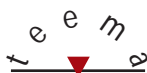


Tapio Räsänen

Runkopankki puunhankinnan ohjauksen apuvälineenä



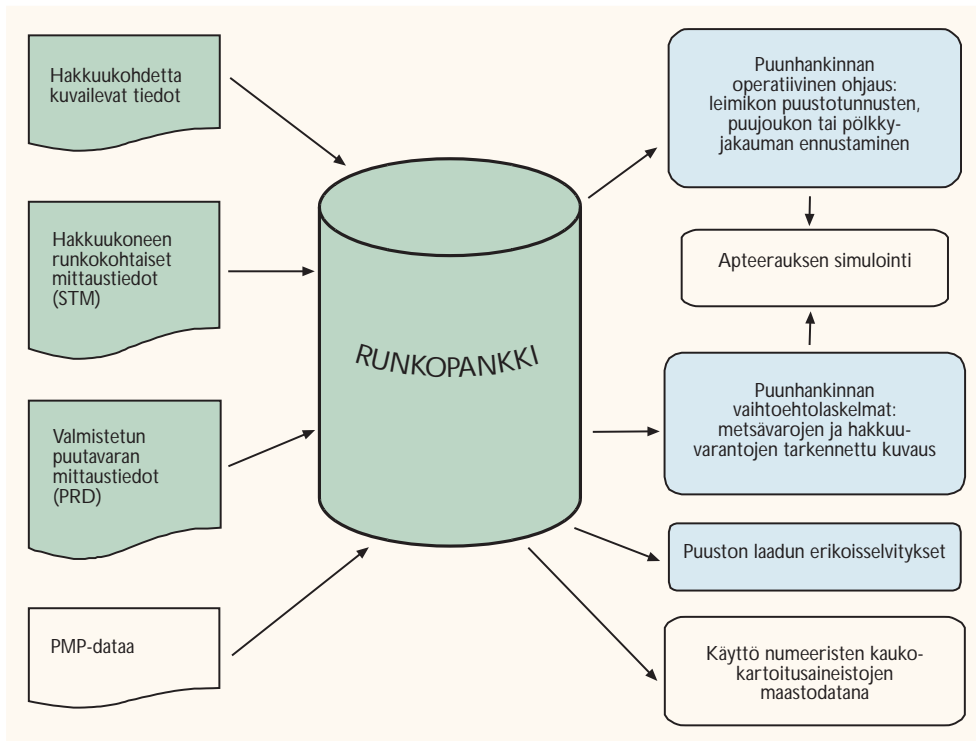
Puunhankinnan ohjauksessa tarvitaan yhä tarkempaa tietoa varantojen ja yksittäisten leimikoiden puustojen ominaisuuksista, jotta raaka-aineen käytön vaihtoehtolaskenta olisi mahdollista sekä operatiivista toimintaa voitaisiin optimoida toimitustavoitteiden toteuttamiseksi. Raaka-aineen hankintavaihtoehtovertailuissa voidaan tarkastella erityyppisiä varantoja niiden käyttöarvojen sekä hankintakustannusten mukaan. Käyttöarvon määrittävät puuston mitattavien tunnusten lisäksi sen laadulliset ominaisuudet. Rungon eri osien käyttöarvot vaihtelevat sen mukaan, millaiseen tuotteeseen puuta käytetään. Eri käyttömuodot (mm. sorvaus, sahaus, massanvalmistus, energiakäyttö) voivat kilpailulla ainakin ajoittain samoista raaka-ainesitteistä, jolloin puunhankinnan optimiratkaisuihin pyritäessä on raaka-aineen käyttöarvot otettava huomioon. Mikäli myös puun hinnoittelussa pyritään tuotelähtöisyyteen, olisi hinnanmäärityksen perustuttava juuri puun vaihtoehtoisiin käyttöarvoihin ja hankintakustannuksiin.

Rungon kokonaisarvo määräytyy pitkälti jo katkottaessa. Siksi vaihtoehtotarkasteluihin tarvitaan apterauksen simulointia ja simulointiin leimikoita riittävän hyvin kuvaavaa puustotietoa. Operatiivisen ohjauksen kehittämisessä keskeistä on, että korjuuohjelmassa olevien leimikoiden yhteenlaskettu puutavaralajikertymä on toimitustavoitteiden mukaan mahdollisimman hyvin optimoitu. Puutavaralajeittaisten pölkkyjakaumien on vastattava tuotantolaitosten tarpeita ja samalla hankintakustannuk-

sia on pyrittävä minimoimaan. Yksittäisellä leimikolla katkenta voi kokonaisuoptimia tavoiteltaessa poiketa ko. kohteen puuston mukaisesta optimista. Leimikon sijoitus ajallisesti korjuuohjelmassa voi vaihdella hankintatilanteiden ja toimitustarpeiden mukaan. Kaikki nämä vaihtoehtolaskentatarpeet edellyttävät sellaista ennakkotietoa leimikon puustosta, jota voidaan käyttää apteraaussimuloinnissa.

Tietotarpeet puusto-ominaisuuksien kuvauksessa em. tavoitteita ajatellen ovat vaativia, eikä riittäviä menetelmiä ja tietolähteitä niiden saavuttamiseksi ole ollut toistaiseksi käytettävissä. Leimikkotieto voi olla parhaimmillaan laadukasta metsäsunnittelutietoa, mutta sekään ei nyky muodossaan vielä yksin riitä katkonnan simuloinnin raaka-aineeksi, muusta aluetason metsävaratiedosta puhumattakaan. Ostot yhteydessä tehtävät puuston ennakkomittausmenetelmät voisivat siihen riittää, mutta käytännössä ne eivät ole saaneet juurikaan suosiota työläytensä vuoksi. Aluetasoinen metsävaratieto on tarpeellista strategisluonteisissa tarkasteluissa. Esimerkiksi kuntatason metsävaratietoja voidaan puunhankinnan suunnittelua varten syventää ja tarkentaa kohdentamalla niihin alueelta kerättyä yksityiskohtaista runkomuoto- ja puutavaralajikertymä tietoa.

Näitä tarpeita varten Metsätehossa on alettu kehittää menetelmiä puustotietovaraston luomiseksi. Runkopankiksi nimetty puustotietovarasto perustuu hakkuukoneiden tuottamaan runkokohtaiseen tietoon ja valmistetun puutavaran yhdistettyyn mitta-

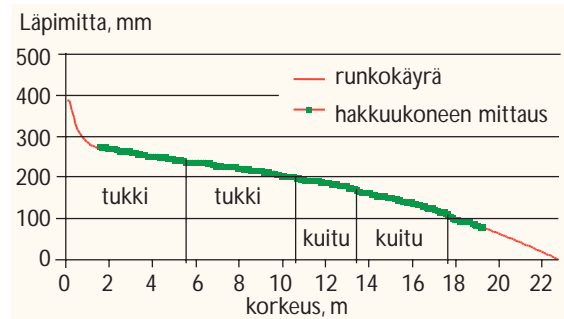


Kuva 1. Runkopankin tietolähteet ja käyttöalueet.

ustietoon sekä hakkuukohteiden olosuhdekuvauksiin. Pystymittauksen runkolukusarja- ja koepuutietoja 1980-luvun lopulta on myös kokeiltu. Niiden käyttöarvo on lähinnä siinä, että niillä voidaan korvata hakkuukoneaineistoa, jos sitä ei tietovarastossa ole joltakin alueelta muuten riittävästi. Runkopankista on rakenteilla prototyyppi, johon kehitetään tietovaraston ja aineiston hankinta- ja käsittelymenetelmien lisäksi myös tiedon analysointimenetelmiä sekä puustotietojen estimointimenetelmiä. Metsätehon prototyypin lisäksi yrityksissä on ryhtytty kokoamaan omia runkopankkeja, lähinnä käytännössä tehtävän apteerauksen ohjauksen tueksi.

Runkopankin perusyksikkönä ovat yksittäiset leimikot tai kasvupaikka- ja puusto-olosuhteiltaan yhtenäiset leimikon osat sekä niiltä hakatut yksittäiset rungot. Eri hakkuukonemerkkien mittalaitteilta tiedot saadaan tiedonsiirtostandardin mukaisesti sisällyttään ja tiedostomuodoltaan lähes yhtenäisellä tavalla. Jotkin poikkeamiset standardista aiheuttavat kuitenkin tiedostojen käsittelylle omia vaatimuk-

siaan. Mittalaitteet tuottavat jokaisesta puutavaraksi valmistetusta rungosta pölkkyjen dimensio- ja tilavuustietojen lisäksi rungon läpimittatietoa 10 cm:n välein. Puun runkomuodon kuvaukseen tieto on riittävää ja se voidaan tiivistää runkokäyräyhtälön muotoon, johon liitetään pölkkyjen katkontakorkeudet ja mahdollisesti rungon käsittelyssä tallennetut laatuositerajat (kuva 2). Aineistojen kokoamisessa on kokeiltu mm. kuljettajan tekemää männyn oksarajakorkeuksien tallennusta, jolloin saadaan lisää rungon laatua kuvaavaa tietoa katkonnan simulointeja varten. Puuston laadun kuvauksessa tärkeintä ovat kuitenkin pölkkykohtaiset puutavaralajitiedot, sillä niistä ilmenevät koneenkuljettajan tekemät katkaisupäätökset, joihin rungon erilaiset viat vaikuttavat. Leimikon runkolukusarjat muodostetaan yksittäisistä rungoista. Kaikki hakkuukoneiden tuottama tieto ei ole laadultaan kelvollista, vaan siihen voi sisältyä erilaista rungon käsittelystä syntyvää virhettä, joka on tunnistettava ja suodatettava tietovarastoon viennissä pois. Yrityskohtaiset puutavara-



Kuva 2. Rungon läpimittatiedoista muodostetaan runkokäyräytälön parametrit ja toteutunut pölkkyty liitetään rungon tietoihin.

lajimääritelmät ja -koodit on yhtenäistettävä, mikäli tietovarasto kootaan eri puunhankintaorganisaatioilta.

Yksittäisen leimikon puustotietojen ennustaminen on ajatelluista runkopankin hyödyntämisalueista merkittävin ja samalla myös haastavin ongelmana. Leimikon puuston ennustaminen voidaan tehdä joko estimoimalla tarpeelliset puustotunnukset, muodostamalla koko kohteen puujoukko tai estimoimalla suoraan katkonnassa syntyvä puutavaralajeittainen pölkkyjakauma. Estimoituja puustotunnuksia (esim. puulajeittainen keskiläpimitta, pohjapinta-ala ja pituuskaivon parametrit) voidaan käyttää malleissa, joilla muodostetaan varsinainen apteerattava puujoukko. Ennustamalla puujoukko suoraan ilman malleja (esim. läpimittajakaumamallit) vältetään mallien mahdolliset virheet ja voidaan käyttää runkojen todellista katkonta- ja laatutietoa hyväksi.

Keskeinen ajatus puustotietojen ennustamisessa on vastinleimikoiden valinta tietovarastosta eri menetelmin ja erilaista lähtötietoa hyväksi käyttäen. Käytännön puunhankinnassa leimikosta olemassa oleva ennakkotieto vaihtelee sisällöltään, tarkkuudeltaan ja luotettavuudeltaan. Se voi olla vain nopeasti tehty ostoarvio, jolloin määritetään puulajisuhteet ja poistuman tilavuudet. Metsäsuunnittelussa puusto-ositteittaisena tietona ovat mm. pohjapinta-ala, keskiläpimitta ja keskipituus, mutta nekin ovat yleensä kuviokohtaisia arvioita, eivätkä välttämättä mitattuja tunnuksia. Kehitettävien menetelmien lähtökohdalla on, että kaikki käytettävissä oleva tieto hyödynnetään leimikon estimoitua puujoukkoa muodostettaessa.

Ei-parametrisessa k:n lähimmän naapurin MSN-menetelmässä (MSN = *Most Similar Neighbour Method*) haetaan ennustettavalle leimikolle vastinleimikoita tietovarastosta. Vastinleimikoiden painojen mukaan muodostetaan puujoukko tai puutavaralajien pölkkyjakaumaennusteet. Menetelmää on kehitetty Joensuun yliopistossa ja alustavasti siitä on saatu lupaavia tuloksia. Toisena vaihtoehtoisena menetelmänä on tutkittu neulolaskentaan kuuluvaa SOM-menetelmää (SOM = *Self-Organizing Map*), joka perustuu suurten datamassojen ohjaamattomaan luokittumiseen osoitettujen piirteiden pohjalta. Kohteet ryhmitetään puustotietojen ja hakkuussa syntyneen puutavaralajikohtaisen pölkkytiedon perusteella samansisältöisiin luokkiin, joiden määrä ja luokkien väliset erot voivat vaihdella. Leimikoiden luokittumisessa on käytetty runkolukusarja-, pituus-, kapenemis- ja puutavaralajikertymä-tietoja. Luokittumisen onnistumista ja käytettävyyttä vastinleimikoiden valinnassa on tarkasteltu leimikoa kuvailevien ja puuston ennakkotietojen perusteella. SOM -menetelmää on kehitetty Teknillisen Korkeakoulun Informaatiotekniikan laboratoriossa.

Runkopankki on toistaiseksi kehitteillä oleva tietojärjestelmäsovelluksen prototyyppi, johon kuuluvat olennaisesti itse tietovaraston lisäksi tiedon hankinta- ja käsittelymenetelmät sekä -ohjelmistot. Tavoitteena on, että runkopankit olisivat myöhemmin osa puunhankintayritysten laajempaa ohjausjärjestelmää ja työväline sekä strategisiin puunhankinnan vaihtoehtotarkasteluihin että päivittäiseen operatiiviseen ohjaukseen. Valtakunnallinen organisaatioiden yhteisesti kokoama ja käyttämä runkopankki on myös mielenkiintoinen vaihtoehto moniin aluetasoisin metsävara- ja puunlaatu-tarkasteluihin sekä puusto-ominaisuuksien kehityssuunnusteisiin. Tietovarastojen laajentaminen runkojen sisäisten ominaisuuksien kuvaamiseen esim. sahaussimulointeja ja kuituominaisuustarkasteluja varten voi olla jatkossa tarpeellista, jotta käyttöarvotarkasteluissa voidaan mennä syvemmälle tuotekohtaisuuteen.

■ MMM Tapio Räsänen (tapio.rasanen@metsateho.fi) työskentelee tutkijana Metsäteho Oy:ssä.