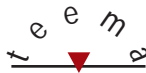


Olavi Pennanen

## Tukin ja rungon sahauksen jäljittely



**T**arvo on Metsätehon ohjauksessa kehitetty tietokoneohjelma, jolla pystytään sahaamaan tukki käyttäjän määrittelemällä asetteella. Tarvolle annetaan lähtötietona rungon oksista ja pinnasta muodostettu kolmiulotteinen kuvaus. Sahausta jäljiteltäessä syntyvien sydänpuutavarakappaleiden leikkauspinnat laadutetaan käyttäjän valitsevien oksakriteereiden mukaan laatuluokkiin ja tukin arvo lasketaan annetuilla arvoilla. Tarvo liitetään osaksi puun arvon määrittämisohjelmaa, jolla tarkastellaan puun parasta apteerausta sahausta ja edelleen kehitettynä muita käyttötarkoituksia varten. Tarvo on lyhenne sanoista tukin arvo ja rungon arvo.

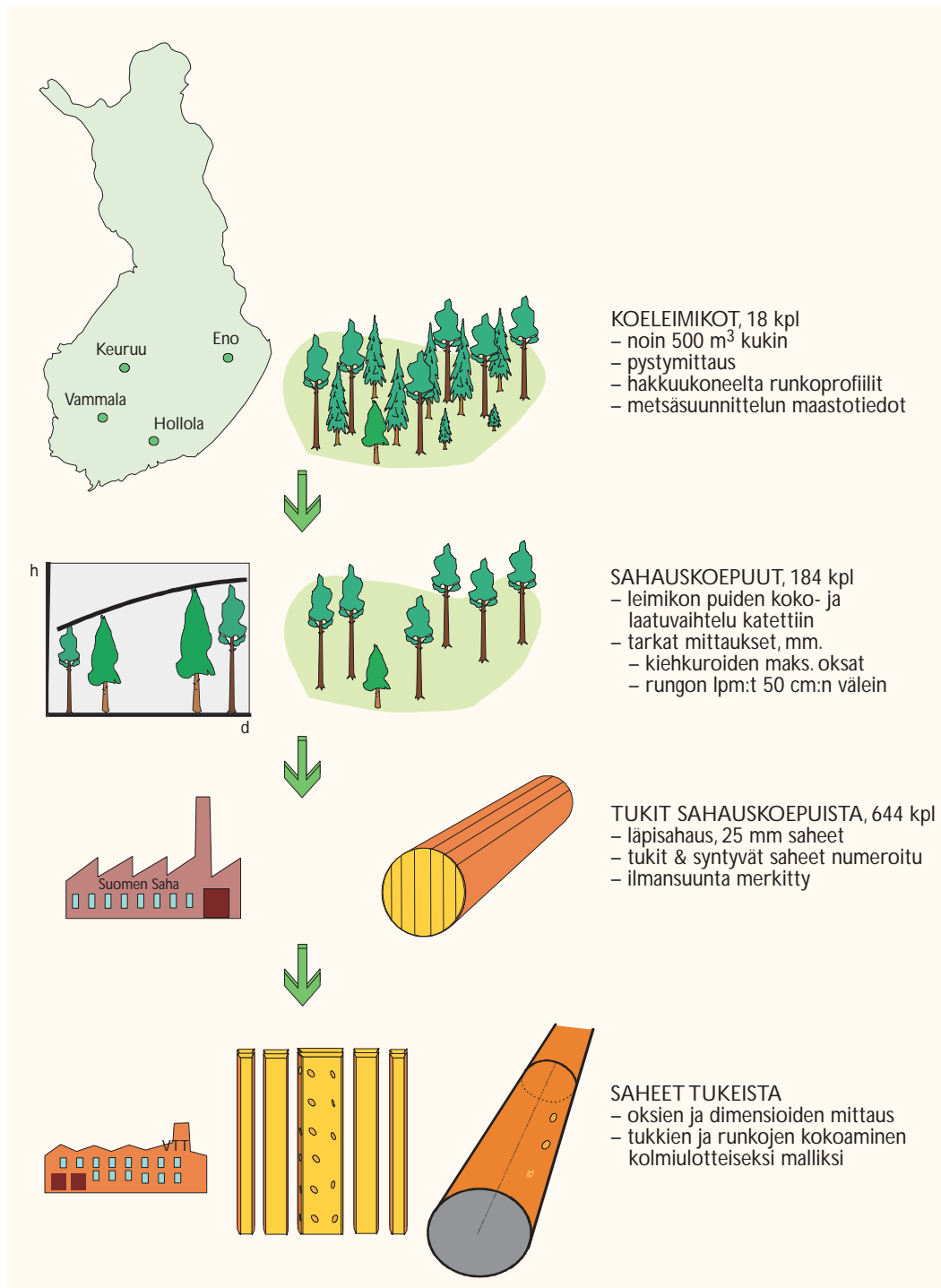
Tarvoa lähdettiin kehittämään vastaukseksi haasteisiin, joita lähitulevaisuudessa on nähtävissä. Puun käyttö lisääntyy Suomessa, kun erityisesti massa-teollisuutta on rakennettu lisää. Sahateollisuudessa on halua siirtyä entistä enemmän kohti asiakas- tai tuotelähtöistä toimintatapaa. Jotta tulevaisuudessa niukemmaksi käyvä resurssi, raakapuu, pystytettiin hyödyntämään tehokkaasti oikeassa käyttökoh- teessa, on metsäosaston paremmin tiedettävä mil- laista raaka-ainetta missäkin leimikossa on tarjolla. Tuotantolaitoksilta on puolestaan saatava tarkem- paa tietoa rungon eri osien arvosuhteista.

### Aineisto

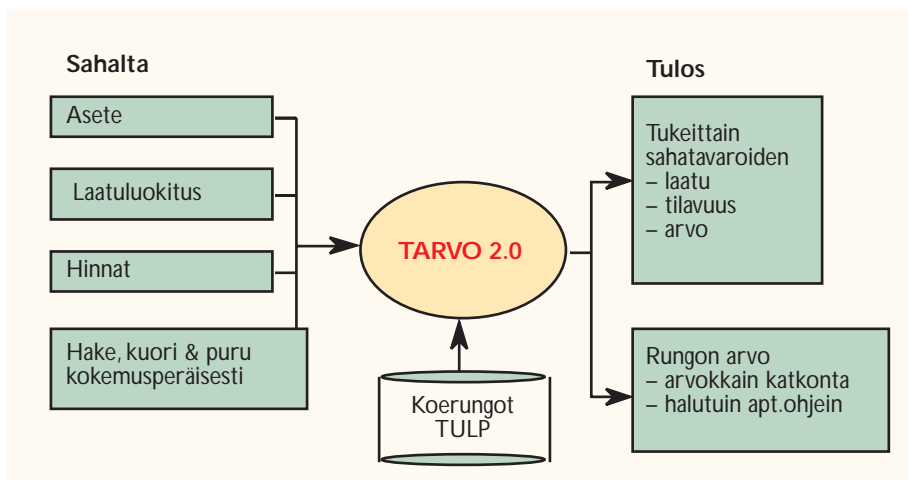
Tutkimuskäytössä on testattu menetelmiä, joilla voitaisiin kuvata kokonaisen rungon sisä- ja ulko- oksaisuus. Oksat voidaan joko mitata saheista koor-

dinaattipöydällä käsin tai mittausta voidaan helpot- taä käyttämällä konenäköä. Käsinmittaukseen perus- tuvaa menetelmää on jo käytetty runkoaineistojen tuottamiseen, konenäkö on sen sijaan kehittelyn alla. Rungot voidaan myös läpivalaista käyttäen esimer- kiksi röntgensäteitä. Toistaiseksi kumpaakaan tapaa ei voida helposti ja halvalla liittää hakkuiden yhtey- dessä tehtäväksi, joten rungot on käsiteltävä omana eräänään aina mitaukseen saakka. Olennaista on saa- da aikaan runkoaineisto, jossa tiedetään jokaisen rungon sisäoksan ja rungon pinnalla olevan oksan mitat, laatu ja paikka rungossa. Tällaisia runkoja voidaan kerätä runkotiedostoon, jossa kuhunkin run- koon voidaan liittää hakkuukoneen tietojärjestel- mästä esimerkiksi läpimittatiedot, toteutunut pölky- tys, ja laatumat. Metsätietojärjestelmästä mukaan voidaan liittää leimikkoa koskevat yleistiedot kuten esimerkiksi kasvupaikkaa koskevat tiedot.

Projektissa syntyi 184 rungon aineisto, jossa on 60 kuusta ja 124 mäntyä eri puolilta Etelä-Suomea. Runkoja edustavista metsälöistä on maastossa ke- rätty leimikkotiedot ja runkoa koskevat puukohtai- set tiedot. Rungot läpisahattiin ja siirrettiin VTT:lle Otaniemeen mitattaviksi. Koordinaattipöydällä mi- tattiin kaikki oksat saheittain ja mittaustiedoista muodostettiin tietokoneella rungot. Kustakin run- gosta tiedetään kunkin oksan paikka rungossa sekä sen laatu ja mitat. Lisäksi rungoista on mitattu läpi- mitat 50 cm:n välein, joten runkokäyrän avulla niille voidaan laskea läpimitat halutuilla korkeuksilla. Rungoista ja leimikoista on mitattu tai arvioitu lu- kuisia joukko myös muita tietoja.



Kuva 1. Aineiston hankintakaavio.



Kuva 2. Kaavio tukin arvo -sahausohjelmasta.

## Tarvo-ohjelma

Jotta edellä kuvatun kaltaisesta aineistosta saataisiin enemmän hyötyä, on oltava tietokoneohjelma, jolla voidaan jäljitellä sahausta. Sahausta jäljittelevälle ohjelmalle asetettavista vaatimuksista keskeisin on, että käyttäjä pystyy määrittelemään ohjelmalle asetteen sekä sahatavaroiden luokitukseen että tukkiluokitukseen käytettävät ohjeet. Ohjelman on luokitettava sahaamansa sahatavarakappaleet ja poimittava niille arvot käyttäjän antamasta arvotaulukosta. Rungon apteeraukseen liittyen käyttäjän on voitava määrittellä rungon katkaisukohtat, mutta ohjelmalla on pystyttävä laskemaan rungolle parhaan arvon tuottava katkonta. Järjestelmän sydän on Tarvo ja kuvaus analysointimenettelyistä erilaisia tietotarpeita varten.

Tukin ja rungon sahauson jäljittelyn käyttökohteet:

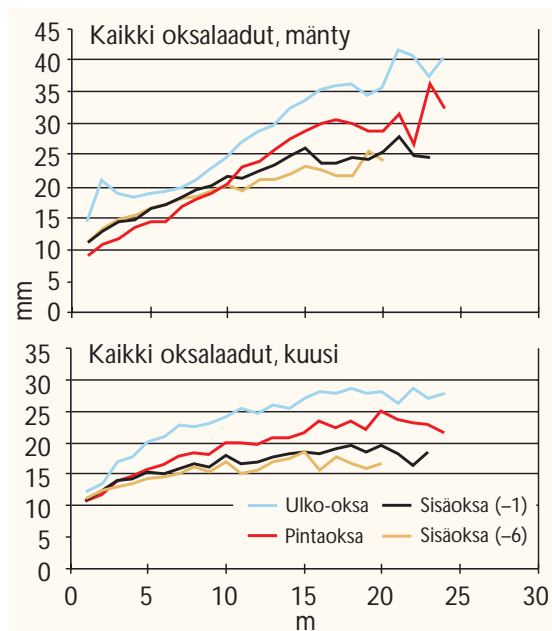
- apteerausohjeiden muutosten vaikutusten laskenta
- sydäntavaruokituksen muutosten vaikutusten laskenta
- rungon eri osien välisten arvosuhteiden tarkastelu
- raakapuun sahausarvon tarkastelu ja vertailu muihin käyttömuotoihin
- rungon oksavyöhykkeiden muodostaminen
- visualisoinnin myötä työntekijöiden ja yrittäjien koulutus
- oksikkuus tunnetaan ilmiönä paremmin

Hankkeeseen osallistuvat saavat tuloksena käyttöönsä järjestelmän, jolla voidaan kerätä yksityiskohtaista runkotietoa. Järjestelmä sisältää kuvauksen siitä, mitä tietoa kerätään rungoista ja leimikoista maastossa sekä millaista tietoa tuotantolaitoksilta on saatava. VTT on kehittänyt runkojen sisäoksaisuuden mittaamenetelmän ja tietokoneohjelmat mittaustiedon muuttamiseksi kolmiulotteiseksi rungoksi.

Tuotelähtöinen puunhankinta -projektissa Tarvoa käytettiin aluksi rungon ulko-oksien, tukin pinta-oksien ja sydäntavaroiden pintojen oksaisuuden välisten riippuvuuksien tarkasteluun. Tätä tarkastelua varten runkojen sahausta jäljiteltiin neliöaseteella viiden metrin tukkeina ja oksaisuustarkastelut tehtiin metrin pätkissä. Toisessa vaiheessa tukkien sahausta jäljiteltiin tukkiluokittain määritetyillä aseteilla ja syntyvien sydänpuutavarakappaleiden oksaisuutta tarkasteltiin laatuluokitusohjeiden mukaisesti.

## Johtopäätökset

Tutkimuksessa testattiin tukkiluokitusta, joka perustuu tukkien asemaan rungossa ja oksalaatuun (oksaton, terveoksainen ja kuivaoksainen). Sydänpuutavarojen laatu keskittyi kaikissa tukkiluokissa lähinnä B-laatuun ja jossain määrin A4- ja C-laatuun. Tukkien pintaoksien mukainen laatuluokitus ei



**Kuva 3.** Mäntyjen ja kuusien paksuimpien oksien keskiläpimitta puun eri korkeudella 1 m:n pätkissä. Ulko-oksa vastaa puun oksia maasta katsottuna, pintaoksa tukinpinnan oksia ja sisäoksa (-1) vastaa laudan ulkopinnan sekä (-6) sydänpuutavaran ulkopinnan oksia.

siten vastannut tarkoitusta. Mikäli halutaan tukkeja luokitella, olisi luokitusta tarkennettava keskeiselle laatualueelle ja annettava suurempi paino lautojen merkitykselle. Niiden laatu paranee oksattomissa rungonosissa. Tämä tulos tuli myös tarkasteltaessa runkojen apteerausta oksarajoihin perustuen, eli oksarajojen merkitys oli oletettua vähäisempi. Kuvassa 3 näkyvät männyn ja kuusen sisäoksien koon muutokset rungon pituus- ja syvyysuunnassa.

Parhaiden laatuojen (A1–A3) vaatimukset olivat tiukat, mikä johtaa näiden luokkien vähäiseen esiintymiseen. Toisaalta C-luokan vaatimukset ovat varsin löysät, joten raakkejakaan ei juuri esiinny. Tulos pätee erityisesti tutkimusaineistoon, mutta on yleistettävissä puunhankintaan, jossa ei erikoistuta korkealaatuisten mäntyleimikoiden hankintaan.

Tutkimusrungoissa esiintyi merkittävästi pieniä mustia ja lahoja oksia. Niiden takia A4-luokan osuus sydänpuutavaroista jäi vähäiseksi. Tutkimusaineistoa kerättyäessä oksat mitattiin ja laadutettiin yksitään, mikä johtaa jossakin määrin suurempaan lahojen oksien määrään kuin sahoilla. Sahoilla tehtävässä visuaalisessa luokituksessa tarkastellaan kappaletta kokonaisuutena eikä oksa oksalta. Tämä tulee olemaan ongelma myös sahatavaroita konenäöllä laadutettaessa.

Vaikka samankokoisten koesahausmäntyjen sahaustulokset eivät paljoa poikenneet toisistaan, kannattaa niissä olevien oksien paksuuteen kiinnittää apteerauksessa ja käyttökohteen valinnassa huomiota. Oksarajojen tarkasteluun ei näyttäisi männylläkään olevan nykyisessä määrin perusteita.

Tarvo-ohjelmisto on saatu projektin kuluessa kehitettyä tutkimuksellisten analyysien tekoon soveltuva välineeksi. Sillä voidaan tehdä monenlaisia analyysejä runkojen oksaisuudesta, sahatavara- ja tukkiluokituksista. Yksityiskohtaisen runkoaineiston keruu on kuitenkin kallista ja hidasta, joten keruumenetelmää pitäisi kehittää. Tarvoon liitetty runkojen osien käyttöarvoon perustuva ohjelma toimii jatkossa hyvänä pohjana, kun tarkastellaan runkojen jakamista eri käyttökohteisiin.

■ Olavi Pennanen (olavi.pennanen@metsateho.fi) työskentelee erikoistutkijana Metsäteho Oy:ssä.