

Koivuvaneritukkien ja -runkojen arvosuhteet

Matti Kärkkäinen

ABSTRACT: VALUE RELATIONS OF BIRCH VENEER LOGS AND STEMS

Kärkkäinen, M. 1986. Koivuvaneritukkien ja -runkojen arvosuhteet. Abstract: Value relations of birch veneer logs and stems. *Silva Fennica* 20(1): 45-57.

Koivuvaneritukkien ja -runkojen arvosuhteiden määrittämiseksi kehitettiin viulun sorvausta kuvaava malli, jota käyttäen voidaan johtaa pää- ja sivutuotteiden myyntihinnoista sekä jalostusprosessin eri vaiheiden kustannuksista raaka-aineen puustamaksukyky. Kun tällainen puustamaksukyky lasketaan järeydeltään ja muulta laadultaan erilaiselle raaka-aineelle, saadaan käsitys erilaisten tukkien ja runkojen arvosuhteista.

Osoittautui, että rungon järeys vaikutti huomattavasti puustamaksukykyyn. Myös oksaisuudella oli merkitystä, vaikka huomioon otettaisiin vain oksaisuuden vaikutus viulun paikkauskustannuksiin. Karsinnalla voitiin lisätä olennaisesti oksatoman viulun määrää.

A model was developed in order to describe the peeling of veneer for determining value relationships for birch veneer logs and stems. The model was based on selling prices of veneer and other products as well as processing costs. The model was utilized for determining the effect of various input variables on the log value.

According to the results the effect of tree size was important for the value of raw material. Even knottiness had an effect although only the higher manufacturing costs of knotty veneer were taken into account. Pruning was a method to increase substantially the proportion of knotless veneer.

Keywords: Birch veneer production, plywood, simulation
ODC 832.20:176.1 *Betula pendula* + *B. pubescens*

Correspondence: University of Helsinki, Department of Logging and Utilization of Forest Products, Unioninkatu 40 B, SF-00170 Helsinki, Finland.
Approved on 14. 5. 1986

1. Johdanto

Jotta metsänkasvatuksessa otettaisiin riittävästi huomioon puuta raaka-aineenaan käyttävien teollisuudenalojen toivomukset järeydestä ja muista laatutekijöistä, raaka-aineesta maksettavaa hintaa tulee eriyttää puustamaksukykyyn mukaan. Tällä tavalla voidaan lisätä metsänomistajan kiinnostusta

tuottaa maksimaalisen puustamaksukykyyn turvaavaa raaka-ainetta. Periaatteessa puunkasvatuksen panostus halutun laadun tuottamiseen on taloudellisesti perusteltua niin kauan, kun kustannukset jäävät tuottoja pienemmiksi, ja vastaavasti kiinnostus laatutekijöiden huomioon ottamiseen puunkasvatuk-

sessä on sitä suurempi, mitä parempi on laadukkaan raaka-aineen kasvatuksesta aiheutuvien kustannusten ja myyntituottojen suhde. Näin ollen haluttaessa vaikuttaa mahdollisimman paljon raaka-aineen laadun huomioon ottamiseen, raaka-aineen hintaa on eriytettävä niin paljon kuin puustamaksukyvyn vaihtelu edellyttää. Tällainen ajattelu on jo perinteistä vaneriteollisuudessa: jo 1930-luvun lopulla tehdyt Puutekniikan Tutkimuksen Kannatusyhdistyksen koesorvaukset (Vaneritutkimuksia . . . 1937) loivat pohjaa valtioneuvoston laatumaksupäätöksille (Valtioneuvoston . . . 1945a, 1945b). Myös myöhemmin juuri koivuun on eniten sovellettu järeyden ja muun laadun mukaista hinnan eriyttämistä. Tämä ilmenee MTK:n ja Koivukeskuksen (vuoteen 1973 asti) välisistä sopimuksista (Oksanen 1985).

Vaneriteollisuudessa käytetään arvokaimpana raaka-aineena koivua, jonka puutteen (ja mahdollisesti hinnan) vuoksi myös kuusen käyttö on yleistynyt viimeisen kymmenen vuoden aikana. Männyin osuus raaka-aineena on Suomessa vähäinen toisin kuin Ruotsissa. Kun nimenomaan koivun saataavuus ja laatu on kriittinen vaneriteollisuuden menestymisen kannalta, puustamaksukyvyn laadun mukaisen vaihtelun selvittäminen on

2. Mallin periaatteet

Puhtaan koivuvanerin (Suomessa ulkoikäyttövaneri FinPly) osuus vanerin tuotantomäärästä on nykyisin niin pieni, noin viidenes (Rinne 1985), ettei koivua koskevaa puustamaksukykyä ole paikallaan johtaa pelkästään siitä. Määrällisesti tärkein on sekavaneri (Combi), jossa on vuorotellen koivu- ja kuusiviiluja. Lisäksi koivua käytetään koivupintaisessa Twin-vanerissa, jossa koivuviilun merkitys vanerin ominaisuuksien parantamisessa on huomattava. Näin ollen mallin lähtökohdista voidaan pitää mieluummin viilun kuin vanerin hintaa, koska koivuviilua käytetään erihintaisiin vanerituotteisiin.

Koivuviilulla ei ole kuitenkaan itsenäistä

erityisen kiintoisaa juuri koivun ollessa kyseessä.

Kun selvitetään erilaisten vanerikoivurunkojen ja niistä tehtyjen tukkien arvoeroja, on tarkoituksenmukaista lähteä liikkeelle valmiista tuotteista tai tuotevalikoimasta, jonka raaka-aineena vanerikoivu on ainakin osittain. Tällöin subjektiivinen arvo voidaan korvata markkinahinnalla, joka on saatavissa erilaisista tuotteista. Itse asiassa olisi syytä puhua mieluummin hinta- kuin arvoeroista, koska objektiivista eri tuotteiden tarpeiden tyydytysarvoa ei voitane arvioida muuten kuin markkinahinnan kautta, johon kuitenkin toisaalta vaikuttavat myös muut, mm. tarjontaan liittyvät tekijät. – Jäljempänä ei tehdä eroa arvon ja hinnan käsitteiden välillä, vaan niitä käytetään yhteisessä yleismerkityksessään.

Käsillä olevassa työssä kehitetään malli, jota käyttäen voidaan analysoida valmiiden tuotteiden hinnoista johdettavaa puustamaksukykyä ja sen vaihtelua raaka-aineen laadun mukaan. Laadulla tarkoitetaan tällöin raaka-aineen käyttökelpoisuuden vaikuttavia tekijöitä.

Käsikirjoituksen lukivat professorit Risto Juvonen ja Olli Uusvaara. Kiitän saamastani tuesta.

suuriin määriin perustuvaa markkinahintaa, koska viilukauppa on vähäistä vanerikauppaan verrattuna. Tästä aiheutuu, että koivuviilun hinta joudutan johtamaan tuotteista, joissa se on vain yhtenä osana. Objektiivinen viilun hinta jää tällöin epämääräiseksi, koska on paljolti tulkintakysymys, kuinka tuotot ja kustannukset jaetaan esim. kuusi- ja koivuviilun kesken.

Maksimaalinen koivuviilun hinta saadaan yleensä silloin, kun kuusiraaka-aine hinnoitellaan sahateollisuuden vaihtoehtoiskustannuksen mukaan, jolloin koivuviilun hinta saadaan vähentämällä vanerin hinnasta kuusen vaihtoehtoiskustannus sekä vanerin valmis-

tuskustannukset. Näin laskien koivuviilun hinta saattaa tulla epärealistisen korkeaksi hinnan marginaaliluonteesta johtuen. Toinen mahdollisuus on laskea koivua sisältävän vanerin ja puhtaan kuusivanerin hinnanero ja pitää sitä vaneriin käytetyn koivuviilun markkinahintana. Tämä laskentatapa saattaa johtaa epätavallisissa markkinatilanteissa yllättäviin tuloksiin, jopa negatiiviseen koivuviilun hintaan. Kolmas mahdollisuus on luonnollisesti hinnoitella koivuviilu puhtaan koivuvanerin mukaan.

Eräiden laskentakokeiden mukaan loogisimmat tulokset saadaan koivuvanerin hinnan perusteella, koska tällöin ei ole ongelmia kustannusten ja tuottojen kohdistamisessa eri puulajeille. Jäljempänä ei kuitenkaan välttämättä oleteta, että koivuviilun hinta on johdettu koivuvanerin hinnasta, vaan se on voitu saada muutenkin.

Puustamaksukykyllä laatumista helpottaa suuresti, jos voidaan olettaa, että viilun sorvauksen jälkeen syntyvät viilun käsittelykustannukset eivät riipu siitä, millaisesta tukista viilu on sorvattu. Likimain on selvää, että monet kustannuslajit ovat riippumattomia mm. sen sorvipölkyn järeydestä, josta viilu on saatu. Tällaisia kustannuksia ovat viilumaton leikkaus arkeiksi, lajittelu, pinkkaus, liimaus, puristus, reunansahaus, varastointi jne. Näin ollen tällaiset kustannuslajit lasketaan vakiosuuruisina viilun tilavuutta kohti.

Tässä yhteydessä jätetään huomiotta se, että huonolaatuinen raaka-aine todennäköisesti lisää joitakin viilun käsittelyn kustannuksia, koska huonolaatuinen viilu voi aiheuttaa viilumaton kuljetuksessa, leikkauksessa, pinkkauksessa ja liimoituksessa tavallista enemmän tuotantohäiriöitä repeämien, reunarikkojen ym. vuoksi. Nämä kustannuslisät ovat vaikeasti arvioitavissa, eikä niitä ole sisällytetty malliin.

Edellä esitetyn perusteella tukin järeyden vaikutuksen arvioinnissa riittää, että tarkastellaan sen vaikutusta sorvauksen hyötysuhteeseen ja sorvauksen ajankäytön tehokkuuteen, mutta sorvauksen jälkeen syntyvät tuotot ja kustannukset voidaan katsoa vakioksi viilun tilavuutta tai pinta-alaa kohti.

Tukin järeyden lisäksi puustamaksukyvyn vaikuttaa raaka-aineen muu laatu. Merkittävin tunnus on oksaisuus, koska se vaikuttaa sekä tuottoihin (olettaen, että erilaatuiset

viilut hinnoitellaan erikseen) että kustannuksiin. Kustannustekijöistä on suurimerkityksisin paikkaus.

Oksaisuuden lisäksi viilusta tehtävän vanerin laatuun vaikuttaa mm. puuaineen tiheys: koivuvanerin lujuus paranee puuraaka-aineen tiheyden kasvaessa (Söyriä 1981). Riippuvuuden taloudellista merkitystä on vaikea arvioida, eikä sitä oteta huomioon tässä tutkimuksessa. Selvää kuitenkin on, että em. syyn takia hieskoivu on raudusta huonompi raaka-aine monissa tutkimuksissa todetun alhaisemman tiheyden vuoksi (esim. Runqvist ja Thunell 1945, Kujala 1946, Hakkila 1966).

Tuottojen eriyttäminen viilun laadun mukaan on vaikeaa, koska viilulla ei ole edellä todetun mukaisesti markkinahintaa pinnan laadun mukaan. Käytännössä pintalaadun merkitys voi olla vähäinen, jos huomattava osa tuotannosta pinnoitetaan. Näin myös on: suurin osa koivupintaisesta vanerituotannosta pinnoitetaan fenolihartsikalvoilla tai muilla pinnoitteilla (Muilu 1983). Tämän vuoksi jäljempänä tuottoja ei pyritä eriyttämään, eritoten kun viilun laadun ennustus koivurungon tai -tukin ulkoisten ominaisuuksien perusteella on heikosti tutkittu ongelma.

Sitä vastoin paikkauskustannukset voidaan ottaa helposti huomioon. On kuitenkin tarpeen laskea vain osa paikkauksen tarpeesta olevista viiluista käsiteltäviksi, koska osa vanerin sisäosiin jäävistä viiluista jätetään paikkaamatta.

Ennen viilun sorvausta tehtaalla tapahtuvien työvaiheiden kustannukset riippuvat josakin määrin tukin koosta, mutta ei juuri laadusta. Mitä pieniläpimittäisempi tukki on, sitä suuremmat ovat kuorinnan, haudonnan ja katkonnan kustannukset tilavuusyksikköä kohti. Näin on erityisesti silloin, jos koko tehtaalla tuotantokapasiteetti riippuu pullonkaulana olevasta työvaiheesta. Yleisen käsityksen mukaan tuotantoa eivät kuitenkaan rajoita em. työvaiheet, vaan tavallisimmin viilun kuivaus, minkä vuoksi em. tukkiin kohdistuvien työvaiheiden kustannusten riippuvuus järeydestä on teoreettinen eikä toteudu käytännössä. Näin ollen jäljempänä oletetaan, että tukkihohtaiset kustannukset ovat vakiotasolla koosta ja laadusta riippumatta, erityisesti kun kustannusvaikutus on em. työvaiheista hyvin pieni muihin tuottoihin ja kustannuksiin verrattuna.

Edellä esitetystä voi jo päätellä, että vane-

riteollisuuden karkea puustamaksukymalli on yksinkertainen: tulos määräytyy pääosin siitä, miten sorvauksen hyötysyhteys riippuu tukin järeydestä, miten sorvauskustannukset riippuvat siitä ja miten tukin pituus vaikuttaa sorvattavan raaka-aineen osuuteen.

Pölkyn läpimitan huomattava vaikutus sorvausaantoon on dokumentoitu lukuisissa kotimaisissa tutkimuksissa (Enarvi 1939, 1940, Tutkimus . . . 1953, Jalava 1957, Meriluoto 1965, Heiskanen 1966, Kärkkäinen 1978a, b). Vaikutus on purilashäviön osalta itsestään selvä: mitä pienempi pölkky on, sitä suurempi on purilaan osuus siitä. Sitä vastoin pyörityshäviö kasvaa pölkyn järeytyessä ja vaikuttaa siis toiseen suuntaan (Meriluoto 1965, Kärkkäinen 1978b).

Itsestään selvä, joskin vähän tutkittu riippuvuus vallitsee pölkyn järeyden ja tilavuusyksikköä kohti laskettujen sorvauskustannusten välillä. Erillisestä pölkyn keskittäjästä huolimatta pölkkyä kohti kuluvat tietyt vakioajat pölkyn koosta riippumatta (mm. purilaan poisto sorvin kourista, uuden pölkyn sijoitus kouriin), ja näiden aikojen osuus kokonaisajasta on sitä suurempi, mitä pienempi pölkky on. Vastaavasti sorvin kapasiteetti suurenee pölkyn järeytyessä ja kustannukset pienenevät kaikkien aikapohjaisten kustannuslajien osalta (esim. Kairi 1977).

Pölkyn koon merkitystä korostaa se, että kun sorvauskustannukset pölkyn tilavuutta kohti suurenevat pölkyn pienetessä, samanaikaisesti saanto alenee, jolloin sorvauskustannukset viulun tilavuutta kohti kohoavat voimakkaasti.

Tukin pituuden vaikutus katkaisupätkien osuuteen on selvä, joskin sitä on hyödynnetty käytännössä niukalti. Perussyy pituuden vaikutukseen on, että koivutukit katkotaan 3 dm:n välein 31 dm:n pituudesta alkaen maksimipituuden ollessa tavallisesti 70 dm, mutta kun sorvipölkkyt eivät noudata 3 dm:n moduulia, toisista tukinpituuksista tulee enemmän katkaisupätkiä kuin toisista.

Tavanomaisessa tukkien jälkimittauksessa ei oteta kantaa siihen, mistä rungon osasta tukit ovat peräisin, vaan tilavuuden laskennassa käytetään samoja vain latvaläpimitasta riippuvia yksikkötilavuuslukuja (Järeiden . . . 1985). Tällainen ratkaisu lisää luonnollisesti muuntolukujen hajontaa, koska tyvitukien muoto poikkeaa muiden tukkien muodosta.

Pelkästään tukkien muodon vaihtelun ta-

kia ei ole tarpeen tarkastella rungon eri osista olevia tukkeja erikseen, jos puustamaksukykyä koskevat tulokset esitetään sopivalla tavalla laskettua tilavuutta kohti. Sitä vastoin viulun laadun huomioon ottaminen edellyttää sorvipölkyn sijainnin tuntemista, koska läpimitta ei spesifioi riittävästi mm. oksaisuuden luonnetta.

Käsillä olevassa työssä lähtökohdaksi otettiin runkotiedot, jotka muunnettiin laskennassa tukki- ja sorvipölkkykohtaisiksi tiedoiksi. Rungon muoto kuvattiin Laasasenahon (1982) runkokäyrän mukaan, kun tiettyä läpimittaa vastaava pituus otettiin Kilkin ja Siitosen (1975) esittämistä yhtälöistä. Kannon korkeus läpimitan mukaan perustui Laasasenahon (1975) tietoihin. Viulun laadun arviointiin vaikuttava oksatunnusten kehitys otettiin Hakkilan ym. (1972) julkaisusta sekä tekijän julkaisemattomista aineistoista. Näiden tietojen perusteella voidaan kuvata, miten etäällä puun pinnasta oksat alkavat, ja näin ollen laskea, mikä on oksaisen (ja siis paikattavan) sekä oksattoman viulun osuus rungon eri korkeuksilta otetuissa sorvipölkkyissä.

Sorvaustuloksen jakaminen eri komponentteihin vaatii tietoa kuoren määrästä, epäpyöreystä jne. Kuoren paksuus laskettiin läpimitan mukaan Kellomäen ja Salmen (1979) tietojen perusteella. Käsitys epäpyöreystä perustui taas Kärkkäisen (1975, 1979, 1980) eri aineistoihin, samoin se, kuinka suuri pyöristetty läpimitta on suhteessa poikkileikkauksen pienimpään läpimitaan (Kärkkäinen 1978 b).

Rungon pölkkytys tukeiksi tehtiin seuraavan logiikan mukaan. – Jos tukkiosa oli alle 82 dm pitkä, tehtiin yksi enintään 70 dm pituinen tukki. Jos tukkiosa oli pidempi kuin 82 dm, tehtiin kaksi tukkia, joiden yhteispituus oli korkeintaan 140 dm. Jako tehtiin siten, että tyvitukki oli aina pidempi kuin toinen tukki. Koko läpimitan suuruuden puolesta vaneritukiksi kelpaava osa käytettiin hyväksi tavanomaisia tukkien mittoja käyttäen (pituus 31 . . . 70 dm).

Rungon apteraus tukeiksi tehtiin kiinnittämättä mitään huomiota tukkien katkontaan sorvipölkkyiksi. Tämä vastaa myös metsätaloudellista käytäntöä nykyisin – esim. puutarvan hintasuosituksessa (Maataloustuottajain . . . 1985) ei mainita mitään suosituista ja vähemmän suosituista tukkien pituuksista

velvoittavammista lausumista puhumattakaan. Näin ollen tukit apteerataan ensin, ja vasta sitten tarkastellaan, kuinka erilaisia sorvipölkynpituuksia saataisiin edullisimmin erilaisista tukeista.

Käsillä olevassa työssä oletettiin tukeista tehtävän kahdenpituisia pölkkyjä, n. 1,3 ja n. 1,6 m pitkiä. Tukin tyvipäästä lukien otettiin ensin pidemmät pölkkyt ja sen jälkeen lyhyemmät seuraavan kaavion mukaan (Kärkkäinen 1984, s. 198).

Tukin pituus dm	N. 1,6 m pölkkyjä kpl	N. 1,3 m pölkkyjä kpl
31	1	1
34	2	–
37	2	–
40	–	3
43	1	2
46	2	1
49	3	–
52	3	–
55	–	4
58	1	3
61	2	2
64	3	1
67	–	5
70	1	4

3. Simulointiohjelma

Edellä esitettyjen periaatteiden mukaisesti laadittiin tietokoneohjelma viilunsorvausprosessin kuvaamiseksi ja markkinahinnoista johdatus puustamaksukyvyn analysoimiseksi.

Ainoa pakollinen runkoa kuvaava tieto on rinnankorkeusläpimitta, jonka perusteella ohjelma laskee todennäköisen pituuden, latvusrajan ja kuivaoksarajan. Oksanrajat voidaan haluttaessa antaa myös syöttötietoina. Rinnankorkeusläpimitta on annettavissa yhtenä arvona, jolloin voidaan graafisesti tarkastella rungon halkileikkausta ja analysoida mm. erilaisia sorvipölkkyjen katkaisumahdollisuuksia. Läpimitta voidaan ilmaista myös alimpana ja ylimpänä arvona sekä luokkavälinä, jolloin ohjelma simuloi halutun läpimitävälän tulokset ja tulostaa ne paperille.

Ohjelma laadittiin siten, että tärkeimmät lopputulokseen vaikuttavat tekijät voidaan antaa valikon arvoina.

Valikossa annettiin seuraavat tiedot simulointia varten.

1. Puulaji. Käytettävissä olivat mänty, kuusi ja koivu. Ohjelmassa puulaji määrää mm. rungon muodon, kannon korkeuden ja oksien kehityksen rungon sisällä.
2. Kannon korkeus. Valittavissa oli joko rinnankorkeusläpimitasta määräytyvä kannon korkeus tai se voititiin antaa halutun suuruksena.

3. Monitorissa kuvatun rungon halkileikkauksen x-akselin skaalauskerroin.
4. Monitorissa kuvatun rungon halkileikkauksen y-akselin skaalauskerroin.

Em. graafista tietoa käytettiin suunniteltaessa karsittujen koivujen sorvausta.

5. Tukin miniläpimitta, jonka mukaan määräytyy tukkiosan pituus rungossa.
6. Pidempi sorvauspölkyn pituus (suuruusluokka 1,6 m).
7. Lyhyempi sorvauspölkyn pituus (suuruusluokka 1,3 m).
8. Kuoren keskimääräinen osuus tilavuudesta. Tämän tiedon perusteella muunnetaan kuoren paksuuden riippuvuus läpimitasta halutulle tasolle.
9. Purilaan paksuus.
10. Epäpyöreys, jota kuvaa suurimman ja pienimmän läpimitan ero prosentteina niiden keskiarvosta.
11. Pyöristetty läpimitta prosentteina pienimmästä läpimitasta.
12. Kuivan vanerimittaisen viulun nettohinta tilavuusyksiköltä. – Kuiva tarkoittaa sitä, että viulun tilavuudesta on otettu huomioon kutistuminen kuivattaessa ja vanerin puristuksessa. Vanerimittaisuus tarkoittaa sitä, että huomioon on otettu valmiissa vanerilevyssä tehty reunansahausta ja hionta. Nettohinta tarkoittaa sitä, että viulun myyntituotoista on vähennetty kuivaus- ja muut valmistuskustannukset sorvauskustannuksia lukuun ottamatta.

13. Kuivauskutistuma ja vastaavat häviöt tuoreesta viilusta.
14. Viilun paksuus tuoreena. – Tämä tunnus määrää mm. sen, miten pinta-alayksikköä kohti lasketut viilun paikkauskustannukset muunnetaan viilun tilavuutta kohti.
15. Viilun paikkausteho paikkausosastolla.
16. Paikkaustyön hinta sivukustannuksineen.
17. Paikkaustyön konekustannukset. – Kohtien 15...17 tiedoilla täytyy olla looginen yhteys mm. siten, että alhaista koneellistamisastetta vastaa alhainen työn tuottavuus kohdassa 15 ja alhainen konekustannus kohdassa 17.
18. Tukkiaraston ja hautomon kustannukset tukin tilavuusyksikköä kohti. – Kuten aiemmin mainittiin, näitä kustannuksia ei muunnettu läpimitan mukaan, koska arvioitiin, että tuotannon pullonkaula on josakin muualla kuin tukkien käsittelyssä.
19. Vanerin hiontahävikki valmiista vanerista.
20. Paikattavan viilun osuus oksaisista levyistä. – Kuten aiemmin mainittiin, osa paikkauksen tarpeesta olevista levyistä jätetään yleensä paikkaamatta väli-tiluina.
21. Kuoren nettoarvo polttoaineena tilavuusyksikköä kohti.
22. Kuorettoman pyöritysjätteen arvo selluhakkeena tilavuusyksikköä kohti.
23. Purilaiden nettoarvo selluhakkeena tilavuusyksikköä kohti.
24. Tukin kuorettomien katkaisupätkien nettoarvo selluhakkeena tilavuusyksikköä kohti.
25. Tukin kuorettoman katkaisupurun nettoarvo polttoaineena tilavuusyksikköä kohti.
26. Sorvilinjan tuntikustannus ilman kuivausta.
27. Sorvin tuotantovuolunopeus. – Ohjelmassa oletetaan, että pyörityksessä ja varsinaisessa viilun sorvauksessa käytetään samaa vuolunopeutta. Pyörityksen aloitusläpimita on pölkyn tyven puoleinen läpimita ja lopetusläpimita pyöristetty läpimita.
28. Sorvauksen vakioajat pölkkyä kohti.
29. Liimaa sisältävän vanerijätteen (sahausreunat ym.) nettoarvo polttoaineena tilavuusyksikköä kohti.
30. Pidempää pölkynpituutta vastaava vanerin pituus.
31. Lyhyempää pölkynpituutta vastaava vanerin pituus. – Em. vanerimittatiedoilla lasketaan reunansahaushävikki, joka suurenee sorvipölkyn lyhetessä, jos käytetään samaa työvaraa.
32. Rinnankorkeusläpimita karsinnan aikaan.
33. Karsintakorkeus.

Edellä esitettyjen valintamahdollisuuksien lisäksi oli käytettävissä kuvaruutu- tai paperitulostuksen ulkoasuun vaikuttavia tekijöitä, joilla ei ole kuitenkaan merkitystä itse tutkimuksen kannalta.

Ohjelmalla tulostettiin kuvaruudulle halutussa x- ja y-akseleiden mittakaavassa rungon halkileikkaus, josta ilmenivät oksattomat, kuivaoksaist ja tuoreoksaist rungon osat. Ohjelmalla voitiin tulostaa tyvileikkauksesta mitattuja pituuksia ja annettujen läpimittojen sijaintia rungossa. Lisäksi voitiin tulostaa automaattipölkkytys, joka vastaa aiemmin kuvattun logiikan mukaista pitkien ja lyhyiden sorvipölkkyjen katkaisua tukeista. – Kaikissa tapauksissa tulostettiin kuvaruudulle tarkasteluetäisyydet tyvileikkauksesta sekä niitä vastaavat läpimitat kontrollia varten.

Sekä yksittäisen rungon että läpimittavälin tarkastelussa tulostettiin seuraavat laskennan lähtöarvot ja tulokset.

Rungosta tulostettiin rinnankorkeusläpimita, pituus ja kuivaoksaraja.

Jokaisesta rungosta apteerattavasta tukista tulostettiin pituus tavanomaisia tukin mittoja käyttäen, kuorellinen latvaläpimita ja sorvipölkkyjen sekä katkaisupätkien keskusläpimitoihin perustuva tukin tilavuus.

Jokaisesta tukista sekä rungosta apteeratuista tukeista yhteensä tulostettiin seuraavat tulokset.

- S1 = Vanerimittaisen viilun saanto % tukin tilavuudesta
 S2 = Oksattoman viilun saanto % tukin tilavuudesta
 H1 = Purilashäviö % tukin tilavuudesta
 H2 = Pyörityshäviö % tukin tilavuudesta
 H3 = Tukin katkaisuhäviö (pätkäet) % tukin tilavuudesta
 H4 = Katkaisupuru % tukin tilavuudesta
 H5 = Kuoren osuus % tukin tilavuudesta
 H6 = Kuivaus- ja vanerinleikkaushäviöt % tukin tilavuudesta

Edellisten lisäksi tulostettiin viilusta ja sivutuotteista (kuori, purilaat, katkaisupätkät, puru, pyöritysjäte, kuivat liimapitoiset jätteet) saatu nettohinta tukin tilavuutta kohti, sorvauskustannukset tukin tilavuutta kohti sekä niiden erotus tukin puustamaksukyvyyn arviona tehtaalla.

Jäljempänä esitettävät tulokset perustuvat seuraaviin laskennan lähtöarvoihin, ellei toisin mainita.

- Tukin kuorellinen minimiläpimita 18 cm
 Pidemmän sorvipölkyn pituus 1620 mm
 Sitä vastaava vanerin pituus 1500 mm

- Lyhyemmän sorvipölkyn pituus 1320 mm
 Sitä vastaava vanerin pituus 1200 mm
 Kuoren osuus tilavuudesta 12 %
 Purilaan läpimita 65 mm
 Epäpyöreys, määritelmä nyt: poikkileikkauksen suurimman ja pienimmän läpimitan ero keskiarvosta, 8 %
 Pyöristetyn sorvipölkyn läpimita 91 %
 Kuivan vanerimittaisen viilun nettohinta 1200 mk/m³
 Kuivauskutistuma ym. jätettömät häviöt kuivasta viilusta 9 %
 Viilun paksuus tuoreena 1,5 mm
 Viilun paikkausteho 170 m²/h
 Paikkaustunnin hinta sivukustannuksineen (53 %) 40 mk/h
 Paikkaustyön konekustannukset 10 mk/h
 Tukkiaraston ja hautomon kustannukset tukin tilavuutta kohti 1,70 mk/m³
 Vanerin hiontahävikki valmiista vanerista 7 %

- Paikattavan viilun osuus oksaisista levyistä 50 %
 Kuoren nettoarvo polttoaineena kiintotilavuutta kohti 30 mk/m³
 Pyöritysjätteen nettoarvo selluhakkeena kiintotilavuutta kohti 150 mk/m³
 Purilaiden nettoarvo selluhakkeena kiintotilavuutta kohti 150 mk/m³
 Tukin katkaisupätkien nettoarvo selluhakkeena kiintotilavuutta kohti 150 mk/m³
 Tukin katkaisupurun nettoarvo polttoaineena kiintotilavuutta kohti 30 mk/m³
 Sorvilinjan kustannus ilman kuivausta 400 mk/h
 Sorvin tuotantovuolunopeus 3 m/s
 Sorvauksen vakioajat pölkkyä kohti 12 s
 Vanerijätteen (reunat, pöly) nettoarvo polttoaineena kiintotilavuutta kohti 35 mk/m³
 Oksaisuuden kehitys luonnollinen (ei karsintaa)

4. Tulokset ja niiden tarkastelu

4.1. Runkoja koskevat tulokset

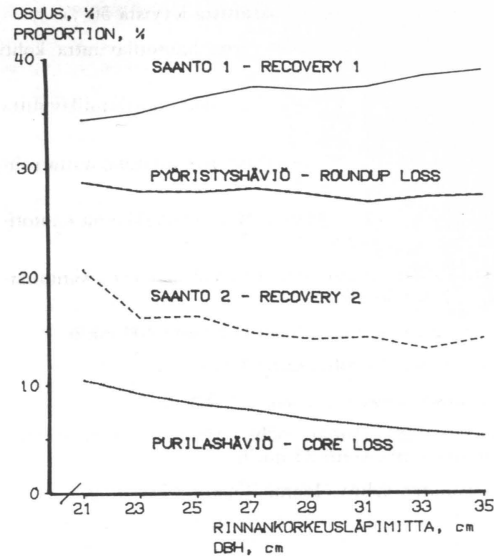
Jäljempänä esitetään rahamääräiset tulokset erotussuureina, jolloin puutavaran jalostusarvosta on vähennetty heikoimman tarkastellun puutavaraosion arvo. Näin menetellen lukuarvo osoittaa suoraan tarkastellun tekijän arvoa lisäävän vaikutuksen. Markkamääräisten tulosten merkittävyyden arvioimiseksi mainittakoon, että 1. 4. 1985 – 31. 3. 1986 väliseksi ajaksi sovitun hintasuositusoppimuksen mukaan vanerikoivun kantohinta oli itäsuomalaisella perusleimikolla noin 180...190 mk/m³ ja koivukuitupuun noin 60 mk/m³ (Maataloustuottajain...1985).

Kun koivuvanerinrunkojen rinnankorkeusläpimita oli 21...35 cm ja pituus kullekin läpimitalle keskimääräinen, oli vanerimittaisen kuivan viilun saanto rungon tukkien kuorellisesta tilavuudesta 34...40 %. Saanto kohosi puun koon suuretessa, joskin suhteellisen vähän, koska suuren puun latvaosista tulee myös alhaisen saannon pieniläpimitaisia pölkkyjä (kuva 1).

Kuvasta 1 ilmenee myös se, että oksattoman viilun saanto pienenee puun suuretessa. Suurimmillaan oksattoman vanerimittaisen kuivan viilu saanto oli 21 % tukkien kuorellisesta tilavuudesta ja pienimmillään 13 %. Tulos osoittaa, että oksatonta viilua saadaan luonnonoloista vain rungon tyviosasta, jolloin sorvipölkkyjen lukumäärän kasvaessa oksattoman viilun osuus pienenee – siitäkin huolimatta, että oksattoman tyviosan läpimita kasvaa. Absoluuttinen oksattoman viilun määrä luonnollisesti lisääntyy puun koon kasvaessa.

Kuvassa 1 on esitetty myös tärkeimmät häviölajit. Ehdottomasti merkittävin on pyörityshäviö, joka aiheutuu rungon poikkileikkauksen epäpyöreyydestä ja sorvipölkyn keskityksen vaikeudesta. Pyörityshäviö oli rungoissa 27...29 % trendin ollessa koon mukaan hiukan laskeva.

Purilashäviön osuus laskee luonnollisesti puun koon suuretessa. Kun se oli suuruudeltaan 5...10 % purilaan läpimitan ollessa 65 mm, ilmeistä on, ettei purilashäviötä voida



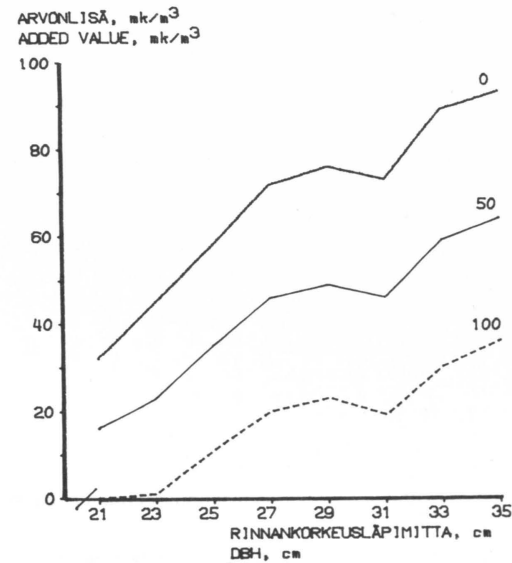
Kuva 1. Tärkeimpien saanto- ja häviötunnusten riippuvuus rungon rinnankorkeusläpimitasta. Saanto 1 = vanerimittaisen kuivan viulun osuus tukkiosan kuorellisesta tilavuudesta, saanto 2 = oksattoman viulun osuus tukkiosan kuorellisesta tilavuudesta, pyöristyshäviö = kuorettoman pyöristysjätteen osuus tukkiosan kuorellisesta tilavuudesta, ja purilashäviö = purilaiden osuus tukkiosan kuorellisesta tilavuudesta.

Fig. 1. Recoveries and losses according to the breast height diameter of birch stems. Recovery 1 = proportion of dry veneer cut to plywood sizes of the volume of the timber part of stem with bark, recovery 2 = proportion of dry knotless veneer of the stem volume, roundup loss = proportion of roundup without bark of the stem volume, core loss = proportion of cores of the stem volume.

enää olennaisesti pienentää yksinkertaisin menetelmin (kuva 1).

Sitä vastoin suuri pyöristyshäviön osuus kiinnittää huomiota. Sen suuruusluokka on sama kuin käytännön koesorvauksessa todettu (Kärkkäinen 1978b), joten kyse ei ole mallin harhaisuudesta. Tulos viittaa siihen, että pölkyn optimaalisella keskityksellä on mahdollisuuksia saannon lisäämisessä. Lupaavia kokeita on jo tehty uusista ratkaisuksista (Kuhno ym. 1983).

Kuvassa 2 on esitetty, miten arvo kohoaa rinnankorkeusläpimitan suuretessa ja kun viiluista paikataan 0, 50 tai 100 %. Lähtöar-



Kuva 2. Tukkiosan yksikköarvon lisäys peruslähtökohtaan verrattuna rinnankorkeusläpimitan mukaan, kun oksaisesta viulusta paikataan 0, 50 tai 100 %. Lähtökohta on 21 cm runko ja 100 % paikkaustaso.

Fig. 2. Added unit value to the basic unit price according to breast height diameter when 0, 50 or 100 per cent of the knotty veneer sheets are plugged. Basic unit price corresponds DBH 21 cm and patching level 100 per cent.

vona on tukkiosan arvo silloin, kun rinnankorkeusläpimita on 21 cm ja kaikki viilut paikataan.

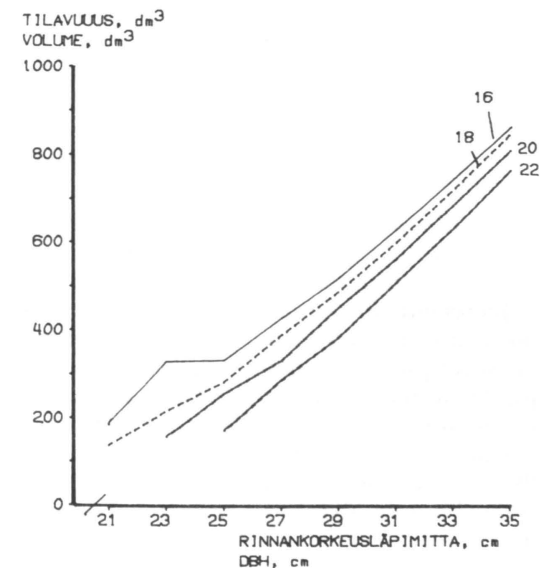
Kuvan mukaan järeyden lisääntyessä vaneritukkien arvo kohoaa voimakkaasti. Nousu on voimakkainta silloin, kun viulun oksaisuuteen ei kiinnitetä huomiota, ts. viiluja ei paikata ja ne hinnoitellaan oksaisuudesta riippumatta samalla tavalla. Tällöin arvonlisäys perustuu saannon paranemiseen rungon järeytyessä. Myös paikattaessa kaikki oksaiset viilut arvon kohoaminen on huomattava, lähes 40 mk/m³.

Arvon paikallinen minimikohta 31 cm rungoissa johtuu siitä, että näiden runkojen apteraus on poikkeuksellisen epäedullinen 18 cm minimiläpimitaa ja aiemmin mainittua pituusfunktioita käytettäessä. Syntyvien tukkien pituus oli 58 ja 55 dm, jotka sopivat huonosti 1320 ja 1620 mm pölkkyjen pituuksiin. – Kun käytännössä rungon pituus vaihtelee läpimitan vakioinnin jälkeen, ei ole syy-

tä päätellä, että 31 cm rungot olisivat keskimäärin huonompia kuin esim. 29 cm rungot. Kuvaajien paikalliset minimi on syytä tasoitaa johtopäätöksiä tehtäessä.

Selvää on, että tukin minimiläpimitan kohotessa tukkiosan tilavuus pienenee (kuva 3). Kun simuloinnissa kokeiltiin minimiläpimitoita arvoja 16, 18, 20 ja 22 cm, havaittiin absoluuttisen ja suhteellisen vaikutuksen kasvavan rungon pienessä. Voidaan näin ollen olettaa, että minimiläpimitan suurentaminen vähentää vaneritukkien määrää eniten pienessä puustossa.

Kuvasta 4 taas ilmenee, miten puutavaran jalostusarvo kohoaa minimiläpimitan suuretessa ja kun pakkausaste on 50 %. Lähtöarvona on 18 cm:n minimiläpimita ja 100 % pakkausaste. Kun paikalliset apterauksesta johtuvat poikkeamat tasoitetaan, vaikuttaa ilmeiseltä, että minimiläpimitan kohottaminen lisää arvoa hidastuvalla nopeudella. Jos rinnankorkeusläpimitat jakautuvat tasaisesti välillä 21...35 cm, saadaan seuraava tulos.



Kuva 3. Tukkiosan tilavuus rinnankorkeusläpimitan mukaan, kun tukin minimiläpimita on 16, 18, 20 tai 22 cm.

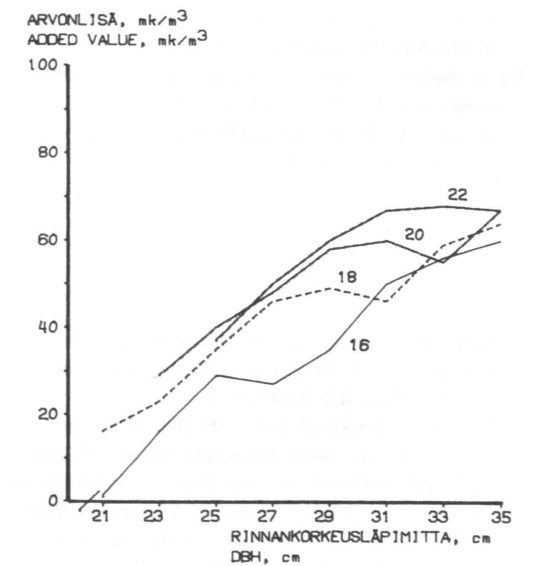
Fig. 3. Volume of timber part of stem according to breast height diameter and minimum top diameter (16, 18, 20 or 22 cm).

Arvonlisäys mk/m³, kun minimiläpimita kohoaa 16 cm:stä läpimitaksi.

	16 cm	18 cm	20 cm	22 cm
Lisäys mk/m ³	0	8	12	15
Ero mk/m ³		8	4	3

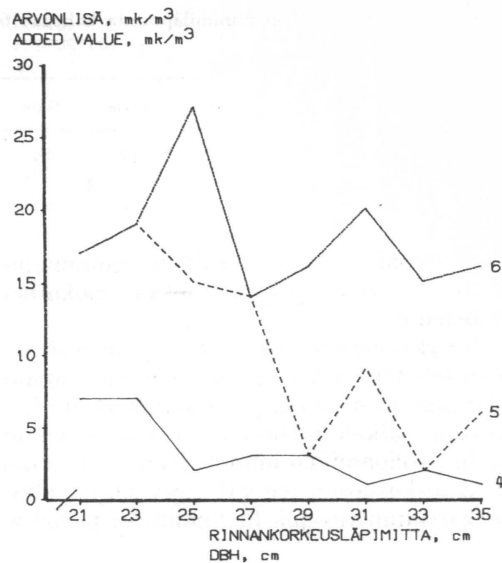
Jaotelman valossa nykyinen minimiläpimita 18 cm (= 19 cm luokka) vaikuttaa perustellulta.

Pystykarisinnan vaikutusta puutavaran arvon selvitetään lyhyesti olettaen, että karsintaläpimita on 10 cm ja karsintakorkeus 4, 5 tai 6 m. Mikäli karsinnan aiheuttama viulun laadun kohoaminen hinnoitellaan pelkästään paikkaukskustannusten vähenemisen muodossa, karsintahyöty jää luonnollisesti pieneksi.



Kuva 4. Tukkiosan yksikköarvon lisäys peruslähtökohtaan verrattuna rinnankorkeusläpimitan mukaan, kun oksaisesta viulusta paikataan 50 % ja tukin minimiläpimita on 16, 18, 20 tai 22 cm. Peruslähtökohta on 21 cm runko, 100 % paikkausaste ja 18 cm minimiläpimita.

Fig. 4. Added unit value to the basic unit value according to breast height diameter when 50 per cent of knotty sheets are plugged and the minimum top diameter is 16, 18, 20 or 22 cm. Basic unit value corresponds DBH 21 cm, patching level 100 per cent and minimum diameter 18 cm.



Kuva 5. Tukkiosan yksikköarvon lisäys karsinnan johdosta karsimattomiin runkoihin verrattuna rinnankorkeusläpimitan mukaan, kun rinnankorkeusläpimita karsintahetkellä oli 10 cm ja karsintakorkeus 4,5 tai 6 m. Oksaisista viiluista paikataan 100 %.

Fig. 5. Added unit value to the basic unit value due to pruning compared with unpruned stems according to breast height diameter when DBH at pruning time was 10 cm and pruning height 4, 5 or 6 m. All knotty sheets are patched.

Tämä ilmenee kuvasta 5, jossa on esitetty karsintahyödyn suuruus silloin, kun kaikki oksaiset viiluarkit paikataan.

Kuvan 5 mukaan karsinnan hyöty on vain 1...7 mk/m³ karsintakorkeuden ollessa 4 m. Vastaava hyöty on 5 m:n karsintakorkeudella jo 2...19 mk/m³ ja 6 m:n karsintakorkeudella 14...27 mk/m³. Vaihtelu on huomattava läpimitan mukaan, koska läpimitasta riippuva apteraus hyödyntää vaihtelevasti karsinnan aiheuttaman oksattoman viulun lisäyksen. Poikkeuksellisen heikko tulos saadaan silloin, kun karsintakorkeus jää sorvipölkyn sisälle, koska viulun laatu riippuu pölkyn heikoimmasta osasta. Vastavasti edullisin tulos saadaan silloin, kun karsintakorkeus vastaa hyvin sorvipölkkyjen pituuksiin.

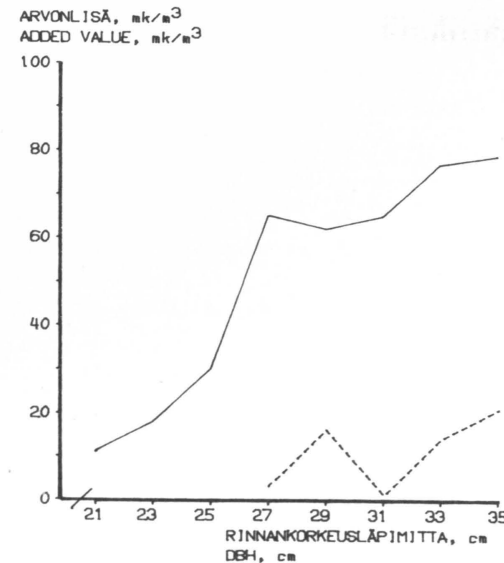
Vaikka karsintahyöty pelkän paikkauksen hinnoittelun mukaan on vähäinen, esim. 6 m karsintakorkeudella suuruusluokkaa 15 mk/

m³, se merkitsee keskimääräisellä vaneriköivun rungonkoolla 7...8 mk runkoa kohti. Jos karsintakustannukset ovat 2 mk runkoa kohti ja investoinnin pitoaika 30 vuotta, karsinnan sisäiseksi koroksi saadaan 4,3...5,7 % Kärkkäisen (1982) esittämällä kaavalla laskettuna. Kun kyseessä on reaalikorko, karsintainvestointia voi pitää tyydyttävän edullisena pelkän paikkauksen vähenemisen perusteella.

Mikäli karsinnan edullisuutta halutaan laskea muuttuvien tuottojen perusteella, lähtökohtana voidaan pitää oksattoman viulun osuuden riippuvuutta rungon koosta ja karsintakorkeudesta. Kun karsinta oletettiin tehdyksi rinnankorkeusläpimitan ollessa 10 cm, saatiin seuraavat tulokset.

Rungon rinnankorkeusläpimita	Oksattoman viulun osuus tukkiosan kiintotilavuudesta		
	Karsimaton	5	6
cm			
21	20,6	27,9	27,9
23	16,1	24,5	24,5
25	16,2	22,3	27,5
27	14,6	21,0	21,0
29	14,0	15,3	21,1
31	14,2	18,0	22,5
33	13,1	13,9	19,5
35	14,1	16,8	21,1

Jaotelman tietojen perusteella voidaan helposti laskea karsinnan taloudellinen arvo mielivaltaisista viulunhintoja käyttäen. Esim. jos 29 cm puun tukkiosan tilavuus on 0,5 m³ ja oksattoman viulun hinnat oksaiseen verrattuna 600 mk/m³, saadaan karsintahyödyksi runkoa kohti $0,5 \times (21,1 - 14,0) / 100 \times 600 = 21,30$ mk, jos karsintakorkeus on 6 m. Karsintakorkeus 5 m on poikkeuksellisen epäedullinen, koska 29 cm rungosta otetaan 5,2 m tyvitukki ohjelmalogiikan mukaan. Tällöin karsinta ei kohota tyvitukin ylimmän pölkyn arvoa lainkaan. Tämä poikkeuksellisuus ilmenee myös jaotelman luvuista.



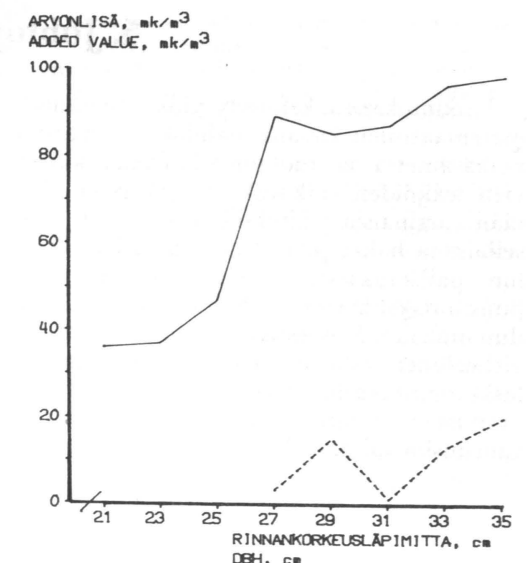
Kuva 6. Tyvitukkien (ehyt viiva) ja latvatukkien (katkoviiva) yksikköarvon lisäys rungon rinnankorkeusläpimitan mukaan halvimpaan latvatukkiin verrattuna, kun oksaisista viiluista paikataan 50 %.

Fig. 6. Added unit value to the basic unit value of butt logs (solid line) and top logs (broken line) according to breast height diameter. 50 per cent of knotty sheets are plugged. The basic unit value corresponds the cheapest top log.

42. Tukkiarvosuhteet

Mikäli viiluja paikataan tai oksaisuudella on muuten merkitystä tuottojen ja/tai kustannusten kannalta, tukkiarvosuhteita ei voida tarkastella pelkän latvaläpimitan perusteella, koska viulun laatu on aivan erilainen tyvitukeista kuin muista tukeista. Tämän vuoksi jäljempänä esitetään tuloksia tyvitukeista ja muista tukeista rungon rinnankorkeusläpimitan perusteella.

Kuvassa 6 on esitetty tulokset silloin, kun oksaisista viiluista paikataan puolet. Lähtökohtana on pidetty halvimman latvatukin ar-



Kuva 7. Tyvitukkien (ehyt viiva) ja latvatukkien (katkoviiva) yksikköarvon lisäys rungon rinnankorkeusläpimitan mukaan halvimpaan latvatukkiin verrattuna, kun oksaisista viiluista paikataan 100 %.

Fig. 7. Added unit value to the basic unit value of butt logs (solid line) and top logs (broken line) according to breast height diameter. 100 per cent of knotty sheets are plugged. The basic unit value corresponds the cheapest top log.

voa. Kuvasta ilmenee, että tällaiseen latvatukkiin verrattuna tyvitukkien jalostusarvo on 11...79 mk/m³ suurempi rungon koosta riippuen. Kuvasta voidaan havaita myös se, että latvatukkien arvo lievästi kohoaa puiden suuressa. Syynä on luonnollisesti saannon paraneminen ja sorvauskustannusten aleneminen sorvipölkkyjen järeytyessä.

Vastaavasti on kuvassa 7 esitetty puutavaran arvon kohoaminen silloin, kun kaikki oksaiset viiluarkit paikataan. Tyvitukkien arvo on tällöin 36...98 mk/m³ korkeampi kuin heikoimpien latvatukkien.

5. Johtopäätöksiä

Tutkimuksessa kehitetty viulun tuotannon matemaattinen kuvaus mahdollisti erilaisten raaka-ainetta ja tuotantotekniikkaa kuvaavien tekijöiden vaikutuksen tutkimisen. Mitään varsinaisia yllätyksiä ei ilmennyt, jollei sellaisena halua pitää sitä, että pelkästä viulun paikkauksesta aiheutuu huomattavaa puustamaksukyvyn vaihtelua oksaisuuslaadun mukaan. Kyseessä ei ole ilmeisesti mallin virheellinen rakenne, koska yksinkertaisella laskutoimituksella havaitaan paikkauksustannusten olevan vuoden 1986 hintatasolla suuruusluokaltaan 200 mk/m³ vanerin tila-

vuutta kohti ja noin 60 mk/m³ tukin tilavuutta kohti, jos tukki on heikkolaatuinen.

Tuloksista voidaan päätellä, että koivuvanerirunkojen puustamaksukyky keskittyy järeään tyviosaan. Ero pieniläpimittäisiin latvatukkeihin tai pieniin tyvitukkeihin on suuri. Kun vielä otetaan huomioon, ettei nyt tarkastelluissa esimerkkilaskelmissa eriytetty viulun hintaa laadun mukaan, voidaan päätellä, että puunkasvatuksessa kannattaa kiinnittää huomiota hyvälaatuisten koivutyvien laadun säilyttämiseen ja järeiden lisäämiseen.

Kirjallisuutta

- Enarvi, R. 1939. Vaneritehtaan sorvaushäviöiden suuruus. Suomen Puu 14 (21): 396–399.
- 1940. Sorvaushäviöihin vaikuttavat tekijät. Suomen Puu 15 (1): 1–4.
- Hakkila, P. 1966. Investigations on the basic density of Finnish pine, spruce and birch wood. Lyhennelmä: Tutkimuksia männyn, kuusen ja koivun puuaineen tiheydestä. Commun. Inst. For. Fenn. 61 (5): 1–98.
- , Laasasenaho, J. & Oittinen, K. 1972. Korjuuteknisiä oksatietoja. Summary: Branch data for logging work. Folia For. 147: 1–15.
- Heiskanen, V. 1966. Tutkimuksia koivujen vikaisuuksista, niiden vaikutuksesta sorvaustulokseen sekä niiden huomioonottamisesta laatuluokituksessa. Summary: Studies on the defects of birch, their influence on the quality and quantity of rotary cut veneer, and their consideration in veneer birch grading. Acta For. Fenn. 80 (3): 1–128.
- Jalava, M. 1957. Vaneriteollisuus. Teoksessa: Metsäksikirja, 2. osa, s. 877–888. Kustannus Oy Kivi. Helsinki.
- Järeiden puutavarapölkkyjen kiintomittaus. Mittausneuvoston hyväksymä ohje 14. 8. 1985. 16 s. Helsinki.
- Kairi, M. 1977. Viulun sorvaustekniikan kehittämistarve tuotannon kannalta katsoen. Teoksessa: Juvonen, R. (toim.) Lisensiaattiseminaari, s. 183–202. Otaniemi.
- Kellomäki, S. & Salmi, J. 1979. Koivuvaneritukien kuoren määrä. Summary: Bark quantity of birch logs. Folia For. 413: 1–16.
- Kilki, P. & Siitonen, M. 1975. Metsikön puuston simulointimenetelmä ja simuloituun aineistoon perustuvien puustotunnusmallien laskenta. Summary: Simulation of artificial stands and derivation of growing stock models from this material. Acta For. Fenn. 145: 1–33.
- Kuhno, P., Neittaanmäki, P. & Tiihonen, T. 1983. Sorvipölin keskittämismenetelmien vertailu tietokonesimulointia käyttäen. Paperi ja Puu 65 (10): 626–629.
- Kujala, V. 1946. Koivututkimuksia. Summary: Some recent research data on birches. Commun. Inst. For. Fenn. 34 (1): 1–34.
- Kärkkäinen, M. 1975. Koivu- ja haapatukien poikkipinta-alan mittaaminen. Summary: Measurement of the cross-sectional area of birch and aspen logs. Silva Fenn. 9 (3): 212–232.
- 1978 a. Viilusaannon teoreettinen malli. Summary: Theoretical model for the veneer yield. Commun. Inst. For. Fenn. 95 (2): 1–42.
- 1978 b. Käytännön tuloksia koivuviulun saannosta. Summary: Empirical results on birch veneer yield. Folia For. 368: 1–16.
- 1979. Koivutukien tarkistusmittauksia. Summary: Control measurements of birch logs. Folia For. 377: 1–21.
- 1980. Havaintoja koivutukien epäpyöreystä ja pituusmittaeroista. Summary: Observations on the out-of-roundness and deviations from nominal lengths of birch logs. Silva Fenn. 14 (3): 286–293.
- 1982. Näkökohta sisäisen korkokannan laskemisesta. Summary: Note on the calculation of the internal rate of return. Silva Fenn. 16 (4): 373–375.
- 1984. Puutavaran mittauksen perusteet. 252 s. Helsinki.
- Laasasenaho, J. 1975. Runkopuun saannon riippuvuus kannon korkeudesta ja latvan katkaisuläpimitästä. Summary: Dependence of the amount of har-

vestable timber upon the stump height and the top-logging diameter. Folia For. 233: 1–20.

- 1982. Taper curve and volume functions for pine, spruce and birch. Seloste: Männyn, kuusen ja koivun runkokäyrä- ja tilavuusyhtälöt. Commun. Inst. For. Fenn. 108: 1–74.
- Maataloustuottajain Keskusliiton metsävaltuuskunnan ja Teollisuuden Puuyhdistyksen tukin ja kuitupuun hintasuositukset 1. 4. 1985 – 31. 3. 1986. Itä-Suomi. Moniste. 19 s.
- Meriluoto, J. 1965. Raaka-ainetekijöiden vaikutus sorvatun koivuviulun määrään ja laatuun. Summary: The influence of raw material factors on the quantity and quality of rotary cut birch veneer. Acta For. Fenn. 80 (1): 1–155.
- Muilu, J. 1983. Havupuuvanerin pinnoitus raskailla fenolihiartsikalvoilla. Paperi ja Puu 65 (10): 595–606.
- Oksanen, M. 1985. Vaneriteollisuuden puuraaka-aineet. Teoksessa: Juvonen, R. & Kariniemi, J. (toim.) Vaneriteollisuus. Mekaaninen metsäteollisuus 1, s. 39–48. Valtion painatuskeskus. Helsinki.
- Rinne, P. 1985. Vanerituotteet. Teoksessa: Juvonen, R. & Kariniemi, J. (toim.) Vaneriteollisuus. Mekaaninen metsäteollisuus 1, s. 27–38. Valtion painatuskeskus. Helsinki.
- Runqvist, E. & Thunell, B. 1945. Undersökningar över några virkesegenskaper hos björk. Svenska Träforskningsinstitutet, Trätekniska avdelningen, Medd. 7: 1–11.
- Söyrilä, P. 1981. Raaka-aineen sekä sorvaus- ja liimausolosuhteiden vaikutus koivuvanerin lujuusominaisuuksiin. VTT Tutkimuksia 17/1981: 1–60.
- Tutkimus eri laatuisten ja vahvuisten vanerikoivujen arvosuhteista. 1953. Julk. Koivukeskus. Moniste. 47 s. + liitteet.
- Valtioneuvoston päätös järeän havu- ja koivupuun sekä paperi- ja kaivospuun enimmäishinnoista. 1945a. Suomen As. Kok. 779/1945.
- Valtioneuvoston päätös järeän havu- ja koivupuun sekä paperi- ja kaivospuun enimmäishinnoista annetun valtioneuvoston päätöksen muuttamisesta. 1945b. Suomen As. Kok. 1087/45.
- Vaneritutkimuksia I... III. 1937. Julk. Puutekniikan Tutkimuksen Kannatusyhdistys. Monisteita. 41 + 116 s.
- Total of 32 references