

MITEN KOIVUUN TULISI SUHTAUTUA METSÄTALOUESSA?

MATTI KÄRKKÄINEN

Summary

THE PROPER ATTITUDE TOWARDS BIRCH IN FORESTRY

Saapunut toimitukselle 1. 3. 1984

Työssä tarkastellaan pääasiassa pohjoismaisen kirjallisuuden perusteella koivun biologian, kasvatuksen, puunkorjuun ja käytön eri näkökohtia pyrkien arvioimaan, missä määrin on perusteltua tarkistaa perinteistä havupuuvältaista metsänkasvatusajatus. Tulosten mukaan selvästi mitattavissa olevat tosiseikat puoltavat havupuukeskeisyyden säilyttämistä. Koivun merkitystä korostavat tosiseikat ovat paljolti sellaisia, joiden taloudellisesta ja muusta merkityksestä puuttuu vakuuttava näyttö. Toisaalta koivuvanerin ja myös koivusellun mahdollistama puustamaksukyky on sitä luokkaa, että melkoinen koivupuuston osuus on syytä säilyttää myös tulevaisuudessa.

1. JOHDANTO

Julkisuudessa on viime vuosina käyty runsaasti keskustelua koivun ja muiden lehtipuiden mahdollisuuksista suomalaisessa metsätaloudessa. On esitetty käsityksiä, että metsien puulajivalinnassa voitaisiin nykyistä enemmän suosia lehtipuita heikentämättä olennaisesti metsätalouden kannattavuutta ja puuraaka-aineeseen perustuvan metsäteollisuuden tulevaisuuden toimintaedellytyksiä. Toisaalta nämä näkökannat on toisissa kannanotoissa jyrkästi kiistetty ja korostettu, että Suomen ilmasto-oloissa on turvallisinta panostaa perinteiseen tapaan havupuiden kasvatukseen ja niin, että huomattava osa tuotoksesta on järeää tukkipuuta.

Käsillä olevassa työssä pyritään selvittämään kirjallisuuden perusteella, millainen kanta tulisi ottaa koivun kasvatukseen suomalaisessa metsätaloudessa. Erityistä huomiota pyritään kiinnittämään koivun käyttöön ja sen muuttumiseen sekä päättelemään

siitä koivun arvo tulevaisuudessa havupuihin verrattuna. Samoin tavoitteena on käsitellä koivun biologisia vaikutuksia ja niiden merkitystä käytännön metsätalouden kannalta. Koivun teknisiä ominaisuuksia (kuten mekaaninen lujuus, kutistuminen ym.) ei käsitellä numeroina, vaan viitataan Vadlan ym. (1982) kirjallisuustutkimukseen.

Työssä keskitytään pelkästään koivuun, joskin eräät näkökohdat lienevät yleistettävissä myös muihin lehtipuihin. Näistä merkittävien on Suomen oloissa haapa.

Ajatus työhön on saatu MH, MMK Marjut Raivosen laatimasta opettajakoulutuksen seminaariesitelmästä "Koivun metsänhoidon opettaminen". Käsikirjoitusta ovat kommentoineet Ari Ferm, Rihko Haarlaa, Matti Leikola, Leena Paavilainen, Jyrki Rauho, Martti Siirilä ja Raili Vihola. Englanninkielen on korjannut Reino Pulkki. Kiitän saamastani tuesta.

2. SUOMEN KOIVULAJIT JA NIIDEN EROT

Kun jäljempänä puhutaan koivusta, tarkoitetaan erittelemättömästi hieskoivua (*Betula pubescens* Ehrh.) ja rauduskoivua (*B. pendula* Roth), ellei nimenomaan puhuta hies- ja rauduskoivusta. Näiden lisäksi ovat suomalaisia koivulajeja soilla pensaina ja varpuina esiintyvä vaivaiskoivu (*B. nana* L.) sekä erään käsityksen mukaan erillinen koivulaji, tunturikoivu (*B. tortuosa* Ledeb.), joka tosin usein luetaan hieskoivun muunnokseksi.

Tässä yhteydessä ei käsitellä lainkaan vaivaiskoivua, vaan viitataan alan kirjallisuuteen (Bhat ja Kärkkäinen 1982). Selvää on, ettei tällä puulajilla ole metsätaloudellista merkitystä. Merkitys on paikallinen myös tunturikoivulla, josta niinkään on äskettäin julkaistu tutkimus (Bhat ja Kärkkäinen 1981 a). Myöskään sitä ei käsitellä tässä yhteydessä. Samoin jätetään tutkimuksen ulkopuolelle rauduskoivun monet muunnokset, joista merkittävin on visakoivu. Sitä koskevan kirjallisuuden ovat luetteloineet Etholén ja Huuri (1982). Merkittäväksi muunnokseksi katsotaan lisäksi laineisuus, jota pidetään rauduksen yhtenä mutaationa (Sarvas 1949).

Sekä hies- että rauduskoivu ovat metsätaloudellisesti merkittäviä puita. Hieskoivu eli hies kasvaa soilla ja kivennäismailla, rauduskoivu eli raudus kivennäismailla ja joskus ohutturpeisilla soilla. Puulajit on helppo erottaa lehtien ja nuorien oksien perusteella (Kujala 1946). Pelkän puuaineen perusteella erottaminen on vaikeampaa, mutta onnistuu mikroskoopin avulla (Bhat ja Kärkkäinen 1980).

Tuoreita tietoja eri koivulajien yleisyydestä ei ole¹⁾. Ilvessalon (1956, s. 87) julkaisun mukaan 1950-luvun alussa hieksen osuus oli koivupuuston tilavuudesta Etelä-Suomessa 53 %, Pohjois-Suomessa 80 % ja koko maassa 62 %. Paikallisia eroja aiheutuu etenkin soiden runsaudesta: raudusta on erityisen vähän soisilla seuduilla (Kujala 1964). Myös Koiviston (1966, 1968) mukaan hies on yleensä runsaampi koivulaji. Raudus on tärkeimmillä Etelä-Suomen koivualueilla kuitenkin taloudellisesti merkittävämpi puulaji

suuremman järeytensä ansiosta. Käytön kannalta on merkittävää myös se, että ainakin Pohjanmaalla valtaosa koivusta on sekametsissä (Appelroth ym. 1971).

Nämä kaksi pääkoivulajia ovat metsätaloudellisesti hyvin eriarvoisia. Kivennäismailla pyritään mahdollisuuksien mukaan suosiimaan rauduskoivua, koska se kasvaa nopeammin (Koivisto 1959, Fries 1964, Erkén 1972, Raulo 1977, Langhammer 1982), runko on suurempi ja saavuttaa suuremman järeiden ja lisäksi sisältää vähemmän laho-oksia (Sarvas 1951, Heiskanen 1957). Edelleen rauduksen puuaine on tiheämpää kuin hieksen (Runqvist ja Thunell 1945, Kujala 1946, Hakkila 1966). Eroon viittaa myös se, että kivennäismaan koivujen tiheys on suurempi kuin suokoivujen (Hakkila 1979). – Koivulajien tiheysero heijastuu myös lujuusominaisuuksissa (Jalava 1945, Kujala 1946). Näin ollen ei ole ihme, että mm. koivun jalostuksessa on keskitytty pääasiassa raudukseen hieksen jäädessä perin vähäiselle huomiolle (ks. kuitenkin Lepistö 1970). Vain kotimaiset provenienssit ovat toistaiseksi suositeltavia viljelyvarmuuden takia (Velling 1979). Myös pitkät kotimaiset siirrot ovat arveluttavia (Raulo 1976). Sitä vastoin jalostuksen tulokset vaikuttavat lupaavilta: tilavuuskasvu on olennaisesti lisääntynyt luonnonkantoihin verrattuna (mm. Raulo ja Koski 1975, 1977). Puiden laatu ei ole ainakaan heikentynyt lisääntyneen tilavuuskasvun vuoksi, mutta se tulee ottaa erikseen huomioon jalostuksessa, koska laatu ja hyvä kasvu eivät välttämättä esiinny yhdessä (Raulo 1979, Velling 1979).

Eräät hieksen ominaisuudet ovat kuitenkin paremmat kuin rauduksen. Rauduskoivun oksat ovat paksummat kuin hieksen, ainakin joillakin kasvupaikoilla (Runqvist ja Thunell 1945, Kujala 1946, Heiskanen 1957). Tämä ero saattaa tosin johtua hieksen heikommasta kasvusta, jonka vuoksi hies jää rauduksen kanssa sekapuuna kasvaessaan alistettuun asemaan ja siksi hento-oksaisemmaksi (Sarvas 1949). On myös esitetty käsitys, että hieksen puuaineesta saadaan sileämpää vaneria kuin rauduksen (Appelroth 1946). Anatomisista syistä tällainen ero ei voi kuitenkaan johtua, koska rauduksen putkilot ovat pienemmät kuin hieksen (Kujala 1946, Ollinmaa 1955). Massateollisuudessa on etu, että

hieksen kuidut ovat hiukan pidemmät kuin rauduksen (Kujala 1946, Ollinmaa 1955, Bruun ja Slungaard 1959, Bhat ja Kärkkäinen 1981 b). – Näillä eroilla ei kuitenkaan liene mitään käytännöllistä merkitystä.

Rauduskoivu on luontaisesti harvinainen soilla ja kasvaa heikosti myös viljeltyinä (Lehtiniemi ja Sarasto 1973), joskin lannoitetuilla soilla alkukehitys saattaa olla lupaavalta vaikuttava (esim. Mannerkoski 1972, Kaunisto 1973). Tästä huolimatta vain hiestä voidaan pitää varmana kasvatusvaihtoehtona soilla

mm. siksi, että se on raudusta kestävämpi erästä sienitautia vastaan (Kurkela 1973). Tämän vuoksi hieskoivuun onkin alettu viime aikoina kiinnittää uutta huomiota juuri suometsien kasvatusvaihtoehtona (mm. Saramäki 1977, 1981). Jäljempänä voidaankin olettaa, että koivun kasvatuksessa pyritään saamaan aikaan hieskoivikko soille ja rauduskoivikko kivennäismailla. Ohutturpeisilla hylätyillä turpeentuotantoalueilla hieksen ohella myös raudus voi tulla kyseeseen (Ferm ja Kaunisto 1983).

3. KOIVUN BIOLOGIAA

3.1. Uudistuminen

Tyypillistä kummallekin koivulajille on runsas siementuotanto, johon liittyy katovuosien vähäisyys (Heikinheimo 1932, 1937). Kun siemen on kevyttä, tuuli kuljettaa sitä helposti. Toisaalta lenninsiipien pienuudesta aiheutuu, ettei koivu juuri eroa männystä, vaikka jälkimmäisen siemen onkin olennaisesti painavampaa. Rauduksen siemen kuleutuu hiestä pidemmälle suurempien lenninsiipien vuoksi (Sarvas 1948).

Toisaalta runsas siementuotanto on tarpeen siemenen heikohkon laadun (Sarvas 1952) vuoksi ja myös siksi, että itävyys alenee nopeasti (Sarvas 1948). Näistä seikoista huolimatta koivu on erittäin leviämiskykyinen silloin, kun siemenen itämisolot ovat suotuisat. Koivua pidetäänkin tyypillisenä pioneeripuulajina, joka leviää helposti uusille kulo- ja avohakkuualueille. Erityisen runsaasti siementaimia syntyy silloin, kun kivennäismaa paljastetaan esim. äestyksellä tai aurauksella. Heikoilla kasvupaikoilla lannoitus lisää voimakkaasti koivun siementaimien määrää pelkän maanmuokkauksen ohella (Reinikainen 1965, Kaunisto 1972, Heikurainen ja Laine 1976, Moilanen ja Issakainen 1981, Kaunisto 1981).

Siementaimien lisäksi koivu uudistuu kaadon jälkeen vesoista. Ne ovat lähes yksinomaan uinuvista silmuista muodostuvia kan-

tovesoja (Ferm ym. 1982): juurivesoja on havaittu hyvin harvoin (Röykkä ja Itkonen 1947). Näin ollen vesakontorjunnan kannalta koivu on helpompi lehtipuu kuin haapa, jolla syntyy runsaasti juurivesoja.

Hieskoivu vesoo raudusta helpommin (Mikola 1942, Sarvas 1948). Vesojen avulla puulaji pysyy pitkään kerran valtaamallaan kasvupaikoilla. Havupuiden kasvatuksen kannalta tämä on luonnollisesti haitallista, koska puulajin vaihto koivusta havupuiksi (erityisesti männynksi) tuottaa vaikeuksia. Vesat kasvavat erittäin nopeasti jopa Lapin oloissa (Etholén 1974).

Vaikka yleisesti ottaen koivun vesominen on haitallista, lähinnä soiden hieskoivikoissa vesametsätalous saattaa olla harkinnanarvoinen vaihtoehto tuotettaessa korkeintaan kuitupuukokoisia runkoja, joiden muotoviat eivät ole olennaisen tärkeitä kuten järeissä vanerikoivuissa. Eräitä tuloksia vesakoivujen biomassasta on jo saatu (ks. Björklund ja Ferm 1982). Muissa tutkimuksissa esiintyvät tiedot runkopuun tuotoksesta voidaan muuntaa kokopuutuotokseksi Björklundin ja Kärkkäisen (1982) laskemilla kertoimilla. Pienillä puilla voidaan käyttää myös Simolan (1977) julkaisemia yhtälöitä. Tutkimukset ovat kuitenkin vielä siinä määrin alkuvaiheessaan, ettei lopullista kannanmäärittelyä soiden vesametsätalouteen voida vielä esittää.

¹⁾ Oikovedosvaiheessa ilmestyi Kuuselan ja Salmisen (1983) tutkimus, jossa on tuoreita tietoja myös koivulajien osuudesta.

3.2. Kasvu

Nuorena koivu kasvaa verrattomasti nopeammin kuin havupuut. Erityisen nopeakasvuisia ovat uudet vesat, joskin hieksen kasvu taantuu siementaimien tasolle kymmenessä vuodessa (Saksa 1983). Myös istutettujen taimien alkukehitys on olennaisesti nopeampi kuin havupuilla (esim. Parviainen 1979, Raulo ja Rikala 1981). Samoin kasvupaikalle siementynyt koivu kasvaa alkuvuosina niin nopeasti, että ilman ihmisen toimia useimmat koivulle sopivat kasvupaikat tulisivat koivikoiksi metsän uudistamisvaiheessa.

Puhtaan rauduskoivikon pituus on puhtaan männikön pituutta suurempi ainakin parikymmentä vuotta. Kuusi jää jälkeen vielä enemmän, lehtikuusi vähemmän (Parviainen 1979). Kun koivu kasvaa sekapuuna männikössä, mänty jää alkukehityksessään enemmän jälkeen, vähintään 30 vuotta (Lappi-Seppälä 1930), puhtaan rauduskoivun ollessa kyseessä ilmeisesti enemmän, ehkä 50...60 vuotta (Mielikäinen 1980). Koivun ja kuusen pituuseron tasoittuminen kestää vielä kauemmin.

Koko kiertoaikana (joka on koivulla lyhyempi kuin havupuilla) koivun kasvu jää havupuista heikommaksi (Ilvessalo 1920, Koivisto 1959, 1960, Vuokila 1961, Fries 1964, Erkén 1973, Ilvessalo ja Ilvessalo 1975, Oikarinen 1983), jopa vain kolmannekseen, kun verrataan luontaista hieskoivikkoa istutuskuusikkoon (Braastad 1966, 1968). Poikkeuksena saattavat kuitenkin olla määrättyypiset suot, joilla koivu kasvaa yhtä hyvin kuin mänty (Keltikangas ja Seppälä 1977). Mahdollinen syy on koivun ja havupuiden erilainen suhtautuminen anaerobisiin oloihin: erään kasvatuskokeen mukaan ainakin taimivaiheessa koivu kärsii hapettomuudesta vähemmän kuin havupuut (Huikari 1954, 1959). Lisäksi ainakin rimpisellä lettoturveysuolla saattaa olla aineita, jotka ovat myrkyllisiä männyn mykoritsoille toisin kuin koivun (Paavilainen 1978).

Kiintoisa biologinen koivun piirre on, ettei esim. lannoituksella ole yhtä selvää vaikutusta kasvuun kuin havupuilla (Viro 1974, Oikarinen ja Pyykkönen 1981). Yksi syy saattaa olla juurien pinnallinen sijainti. Toinen tekijä on aluskasvillisuuden rehevyys erityisesti rauduskoivulle tyypillisillä kasvupaikoilla: ruohot ja heinät vastaavat huomattavasta

osasta ravinnekiertoa (Mälkönen 1977). Ilmeisesti myös koivun heikko elpyminen vaikuttaa asiaan: Erityisesti nuorten koivikkojen harvennushakkuissa on havaittu kokonaiskasvun laskevan voimakkaasti, koska valtapuiden kasvu lisääntyy vain vähän (Kuusela 1956, Koivisto 1958, Vuokila 1962, Ferm 1983). Sitä vastoin koivun reagointi ojitukseen on nopea ja selvä kuten havupuista männillä (Seppälä 1970).

3.3. Koivu sekapuuna

Erityisesti kuusi ja koivu sopivat hyvin sekapuiksi keskenään: koivu suojelee pienikokoista kuusta hallalta, ja kuusen pitkä tuotantoikä jatkaa kiertoaikaa sen jälkeen kun hakkuukypsä koivu on poistettu kasvupaikalta. Koivu itse kestää havupuista paremmin hallaa (mm. Koskela 1970), ja soveltuu myös siksi hyvin kuusen verhopuustoksi. Myös käytännössä on todettu kuusen hallatuhojen vähäisyys verhopuuston alla (mm. Juutinen 1962, Leikola ja Pylkkö 1969, Karlsson 1978, Leikola ja Rikala 1983). Erityisesti korpisoiden uudistamisessa kuuselle onkin tähdennetty koivun tarpeellisuutta kuusen hallatuhojen välttämiseksi (Multamäki 1942, Lukkala 1946). – Korostettakoon kuitenkin, että tällöin on ajateltu nimenomaan kuusen menestymistä, koivu on vain apupuuvu arvokkaampaa kuusta kasvatettaessa.

Toisaalta on selvää, että koivu rajoittaa kuusen kasvua: verhopuusto on siis poistettava ajoissa (Cajander 1934, Heikinheimo 1941, Walfridsson 1976, Karlsson 1978). Ääritapauksissa on havaittu kuusen lähes tuhoutuneen verhopuuston poistamattomuuden vuoksi (Rautiainen ja Räsänen 1980). Koivua pidetään haitallisempaan kuin mäntyä tai harmaaleppää (Heikinheimo 1941). Hyvin äärevistä oloista on tosin havaintoja, että verhopuuston alla kuusen kasvukin voi olla parempi kuin avoimella paikalla (Sirén ym. 1974) tai että optimaalinen käsittely on tappaa koivikko, mutta jättää se pystyyn verhopuustoksi (Folkesson ja Barring 1982).

Luontaisen kuusialikasvoksen syntyminen koivikkoon ei ole kuitenkaan yksinkertainen kysymys. Havumetsien sekapuuna koivu lisää kuusen taimettumista ehkäisemällä yhtenäisen sammalpeitteen syntyä. Sitä vastoin puhtaisiin koivikkoihin kuusialikasvosta ei

juuri pääse tulemaan runsaasta lehtikarikkemäärästä johtuen. Sekä Pöntynen (1929) että Hertzin (1932) tutkimusten mukaan koivikkojen kuusialikasvokset ovat likimain samankäisiä kuin koivut, puiden suuresta kokeroosta huolimatta. Tämä osoittaa, että koivun ja kuusen siemen on tullut kasvupaikalle suunnilleen samaan aikaan, mutta erilaisesta kasvurytmistä johtuen kuusi on jäänyt alikasvoksen asemaan. Näin ollen toiveet jo olemassa olevan koivikon luontaisesta kuusetumisesta ovat usein liioiteltuja.

Kuivattavilla soilla koivun alle saadaan yleensä havupuualikasvos, joka usein mahdollistaa koivikon muuttamisen havupuuvältaisemmäksi (Seppälä ja Keltikangas 1978).

Haluttaessa koivuverhokuuston alle voidaan istuttaa kuusialikasvos ja muodostaa tästä puujaksosta aikanaan kuusikko koivun poistamisen jälkeen. Tätä menettelyä on suositeltu erityisesti hallanaroilla kasvupaikoilla. Teknisesti tällainen istutus onnistuu hyvin, mutta haittana on kuusen hidaskasvu koivun alla. Koivu oli jo Heikinheimon (1941) kokeissa haittaavampi verhopuustolaji kuin mänty tai harmaaleppä. Samojen koalojen myöhemmät inventoinnit ovat vahvistaneet saman tuloksen: koivu hidastaa voimakkaasti kuusen kehitystä ja sitä enemmän, mitä tiheämpi koivikko on kyseessä (Hannelius 1978). Em. tutkija päätyy suuresti epäilemään koivuverhokuuston kannattavuutta, etenkin kun verhopuuston hallantorjuntakyky on määrätapauksissa kyseenalainen tehtyjen mittausten perusteella (Leikola 1975). Lisäksi jos verhopuuston halutaan todella vaikuttavan, sen on oltava niin tiheä (esim. luokkaa 1 000 kpl/ha) (Leikola ja Pylkkö 1969, vrt. myös Leikola ja Rikala 1983), että se epäilemättä vaikuttaa kuusen kasvua heikentävästi jo säteilyenergian vähäisyyden takia (Leikola 1976 b). Täsmällistä rajaa ei ole tiedossa, mutta jo 300...400 runkoa hehtaaria kohti hidastaa selvästi alikasvoskuusen toipumista (Cajander 1934).

Aiheellista on suhtautua kriittisesti myös verhopuuston poistosta aiheutuviin vaurioihin. On esimerkkejä, että kookkaan koivikon poisto kuusentaimien päältä on vaikeaa aiheuttamatta olennaisia hakkuu- ja kuljetusvaurioita (Thesslund 1976, ks. samoin Leikola ja Rikala 1983, s. 30). Myös yleisemmin on tietoja, että verho- tai siemenpuiden poisto on tärkein taimien vaurioitumista aiheuttava te-

kijä (Hänninen ym. 1972). Näin ollen on suhtauduttava epäillen kaikkiin sellaisiin metsänhoito-opeihin, joiden seuraamisen tuloksena ehdoin tahtoin synnytetään huomattava mahdollisuus vaurioittaa taimikkoa. – Näistä kriittisistä huomautuksista huolimatta voidaan kuitenkin katsoa, että erityisen hallanaroilla paikoilla koivun ja kuusen kasvatus yhdessä on perusteltua kuusen ollessa kooltaan pientä. Etelä-Suomessa halla on pahempi tuhonaiheuttaja kuin Pohjois-Suomessa (Rikala ja Tervo 1979). Suuralueiden sisällä erityisen hallanarkoja ovat alavat pelot ja avosuot (Solantie 1983), joiden esimetsittäminen koivulla tulee harvoin kyseeseen.

Koivun kasvattaminen männikön sekapuuna on kiistanalaisempi kysymys. Yleinen käsitys on, että kasvupaikan koivut tekevät männyn uudistumisen ja ensi kehityksen epävarmaksi. Joitakin havaintoja on tosin siitä, että erityisen äärevissä oloissa Pohjois-Suomessa vähäinen koivusekoitus saattaa olla edullista (Kangas 1937, s. 208, Sirén 1958, Pohtila 1977), joskin kritiikkiä voidaan esittää mm. siitä, ettei pelkkä hyvin säilyneiden mäntyjen ja koivujen esiintyminen rinnakkain ole välttämättä osoitus koivun suotuisasta vaikutuksesta (Folkesson ja Barring 1982). Tavallisesti jätekoivu heikentää männyn kylvön onnistumista mm. karikkeiden takia (Sirén 1952, Yli-Vakkuri 1961, Pohtila 1977). Myöhemmin vesat alentavat männyn kasvua ja saattavat lisätä kuolleisuutta (Lehto 1969, Yli-Vakkuri ym. 1969, Walfridsson 1976, Jakkila ja Pohtila 1978, Barring 1979, Rautiainen ja Räsänen 1980, Folkesson ja Barring 1982). Mahdollista on, että koivun vesoista on Pohjois-Suomessa vähemmän haittaa kuin maan eteläisemmissä osissa (Solin 1970).

Vanhemmassa puustossa runsas koivusekoitus haittaa männyn tilavuuskasvua ja lisää männyn runkovikoja. Sitä vastoin vähäinen määrä koivua, alle 20 % puuston tilavuudesta, ei alenna männyn kasvua tai jopa parantaa sitä. Kuiva-aineen kasvua tarkastellen optimi on lievän koivusekoituksen puolella, sillä koivun puuaineen tiheys on mäntyä suurempi. Näin ollen rauduskoivua voidaan sallia myös männiköiden sekapuuna vähäisessä määrin, elleivät männyn kerkät joudu piiskauksen kohteeksi. Parhaiten tähän päästään kaatamalla koivut mäntyjen pituuden ollessa 1...1,5 m ja sallimalla tämän jälkeen kantovesojen kehittyä sopivassa tiheydessä. Tällöin

koivujen pituus ei pääse ylittämään missään vaiheessa mäntyjen pituutta ja siten aiheuttamaan kasvainvaurioita (Mielikäinen 1980).

Hieksen ja männyn suhde lienee periaatteessa samanlainen kuin rauduksen ja männyn: vähäinen koivusekoitus voidaan sallia, joskaan siitä ei ole etua puuntuotannollisessa mielessä muulloin kuin vältettäessä metsikön aukkoisuutta koivun avulla. Tämä pitää paikkansa myös soilla: runsas koivusekoitus alentaa kokonaiskasvua. Poikkeuksena ovat pohjoissuomalaiset suot, joilla mänty ja koivu viihtyvät kohtalaisen hyvin yhdessä (Heikurainen 1982).

Se, että kuusi ja koivu menestyvät kohtalaisesti sekapuustona eikä edellä todetun mukaisesti lievä koivusekoitus haittaa mäntyäkään, perustuu ilmeisesti osittain siihen että koivun juuristo on syvemmässä kuin havupuiden. Erityisen suuri ero on koivun ja kuusen juurisyvyyden välillä, koska kuusen juuret ovat vielä pinnallisemmat kuin männyn (Bruckner ja Jahn 1932, Laitakari 1934, Kalela 1949). Soilla koivun ja havupuiden juurien syvyys-ero on vielä korostuneempi kuin kangasmilla (Heikurainen 1958). Näin ollen myös ravinteiden otto tapahtuu osittain eri kerroksista.

Lopuksi tarkastellaan vielä usein esitettyä väittämää, että sekapuuna kasvava koivu vaikuttaa suotuisasti metsähygienian kannalta. Tällaisia väittämiä on useissa artikkeleissa ja oppikirjoissa, mutta varsinaisia tutkimuksia löytyy niukalti ainakin Pohjoismaista. On tosin eräitä uskottavalta tuntuvia havaintoja, että koivusekoitus on saattanut vähentää hyönteistuhoja männynllä (Brammanis 1969). Sitä vastoin muutamat hajahavainnot eivät tue käsitystä, että koivusekoituksella olisi merkitystä kuusen maannousematuhojen vähentämisen kannalta (Kärkkäinen 1982). Luultavaa on, että varsinaisten tutkimusten niukkuus jättää kysymyksen koivun merkityksestä metsähygienian kannalta hyvin avoimeksi.

3.4. Koivun vaikutus maaperään

Kuten edellä on todettu, koivun juuristo on keskimäärin syvemmällä maassa kuin havupuiden juuristo. Tämän vuoksi koivua pidetään suotuisana pioneeripuuna ja myös sekapuuna: koivun lahoava juuristo lisää maan

ilmavuutta ja parantaa havupuiden juurten kasvumahdollisuuksia. Erityisesti jäykällä savimailla koivun syvän juuriston vaikutuksen voi olettaa olevan positiivinen koivun ohella tai jälkeen kasvatettavien havupuiden kannalta.

Syvän juuriston ohella koivua pidetään kasvupaikkaa parantavana puulajina siksi, että sen runsas karikesato sisältää enemmän ravinteita kuin havupuiden karikkeet. Esim. pelkästään lehtisadon kuiva massa saattaa olla hehtaaria kohti 3,5 tonnia 25...35 a vanhassa puustossa (Jokela ja Ylänen 1956). Koivun ero havupuihin verrattuna on selvä jo tarkasteltaessa lehtien ja neulasten typpipitoisuutta (esim. Aaltonen 1950, 1955, Mikola 1954 b, 1958), mutta erityisen korostunut tarkasteltaessa karikkeen pinta-alakohtaisia ravinnemääriä. Esim. Viro (1955, s. 53) toteasi, että koivikon karikkeet sisältävät hehtaaria kohti olennaisesti enemmän typpeä, kalia, fosforia ja magnesiumia kuin havupuiden karikkeet. Samanlaisia tuloksia on saatu myös muulloin (Sirén 1955, s. 289, Mikola 1965).

Koivun eroa havupuihin verrattuna korostaa se, että sen karikkeet hajautuvat havupuita nopeammin, joskin haapaa lukuunottamatta muita kotimaisia lehtipuita hitaammin (Aaltonen 1940, s. 293, Mikola 1954 a, b, 1956). Ilmeisesti lehtikarikkeista johtuu, että myös muu materiaali hajoaa koivikossa nopeammin kuin esim. kuusikossa (Lähde 1966). Laboratoriokokeissa ei ole kuitenkaan aina havaittu eroja esim. kuusen ja koivun karikkeiden välillä. Osittain kyseessä saattaa olla koejärjestelystä johtuva virhe: ilmeistä nimittäin on, että madot ja muut eläimet kuljettavat syvempiin maakerroksiin mieluummin koivun lehtikarikkeita kuin kuusen neulaskarikkeita ja näin luovat edellytyksiä nopeammalle karikkeiden hajoamiselle (Nykvist 1961).

Karikkeilla on merkitystä myös mekaanisesti: ne estävät massallaan ainakin seinä- ja rahkasammalten kasvua ja lisäävät täten kuivuvan suon pintakasvillisuuden muuttumista ruoho- ja heinävoittoisemmaksi (Mikola 1973).

Kun koivun karikkeet ovat ravinteikkaita ja hajaantuvat nopeasti, ne parantavat maaperän viljavuutta havupuitakin varten. Pieni astiakoe viittaa siihen, että koivulla saattaa olla muutakin kautta suotuisa vaikutus havupuihin (Aaltonen 1942). Valitettavaa on, et-

tei laajempia kokeita ole tiettävästi tehty. – Käytännön tasolla koivun suotuisa vaikutus on avoin. Jopa nummiolosuhteissa on jäänyt

epäselväksi, riittääkö pelkkä koivun kasvatus esipuuna muuttamaan maaperää pysyvästi havupuulle sopivammaksi (Miles 1981).

4. KOIVUN UUDISTAMINEN JA VILJELYTEKNIikka

Edellä selostettujen koivun biologisten ominaisuuksien vuoksi koivun uudistaminen ei ole mikään ongelma: kun entinen puusto hakataan tai jopa harvennetaan, saadaan yleensä runsain määrin koivua, etenkin jos kivennäismaa paljastuu tai heikkoa kasvupaikkaa lannoitetaan. Jos siis koivulajilla ei ole väliä, koivikko saadaan epäilemättä aikaan helposti (Raulo ja Mälkönen 1976).

Jos halutaan saada aikaan nimenomaan rauduskoivikko (mahdollisesti käyttäen jalostettua materiaalia), kylvä on mahdollinen, hyvin luonnonmukainen ja tuloksekas menetelmä, ellei pintakasvillisuuden kilpailu ole kohtuuttoman voimakas (esim. Raulo ja Lähde 1976, 1981). Myös istutus onnistuu teknisesti hyvin ottamalla huomioon rauduksen vaatimukset Raulon (1978) esitykseensä kokoamalla tavalla. Mm. pintakasvillisuuden torjunta on tärkeää rehevillä kasvupaikoilla

huolimatta siitä, että käytetään suuria taimia (Leikola 1976 a).

Sitä vastoin istutus on ongelmallista poro-, hirvi-, jänis- ja myyrätuhojen takia (mm. Raulo ja Lähde 1977, Lähde ja Raulo 1977). Myös hyönteistuhosta on raportteja (mm. Juutinen ym. 1976, Annila 1979). Hyönteisten tekemistä kuorivioituksista saattavat saada alkunsa huomattavat sienituhot (Kurkela 1977). Juuri tuhojen takia rauduksen viljely on voimakkaasti vähentynyt parhaisiin vuosiin verrattuna. Joitakin torjuntakeinoja on olemassa mm. hirviä vastaan – pisimmälle menevänä muotona aitaus – mutta niiden käyttö lisää jo muutenkin korkeita koivunviljelyn kustannuksia. Onkin ilmeistä, että rauduskoivun istutus elpyy vasta sitten, kun hirvikantaa on alennettu olennaisesti niillä paikoilla, missä koivua aiotaan viljellä.

5. KOIVUVARAT, KOIVUN KÄYTTÖ JA SIITÄ JOHDETTU ARVO

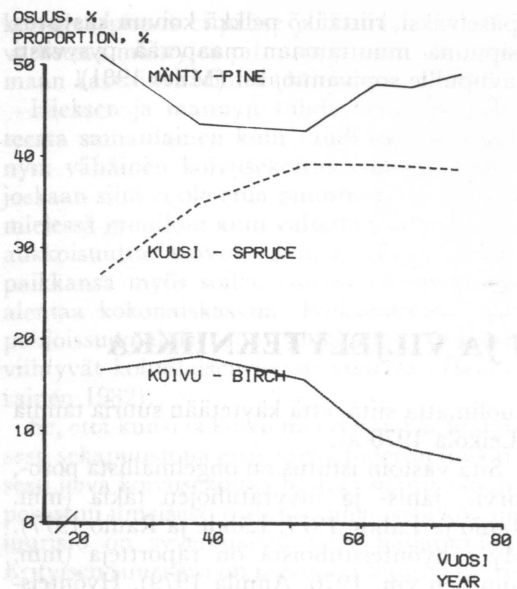
5.1 Koivuvarat ja niiden kehitys

Tässä luvussa esitettävät kuvat on piirretty Kuuselan (1972) julkaisussa esitettyjen numerotietojen perusteella täydennettynä Kuuselan (1978) luvuilla. Eräissä kuvissa on koivun sijasta tarkasteltu lehtipuuta. Kun haavan ja lepän osuus on yhteensä 3...4 % luokkaa, käytännössä "lehtipuu" on likimain sama kuin koivu.

Koivuvartaisten metsien osuus on kaskea-

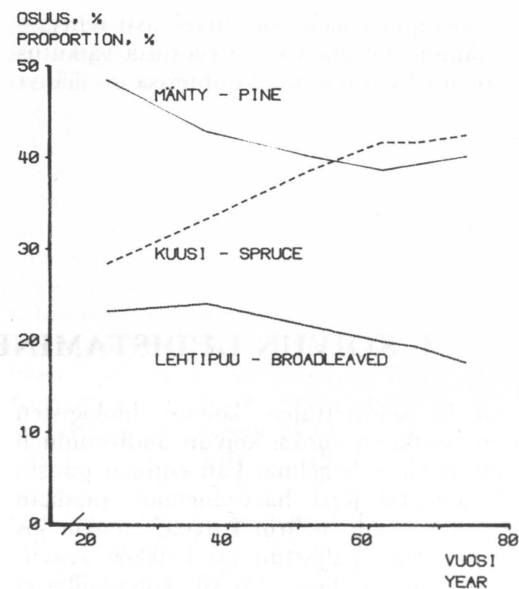
misen loppumisen seurauksena vähentynyt itsenäisyyden alkuajoista viime aikoihin saakka (kuva 1). Suhteellisesti vähemmän on alentunut lehtipuun osuus puuston runkotilavuudesta (kuva 2), mikä osoittaa koivun suuren merkityksen sekapuuna. Samaan suuntaan on vaikuttanut myös koivun järeytymisen: vastoin yleisesti esitettyä käsitystä koivun kokonaistilavuus koostuu nykyisin aiempaa enemmän järeästä puusta (kuva 3).

Jopa tukkipuukokoista (läpimitta rinnan-



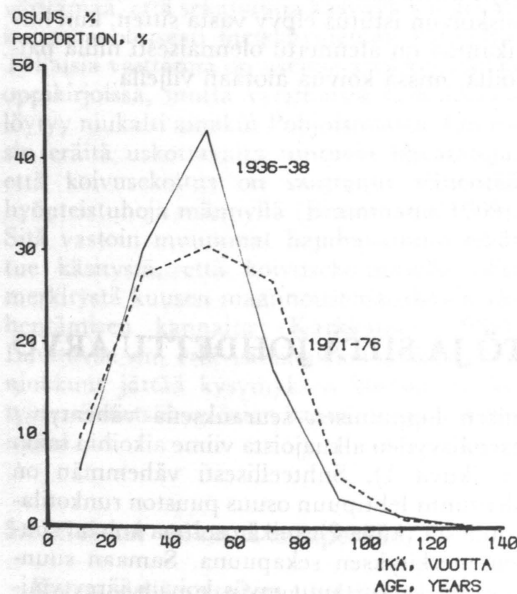
Kuva 1. Etelä-Suomen metsämaan jakautuminen pääpuulajin mukaan.

Fig. 1. Distribution of forest land by main tree species in southern Finland.



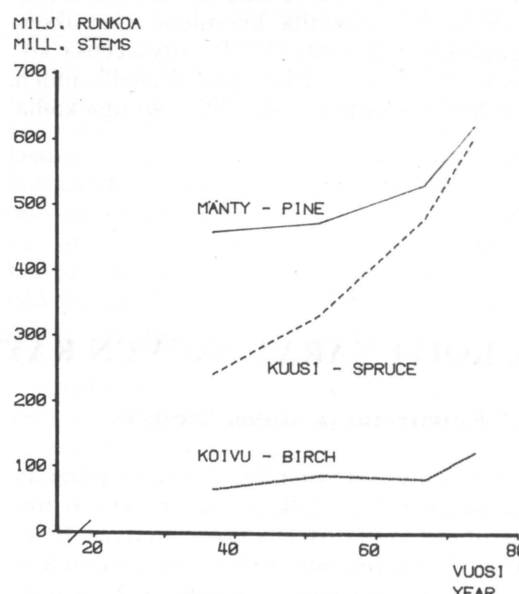
Kuva 2. Etelä-Suomen puuston tilavuuden jakautuminen puulajien mukaan.

Fig. 2. Distribution of stem volume by species in southern Finland.



Kuva 3. Eteläsuomalaisen koivun ikäjakauma 1936-1938 ja 1971-1976.

Fig. 3. Age frequency of birch in southern Finland in 1936-1938 and 1971-1976.



Kuva 4. Rinnantasalta yli 20 cm olevien puiden lukumäärä Etelä-Suomessa puulajeittain.

Fig. 4. The number of stems over 20 cm diameter breast height in southern Finland by species.

tasalta yli 20 cm) koivua on nykyään enemmän kuin koskaan aiemmin (kuva 4). Tämä viittaa siihen, että kroonisena pidetty vanerikoivupula saattaa heijastaa todellisen puuteen lisäksi myös sitä, että viime vuosikymmeninä muuttuneen puunkorjuukäytännön vuoksi on entistä vaikeampaa poimia yksittäisiä koivusekapuita metsiköstä, vaan huomattava osa vanerikoivukertymästä tulee kuusikojen avohakkuista. Vielä 1960-luvulla korjuutekniikka mahdollisti vanerikoivujen yksittäispoiminnan (esim. Saarinen 1970). - Numerotietoja puunkorjuukäytännön muuttumisen vaikutuksesta vanerikoivujen alkuperään ei ole kuitenkaan saatavissa.

Viimeisimmän kokonaisuudessaan julkaistun inventoinnin mukaan (Kuusela 1978) koivuvaltaisia metsiä on maan eteläpuolisessa 6,9 % ja koko maassa 6,5 %. Vastaavat osuudet runkopuuston tilavuudesta ovat 14,3 ja 14,7 %. Erityisen paljon koivua on yksityismetsissä erotukseksi valtion ja yhtiöiden metsistä. Tämä viittaa, paitsi kasvupaikkojen viljavuuseroihin, myös erilaiseen suhtautumiseen koivuun. Yleinen käsitys nimittäin on, että valtion ja yhtiöiden metsätaloutta johtavat metsäammattimiehet suhtautuvat koivun kasvatukseen kielteisemmin kuin yksityisten tilojen isännät.

Koivun runkopuun kuorellinen kasvu on Etelä-Suomessa 7,6 milj. m³ ja koko maassa 10,0 milj. m³. Vastaavat kaikkea lehtipuuta koskevat luvut olivat 8,5 ja 11,2 milj. m³. Koska tavoitteena on lehtipuiden osuuden pienentäminen, suunnitteen arvot ovat kasvua korkeammat. Niinpä on esitetty, että lehtipuusuunnite olisi Etelä-Suomessa 12,2 milj. m³ ja koko maassa 15,6 milj. m³ (Kuusela 1978).

Seuraavissa luvuissa tarkastellaan, mihin koivuvaroja on käytetty ja käytetään.

5.2 Vaneriteollisuus

Arvokkain koivun käyttömuoto on vaneriteollisuudessa. Viimeisen 10 vuoden aikana vaneriteollisuus on käyttänyt kotimaista koivua saannista ja tuotteiden menekistä riippuen 1,0...1,5 milj. m³ vuosittain. Viime aikoina kantohinta on ollut mäntytukin luokkaa tai ainakin enemmän kuin kuusitukin

hintaa eli suurempi kuin muilla puutavaralajeilla erikoislajeja lukuun ottamatta (Metsätalustollinen vuosikirja 1982). Normaalitytilanteessa erityisesti koivuvanerista johdettu hyvä puustamaksukyky on niin itsestään selvä asia, ettei sitä ole tässä yhteydessä tarpeen perustella laskennallisesti.

Pelkästään vanerikoivun käyttöä ja siitä johdettua kantohintaa ajatellen järeän koivun kasvattaminen vaikuttaa kiintoisalta vaihtoehdolta. Ongelmana on kuitenkin se, ettei vanerikoivulaatua saada hyvistäkin koivukoista teoreettista määrää. Nykyisin pienin sallittu latvaläpimitta on 19 cm, ja jo tämän järeysvaatimuksen takia vanerikoivun tuotos jää pienemmäksi kuin havupuulajeilla, joilla tukkien minimiläpimitta on yleensä 13...15 cm. Lisäksi koivulla on pahana ongelmana lahoisuus ja muut viat, jotka vähentävät vanerikoivun osuutta. Niinpä Mielikäinen (1980) totesi tutkimuksessaan, että hieskoivikon tukkipuuprosentti oli parhaimmillaan 40 ja rauduskoivikon 60, mutta männikön 80. Kun kyseessä olivat hyvälaatuiset metsiköt, keskimääräiset puulajien erot ovat vielä suuremmat. Näin ollen koivun arvoa kokonaisuutena ei todellakaan voi päätellä pelkästään vanerikoivusta tai edes järeydeltään vanerikoivuksi kelvollisen koivun osuudesta. Tätä johtopäätöstä tukevat myös Koiviston (1966, 1968) suppeaan aineistoon perustuvat vaneritukkipuukoisten puiden laatuarviot. Tulosten mukaan hieskellä oli raakitukkien osuus tilavuudesta eri alueilla 58...68 % ja rauduksella 37...50 %. Yleisin hylkäyksen aiheuttanut vika oli lenkous. Salon (1955) havainnot viittaavat puolestaan 30 % raakkitasoon. Havupuilla on vain harvinaisissa yksittäistapauksissa päästy yhtä korkeisiin arvoihin. - Nykyhetken tilanteesta ei ole tietoja. Vanerikoivun laatuvaatimukset ovat kuitenkin alentuneet niin paljon muutaman vuosikymmenen takaiseen tilanteeseen verrattuna, että raakitukkien osuus on oletettavasti paljon aiempaa pienempi.

Käytännössä vanerikoivun viat lisääntyvät tehtaalle päin, ilmeisesti enemmän kuin havupuilla. Merkitystä on mm. sydänhalkeamilla, joita ilmestyy varastoinnin, haudonnan ja jopa sorvauksen yhteydessä (Aro 1960, 1962). Nämä myöhäsyntyiset viat alentavat yhtä lailla luonnonvikojen kanssa teoreettista puustamaksukykyä.

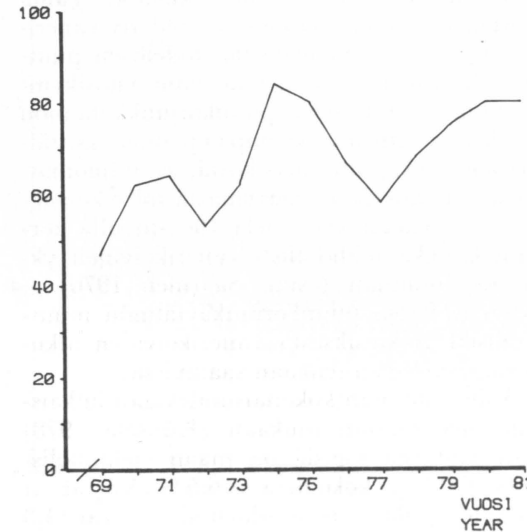
5.3 Selluteollisuus

Toinen huomattava koivun käyttäjä on kemiallinen metsäteollisuus. Itse asiassa koivuselluksi tehdyn koivun määrä on ollut jo kauan suurempi kuin vaneriksi jalostetun koivun määrä, viime vuosikymmeninä 2...4 milj. m³. Tästä käyttömuodosta kysynnän ja tarjonnan kohtaamisen kautta muodostunut kantohinta on ollut viime aikoina 70...80 % kuusikuitupuun kantohinnasta (kuva 5) ja hieman enemmän mäntykuitupuun kantohinnasta. Runkopuun tuotosta ajatellen ero suurenee hieman siksi, että viime aikoina havupuun minimiläpimittana on ollut 6 cm, mutta koivun 7 cm.

Koivusta tehdään selluteollisuudessa pääasiassa valkaistua sulfaattisellua, jota käytetään pääasiassa hienopaperin valmistukseen. Suurisaantoisen flutingin teko on jäänyt vähäiseksi, koska kilpailupaine tulee halvan jättepaperin puolelta (Levlin ja Palenius 1983). Näin ollen koivukuitupuun tulevaisuus ja tuotteista johdettu kantohinta riippuu paljon siitä, miten hienopaperilaatujen kilpailuasema kehittyy. Asiantuntijoiden käsitykset näyttävät menevän pahasti ristiin: toisaalta on korostettu kyseessä olevien paperilaatujen osuuden kasvua (Laitinen 1983), toisaalta on kiistetty koivun aseman paraneminen mm. lämpimien maiden lehtipuutuotannon edullisten kustannusten vuoksi (Pöyry-yhtiöt kiistää...1983, Levlin ja Palenius 1983). Lisäksi on ilmeistä, ettei koivusulfaattisellulla ole sellaisia ainutlaatuisia ominaisuuksia, jotka erottaisivat sen positiivisesti muista kaupallisista lehtipuuselluista: eräät ominaisuudet ovat paremmat kuin esim. eukalyptussellun, eräät huonommat (Levlin 1983). Näin ollen koivusellun hinta määräytyy kansainvälisen kaupan lehtipuusellujen hinnoista, joskin perinteisesti hinta on ollut hieman korkeampi kuin esim. eukalyptussellun. Sitä vastoin kotimaiset havupuusellut poikkeavat monessa suhteessa edulliseen suuntaan lukuisista maailmankaupan havupuusellulajeista. Etuna on mm. tasainen laatu vähäisestä puulajimäärästä johtuen sekä solujen ohutseinäisyys (Levlin 1983). Näin ollen kotimaisten havupuusellujen hinnan eriyttämiseen maailmankaupan hinnoista pitäisi olla mahdollisuuksia.

Vaikka asiantuntijat eivät olekaan yksimielisiä, yleinen käsitys näyttää olevan, että sa-

HINTASUHDE KOIVU/KUUSI, %
PRICE RATIO BIRCH/SPRUCE



Kuva 5. Koivukuitupuun kantohinta prosentteina kuusen kantohinnasta.

Fig. 5. The stumpage price of birch pulpwood in per cent of that of spruce pulpwood.

nomalehtipaperin kysyntä kasvaa heikommin kuin sellaisten paperilaatujen, joihin sekoitetaan myös koivusellua, mm. paino- ja kirjoituspaperit (mm. Walldén 1980). Tästä seuraa, että ainakin jokin määrä koivusellua käy kaupaksi kotimaisen paperituotannon kautta. Lehtipuusellun muut markkinanäkymät ovat vaikeammin arvioitavissa. Esimerkiksi vuosina 1980...1982 lehtipuusta tehdyn valkaistun tai puolivalkaistun sulfaattisellun vientihinta oli seuraavan jaotelman mukainen.

Vuosi	Lehtipuusellun hinta % havupuusellun hinnasta
1980	94,9
1981	93,7
1982	87,9
<small>(Laskettu teoksista SVT IA, osa 1, julkaisut 100, 101 ja 102)</small>	
1983 I	87,8
II	90,9
III	93,2
IV	93,2
<small>(Ervasti 1983)</small>	

Luvut viittaavat siihen, että hyvän kysynnän vallitessa lehtipuusulfaattisella hinnoittelallaan korkealle (vuosi 1980), mutta heikon kysynnän vallitessa mahdollinen vientihinta on 15...20 % alhaisempi kuin havupuusellulla. Pidemmän ajan tilastojen (esim. Viilo 1983) mukaan on syytä olettaa havu- ja lehtipuusellun eron säilyvän myös tulevaisuudessa.

Jotta havupuiden ja koivun puustamaksukyvyistä saataisiin parempi kuva, seuraavassa esitetään karkeahko laskelma siihen vaikuttavista tekijöistä. Näitä ovat erityisesti puun tiheys, kuoripitoisuus, kuorinta- ja muut puunkäsittelykustannukset, sellusaanto, kemikaalien kulutus ja energiatase.

Mikäli kyseessä on pelkkä kuitupuun ilman sahanhaketta, vertailulaskelmissa voidaan käyttää seuraavia eri puulajien kuiva-tuoretiheyksiä (Hakkila 1966).

Puutavaralaji	Kuiva-tuoretiheys, kg/m ³
Mäntykuitupuun	415
Kuusikuitupuun	380
Koivukuitupuun	495

Kuten jaotelmasta havaitaan, tilavuusyksiköstä koivua saadaan havupuita enemmän kuivaa massaa. Sahanhake lisää luonnollisesti havupuiden tiheyttä, joskin se pysyy kaikissa tapauksissa koivua selvästi alhaisemmalla tasolla.

Jossakin määrin havupuiden edullisuutta parantaa kuoren alhaisempi osuus. Eri puu- ja puutavaralajeille voidaan käyttää seuraavia kuoren osuuksia (Heiskanen ja Rikonen 1976, Saikku ja Rikonen 1976, Kellomäki ja Salmi 1979).

Puutavaralaji	Alue	Mänty Kuoren osuus, % tilavuudesta	Kuusi	Koivu
Kuitupuun	E-S	12	12	13
	P-S	12	15	16
Tukit	E-S	12	10	11,5
	P-S	12	13	..

(E-S = Etelä-Suomi, P-S = Pohjois-Suomi)

Muiden tuotantokustannuksiin vaikuttavien tekijöiden analysointi edellyttää rajoittumista suunnitteen samanlaisiin jalostusprosesseihin, joiden vatimukset mm. kuorinnan tarkkuuden suhteen ovat samanlaiset. Helppimmin ovat verrattavissa täysvalkaistut mänty- ja koivusulfaattisellut.

Rumpukuorinnan muuttuvat kustannukset ovat koivulla likimain kaksinkertaiset mänttyyn verrattuna, koska riittävän alhaisen kuoripitoisuuden saavuttamiseksi viipymä rummussa joudutaan nostamaan noin kaksinkertaiseksi (Niiränen 1982). Huomattava kustannustekijä on energia. Tuuhan (1968, s. 14) ja Niiräsen (1982) esittämistä luvuista voidaan arvioida energian kulutukseksi männyllä 3 kWh/m³ ja koivulla 6 kWh/m³. Vastavasti myös kuorinnan pääomakustannukset ovat koivulla kaksinkertaiset mänttyyn verrattuna, koska koivua varten tarvitaan noin kaksinkertainen rumpujen tilavuus mänttyyn verrattuna.

Käytännössä rumpujen kapasiteetti on muodostunut niin usein minimitekijäksi, että koivun ja männyn kuorintakustannuserona voidaan käyttää eroa, joka syntyy käytettäessä tavanomaista reikäroottorikuorimakonetta, koska puuttuva rumpukapasiteetti korvataan yleensä siirrettävillä kuorimakoneilla. Vuoden 1983 hintatason mukaan hyvillä varastopaikoilla kustannusero oli 3,36 mk/m³, kun molempien puutavaralajien pituus on 3 m, ja 5,22 mk/m³, kun mänty on 3 m ja koivu 2 m (Konekuorinnan maksut 1982).

Haketuksen tarvitsema energia on koivulla 3,5 kWh/m³ ja männyllä 2,4 kWh/m³ (Niiränen 1983). Luvut ovat suurehkoja muihin julkaistuihin tietoihin verrattuna (esim. Heikka ja Piirainen 1981) ja saattavat sisältää näin ollen myös hakkeen seulontaa, siirtoa ym. Absoluuttisesti katsoen energiakustannus on kuitenkin niin vähäinen (alle 1 mk/m³), että kaikki sähkönkulutus oletetaan samaksi puulajista riippumatta.

Valkaistua sulfaattisellua tehtäessä kuorentonta puuta tarvitaan männyllä n. 5,5 m³ ja koivulla 4,0 m³ sellutonna kohti, kun myyntisellun kuiva-ainepitoisuus on 90 % (Sulfaatitikeitto 1979). Aiemmin mainittuja kuiva-tuoretiheyksiä käyttäen voidaan laskea, että vastaavasti jäteliemeen ja valkaisun pesuvesiin joutuu männyllä 60,6 % kuiva-aineesta ja koivulla 54,5 %. Nämä luvut ovat suuria laboratorioikeittoihin verrattuna, mutta liene-

vät käytännössä realistisia, kun otetaan huomioon mm. aika ajoin sattuvat prosessihäiriöt, joiden vuoksi saanto alenee (ylikeitto ym.). – Nämä luvut ovat sopusoinnussa Sebaksen (1983) tietojen kanssa, joiden mukaan jäteleimen tulee kuiva-ainetta sellutonna kohti 1,3 . . . 1,7 t.

Vaikka osa jäteleimen kuiva-aineesta joutuu jätevesien käsittelyyn (esim. Gullichsen 1983, s. 9), sen arvo energiana voidaan ottaa huomioon jäteleimen energiasisällössä, koska jätevesien käsittelyn selkeytsalaiden kautta saatava aines voidaan polttaa esim. kuorijätteen polton yhteydessä.

Keitto- ja valkaisukemikaalien kulutus ei ole samanlainen männyllä ja koivulla. Erityisen merkittäviä ovat erot valkaisukemikaalien kulutuksessa. Jorosen (1983) tietojen perusteella voidaan arvioida, että klooria kuluu männyllä sellutonna kohti 63 kg ja koivulla 41 kg. Klooridioksidiä kuluu vastaavasti männyllä 40 kg ja koivulla 25 kg. Natriumhydroksidin menekki on puolestaan männyllä 43 kg ja koivulla 25 kg.

Varsinaisilla keiton kemikaalihäviöillä ei ole juuri vaikutusta puulajien eroon, koska sellutonna kohti kuluu natriumsulfaattia 15 . . . 20 kg, rikkiä 5 . . . 10 kg ja kalsiumia 5 . . . 10 kg (Sebbas 1983). Lisäksi käytetään pieniä määriä limanestoaineita, ehkä myös antrokinonia ym. Lukujen pienuuden takia oletetaan käyttömäärät yhtä suuriksi eri puulajeilla sellutonna kohti. Todellisuudessa kemikaaleja tarvitaan koivulla hieman vähemmän kuin männyllä talkkia tai muuta pihkan sidonta-ainetta lukuun ottamatta.

Myös energia on huomattava kustannustekijä. Jäljempänä oletetaan, että energiaa tarvitaan höyryn muodossa sellutonna kohti kummallakin puulajilla 19 GJ ja sähköenergiaa 700 kWh. Todellisuudessa puulajien välillä on pieniä eroja – esim. kuidutusenergia on koivulla pienempi kuin männyllä (Joronen 1983) – mutta näillä ei ole kokonaisuuden kannalta merkitystä.

Muita kustannustekijöitä ei tarkastella erikseen, vaan ne otetaan huomioon kiinteiden kustannusten mukana. Niiden laskenta-periaate on taas seuraava. – Koivu- ja mäntyhakkeen tiiviyssaste keittimessä on oletettavasti sama, koska lastujen muoto ei poikkea toisistaan. Näin ollen koivua keitettäessä tehdään kapasiteetti sellumääränä mitaten on suurempi kuin mäntyä keitettäessä. Ero joh-

tuu osaksi koivun suuremmasta puuaineen tiheydestä, osaksi sen suuremmasta saannosta.

Koska keitintä seuraavat tehdaslaitteet mitoitetaan yleensä siten, että kummankin puulajin keitto on mahdollinen, kiinteät ja muut niihin liitetyt kustannukset voidaan jakaa puulajien mahdollistaman kapasiteetin suhteessa. Tämä laskentatapa on oikea edellyttäen, että nimenomaan keitin (eikä esim. pesu, valkaisu jne.) on tuotannon määrää rajoittava tekijä. Näin on yleensä asian laita, koska keittäminen on sellutehtaan kalleimpia osastoja.

Kuten aiemmin mainittiin, sellutonna kohti laskettu kuoretoman puun kulutus on koivulla 4 m³ ja männyllä 5,5 m³. Vastaavasti tehdaskapasiteetit suhtautuvat kuten 1:4/1:5,5 eli 1375:1000. Jos oletetaan, että kiinteät ym. kustannukset ovat männyllä noin 20 % sellun myyntihinnasta (Halonen 1983) eli vuoden 1983 hintatasolla noin 550 mk sellutonna kohti, kuoretoman puun tilavuutta kohti laskien se merkitsee 100 mk/m³. Vastaava koivun kiinteä kustannus on tällöin osuus 1000:1375 eli 72,73 mk/m³. Käytännössä puulajien ero on vielä suurempi, koska koivun keitto on nopeampaa kuin männyn keitto mm. alhaisemmasta lämpötilasta johtuen.

Kun lähdetään edellä esitetyistä perusteista sekä lisätään joitakin vähemmän perusteluita vaativia lähtökohtia, saadaan seuraava laskelma koivun ja männyn puustamaksukyvyistä tehtäessä valkaistua sulfaattisellua Etelä-Suomen olosuhteissa kustannustason ollessa vuodelta 1983. Kemikaalien hinnat on saatu Gullichsenilta (1983). Kuoren kuiva-ainepitoisuus 45 % perustuu märkärumpukuorintaan tai kohtalaiseen uittopuun osuuteen (esim. Pellikka ja Saviharju 1983, s. 1522). Mäntyöljy oletetaan poltettavaksi jäteleimen yhteydessä.

A. TUOTTOLASKELMA 1 m³ KUORELLISTA PUUTA KOHTI

	Mänty	Koivu	Huom.
Kuorellinen tilavuus, m ³ (V)	1,000	1,000	
Kuorioprosentti	12	13	
Kuoren tilavuus, m ³ /m ³ (V)	0,120	0,130	1
Kuoren kuiva-tuoretiheys, kg/m ³	300	515	2
Kuoren kuiva massa, kg/m ³ (V)	36,00	66,95	
Kuoren lämpöarvo, MJ/kg	16,7	19,4	3
Kuorienergian hinta, mk/GJ	25	25	
Kuoren energia-arvo, mk/m ³ (V)	15,03	32,47	XXXXX
Puuaineen tilavuus, m ³ /m ³ (V)	0,880	0,870	
Puuaineen kuiva-tuoretiheys, kg/m ³	415	495	4
Puuaineen kuiva massa, kg/m ³ (V)	365,2	430,65	
Saanto kuiva-aineeltaan			
90 % massaa, %	43,8	50,5	5
Sellua (90 % ka), kg/m ³ (V)	160,0	217,5	
Sellun hinta, mk/t	2640	2460	6
Sellun arvo, mk/m ³ (V)	422,40	535,05	XXXXX
Jäteleimen kuiva massa, kg/m ³ (V)	221,3	234,7	7
Jäteleimen energia-arvo, mk/m ³	44,26	46,94	XXXXX 8
Tuotot yhteensä, mk/m ³ (V)	481,69	614,46	

(Merkitty edellä XXXXX)

B. VASTAAVA KUSTANNUSLASKELMA

Kuorinta, mk/m ³ (V)	14,04	19,26	9
Kloori, mk/m ³ (V)	10,08	8,92	10
Klooridioksidi, mk/m ³ (V)	13,12	11,15	11
Natriumhydroksidi, mk/m ³ (V)	6,88	5,44	12
Muut kemikaalit, mk/m ³ (V)	9,60	13,05	13
Höyry, mk/m ³ (V)	76,00	103,31	14
Sähkö, mk/m ³ (V)	20,16	27,40	15
Kiinteät kustannukset, mk/m ³ (V)	100,00	72,73	
Kustannukset yhteensä, mk/m ³ (V)	249,88	261,26	
Tuotot – kustannukset, mk/m ³ (V)	231,81	353,20	

Edellä oleviin kustannuslukuun on lisätävä vielä erilaisia yleis- ja pääomakustannuksia. Jos ne lasketaan markkamääräisesti samansuuruisiksi raaka-aineen tilavuutta kohti, koivu- ja mäntysulfaattisellun mahdollistama puustamaksukyky ei muutu. Näin ollen voidaan olettaa, että likimääräisesti koivusellun mahdollistama puustamaksukyky tehtaalla on yli 120 mk suurempi kuin mäntysellun mahdollistama, ts. koivukuitupuu saa maksaa tehtaalla 120 mk/m³ enemmän kuin mäntykuitupuu samansuuruisen katteeseen pyrittäessä. Jos em. yleis- ja pääomakustannukset taas lasketaan tehtaan kapasiteetin mukaan, koivun ja männyn ero lisääntyy entisestään.

Huomautukset:

1. Saikku ja Rikonen 1976
2. Kärkkäinen 1976 a, b
3. Kuiva-ainepitoisuus 45 %. Lämpöarvot Ijäs 1983
4. Hakkila 1966
5. Perustuu puunkulutuslukuun 5,5 ja 4,0 m³/t massaa
6. Vastaavat dollarimääräisiä hintoja 440 ja 410/t massaa
7. Perustuvat em. puuaineen tiheyksiin ja saantoihin
8. Perustuu hintatasoon 200 mk/t kuiva-ainetta
9. Konekuorinnan maksut 1982. Koivukuitupuun pituus on 2 m ja mäntykuitupuun 3 m.
10. Kulutus sellutonna kohti 63 kg (mänty) ja 41 kg (koivu). Hinta 1 000 mk/t
11. Kulutus sellutonna kohti 40 kg (mänty) ja 25 kg (koivu). Hinta 2 050 mk/t
12. Kulutus sellutonna kohti 43 kg (mänty) ja 25 kg (koivu). Hinta 1 000 mk/t
13. Kulutus sellutonna kohti 40 kg kummallakin puulajilla. Hinta 1 500 mk/t
14. Kulutus sellutonna kohti 19 GJ kummallakin puulajilla. Hinta 25 mk/GJ (Gullichsen 1983)
15. Kulutus sellutonna kohti 700 kWh kummallakin puulajilla. Hinta 180 mk/MWh (Gullichsen 1983)

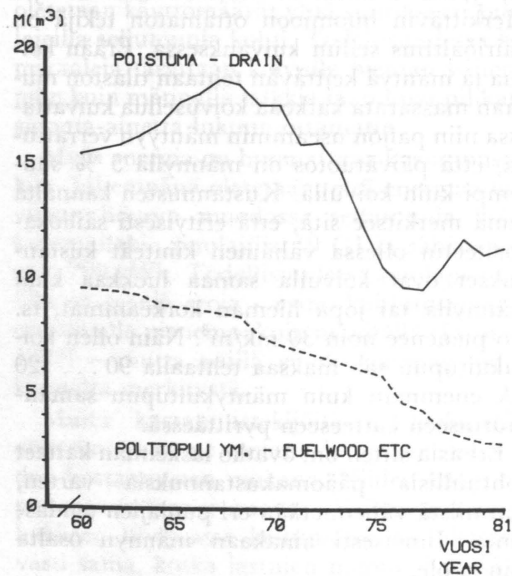
Ero on yllättävän suuri yleiseen käsitykseen verrattuna. On hyvin mahdollista, että yllä olevassa laskelmassa on suuriakin virheitä, jotka muuttavat absoluuttisia arvoja. Merkittävin huomioon ottamaton tekijä on häiriöalttius sellun kuivauksessa. Erään koivua ja mäntyä keittävän tehtaan tilaston mukaan massarata katkeaa koivusellun kuivattaessa niin paljon useammin mäntyyä verrattuna, että päivätuotos on männyllä 5 % suurempi kuin koivulla. Kustannusten kannalta tämä merkitsee sitä, että erityisesti säiliökapasiteetin ollessa vähäinen kiinteät kustannukset ovat koivulla samaa luokkaa kuin männyllä tai jopa hieman korkeammat, ts. ero pienenee noin 30 mk/m³. Näin ollen koivukuitupuu saa maksaa tehtaalla 90 . . . 120 mk enemmän kuin mäntykuitupuu samansuuruisen katteeseen pyrittäessä.

Eri asia sitten on, ovatko laskelman katteet kohtuullisia pääomakustannuksia varten, kun niistä vähennetään eri puulajien tehdashinta. Ilmeisesti ainakaan männyn osalta niin ei ole.

Myöhemmin tarkastellaan korjuukustannuksia (luku 6.3), joiden perusteella voidaan laskea puustamaksukyky kantohinnan tasol-

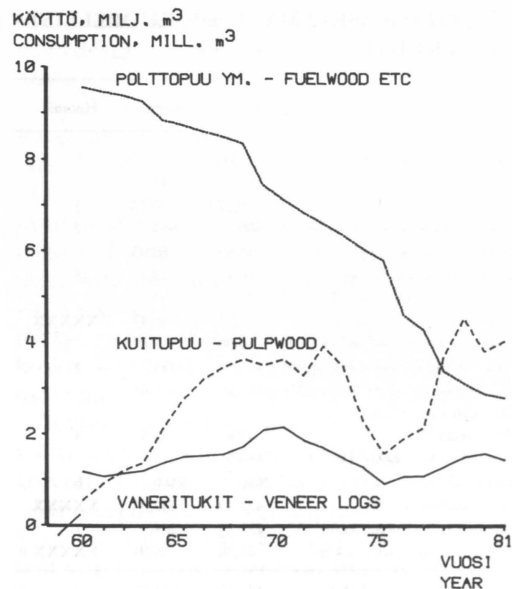
la. Mainittakoon jo tässä yhteydessä, että koivun korjuukustannukset ovat havupuulajeja suuremmat, ja näin ollen ero pienenee. Ilmeistä kuitenkin on, että pelkästään puustamaksukykyä ajatellen koivukuitupuusta voitaisiin maksaa kantohintana mäntykuitupuuta enemmän.

Luultavaa kuitenkin on, ettei koivun kantohinnan nousua havupuiden tasolle voi tapahtua. Tämä ei niinkään johdu lehtipuuselun hinnasta sinänsä, kuten edellä esitetyt luvut viittaavat, vaan kysynnän ja tarjonnan kohtaamisesta. Yksi syy on perinne: on totuttu siihen, että koivun kantohinta on alhaisempi kuin havupuiden. Tämä on osin seurausta metsäteollisuuden määrätietoisesta hintapolitiikasta aikana, jolloin koivua alettiin käyttää massan valmistukseen: koivua ostettiin aluksi polttopuiksi ja vakiinnutettiin sille halon tasoa oleva hinta (Kuusela 1969). Toisaalta syyt ovat kansantalouden ulkopuolisia: maailmankaupassa on runsaasti tarjolla lyhytkuituista halpaa massaa (eukalyptus, gmelina ym.), joka voi tarvittaessa korvata koivumassan. Edelleen kotimainen raaka-putu tarjontatilanne on sellainen, että koivua tulee markkinoille usein enemmän kuin sitä pystytään käyttämään. Lisäksi naapurimais-



Kuva 6. Koivun poistuma ja kaiken polttopuun käyttö vuosina 1960-1981.

Fig. 6. Drain of birch and use of all fuelwood in 1960-1981.



Kuva 7. Koivun käyttö eri tarkoituksiin vuosina 1960-1981. Polttopuu sisältää myös muita puulajeja kuin koivua.

Fig. 7. Use of birch for various purposes in 1960-1981. The item fuelwood includes other species in addition to birch.

ta on runsaasti tarjolla koivuraakapuuta ostettavaksi. Näin ollen kotimainen kantohinta jäänee myös tulevaisuudessa havupuiden kantohintaa olennaisesti alhaisemmaksi.

Käytännössä selluteollisuuden puustamaksukykyä koivusta heikentää se, että tuotantomäärien vaihteluista ja puunkorjuun järjestelyistä johtuen puutavaraa joudutaan aina varastoimaan. Varastoinnin vuoksi koivun kilpailuasema havupuihin nähden heikkenee, koska kuorellinen koivukuitupuuta lahoaa havupuihin ja jopa haapaan verrattuna poikkeuksellisen nopeasti (Björkman 1953, Tuovinen 1955, Henningsson 1967 a, b, 1970, Tamminen 1979, Pekkala ja Uusvaara 1980). Jo parissa vuodessa koivu lahoaa niin paljon, että suuremmasta tiheydestä johtuva etu menetetään suureksi osaksi. Lisäksi tuotteen lujuusominaisuudet heikkenevät (Wilhelmsen 1968, Lönnberg 1982). Kun eri puutavaralajien keskimääräiset varastointiajat eivät ole tiedossa, tarkemman laskelman teko ei ole mahdollista. Viitteitä kuitenkin on, että koivua joudutaan varastoimaan havupuita kauemmin, mikä heikentää koivun asemaa havupuihin verrattuna.

Metsätalouden järjestelyopin kannalta Suomen tilanne näyttää sellaiselta, että pienikokoisen koivun käyttöä energian tuotantoon on syytä lisätä metsien koivuvarojen liiallisen suurenemisen estämiseksi. Viime aikoina koivun poistuman trendi on kuitenkin ollut laskeva, ilmeisesti polttopuunkäytön supistumisesta johtuen (kuva 6). Toisaalta edellä esitetty laskelma viittaa siihen, että Suomen puustossa on edelleen syytä säilyttää huomattavat koivuvarat, koska koivuselun mahdollistama puustamaksukyky on korkea. Kun aiemmin todetun mukaisesti nimenomaan lehtipuuselua sisältävien paperilaatujen kysyntä on kasvanut nopeammin kuin tyypillisten havukuituihin perustuvien laatujen, on perusteltua varovaisuussyistä varautua koivukuitupuun entisestään parantuvaan kysyntään.

5.4. Energiakäyttö

Kolmas koivun tärkeä käyttömuoto on energian tuotanto. Vielä nykyisin halko on verrattomasti tärkeämpi kuin hake, jonka osuus on kuitenkin koko ajan lisääntynyt. Sitä vastoin kokonaiskäyttö on jatkuvasti laskenut viime vuosikymmeninä. Nykyisin koivua käytetään kiinteistöjen energian tuotta-

miseen ja muihin vähäisempiin tarkoituksiin alle 3 milj. m³ vuosittain. Vuonna 1978 teollinen koivun käyttö ylitti polttopuukäytön ja on nykyisin sitä olennaisesti suurempi (Metsätalostollinen vuosikirja 1982).

Hakkeesta lienee tulevaisuudessa yhä suurempi osa kokopuuhaketta. Koska koivun lehdet, kuori ja pienet oksat sisältävät kivennäisaineita olennaisesti enemmän kuin runkopuu (esim. Mälkönen 1977, Mälkönen ja Saarsalmi 1982, Hakkila ja Kalaja 1983), kokopuukorjuu rasittaa maan ravinteisuutta enemmän kuin runkopuun käyttöön perustuvat korjuumenetelmät. Lisäksi on huomattava, että koivun mukana poistuu enemmän ravinteita tilavuusyksikköä kohti kuin havupuiden korjuussa (Hakkila ja Kalaja 1983). Tämän vuoksi pitkäaikaisessa koivun kokopuukorjuuseen perustuvassa energiakäytössä olisi hyvä huolehtia tuhkan palauttamisesta kasvupaikalle tai vastaavasta lannoituksesta. Käytännön tasolla maaperän köyhtymiskysymys on kuitenkin avoin: ainakaan toistaiseksi ei ole esimerkkejä, jotka osoittaisivat kasvupaikan puuntuotantokyvyn alentuneen kokopuukorjuun seurauksena.

Kuvassa 7 on esitetty edellä tarkasteltujen koivun pääkäyttömuotojen kehitys. Polttopuukäytössä on mukana myös muuta kuin koivupuuta.

6. KOIVUN KASVATUKSEN TALOUS

6.1 Koivu paljaan maan metsityksessä

Koivun kasvatuksen taloudellisuus muihin vaihtoehtoihin puulajeihin verrattuna on vaikea kysymys, johon ei ole toistaiseksi olemassa yksiselitteistä vastausta. Osittain kyseessä on tiedon puute - kuten keskustelu viljellyn rauduskoivun kasvusta havupuihin verrattuna osoittaa (mm. Raulo 1981, Kuusela 1982, Raulo 1982) - osittain taas kyseessä ovat arvostuskysymykset. Aikaperspektiivissä arvostus näkyy mm. korkokannan valinnassa: mikä merkitys tulisi antaa sille, että koivun kasvatuksessa harvennushakkuutuloja saadaan aiemmin kuin havupuiden kasvatukses-

sa? Ja mikä merkitys tulisi antaa sille, ettei vesametsätaloudessa ole uudistuskuluja juuri lainkaan kylvöön tai istutukseen verrattuna?

Koivun kasvatuksen mahdollistama harvennushakkuutulojen aikaisuus on epäilemättä etu tarkasteltaessa yksittäistä metsikköä ja sitä koskevaa päätäntää. Tällöin mm. laskentakorkokanta vaikuttaa huomattavasti lopputulokseen. Toisaalta jos ajatellaan tsaisten ikäluokkajakauman omaavaa normaalimetsää, hakkuutulojen aikaisuudella ei ole merkitystä: vuosittain hakataan puumäärä, joka vastaa puuston keskimääräistä kasvua kiertoajan kuluessa. Vastaavasti puulajeittaisessa tuotosvertailussa valitaan se puulaji,

jonka hinnalla kerrottu keskikasvu on korkein, riippumatta siitä, missä iässä hakkuita tehdään ja mikä on kiertoaika.

Normaalimetssä syntyy uudistamiskustannuksia vuosittain sitä enemmän, mitä lyhyempi on kiertoaika. Toisin sanoen uudistamiskustannuksia ajatellen pitkän kiertoajan kasvatusvaihtoehdot menevät lyhyiden edelle.

Voidaan olettaa, että kansantaloudessa pyritään tasaiseen ikäluokkajakaumaan. Vastaavasti voidaan olettaa, että muita tekijöitä huomioimatta havupuut on asetettava koivun edelle, koska niiden keskimääräinen vuotuinen tuotos kiertoajan kuluessa on suurempi kuin koivun, ja lisäksi uudistamiskustannukset toistuvat harvemmin pitemmästä kiertoajasta johtuen.

Yksityistalouden kannalta ja erityisesti tarkasteltaessa ongelmaa metsiköittäin tilanne saattaa olla toinen. Mitään yleisesti pätevää analyysia ei ole kuitenkaan toistaiseksi olemassa.

Joitakin tutkimuksia on kuitenkin tehty. Fries (1964) totesi, että paljaan maan metsityksessä kuusi on taloudellisesti edullisempi vaihtoehto, vaikka kantohinnat olisivat samansuuruiset. Keltikangas ja Tiirilä (1968) vertasivat koivun ja kuusen istutuksen keskinäistä edullisuusjärjestystä OMT-mailla ja totesivat, ettei mitään yksiselitteistä vastausta voida antaa. Pääsyyinä oli lähtötietojen puutteellisuus ja epävarmuus. Lisäksi tilanne on nykyisin toinen: koivukuitupuun hinta on suhteellisesti kohonnut 1960-luvun tilanteeseen verrattuna, mutta toisaalta koivun viljelyn kustannukset (epäonnistumisen riski huomioon ottaen) ovat nousseet. Toisaalta koivun suhteellista edullisuutta on parantanut kuusitukin ja kuusikuitupuun hinnaneron pienenemisodotus. Uusimmat tutkimukset (Oikarinen 1983, s. 22) viittaavat siihen, että koivu jää edelleen havupuita heikommaksi. Näin ollen ainakaan toistaiseksi ei ole erityistä syytä luopua kuusivaihtoehdosta, ellei kyseessä ole metsikkö, jota vaivaa maannousema. Tällöin rauduskoivu saattaa olla kuusta edullisempi vaihtoehto huolimatta siitä, että myös koivua vaivaa maannousema ainakin paikka paikoin (Laine 1976). Toinen vastaava tilanne saattaa olla hallanaroilla, mutta rehevillä kasvupaikoilla, joilla kuusen viljely ilman verhopuustoa on ilmeisen riskialtista tai jopa mahdotonta.

6.2 Olemassa olevan koivikon kasvatuksen jatkaminen

Edellisestä poikkeava tilanne, jolloin vajaa tuottoiseksi luokiteltu hieskoivikko on jo olemassa, mutta tulee päättää, onko edullisempaa hakata koivikko maahan ja perustaa havupuumetsikkö, vai kasvattaa koivikko kuitupuuksi huolimatta havupuiden absoluuttisesti suuremmasta rahallisesta tuotosta. – Tätä kysymystä ei ole tiettävästi tutkittu kivennäismaiden osalta muualla kuin Friesin (1964) tutkimuksessa. Tulosten mukaan olemassa oleva koivikko yleensä kannattaa kasvatkaa käyttöpuumittoihin ennen uudistamista havupuulle. Soiden puustosta on myös kotimaisia tuloksia. Saramäen (1977) Pohjanmaata ja Kainuuta koskevien tulosten mukaan havupuun viljelyyn on syytä ryhtyä paljaan maan metsityksessä (jolloin hieskoivikkoa ei siis vielä ole), ruoho- ja mustikkaturvekankailla, kun hies on alle 10 vuoden ikäistä, puolukaturvekankailla ja vastaavilla kivennäismailla, kun hieksen ikä on alle 15 vuotta, sekä aina edellä mainittua karummilla kasvupaikoilla. Vastaavasti hieksen kasvatus kuitupuuksi on perusteltua, jos ruoho- ja mustikkaturvekankaiden hies on yli 15-vuotiaista, puolukaturvekankaiden ja vastaavien kivennäismaiden hies yli 20-vuotiaista tai jos koivukossa on hehtaaria kohti yli 500 havupuun tainta muodostamassa seuraavan sukupolven metsää. – Kaiken kaikkiaan Saramäen (1977) johtopäätös oli, että uusien hieskoivikoiden syntyä on pyrittävä estämään, mutta jos sellainen on jo olemassa, kasvatettakoon se kuitupuuksi, mikäli pituus on enemmän kuin 5 m.

Vastaaviin päätelmiin tulivat myös Keltikangas ja Seppälä (1977) Pohjanmaalta kerätyn aineiston perusteella: jos hieskoivikko on jo olemassa ja erityisesti jos se lähentelee kuitupuukokoa, sen kasvatus pätehtäköön asti on edullisempaa kuin raivaus ja viljely männulle. Tätä tulosta korosti havainto, että hieksen kasvu oli ojitetuilla soilla samaa suuruusluokkaa kuin männyn, siis selvästi kivennäismaiden tilanteesta poiketen.

6.3 Koivun puunkorjuun talous

Jos kantohinta ajatellaan jäännöseräksi, joka johdetaan tehtaan tai muun puuraaka-aineen käyttöpaikan puunmaksukyvyvystä vähentämällä sen mukaisesta yksikköhinnasta puunkorjuu- ja kaukokuljetuskustannukset, joudutaan ottamaan kantaa puu- ja puutavaralajien mahdollisiin eroihin. Puunkorjuu- ja kaukokuljetuskustannusten analysointi on tarpeen myös silloin, jos lähdetään puun tuotantokustannuksista ja johdetaan sitä kautta tehdashinta.

Seuraavassa tarkastellaan tilannetta vuoden 1983 lopun hintatason perusteella. Kantohinnat olivat tällöin Keski-Suomessa havukuitupuulle 75...78 mk/m³ ja koivukuitupuulle 51...54 mk/m³ voimassa olevan hintasuositussopimuksen mukaan. Perusleimikon teoreettiset korjuukustannukset olivat taas mänty- ja koivukuitupuulla 67 mk/m³ ja kuusikuitupuulla 76 mk/m³.

Mikäli kyse on ihmistyövaltaisesta hakkuusta, jolloin kuitupuuta tehdään kourakasihin ajouran varteen ja tukit levälleen, puulaji vaikuttaa voimassaolevan työehtosopimuksen mukaan ainoastaan karsinnasta maksettavaan korvaukseen. Joissakin erikoistapauksissa puulaji tosin saattaa vaikuttaa myös muutoin (mm. erilliskaato), mutta niillä ei ole yleisempää merkitystä. Tämän vuoksi pelkkä karsintakustannuserojen tarkastelu on riittävää puulajien vertailussa.

Eteläsuomalaista mäntyä, kuusta ja koivua verrattaessa voidaan olettaa, että männyllä ja koivulla keskimääräinen oksaisuusluokka on 2 ja kuusella 3 (esim. Simonen 1983, s. 437). Tällöin karsinta maksaa rungon koosta riippuen vuoden 1983 lopun kustannustasolla männyllä 3,47...13,06 mk/m³, kuusella 5,36...22,60 mk/m³ ja koivulla 3,86...14,44 mk/m³, kun puiden pituusluokka on 2 (Metsä- ja uittoalan...1983).

Kuvasta 8 havaitaan, että kuusen hakkuu maksaa puun järeydestä riippuen 1,50...8,16 mk enemmän kuin koivun hakkuu, pääasiallisia korkeammasta oksaisuusluokasta johtuen. Mänty ja koivu ovat sitä vastoin likimain samalla tasolla: aivan pienillä ja toisaalta hyvin suurilla puilla männyn hakkuu on halvempaa, muulloin koivun. Puulajien erot ovat kuitenkin pienet, -1,72...+1,38 mk/m³ (kuva 8).

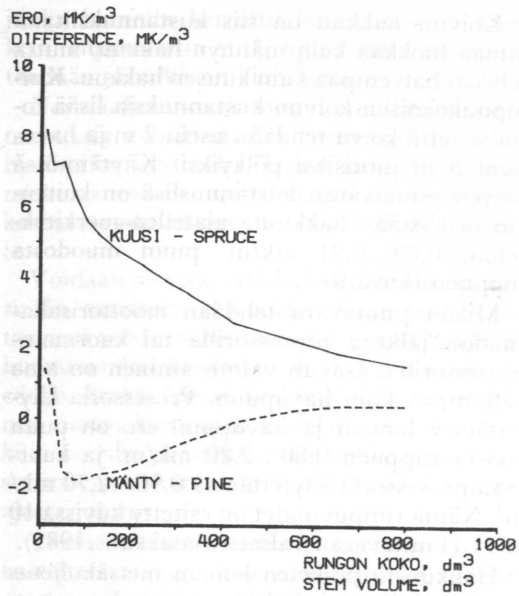
Koivun hakkuu on siis kustannuksiltaan samaa luokkaa kuin männyn hakkuu, mutta selvästi halvempaa kuin kuusen hakkuu. Kuitupuukokoisen koivun kustannuksia lisää tosin se, että koivu tehdään usein 2 m ja havupuut 3 m pituisiksi pölkyiksi. Käytännössä lyhyen puutavaran kustannuslisä on kuitenkin pelkästään hakkuuta ajatellen merkityksetön, 0,09...0,91 mk/m³ puun muodosta riippuen (kuva 9).

Mikäli puutavara tehdään moottorisaha-kaadon jälkeen prosessorilla tai kuormainprossessorilla, koivun valmistaminen on aina kalliimpaa kuin havupuun. Prossoria käytettäessä koivun ja havupuun ero on puun koosta riippuen 0,80...2,20 mk/m³ ja kuormainprossoria käytettäessä 0,90...2,70 mk/m³. Nämä riippuvuudet on esitetty kuvissa 10 ja 11 (Puutavaran valmistusmaksut...1983).

Hakkuusta poiketen koivun metsäkuljetus on aina kalliimpaa kuin vastaavan havupuun kuljetus. Mikäli kyseessä on 3 m pitkä kuitupuun, koivun ja havupuun kuljetustaksaero on 800 m ajomatkaan asti ajomatkasta riippuen 2,05...4,10 mk/m³ (kuva 12). Jos koivu tehdään 2 m ja havupuun 3 m pitkäksi, ero on peräti 5,54...7,39 mk/m³. Em. luvut perustuvat hyvään maastoon ja tiheään puustoon (Puutavaran metsätraktorikuljetusmaksut...1983).

Koivu- ja havutukien ero on vähäisempi, 800 m asti ajomatka riippuen 0,72...1,10 mk/m³. Suunta on kuitenkin selvä: koivun metsäkuljetus on aina kalliimpaa kuin havupuiden.

Myös koivun kaukokuljetus on kalliimpaa kuin havupuiden. Kuorma-autoa käytettäessä 3 m koivu- ja havukuitupuun välinen kustannusero on alle 300 km matkalla 2,13...13,30 mk/m³ ajomatka riippuen, kun kuorma-autot ovat hyvät (kuorma-autopaikkaluokka 1) (Puutavaran autokuljetuksen...1983). Jos vertailun kohteena on 2 m koivukuitupuun ja 3 m havukuitupuun, vastaava ero on 2,98...12,91 mk/m³. Näiden lukujen riippuvuus ajomatka on esitetty kuvassa 13. Siitä voi epäsuorasti havaita myös sen seikan, että ajomatkan ollessa 175 km 2 ja 3 m pitkän koivukuitupuun ajotaksat ovat yhtä suuret. Tätä lyhyemmällä matkoilla 3 m koivukuitupuun on kustannuksiltaan alhaisempaa kuorma-auton nopeudesta johtuen ja vastaavasti pidemmällä ajomatkoilla 2 m pituus on edullisempi ilmeisesti paremman tiiviyyden ansios-



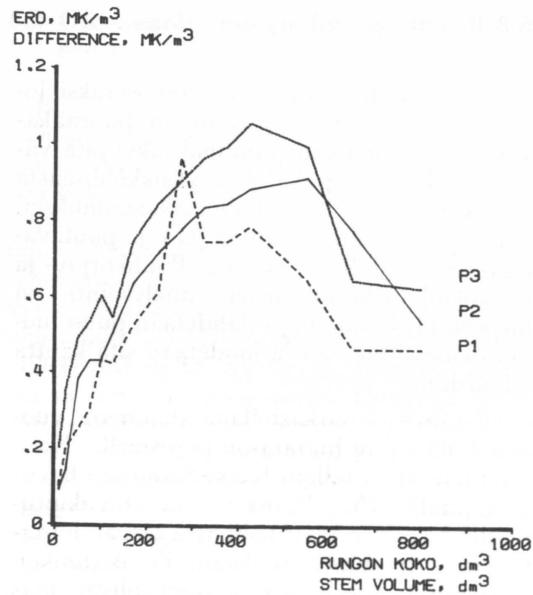
Kuva 8. Hakkuukustannusten ero kuusen ja koivun sekä männyn ja koivun välillä puun koon mukaan puiden pituusluokan ollessa 2. Kuusen oksaisuus on luokkaa 3 ja muiden puulajien 2. Kyseessä on ihmisvoimainen hakkuu.

Fig. 8. Difference in manual cutting costs between spruce and birch, and pine and birch according to the stem size when the length class is 2. The branchiness class of spruce is 3 and that of the others is 2.

ta. Havukuitupuulla vastaavaa tasapainopistettä ei ole, vaan 3 m kuitupuuta on aina kustannuksiltaan edullisempää kuin 2 m kuitupuuta.

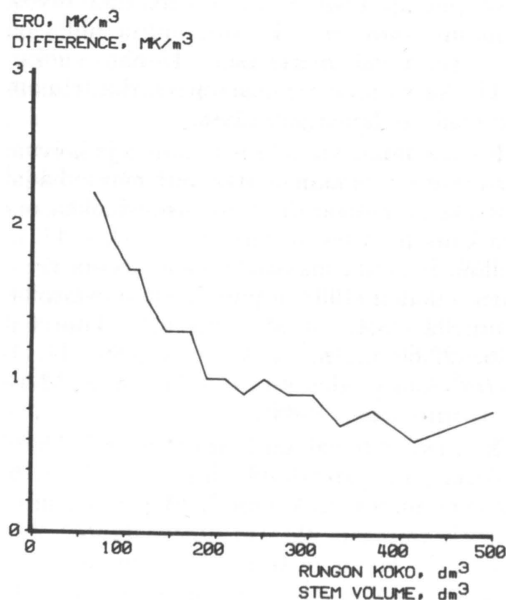
Tukkien autokuljetuksessa tilanne on likimain sama kuin edellä on esitetty kuitupuun osalta. Koska taksoissa on kuitupuusta poiketen erotettu mänty ja kuusi, markkamääräisiä eroja on. Koivutukkien kuljetus on alle 300 km ajomatkoilla 2,17...14,64 mk/m³ kalliimpaa kuin kuusitukkien kuljetus. Vastaava koivu- ja mäntytukkien ero on 1,78...10,48 mk/m³. Koivu- ja havukuitupuun eroon verrattuna koivu- ja kuusitukkien ero on siis hieman suurempi, mutta koivu- ja mäntytukkien ero hieman pienempi. Suuruusluokat ovat kuitenkin samat kuin kuitupuuta koskevassa kuvassa 13.

Myös rautatiekuljetuksessa koivun kuljetus maksaa selvästi enemmän kuin havupuun.



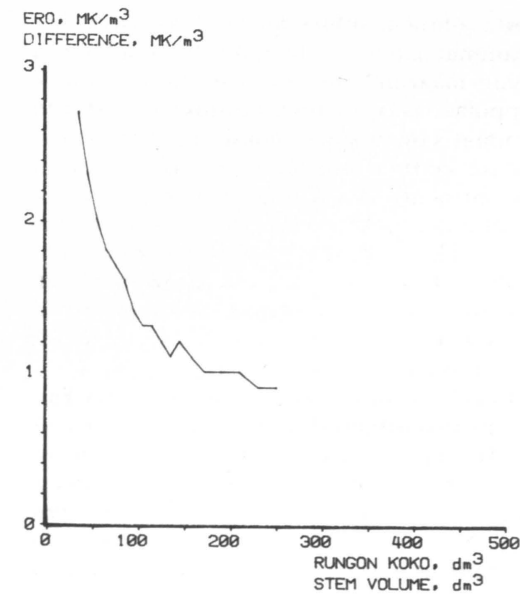
Kuva 9. Pölkytyskustannusten ero tehtäessä 2 tai 3 m pitkää puutavaraa rungon koon mukaan pituusluokan ollessa 1, 2 tai 3.

Fig. 9. Difference in bucking costs when the length of pulpwood is 2 or 3 m according to the stem size. The length class of stems is 1, 2 or 3.



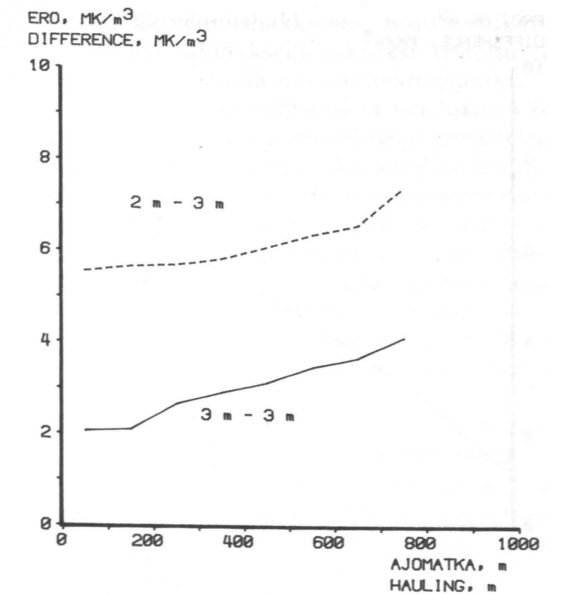
Kuva 10. Koivun ja havupuiden kustannusero rungon koon mukaan prosessoria käytettäessä.

Fig. 10. Difference in cutting costs between birch and conifers according to the stem size when using a processor.



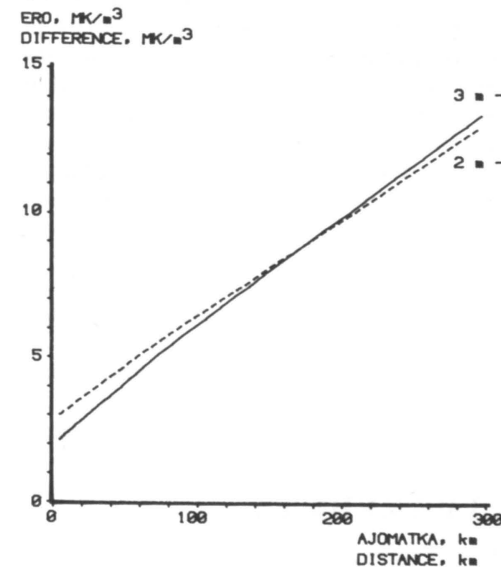
Kuva 11. Koivun ja havupuiden kustannusero rungon koon mukaan kouraprosessoria käytettäessä.

Fig. 11. Difference in cutting costs between birch and conifers according to the stem size when using a grapple processor.



Kuva 12. Koivun ja havupuiden kustannusero metsäkuljetuksessa ajomatkan mukaan, kun a) koivu on kaksimetristä ja havupuu kolmimetristä, b) kun molemmat ovat kolmimetrisiä.

Fig. 12. Difference in forwarding costs between birch and conifers according to the hauling distance when a) birch pulpwood is 2 m and conifer pulpwood is 3 m, b) both are 3 m.



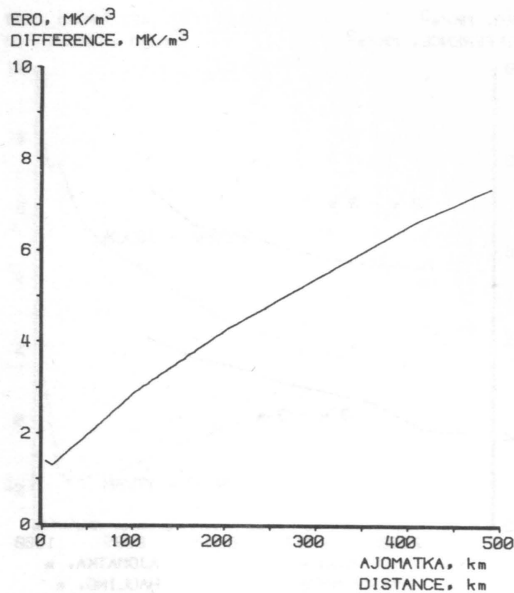
Kuva 13. Koivun ja havupuiden kustannusero kuorma-autokuljetuksessa ajomatkan mukaan, kun a) koivu on kaksimetristä ja havupuu kolmimetristä, b) kun molemmat ovat kolmimetrisiä.

Fig. 13. Difference in truck transport costs between birch and conifers according to the hauling distance when a) birch pulpwood is 2 m and conifer pulpwood is 3 m, b) both are 3 m.

Tuoreet havutukit ja havukuitupuuta kuuluvat hinnoitteluryhmään III, mutta vastaavat koivupuutavaralajit ryhmään IV. Näiden välinen kustannusero on kuormattaessa neliakselinen vaunu täyteen (havupuuta 70 m³, koivua 62 m³) alle 500 km kuljetusmatkalla matkasta riippuen 1,29...7,36 mk/m³. Ero on sama, olivatpa kyseessä tukit tai kuitupuuta. Eron riippuvuus matkasta on esitetty kuvassa 14 (Tariffitaulukot...1983).

Kaukokuljetus voidaan tehdä sopivissa oloissa myös uittaen. Vuonna 1981 uiton osuus kuljetussuoritteesta (m³ · km) oli vaneritukeilla 33 % ja koivukuitupuulla 14 % (Metsätilastollinen...1983).

Käytettävissä ei ole taksaperusteita tai muita tietoja, joiden perusteella voitaisiin arvioida havu- ja lehtipuun uittokustannusten ero olosuhteiden ollessa samoja. Pelkästään tilastojen mukaan koivun uittaminen on halvempaa kuin havupuun uittaminen (Metsätilastollinen...1983), mutta tällaisen tuloksen



Kuva 14. Koivun ja havupuiden kustannusero rautatiekuljetuksessa ajomatkan mukaan.

Fig. 14. Difference in railway transport costs between birch and conifers according to the transport distance.

täytyy johtua olosuhde-eroista. Voidaan nimittäin päätellä yleisen uittotietouden perusteella (esim. Pertovaara 1982), että koivun nippusidekustannukset ovat suuremmat kuin havupuun pelkästään jo pienemmästä tiiviy-

destä johtuen, sulutuskustannukset ovat korkeammat saman syyn vuoksi (jonkin kiintotilavuusmäärän kuljettaminen vaatii enemmän nippuja), jäävarastokustannukset ovat suuremmat saman syyn vuoksi, jne. Lisäkustannuksia saattaa tulla siitäkkin, että eräiden nippusiirtolaitteiden kapasiteetti rajoittaa koivunippujen kokoa. Olettaa myös sopii, että uittohukka on koivulla suurempi kuin havupuilla. – Ilmeisesti voidaan vain päätellä, että koivun uitto on kalliimpaa kuin havupuun uitto, mutta eron suuruutta ei voida arvioida käytettävissä olevien tietojen perusteella.

Edellä on tarkasteltu puunkorjuu- ja kaukokuljetuskustannuksia kiintotilavuutta kohhti. Mikäli kyseessä on puuta kuiduttava teollisuus, em. hankintakustannuksissa on otettava huomioon puulajien erot kuoren osuudessa ja puuaineen tiheydessä. Kun käytetään aiemmin esitettyjä lukuja kuoren osuudesta ja puuaineen tiheydestä (luku 5.3), koivun asema havupuihin verrattuna paranee suuremmasta puuaineen tiheydestä johtuen. Toiseen suuntaan vaikuttaa koivun suurempi kuoren osuus, mutta se ei kompensoi kuin osaksi tiheyden vaikutusta.

Keskimääräisiä metsä- ja kaukokuljetusmatkoja ajatellen havaitaan, että havu- ja koivukuitupuun keskusomalaisesta kanto-hintaerosta 24 mk/m³ menetetään ainakin puolet tuotaessa puutavara tehtaalle. Toisin sanoen koivukuitupuun hinta tehtaalla on enää n. 10 mk/m³ halvempi kuin havukuitupuun.

7. JOHTOPÄÄTÖKSIÄ JA ARVIOITA

Suurimman koivuepälöulon aikaan 1960-luvun alussa pääteltiin, että ”olemassa olevia nuoria rauduskoivikoita kannattaa hoitaa ja kasvattaa, ja metsien sekapuuna koivulla tulee varmasti olemaan pysyvä sijansa Suomen metsissä” (Mikola 1962). Tähän johtopäätökseen voi myös nykytiedon valossa mielellään yhtyä.

Pidemmälle menevään yksimielisyyteen koivun karttajien ja puoltajien välillä tuskin päästään. Käsillä olevan selvityksen valossa tämä johtuu siitä, että koivua väheksyvien ja sitä puoltavien tosiasioiden *luonne* on erilainen: edelliset perustuvat paljolti nykyhetkellä ja talouselämää koskeviin ”koviin” tietoihin, jälkimmäiset ”pehmeisiin” tietoihin.

Kovia tietoja ovat, että koivu kasvaa kiertoaajan kuluessa havupuita vähemmän, suurempi osa tuotoksesta on kuitupuuta, puunkorjuu- ja kaukokuljetuskustannukset ovat korkeammat ja viljelymetsätaloutta harjoitettaessa kustannukset ovat suuremmat. Lopputuotteista johdettu puustamaksukyky on kuitenkin hyvä ajatellen sekä tukkeja että myös kuitupuuta.

Pehmeitä tietoja taas ovat, että koivu saattaa parantaa maaperää, lieventää sekapuuna erilaisia tuhoriskejä, torjua hallaa kuusen kasvatuksessa, tarjota mahdollisuuksia kustannuksiltaan edulliseen uudistamiseen jne. Näitä ilmeisesti sinänsä tosia seikkoja ei voida kiistää, mutta näiden suuntatietojen taloudellisesta ja muusta *merkityksestä* metsätalouden harjoittamisen kannalta voidaan keskustella loputtomiin.

Kovat faktat ovat yleensä kvantifioitavissa ja muunnettavissa rahaksi. Pehmeitä faktoja ei tavallisesti ole edes yritetty muuntaa taloudelliseksi arvoiksi, vaikka siihen olisi jonkinlaisia mahdollisuuksia silloin, kun voidaan edes summittaisesti arvioida esim. tuhon taloudellinen arvo ja sen sattumistodennäköisyys.

Yksimielistä kannanottoa koivuun vaikeuttaa myös eri intressiryhmien etujen ristikkäisyys ja erot lyhyt- ja pitkäaikaisten tavoitteiden välillä. Tätä nykyä selluteollisuus saa paremman katteen koivusta kuin männystä. Tämän vuoksi teollisuuden on edullista vastustaa koivuraaka-aineen muiden käyttömuotojen kehittämistä, koska koivun ylitarjonta ja yleensä hyvä saatavuus mahdollistaa havupuita alhaisemman hinnan. Toisaalta voi pitkällä tähtäyksellä arvioida, että Suomen kaltaisessa maassa pystytään parhaiten kilpailemaan pitkäkuituisella massalla, jota lämpimissä maissa tuotetaan vähän. Ääritapauksessa lyhytkuitumassa voidaan ostaa vaikka ulkomailta. Näin ollen massateollisuuden etujen mukaista ei ole suosia liikaa koivun kasvatus, koska maan ollessa rajallinen tuotannon tekijä se tapahtuu havupuiden kustannuksella. Tältä kannalta on massateollisuuden etujen mukaista korostaa koivun heikkouksia: tämä turvaa lyhyellä tähtäyksellä runsaan koivukuitupuun saannin edulliseen

hintaan harvennushakkuista, mutta vaikuttaa pitkällä tähtäyksellä oikeaksi arvioituun suuntaan, ts. edistää havupuuvaltaisuutta.

Toisaalta metsäteollisuus ei voi liikaa vähätellä koivua (joka asenteellisesti perustelelee hyvin koivun havupuita alhaisemman kanto-hinnan), koska vaneriteollisuus tarvitsee runsaasti järeää koivua. Sen saaminen edellyttää, että huomattava osa koivun kokonaistuotoksesta ostetaan kasvatusta motivoivalla hinnalla sellupuuksi. Juuri vaneriteollisuuden kannalta on erityisen tärkeää säilyttää tai luoda yleisesti myönteinen suhtautuminen (raudus)koivun kasvatukseen.

Metsänomistajan kannalta tilanne on yhtä lailla ristiriitainen. Kovien faktojen mukaan toimittaessa koivua ei kannata suosia: kasvu on kiertoaajan kuluessa yleensä havupuita huonompi ja puutavaralajien keskimääräinen kantohinta alhaisempi. Epäröintiä voi syntyä vain hintaodotuksista: onko mahdollista, että koivusellun hyvä puustamaksukyky heijastuu kantohintoihin? Vai onko todennäköisempää, että koivun ylitarjonta tai lyhytkuitusellun rajalliset menekkimahdollisuudet vaikuttavat päinvastaiseen suuntaan? Ja mikä merkitys on annettava pehmeille faktoille?

Tämänhetkiseen tietämykseen perustuva vaikutelma on, että metsänomistajan kannalta taloudellisesti toimittaessa kovien faktojen määrittelemä suunta on perusteltu paremmin kuin koivua suosivampi vaihtoehto. Ei ole riittäviä syitä luopua käsityksestä, että pääsääntöisesti koivua voidaan suosia vain sekapuuna aukkojen täyteenä sekä silloin, kun vaihtoehtoina ovat olemassa olevan koivun kasvatus käyttöpuun mittoihin tai välitön uudistaminen havupuille. Toisaalta on myönnettävä, että sellu- ja paperimarkkinoiden kehittyminen voi muuttaa tilannetta. Jo nyt on valkaistusta koivusulfaattisellusta johdettu puustamaksukyky hyvä ainakin vastaavaan mäntyselluun verrattuna, minkä voi olettaa heijastuvan pitkällä tähtäyksellä myös kanto-hintasuhteisiin. Lisäksi paperimarkkinoiden muutokset viittaavat koivun parantuvaan kysyntään. Toisaalta liiallisesta optimismista varoittaa maailmanmarkkinoilla vallitseva tilanne, jonka mukaan lyhytkuitusellu ei ole mikään niukkuushyödyke.

VIITEKIRJALLISUUS

- AALTONEN, V. T. 1940. Metsämaa. Metsämaatiiteen oppi- ja käsikirja. WSOY. Porvoo - Helsinki. 615 s.
- 1942. Muutamia kasvukokeita puuntaimilla. Referat: Einige Vegetationsversuche mit Baumpflanzen. Acta For. Fenn. 50 (6): 1-33.
- 1950. Die Blattanalyse als Bonitierungsgrundlage des Waldbodens. Selostus: Lehtianalyysi metsämaan hyvyysluokituksen perusteena. Commun. Inst. For. Fenn. 37 (8): 1-41.
- 1955. Die Blattanalyse als Bonitierungsgrundlage des Waldbodens II. Selostus: Lehtianalyysi metsämaan hyvyysluokituksen perusteena II. Commun. Inst. For. Fenn. 45 (2): 1-2.
- ANNILA, E. 1979. Lehtikärsäkkäiden (*Phyllobius*, Coleoptera: Curculionidae) aiheuttamat tuhot pelloille istutetuissa koivuntaimistoissa. Summary: Damage by *Phyllobius* weevils (Coleoptera: Curculionidae) in birch plantations. Commun. Inst. For. Fenn. 97 (3): 1-20.
- APPELROTH, E. 1946. Om björken och dess skötsel i Finland intill senaste världskrig. Norrl. SkogsvFörb. Tidskr. : 331-390.
- , EKLUND, H. & FORSBACKA, M. 1971. Rapport över undersökning av glasbjörkens (*Betula pubescens*) förekomst och skogliga betydelse inom Vasa distriktskogsnämnds verksamhetsområde. Moniste. Vasa. 152 s. + liitteet.
- ARO, P. 1960. Koivuvanerittukien ja sorvipölkyjen halkeaminen. Referat: Die Rissbildung in Furnierblöcken und Furnierabschnitten. Commun. Inst. For. Fenn. 52 (4): 1-41.
- 1962. Einige Beobachtungen über die Kernrisse bei der Birke. Commun. Inst. For. Fenn. 55 (10): 1-10.
- BHAT, K. M. & KÄRKKÄINEN, M. 1980. Distinguishing between *Betula pendula* Roth and *Betula pubescens* Ehrh. on the basis of wood anatomy. Seloste: Raudus- ja hieskoivun erottaminen puuaineen anatomian perusteella. Silva Fenn. 14 (3): 294-304.
- & KÄRKKÄINEN, M. 1981 a. Wood anatomy and physical properties of wood and bark in *Betula tortuosa* Ledeb. Seloste: Tunturikoivun puuaineen ja kuoren fysikaalisia ja anatomisia ominaisuuksia. Silva Fenn. 15 (2): 148-155.
- & KÄRKKÄINEN, M. 1981 b. Variation in structure and selected properties of Finnish birch wood: IV. Fibre and vessel length in branches, stems and roots. Seloste: Suomalaisen koivupuun rakenteen ja eräiden ominaisuuksien vaihtelu: IV. Kuitujen ja putkilosolujen pituus oksissa, rungossa ja juurissa. Silva Fenn. 15 (1): 10-17.
- & KÄRKKÄINEN, M. 1982. Wood anatomy and physical properties of the wood and bark in *Betula nana* growing in Finland. Seloste: Suomalaisen vaivaiskoivun puuaineen anatomia sekä puun ja kuoren fysikaalisia ja anatomisia ominaisuuksia. Silva Fenn. 16 (1): 1-10.
- BJÖRKLUND, T. & FERM, A. 1982. Pienikokoisen koivun ja harmaalepän biomass ja tekniset ominaisuudet. Summary: Biomass and technical properties of small-sized birch and grey alder. Folia For. 500: 1-37.
- & KÄRKKÄINEN, M. 1982. Koivun ja tervalepän kokopuukertoimet. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 80: 1-11.
- BJÖRKMANN, E. 1953. The occurrence and significance of storage decay in birch and aspen wood with special reference to experimental preventive measures. Sammanfattning: Om uppkomsten och betydelsen av lagringsröta i björk- och aspvirke samt försök att förebygga dylika skador. Kungl. Skogshögsk. Skrifter (12-19): 53-89.
- BRAASTAD, H. 1966. Volumproduksjon av gran og bjørk i Salten. Norsk Skogbruk 12 (23/24): 839-842.
- 1968. Volumproduksjon av gran og bjørk i Troms. Norsk Skogbruk 14 (4): 119-121.
- BRAMMANIS, L. 1969. Om björken och tallbarkstinkflyet. Zusammenfassung: Über die Birke und die Kiefern-Rindenwanze (*Aradus cinnamomeus* Panz. (Heteroptera)). Sveriges SkogsvFörb. Tidskr. 67 (5): 481-490.
- BRUCKNER, E. & JAHN, R. 1932. Über Wurzelbildung verschiedener Holzarten in Böden des ostthuringischen Buntsandsteingebietes. Thar. Forstl. Jahrbuch 83: 150-170.
- BRUUN, H. & SLUNGAARD, S. 1959. Investigation of porous wood as pulp raw material. 3. Fibre dimensions of several NW European wood species. Paperi ja Puu 41 (2): 31-34.
- BÄRRING, U. 1979. Utvecklingslinjer gällande buskbeväxning i skog. Sveriges SkogsvFörb. Tidskr. 77 (2): 17-37.
- CAJANDER, E. K. 1934. Kuusen taimistojen vapauttamisen jälkeisestä pituuskasvusta. Referat: Über den Höhenzuwachs der Fichtenpflanzenbestände nach der Befreiung. Commun. Inst. For. Fenn. 19 (5): 1-59.
- ERKÉN, T. 1972. Planterad björk i mellersta och övre Norrland. Summary: Results of progeny trials with birch in middle and upper Norrland. Sveriges SkogsvFörb. Tidskr. 70 (5): 435-465.
- 1973. Björkens tillväxt på skogsmark i mellersta och norra Norrland. Summary: Increment of birch on forest land in middle and upper Norrland. Sveriges SkogsvFörb. Tidskr. 71 (4): 381-389.
- ERVASTI, I. 1983. Lievää optimismia sellumarkkinoilla? Metsänhoitaja 33 (7): 10.
- ETHOLÉN, K. 1974. Kaatoajankohdan vaikutus koivun ja haavan vesomiseen taimistonhoitoaloilla Pohjois-Suomessa. Summary: The effect of felling time on the sprouting of *Betula pubescens* and *Populus tremula* in the seedling stands in Northern Finland. Folia For. 213: 1-16.
- & HUURI, L. 1982. Visakoivua käsittelevä kirjallisuus. Bibliography on curly birch, *Betula pendula* var. *carelica* (Mercklin). Folia For. 502: 1-24.
- FERM, A. 1983. Tuloksia koivun kasvatustiheyskokeesta sekä männyn ja koivun sekakasvatuskokeesta turvemaalla. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 120: 13-17.
- & KAUNISTO, S. 1983. Luontaisesti syntyneiden koivumetsiköiden maanpäällinen lehdetön biomassatuotos entisellä turpeenostoalueella Kihniön Aitonevalla. Summary: Aboveground leafless biomass production on naturally generated birch stands in a peat cut-over area at Aitoneva, Kihniö. Folia For. 558: 1-32.
- , KAUPPI, A. & RINNE, P. 1982. The potential of birch for biomass production. IEA Forestry Planning Group B, Report JAB-34: 1-67.
- FOLKESSON, B. & BÄRRING, U. 1982. Exempel på en riklig björkförekomst inverkan på utvecklingen av unga tall- och granbestånd i norra Sverige. Summary: Some examples of the influence of an abundant occurrence of birch on the development of young Norway spruce and Scots pine stands in North Sweden. Rapp. avd. skogl. herb. SLU 1: 1-64 + bilagor.
- FRIES, J. 1964. Vårtbjörkens produktion i Svealand och södra Norrland. Summary: Yield of *Betula verrucosa* Ehrh. in middle Sweden and southern north Sweden. Stud. For. Suec. 14: 1-303.
- GULLICHSEN, J. 1983. Keiton ja valkaisuun kustannusten kuormituksen jakaminen. Teoksessa: Sellutekniikka tänään, INSKO 155-83 (II): 1-16.
- HAKKILA, P. 1966. Investigations on the basic density of Finnish pine, spruce and birch wood. Lyhenelmä: Tutkimuksia männyn, kuusen ja koivun puuaineen tiheydestä. Commun. Inst. For. Fenn. 61 (5): 1-98.
- 1979. Wood density survey and dry weight tables for pine, spruce and birch stems in Finland. Seloste: Mänty-, kuusi- ja koivurunkojen puuaineen tiheys ja kuivapainotaulukot. Commun. Inst. For. Fenn. 96 (3): 1-59.
- & KALAJA, H. 1983. Puu- ja kuoriturhan palauttamisen tekniikka. Summary: The technique of recycling wood and bark ash. Folia For. 552: 1-37.
- HALONEN, V. 1983. Sellutehtaan kustannusrakenne ja viimeaikainen kehitys. Teoksessa: Sellutekniikka tänään, INSKO 155-83 (I): 1-24.
- HANNELIUS, S. 1978. Istutuskuusikon tiheys - tuotoksen ja edullisuuden tarkastelua. Summary: Initial tree spacing in Norway spruce timber growing - an appraisal of yield and profitability. Folia For. 359: 1-51.
- HEIKINHEIMO, O. 1932. Metsäpuiden siementämiskyvystä I. Referat: Über die Besamungsfähigkeit der Waldbäume. Commun. Inst. For. Fenn. 17 (3): 1-61.
- 1937. Metsäpuiden siementämiskyvystä II. Referat: Über die Besamungsfähigkeit der Waldbäume II. Commun. Inst. For. Fenn. 24 (4): 1-67.
- 1941. Metsänistutusmenetelmistä. Referat: Versuche mit waldbaulichen Pflanzmethoden. Commun. Inst. For. Fenn. 29 (4): 1-63.
- HEIKKA, T. & PIIRAINEN, K. 1981. Pienhakkureiden voimankäyttö. Summary: Power consumption of small chippers. Folia For. 496: 1-22.
- HEIKURAINEN, L. 1958. Sekametsiköiden juuristoista ojitetulla suolla. Referat: Der Wurzelbau in Mischwäldern auf entwässerten Moorböden. Acta For. Fenn. 67 (2): 1-32.
- 1982. Taimistojen varttuminen ojitetuilla turvemailla. KOP Taloudellinen katsaus, eripainos 1982/2. 10 s.
- & LAINE, J. 1976. Lannoituksen, kuivatuksen ja lämpöolojen vaikutus istutus- ja luonnontaimistojen kehitykseen rämeillä. Summary: Effect of fertilization, drainage, and temperature conditions on the development of planted and natural seedlings on pine swamps. Acta For. Fenn. 150: 1-38.
- HEISKANEN, V. 1957. Raudus- ja hieskoivun laatu eri kasvupaikoilla. Summary: Quality of the common birch and the white birch on different sites. Commun. Inst. For. Fenn. 48 (6): 1-99.
- & RIKKONEN, P. 1976. Havusahatukien kuoren määrä ja siihen vaikuttavat tekijät. Summary: Bark amount in coniferous sawlogs and factors affecting it. Folia For. 250: 1-67.
- HENNINGSSON, B. 1967 a. Physiology of fungi attacking birch and aspen pulpwood. Sammanfattning: Fysiologi hos svampar som angriper björk- och aspmassaved. Stud. For. Suec. 52: 1-55.
- 1967 b. Microbial decomposition of unpeeled birch and aspen pulpwood during storage. Sammanfattning: Mikrobiell nedbrytning av obarkad björk- och aspmassaved under lagring. Stud. For. Suec. 54: 1-32.
- 1970. Utbyte och egenskaper hos sulfatmassa framställd av skogslagrad björk- och aspmassaved. Summary: Yield and properties of sulphate pulp from forest stored birch and aspen pulpwood. Rapp. Instn. Virkeslära Skogshögsk. 64: 1-34.
- HERTZ, M. 1932. Tutkimuksia aluskasvillisuuden merkityksestä kuusen uudistumiselle Etelä-Suomen kangasmailla. Referat: Über die Bedeutung der Untervegetation für die Verjüngung der Fichte. Commun. Inst. For. Fenn. 17 (4): 1-206.
- HUIKARI, O. 1954. Experiments on the effect of anaerobic media upon birch, pine and spruce seedlings. Selostus: Kokeita kasvualustan anaerobisuuden vaikutuksesta koivun, männyn ja kuusen taimiin. Commun. Inst. For. Fenn. 42 (5): 1-13.
- 1959. On the effect of anaerobic media upon the roots of birch, pine and spruce seedlings. Selostus: Kasvualustan anaerobisuuden vaikutuksesta koivun, männyn ja kuusen taimien juuristoihin. Commun. Inst. For. Fenn. 50 (9): 1-15.
- HÄNNINEN, T., RÄSÄNEN, P. K. & YLI-VAKKURI, P. 1972. Männyn ja kuusen luontaisen uudistamisen antamista tuloksista Etelä-Suomen kangasmailla. Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitos, tiedonantoja 7: 1-96.
- IJÄS, M. 1983. Kuoren ja puujätteen poltto. Teoksessa: Kuitupuun käsittely n:o 2, INSKO 175-83 (VIII): 1-7.
- ILVESSALO, Y. 1920. Kasvu- ja tuottotaulut Suomen eteläpuoliskon mänty-, kuusi ja koivumetsille. Referat: Ertragstafeln für die Kiefern-, Fichten- und Birkenbestände in der Südhälfte von Finnland. Acta For. Fenn. 15 (4): 1-96.
- 1956. Suomen metsät vuosista 1921-24 vuosiin 1951-53. Kolmeen valtakunnan metsien inventointiin perustava tutkimus. Summary: The forests of Finland from 1921-24 to 1951-53. A survey based on three national forest inventories. Commun. Inst. For. Fenn. 47 (1): 1-227.
- & ILVESSALO, M. 1975. Suomen metsätyypit metsiköiden luontaisen kehitys- ja puuntuotokseen valossa. Summary: The forest types of Finland in the light of natural development and yield

- capacity of forest stands. Acta For. Fenn. 144: 1-101.
- JAKKILA, J. & POHTILA, E. 1978. Perkauksen vaikutus taimiston kehitykseen Lapissa. Summary: Effect of cleaning on development of sapling stands in Lapland. Folia For. 360: 1-27.
- JALAVA, M. 1945. Suomalaisen männyn, kuusen, koivun ja haavan lujuusominaisuuksista. Summary: Strength properties of Finnish pine, spruce, birch and aspen. Commun. Inst. For. Fenn. 33 (3): 1-66.
- JOKELA, E. & YLÄNEN, J. 1956. Koivikoiden lehtisaadon määrät. Metsät. Aikakausl. 73 (4): 131-132.
- JORONEN, R. 1983. Pesemön ja lajittelun vaikutukset valmistuskustannuksiin. Teoksessa: Selluteknikka tänään, INSKO 155-83 (IV): 1-9.
- JUUTINEN, P. 1962. Tutkimuksia metsätuhojen esiintymisestä männyn ja kuusen viljelytaimistoissa Etelä-Suomessa. Referat: Untersuchungen über das Auftreten von Waldschäden in den Kiefern- und Fichtenkulturen Südfinnlands. Commun. Inst. For. Fenn. 54 (5): 1-80.
- , KURKELA, T. & LILJA, S. 1976. Ruohokasikas, *Cicadella viridis* (L.), lehtipuun taimien vooitajana sekä voitusten sienisaastunta. Summary: *Cicadella viridis* (L.) as a wounding of hardwood saplings and infection of wounds by pathogenic fungi. Folia For. 284: 1-12.
- KALELA, E. K. 1949. Männiköiden ja kuusikoiden juurisuhteista I. Summary: On the horizontal roots in pine and spruce stand I. Acta For. Fenn. 57 (2): 1-79.
- KANGAS, E. 1937. Tutkimuksia mäntytaimistotuhoista ja niiden merkityksestä. Referat: Untersuchungen über die in Kiefernplantzbestände auftretenden Schäden und ihre Bedeutung. Commun. Inst. For. Fenn. 24 (1): 1-304.
- KARLSSON, L. 1978. Studie över lövvegetationens inverkan på granplanteringar i Södra Sverige. Summary: A study of the influence of broad-leaved thicket on plantations of spruce in southern Sweden. Rapp. Uppsats. Instn. Skogsförnygring Skogshögsk. 102: 1-54.
- KAUNISTO, S. 1972. Lannoituksen vaikutus istutuksen onnistumiseen ja luonnontaimien määrään rakkanevalla. Tuloksia Kivisuon koe kentältä. Summary: Effect of fertilization on successful planting and the number of naturally born seedlings on a fuscum bog at Kivisuo experimental field. Folia For. 139: 1-11.
- 1973. Raudus- ja hieskoivun viljelystä metsäojiteilla soilla. Summary: Afforestation of open peatlands with *Betula pubescens* and *B. verrucosa*. Suo 24 (1): 4-7.
- 1981. Rauduskoivun (*Betula pendula*) ja hieskoivun (*Betula pubescens*) luontainen uudistuminen turpeennoston jälkeisellä suonpohjan turpeella Kihniön Aitonevalla. Summary: Natural regeneration of *Betula pendula* and *B. pubescens* on a peat cut-away area. Suo 32 (3): 53-60.
- KELLOMÄKI, S. & SALMI, J. 1979. Koivuvaneritukien kuoren määrä. Summary: Bark quantity of birch logs. Folia For. 413: 1-16.
- KELTIKANGAS, M. & TIILILÄ, P. 1968. Koivun ja kuusen istutuksen keskinäinen edullisuusjärjestys käenkaali-mustikkatyypin metsämailla. Summary: The economic sequence of common birch (*Betula verrucosa*) and Norway spruce (*Picea abies*) when planting Oxalis-Myrtillus type forest land. Acta For. Fenn. 82 (5): 1-63.
- & SEPPÄLÄ, K. 1977. Ojitusalueiden hieskoivikoiden kasvatus taloudellisena vaihtoehtona. Summary: The economics of growing birch stands on drained peatlands. Silva Fenn. 11 (1): 49-68.
- KOIVISTO, P. 1958. Koivikoiden kasvatuksesta ja tuotoksesta. Summary: On the thinning and yield of birch stands. Metsät. Aikakausl. 75 (3-4): 88, 91-93.
- 1959. Kasvu- ja tuottotaulukoita. Summary: Growth and yield tables. Commun. Inst. For. Fenn. 51 (8): 1-49.
- 1960. Om tillväxtskillnader mellan vårt- och glasbjörkbestånd. Norrl. SkogsvFörb. Tidskr. (1): 1-6.
- 1966. Itä- ja Pohjois-Hämeen koivuvarat. Summary: Birch resources in the forestry board districts of Itä-Häme and Pohjois-Häme. Folia For. 24: 1-11.
- 1968. Etelä- ja Pohjois-Karjalan, Itä-, Etelä- ja Pohjois-Savon sekä Keski-Suomen koivuvarat. Summary: Birch resources in forestry board districts of Etelä- and Pohjois-Karjala, Itä-, Etelä- and Pohjois-Savo and Keski-Suomi. Folia For. 45: 1-15.
- Konekuorinnan maksut 16. 4. 1982-15. 4. 1983. 1982. Lahden kirjapaino- ja sanomalehti Oy. 5 s.
- KOSKELA, V. 1970. Havaintoja kuusen, männyn, rauduskoivun ja siperialaisen lehtikuusen halla- ja pakkaskuivumisvaurioista Kivisuon metsänlannoituskoekentällä. Summary: On the occurrence of various frost damages on Norway spruce, Scots pine, silver birch and Siberian larch in the forest fertilization experimental area at Kivisuo. Folia For. 78: 1-25.
- KUJALA, V. 1946. Koivututkimuksia. Summary: Some recent research data on birches. Commun. Inst. For. Fenn. 34 (1): 1-34.
- 1964. Metsä- ja suokasvilajien levinneisyys ja yleisyysuhteista Suomessa. Vuosina 1951-1953 suoritettun valtakuunnan metsien III linja-arvioinnin tuloksia. Referat: Über die Frequenzverhältnisse der Wald- und Moorpflanzen in Finnland - Ergebnisse der III. Reichswaldabschätzung 1951-1953. Commun. Inst. For. Fenn. 59 (1): 1-137 + kartat 1-196.
- KURKELA, T. 1973. *Godronia multisporan* aiheuttama tauti raudus- ja hieskoivun taimissa eräissä metsänlannoituskokeissa turvemaalla. Summary: A disease caused by *Godronia multispora* Groves on young *Betula verrucosa* Ehrh. and *B. pubescens* Ehrh. on fertilized peatland. Suo 24 (1): 8-15.
- 1977. Rauduskoivun viljelystä ja sitä haittaavista tuhoista. Metsä ja Puu (12): 11-13.
- KUUSELA, K. 1956. Hakkuilla käsitellyn koivikoiden rakenteesta ja kasvusta. Summary: On the structure and growth of birch stands treated with cuttings. Silva Fenn. 90 (3): 1-21.
- 1969. Koivu, sen käyttö ja kasvatuksen edullisuus. Eripainos Kansallis-Osake-Pankin Taloudellisesta katsauksesta n:o 3/1969. 12 s. Helsinki.
- 1972. Suomen metsävarat ja metsien omistus 1964-70 sekä niiden kehittyminen 1920-70. Summary: Forest resources and ownership in Finland 1964-70 and their development 1920-70. Commun. Inst. For. Fenn. 76 (5): 1-126.
- 1978. Suomen metsävarat ja metsien omistus 1971-1976. Summary: Forest resources and ownership in Finland 1971-1976. Commun. Inst. For. Fenn. 93 (6): 1-107.
- 1982. Sekavaa tietoa puulajien kasvusta. Metsä ja Puu (10-11): 41-42.
- & SALMINEN, S. 1983. Metsävarat Etelä-Suomen kuuden pohjoisimman piirimetsälautakunnan alueella 1979-1982 sekä koko Etelä-Suomessa 1977-1982. Summary: Forest resources in the six northernmost forestry board districts of South Finland, 1979-1982, and in the whole of South Finland, 1977-1982. Folia For. 568: 1-79.
- KÄRKKÄINEN, M. 1976 a. Havutukien kuoren tiheys ja kosteus. Summary: Density and moisture content of bark in pine and spruce logs. Commun. Inst. For. Fenn. 87 (5): 1-24.
- 1976 b. Kokopuuhaakkeen tiheyden mittaaminen. Summary: Measurement of basic density of total tree chips. Silva Fenn. 10 (3): 198-211.
- 1982. Koivumyytti ja tiede. Metsänhoitaja 32 (6): 23-24.
- LAINEN, L. 1976. The occurrence of *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. in woody plants in Finland. Selostus: Juurikäävän (*Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref.) esiintyminen puuvartisilla kasveilla Suomessa. Commun. Inst. For. Fenn. 90 (3): 1-53.
- LAITAKARI, E. 1934. Koivun juuristo. Summary: The root system of birch (*Betula verrucosa* and *odorata*). Acta For. Fenn. 41 (2): 1-217.
- LAITINEN, P. 1983. Koivu & savi nostavat metsäteollisuuden. Talouselämä 46 (1): 34-37.
- LANGHAMMER, A. 1982. Vekststudier på hengebjørk (*Betula verrucosa* Ehrh.) i Norge. Summary: Growth studies on silver birch (*Betula verrucosa* Ehrh.) in Norway. Meld. Norges Landbruks-høgskole 61 (23): 1-43.
- LAPPI-SEPPÄLÄ, M. 1930. Untersuchungen über die Entwicklung gleichaltriger Mischbestände aus Kiefer und Birke. Seloste: Tutkimuksia tasaikäisen mänty-koivusekametsikön kehityksestä. Commun. Inst. For. Fenn. 15: 1-241.
- LEHTINIEMI, T. & SARASTO, J. 1973. Kokemuksia rauduksen istutuksesta ojitetuille soille. Summary: *Betula verrucosa* (Ehrh.) plantations on drained peat. Silva Fenn. 7 (1): 24-44.
- LEHTO, J. 1969. Tutkimuksia männyn uudistamisesta Pohjois-Suomessa siemenpuu- ja suojuspuumenetelmällä. Summary: Studies conducted in northern Finland on the regeneration of Scots pine by means of the seed tree and shelterwood methods. Commun. Inst. For. Fenn. 67 (4): 1-140.
- LEIKOLA, M. 1975. Verhoppuuston vaikutus metsikön lämpöoloihin Pohjois-Suomessa. Summary: The influence of the nurse crop on stand temperature conditions in northern Finland. Commun. Inst. For. Fenn. 85 (7): 1-33.
- 1976 a. Maanmuokkaus ja pintakasvillisuuden torjunta peltojen metsittämisessä. Summary: Soil tilling and weed control in afforestation of abandoned fields. Commun. Inst. For. Fenn. 88 (3): 1-101.
- 1976 b. Verhoppuuston tiheyden vaikutus metsikön säteilyoloihin. Summary: Effect of the density of the nurse crop on solar radiation inside the stand. Commun. Inst. For. Fenn. 90 (1): 1-33.
- & PYLKKÖ, P. Verhoppuuston tiheyden vaikutus metsikön minimilämpötiloihin hallaöinä. Summary: On the influence of stand density on the minimum temperatures during frost nights. Silva Fenn. 3 (1): 20-32.
- & RIKALA, R. 1983. Verhoppuuston vaikutus metsikön lämpöoloihin ja kuusen taimien menestymiseen. Summary: The influence of the nurse crop on stand temperature conditions and the development of Norway spruce seedlings. Folia For. 559: 1-33.
- LEPISTÖ, M. 1970. "Märän maan koivujakin" jalostetaan. Metsälehti 41 (50): 2.
- LEVLIN, J.-E. 1983. Suomalaisen havu- ja lehtipuuselun kilpailukyky markkinoilla; paperifyötyksen näkemys. Teoksessa: Selluteknikka tänään, INSKO 155-83 (IX): 1-22.
- & PALENIUS, I. 1983. Koivun käyttö teollisuudessa vaatii jatkuvaa tutkimustyötä. Helsingin Sanomat 23. 2. 1983. 1 s.
- LUKKALA, O. J. 1946. Korpimetsien luontainen uudistaminen. Referat: Die natürliche Verjüngung der Bruchwälder. Commun. Inst. For. Fenn. 34 (3): 1-150.
- LÄHDE, E. 1966. Kokeita selluloosan hajaantumismopeudesta erilaisissa metsiköissä. Summary: Experiments on the decomposition rate of cellulose in different stands. Silva Fenn. 119 (1): 1-12.
- & RAULO, J. 1977. Eri kehitysvaiheissa istutettujen rauduskoivun taimien viljelyn onnistumisen aratuilla uudistusaloilla Pohjois-Suomessa. Summary: Development of silver birch (*Betula pendula* Roth) seedlings outplanted at different developmental stages on plowed reforestation areas in north Finland. Commun. Inst. For. Fenn. 91 (6): 1-30.
- LÖNNBERG, B. 1982. Pöllin ja hakkeen varastointi. Teoksessa: Kuitupuun käsittely, INSKO 151-82 (XIII): 1-14.
- MANNERKOSKI, H. 1972. Havaintoja koivun esiintymisestä Haukivahonsuon lannoituskoekentällä. Summary: On the occurrence of birch on fertilized peat. Suo 23 (5): 80-86.
- Metsä- ja uittoalan työehtosopimukseen liittyvät m³-perusteiset metsätyöpaikkojen taulukot. Palkkausalue 4. 1. 10. 1983-29. 2. 1984. 1983. Sanomapaino. Helsinki. 28 s.
- Metsätalastollinen vuosikirja 1982. 1983. Folia For. 550: 1-218.
- MIELIKÄINEN, K. 1980. Mänty-koivusekametsiköiden rakenne ja kehitys. Summary: Structure and development of mixed pine and birch stands. Commun. Inst. For. Fenn. 99 (3): 1-82.
- MIKOLA, P. 1942. Koivun vesomisesta ja sen metsänhoidollisesta merkityksestä. Referat: Über die Ausschlagbildung bei der Birke und ihre forstliche Bedeutung. Acta For. Fenn. 50 (3): 1-102.
- 1954 a. Metsämaan kantasiemien kyvystä hajoittaa neulas- ja lehtikarikkeita. Summary: Experiments on the ability of forest soil *Basidiomycetes* to decompose litter material. Commun. Inst. For. Fenn. 42 (7): 1-17.
- 1954 b. Kokeellisia tutkimuksia metsäkarikkeiden hajaantumismopeudesta. Summary: Experiments

- on the rate of decomposition of forest litter. *Commun. Inst. For. Fenn.* 43 (1): 1–50.
- 1956. Studies on the decomposition of forest litter by *Basidiomycetes*. Selostus: Tutkimuksia metsärikkeiden hajaantumisesta kantasiendien vaikutuksesta. *Commun. Inst. For. Fenn.* 48 (2): 1–22.
- 1958. Liberation of nitrogen from alder leaf litter. Selostus: Typen vapautuminen lepän lehtikarikkeista. *Acta For. Fenn.* 67 (1): 1–10.
- 1962. Koivun menneisyys ja tulevaisuus. *Metsät. Aikakaust.* 79 (3): 87–88, 91.
- 1965. Koivun vaikutus metsämaan biologisiin ominaisuuksiin. Selostus tutkimuksesta 1962–1965. *Moniste.* 17 s.
- 1973. Koivu suopuuna. *Suo* 24 (1): 1–3.
- MILES, J. 1981. Effect of birch on moorlands. *Institute of Terrestrial Ecology. Banchoy.* 18 s.
- MOILANEN, M. & ISSAKAINEN, J. 1981. Lannoituksen ja muokkauksen vaikutus kuusen ja koivun uudistumiseen erällä Kainuun vaara-alueen pakuturpeilla soilla. Summary: Effect of fertilization and soil preparation on the regeneration of birch and spruce on thick peat soils in Kainuu. *Folia For.* 481: 1–16.
- MULTAMÄKI, S. E. 1942. Kuusen taimien paletuminen ja sen vaikutus ojitettujen soiden metsittymiseen. Referat: Das Erfrieren der Fichtenpflanzen in seiner Wirkung auf die Bewaldung der entwässerten Moore. *Acta For. Fenn.* 51 (1): 1–352.
- MÄLKÖNEN, E. 1977. Annual primary production and nutrient cycle in a birch stand. Seloste: Vuotuinen primäärituotos ja ravinteiden kiertokulku eräässä koivikossa. *Commun. Inst. For. Fenn.* 91 (5): 1–35.
- & SAARSALMI, A. 1982. Hieskoivikon biomassatuotos ja ravinteiden menetys kokopuun korjuussa. Summary: Biomass production and nutrient removal in whole-tree harvesting of birch stands. *Folia For.* 534: 1–17.
- NIIRANEN, M. 1982. Rumpukuorinta. Teoksessa: Kuitupuun käsittely, INSKO 151–82 (VI): 1–16.
- 1983. Kuitupuun tehdaskäsittely. Teoksessa: Virkola, N.-E. Puumassan valmistus. Suomen Paperi-insinöörien Yhdistyksen oppi- ja käsikirja II. Toinen täysin uudistettu painos, s. 125–258. Turku. Osat 1 ja 2. 1930 s.
- NYKVIST, N. 1961. Björken som markförbättrare. En jämförelse mellan björkförna och granförna. Summary: Birch as soil-improver. A comparison between the litter of birch and of Norway spruce. *Svenska SkogsvFören. Tidskr.* 59 (3): 227–238.
- OIKARINEN, M. 1983. Etelä-Suomen viljeltyjen rauduskoivikoiden kasvatustallit. Summary: Growth and yield models for silver birch (*Betula pendula*) plantations in southern Finland. *Commun. Inst. For. Fenn.* 113: 1–75.
- & PYYKKÖNEN, J. 1981. Harvennuksen ja lannoituksen vaikutus turvekankaan hieskoivikon kehitykseen Pohjanmaalla. Summary: The effect of thinning and fertilization on the growth of pubescent birch (*Betula pubescens*) on drained Myrtilus spruce swamp in Ostrobothnia. *Folia For.* 486: 1–15.
- OLLINMAA, P. J. 1955. Koivun vetopuun anatomisesta rakenteesta ja ominaisuuksista. Summary: On the anatomic structure and properties of the ten-
- sion wood in birch. *Acta For. Fenn.* 64 (3): 1–263.
- PAAVILAINEN, E. 1978. Rauduskoivun ja männyn ensi kehitys rimpisellä lettoturpeella. Summary: Initial development of *Betula verrucosa* and *Pinus silvestris* on peat from a flark fen. *Suo* 29 (2): 39–45.
- PARVIAINEN, J. 1979. Istuttamalla perustetun männikön, kuusikon, siperialaisen lehtikuusikon ja rauduskoivikon alkukehitys. Summary: Early development of Scots pine, Norway spruce, Siberian larch and silver birch plantations. *Folia For.* 386: 1–20.
- PEKKALA, O. & UUSVAARA, O. 1982. Kuitupuun metsävarastoinnin vaikutus massan saantoon ja laatuun. Summary: Storage of pulpwood in the forest and its effect on the yield and quality of pulp. *Commun. Inst. For. Fenn.* 96 (4): 1–24.
- PELLIKKA, J. & SAVIHARJU, K. 1983. Kuoren ja puujätteen poltto. Teoksessa: Virkola, N.-E. Puumassan valmistus. Suomen Paperi-insinöörien Yhdistyksen oppi- ja käsikirja II. Toinen täysin uudistettu painos, s. 1519–1582. Turku. Osat 1 ja 2. 1930 s.
- PERTOVAARA, H. 1982. Uitto- ja väylärakennustekniikka. *Moniste.* 235 s.
- POHTILA, E. 1977. Reforestation of ploughed sites in Finnish Lapland. Seloste: Aurattujen alueiden metsänviljely Lapissa. *Commun. Inst. For. Fenn.* 91 (4): 1–100.
- Puutavaran autokuljetuksen perusmaksut, sopimuskausi 1. 1. 1983–31. 12. 1983. 1983. Lahden kirjapaino- ja sanomalehti Oy. 45 s.
- Puutavaran metsätraktorikuljetusmaksut Etelä-Suomessa (palkkausalueet 3–4) 1. 2. 1983–31. 1. 1984. 1983. Lahden kirjapaino- ja sanomalehti Oy. 33 s.
- Puutavaran valmistusmaksut prosessoreille 16. 2. 1983–15. 2. 1984. 1983. Lahden kirjapaino- ja sanomalehti Oy. 11 s.
- PÖNTYNEN, V. 1929. Tutkimuksia kuusen esiintymisestä alikasvoksina Raja-Karjalan valtionmailla. Referat: Untersuchungen über das Vorkommen der Fichte (*Picea excelsa*) als Unterwuchs in den finnischen Staatswäldern von Grenz-Karelien. *Acta For. Fenn.* 35 (1): 1–235.
- Pöyry-yhtiöt kiistää Esko Joron väitteet. 1983. *Talouselämä* 46 (3): 13.
- RAULO, J. 1976. Development of *Betula pendula* Roth progenies in northern Lapland. Selostus: Rauduskoivujälkeläistojen kehitys Pohjois-Lapissa. *Commun. Inst. For. Fenn.* 88 (4): 1–19.
- 1977. Development of dominant trees in *Betula pendula* Roth and *Betula pubescens* Ehrh. plantations. Seloste: Viljeltyjen raudus- ja hieskoivikoiden valtapuiden kehitys. *Commun. Inst. For. Fenn.* 90 (4): 1–15.
- 1978. Forestation chain for birch (*Betula pendula* Roth) in Finland. Seloste: Rauduskoivun (*Betula pendula* Roth) viljelyketju Suomessa. *Silva Fenn.* 12 (1): 17–24.
- 1979. Rauduskoivujälkeläistojen rungon laatu Etelä- ja Keski-Suomessa. Summary: Stem quality of *Betula pendula* Roth progenies in south and central Finland. *Commun. Inst. For. Fenn.* 97 (5): 1–39.
- 1981. Koivukirja. Gummerus. Jyväskylä. 131 s.
- 1982. Professori Kuuselan koivukirjakriittikistä. *Metsä ja Puu* (1): 22.
- & KOSKI, V. 1975. Erialaisten rauduskoivujälkeläistojen pituuskasvu Etelä- ja Keski-Suomessa. Summary: Height growth of different progenies of *Betula verrucosa* Ehrh. in south and middle Finland. *Commun. Inst. For. Fenn.* 84 (7): 1–30.
- & KOSKI, V. 1977. Growth of *Betula pendula* Roth progenies in southern and central Finland. Seloste: Rauduskoivujälkeläistojen kasvu Etelä- ja Keski-Suomessa. *Commun. Inst. For. Fenn.* 90 (5): 1–39.
- & LÄHDE, E. 1976. Ennakotuloksia rauduskoivun kylvökokeista Lapissa. Summary: Preliminary results on sowing experiments with *Betula pendula* Roth in Finnish Lapland. *Folia For.* 279: 1–11.
- & LÄHDE, E. 1977. Rauduskoivun viljelytuloksia Lapissa. Summary: Reforestation results with *Betula pendula* Roth in Finnish Lapland. *Folia For.* 325: 1–10.
- & LÄHDE, E. 1981. Rauduskoivun kylvökokeita Lapissa. Summary: Sowing experiments with *Betula pendula* in Finnish Lapland. *Folia For.* 461: 1–12.
- & MÄLKÖNEN, E. 1976. Koivun luontainen uudistuminen muokatulla kangasmaalla. Summary: Natural regeneration of birch (*Betula verrucosa* Ehrh. and *B. pubescens* Ehrh.) on tilled mineral soil. *Folia For.* 252: 1–15.
- & RIKALA, R. 1981. Istutettujen männyn, kuusen ja rauduskoivun taimien alkukehitys eri tavoin käsitellyillä viljelyalalla. Summary: The development of Scots pine, Norway spruce and silver birch seedlings planted on a forestation site prepared in different ways. *Folia For.* 462: 12–13.
- RAUTIAINEN, O. & RÄSÄNEN, P. K. 1980. Männyn ja kuusen viljelystaimikoiden kehitys Itä-Savossa 1968–1976. Summary: Development of Scots pine and Norway spruce plantations in Itä-Savo in 1968–1976. *Folia For.* 426: 1–24.
- REINIKAINEN, A. 1965. Vegetationsuntersuchungen auf dem Walddungungs-Versuchsfeld des Moores Kivisuo, Kirchsp. Leivonmäki, Mittelfinland. *Commun. Inst. For. Fenn.* 59 (5): 1–62.
- RIKALA, R. & TERVO, L. 1979. Verhoppuuston käyttö ja korjuu. Käytännön Maamies 28 (4): 110–112.
- RUNQVIST, E. & THUNELL, B. 1945. Undersökningar över några virkesegenskaper hos björk. Svenska Träforskningsinstitutet, Trätekniska avdelningen, Medd. 7: 1–11.
- RÖYKKÄ, A. & ITKONEN, J. 1947. Koivun juurivesat. *Metsät. Aikakaust.* 64 (10): 240.
- SAARINEN, H. 1970. Hevoskuljetus. Teoksessa: Vöry, J. (toim.) Metsänkätöoppi 2, s. 133–140. Kirjayhtymä. Helsinki.
- SAIKKU, O. & RIKKONEN, P. 1976. Kuitupuun kuoren määrä ja siihen vaikuttavat tekijät. Summary: Bark amount of pulpwood and factors affecting it. *Folia For.* 262: 1–22.
- SAKSA, T. 1983. Eräiden puulajien alkukehityksestä. Tutkimuspäivä Suomenjoella 22. 9. 1983. *Moniste.* 15 s.
- SALO, E. 1955. Puuston teknillinen vikaisuus ja sen vaikutus puustosta saatavien eri puutavarylajien määrään. Summary: The effect of technical defects upon the amount of timber. *Metsät. Aika-*
- kaust. 72 (12): 412–414.
- SARAMÄKI, J. 1977. Ojitettujen turvemaiden hieskoivikoiden kehitys Kainuussa ja Pohjanmaalla. Summary: Development of white birch (*Betula pubescens* Ehrh.) stands on drained peatlands in northern central Finland. *Commun. Inst. For. Fenn.* 91 (2): 1–59.
- 1981. Hieskoivun kasvu ja kasvatusturpeiden Kainuussa. Metsäntutkimuslaitoksen Tiedonantoja 3: 1–37.
- SARVAS, R. 1948. Tutkimuksia koivun uudistumisesta Etelä-Suomessa. Summary: A research on the regeneration of birch in south Finland. *Commun. Inst. For. Fenn.* 35 (4): 1–91.
- 1949. Puumaiset koivulajimme. *Metsät. Aikakaust.* 66 (1): 9–13.
- 1951. Raudusko vai hies vanerikoivuna parempi? Summary: *Betula verrucosa* or *B. pubescens* – which is the better veneer birch? *Metsät. Aikakaust.* 68 (2–3): 51–53.
- 1952. On the flowering of birch and the quality of seed crop. Selostus: Koivun kukkimisesta ja siemensadon laadusta. *Commun. Inst. For. Fenn.* 40 (7): 1–38.
- SEBBAS, E. 1983. Keittokemikaalien kierron perusteet. Teoksessa: Virkola, N.-E. Puumassan valmistus. Suomen Paperi-insinöörien Yhdistyksen oppi- ja käsikirja II. Toinen täysin uudistettu painos, s. 1109–1132. Turku. Osat 1 ja 2. 1930 s.
- SEPPÄLÄ, K. 1970. Sekapuukoivujen kasvun ojituksen jälkeinen kehitys turveilla. Summary: On the post-drainage development of birch growing in spruce- or pine-dominated stands on peat. *Suo* 21 (2): 25–30.
- & KELTIKANGAS, M. 1978. Alikasvostaimistot Pohjanmaan ojitusalueiden hieskoivikoissa. Summary: Occurrence of understorey seedlings in drained *Betula pubescens* stands in Ostrobothnia. *Suo* 29 (1): 11–16.
- SIMOLA, P. 1977. Pienikokoisien lehtipuuston biomassat. Summary: The biomass of small-sized hardwood trees. *Folia For.* 302: 1–16.
- SIMONEN, T. 1983. Metsätöiden palkkaus. Tapion Taskukirja, 19. uudistettu painos, s. 429–454. Kirjayhtymä. Helsinki.
- SIRÉN, G. 1952. Havaintoja Peräpohjolan valtion mailla vuosina 1948–1950 suoritetuista männyn kylvöistä. Summary: Observations on pine sowings on state-owned lands in Peräpohjola (Far North) in 1948–1950. *Silva Fenn.* 78: 1–40.
- 1955. The development of spruce forest on raw humus sites in northern Finland and its ecology. Lyhennelmä: Pohjois-Suomen pakusammalkaiden kuusimetsien kehityksestä ja sen ekologiasta. *Acta For. Fenn.* 62 (4): 1–408.
- 1958. Lapin suojametsäkysymyksestä vv. 1957–58. Luonnos I. *Moniste Metsäkirjastossa.* 109 s.
- , SINKO, M. & NILSSON, J.-E. 1974. Observationer angående lågskärmens skyddseffekt på granplantor i frostlänta lägen. *SLU intern rapport* 1974: 1–14.
- SOLANTIE, R. 1983. Hallan laajuuden ja ankaruuden arvioiminen edellisen yön minimilämpötiloista. Ilmatieteen laitos, tutkimusraportti 109: 1–24.
- SOLIN, P. 1970. Männyn istutuksen antamista tuloksista Lapin piirimetsäautakunnan alueen eteläosissa. Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen lai-

- tos, tiedonantoja 3: 1-69.
- Sulfaattikeitto. 1979. Puusta paperiin M-401. Metsäteolisuuden Työnantajaliitto. 82 s.
- Suomen virallinen tilasto 1A. Ulkomaankauppa, osa 1. Volyymit: 100 (koskee vuotta 1980, painov. 1981), 101 (1981, painov. 1982), 102 (1982, painov. 1983). Helsinki.
- TAMMINEN, Z. 1979. Röttskador hos 3-meters obarkad lagrad massaved av tall, gran, björk och klippal. Summary: Storage losses in unbarked 3 metre pulpwood of pine, spruce, birch and common alder. Rapp. Instn. Virkeslära SLU 112: 1-80.
- Tariffitaulukot - tariffitabeller 1. 7. 1983. 1983. Julk. Valtionrautatiet. Helsinki. 370 s.
- THESSLUND, O. 1976. Tutkimus kookkaan kuusitaimiston vaurioitumisesta ylispuiden poistossa. Summary: On damages in young spruce stands due to removal of superior trees. Helsingin yliopiston metsätieteiden laitoksen tiedonantoja 33: 1-59.
- TUOVINEN, A. 1955. Koivu- ja haapapuun pilaantumisen. Summary: Damage to birch and aspen wood. Metsäteho Tied. 112: 1-5.
- TUUHA, R. 1968. Puun purkaus, varastointi, kuorinta ja kuoren käsittely tehtaalla. Teoksessa: Aaltio, E. Puumassan valmistus. Suomen Paperi-insinöörien Yhdistyksen oppi- ja käsikirja II, s. A5: 1-26. Helsinki.
- VADLA, K., BERG, N. & FOSLIE, M. 1982. Bjørk som materiale og råstoff (En litteraturstudie). Summary: Birch as raw material and building material (A literature survey). Rapp. Norsk Inst. Skogforsk. 6/82: 1-60.
- VELLING, P. 1979. Erilaisten rauduskoivuproveniensien alkukehityksestä taimitarhalla ja kenttäkokeissa. Summary: Initial development of different *Betula pendula* Roth provenances in the seedling nursery and in field trials. Folia For. 379: 1-14.
- VIILO, P. 1983. Suomalaisen havu- ja lehtipuusellun kilpailukyky maailmanmarkkinoilla. Teoksessa: Sellutekniikka tänään, INSKO 155-83 (VIII): 1-12.
- VIRO, P. J. 1955. Investigations on forest litter. Selostus: Metsäkariketutkimuksia. Commun. Inst. For. Fenn. 45 (6): 1-65.
- 1974. Fertilization of birch. Selostus: Koivun lannoitus. Commun. Inst. For. Fenn. 81 (4): 1-38.
- VUOKILA, Y. 1961. Mitä tiedämme eri puulajien kasvuvuodesta maamme eteläpuoliskossa? Metsät. Aikakausl. 78 (12): 488-490, 485.
- 1962. The effect of thinnings on the yield of pine and birch stands. Commun. Inst. For. Fenn. 55 (12): 1-12.
- WALFRIDSSON, E. 1976. Lövetts konkurrens i barrkulturen. Skogen 63 (15): 631-633.
- WALLDÉN T. 1980. Suomen paperi- ja massateollisuuden tuotannon ja viennin rakenne vuosina 1955-1975 sekä kehitysarvio vuoteen 1985. ETLA, sarja C 15: 1-222.
- WILHELMSEN, G. 1968. Fuktighetsendringer og substansstap i bjørk (*Betula pubescens*) ved lagring i skog og på åpen flate. Summary: Changes in moisture content and substance loss in birch (*Betula pubescens*) when stored in forest and open field. Medd. Norske Skogforsøksvesen 25 (2): 159-205.
- YLI-VAKKURI, P. 1961. Tutkimuksia männyn kylvälöjen metsittymisvaiheesta. Summary: Studies on the development of young sown Scots pine stands. Acta For. Fenn. 74 (3): 1-47.
- , RÄSÄNEN, P. K. & SOLIN, P. 1969. Metsänviljelyn antamista tuloksista Lounais-Suomen, Itä-Hämeen, Itä-Savon, Keski-Suomen ja Kainuun piirimetsälautakuntien alueella. Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitoksen tiedonantoja 2: 1-92.

Total of 205 references

SUMMARY

THE PROPER ATTITUDE TOWARDS BIRCH IN FORESTRY

The aim of this paper is to analyze if birch should be favoured more than it is today in Finnish forestry. The study is based mainly on Nordic literature.

Biology and growing of birch

According to classification, there are three or four birch species in Finland of which two, *Betula pendula* Roth and *B. pubescens* Ehrh., have economic value. There are also some mutants, mainly curly birch, which have economic importance in the country.

Of the two species, *B. pubescens* is more common. According to the data from the fifties, its proportion of the growing stock is 53 % in southern Finland and 80 % in northern Finland. Local variation is caused by the proportion of peatlands, since *B. pendula* grows almost exclusively on mineral soils.

B. pendula is more valuable in forestry due to its better growth, better stem form and larger size. Its wood material is denser and stronger, too. However, its fibres are a little shorter than those of *B. pubescens*.

The seed production of both species is excellent and years without any seed are rare. Therefore, birch is a

typical pioneer tree species which easily occupies burnt-over and other treeless areas; especially if the humus layer has been scarified. Stump shoots are common in young cut trees. Thus, birch can survive on a site once occupied.

The growth of young birch is better than that of conifers. However, the average growth during the rotation is clearly lower, especially that of *B. pubescens*. The proportion of large-sized wood is lower than for conifers. An interesting growth feature is that thinning and fertilization do not affect the growth as much as in the case of conifers. On the other hand, the effect of drainage on peatland is immediate as in the case of pine.

Birch can be grown as a shelter tree for spruce in stands where the risk of spring frost is high. However, because the birch reduces the growth of spruce, shelter trees should be removed or thinned as soon as the frost risk decreases. Where the frost risk is minimal the shelter tree method should be avoided due to the risk of injuries when removing the shelter birch.

For pine, the shelter given by birch is more harmful than beneficial, with the exception of extremely severe conditions in northernmost Finland. In practice, hardwoods form the greatest risk for the growing of pine.

It is commonly believed that birch improves the soil, at least when compared with conifers. The reason for the improvement is the deeper root system; rotting birch roots make the soil better for conifers. Besides this, the nutrient uptake occurs at a deeper soil level. Even the greater litter amounts and their higher nutrient contents have been emphasized in the literature. The litter decomposes, too.

The planting of birch gives good results on good mineral soils. However, there are problems with moose, reindeer, voles, numerous insects and pathogenic fungi. It is supposed, especially where the risk of moose damage is high, that birch cultivation is possible only near habitation.

Birch resources and their utilization

The stands dominated by birch have been decreased from the beginning of the century, due to forest fire control and changing farming methods. However, the proportion of birch in the growing stock has decreased to a much lesser degree. This shows its importance in mixed stands, especially with spruce.

Nowadays the growing stock of birch is 15 per cent of the total. The growth of birch is 10 M(m³) and the allowable cut 16 M(m³). However, the actual cuttings have been lower.

The most valuable birch raw material (with the exception of special raw material like curly birch) is for the plywood industry. During recent years, the volume of veneer logs has been 1,0...1,5 M(m³), depending on the market situation and availability of the timber. The stumpage price has been at the same level as for pine sawlogs or even greater.

The volume for pulp production has been in recent years 2...4 M(m³). The stumpage price has been 70...80 per cent of that for spruce pulpwood. It is expected that even in the future the stumpage price will remain lower than that for conifers, mainly due to the market situation. However, in the industry the volume price of birch raw material can be higher than that of conifers due to its denser wood and better yield, which are not entirely compensated for by the lower price of the product or the higher bark proportion.

The third use according to the volume used, is for energy. Nowadays the volume burnt in households and small power plants is about 3 M(m³). The trend has been decreasing for a long time but is expected to increase in the near future.

Economics of birch

When bare land is cultivated, conifer species are more profitable than birch. The main reason is the poor growth of birch lower proportion of valuable raw material assortments and lower stumpage price for most assortments.

If a birch stand already exists, it is more profitable to allow it to grow to the end of the rotation, rather than immediately cutting it down and replacing it with planted conifers. The minimum age or size of birch depends on the price relations and the fertility of the soil. As a rule birch stands higher than 5 m should be grown to the end of the rotation.

For an individual forest owner, the good growth of young birch and the early thinning revenues due to rapid growth, can be a remarkable benefit. However, if forestry is practiced on a sustained yield basis, only the average harvesting revenue during the whole rotation is important and not the timing of cutting revenues. Due to this, a single forest owner can favour birch more than is profitable for the national economy in the long run.

The economics of birch harvesting is another question. When labour intensive harvesting methods are used, the cost for birch felling, bucking, and piling is less than for spruce, but about the same as for pine. When ordinary processors, new grapple processors or harvesters are used, the harvesting of birch is more expensive than conifers.

Forest transport of birch is always more expensive than for conifers; mainly due to the difference in pile density. Similarly, truck and railway transport are more expensive. Even floating is more expensive, although exact figures are lacking.

The higher harvesting and transport cost for birch is one of the reasons why the stumpage price for birch is lower than for conifers. Another feature connected with the harvesting operations is the fact that birch deteriorates more rapidly during storage than conifers.

Conclusions

It is probable that discussions in regard to the proper attitude towards birch will last forever. The reason is that the facts are either "hard" or "soft".

Hard facts are such which can be easily quantified and measured. These are, for example, lower growth of birch, lower pulp price, lower quality assortment proportion, higher planting costs, and higher harvesting and transport costs.

Soft facts are such which are not easily measured; only the direction of the effect is known or supposed. For example, birch improves soil fertility, decreases the risk of insect attacks, protects spruce from frost, etc.

A decision maker who relies on the hard facts will not favour birch over conifers. Only in cases where a birch stand already exists, would it be wise to allow the stand to grow to the end of the rotation, or to have birch found to a small degree in mixed stands.

ODC 945.4

ISSN 0037-5330

LEIKOLA, M. 1984. Viitteiden käyttö Suomen metsäntutkimuksessa. Summary: The use of references in Finnish forest sciences. *Silva Fenn.* 18 (1): 1-20

The use of references in Finnish forestry sciences was abundant: from 30 to 60 references per report and from 1.1 to 1.7 references per page. The amount of self-citations varied from 6 to 9 per cent. The half-time of the references was, in general, very long varying from 8-12 years in forest economics to 14-17 years in silviculture and forest biology. The amount of "classical" publication was 4-11 per cent.

The amount to Finnish references was large varying from 30 to 59 per cent. Anglo-Saxon series made 22-24 per cent, Scandinavian 11-13 per cent, German 7-9 per cent, Russian 1-3 per cent and French series less than one per cent of all references.

Author's address: University of Helsinki, Department of Silviculture, Unioninkatu 40 B, SF-00170 Helsinki 17.

ODC 907.11

ISSN 0037-5330

SUOMINEN, J. & VARKKI, A. 1984. Lauhanvuoren kasvisto. Summary: Vascular plant flora of Lauhanvuori Hill, W Finland. *Silva Fenn.* 18(1): 33-69.

The Lauhanvuori area is barren, consisting of sandstone and granitic bedrock covered by coarse moraine and sand. The woodlands are dominated by pine and *Calluna*. The top of the hill, rising 230 metres above sea level, is more fertile, as it was never covered by the ancient Baltic Sea. Numerous springs and spring brooks are bordered by herb-rich spruce woodlands and swamps. Although most of the peatlands are oligotrophic, several mesotrophic peatland plants occur, some southern, some northern, giving the peatlands a rather northerly character.

The study area is 8 by 12 km. Of the 310 species found, 208 are native to the area and 102 immigrants. The native species can be separated from the immigrants, because the area is largely undisturbed.

Authors' addresses: *Suominen*: Seunalantie 30 A 15, SF-04200 Kerava, Finland. *Varkki*: SF-91700 Vaala, Finland.

ODC 232.13+815.2+174.7 *Pinus sylvestris*

ISSN 0037-5330

VELLING, P. & TIGERSTEDT, P. M. A. 1984. Harvest index in a progeny test of Scots pine with reference to the model of selection. Seloste: Satoindeksin soveltamisesta valintajalostukseen männyn jälkeläiskokeen tulosten perusteella. *Silva Fenn.* 18(1): 21-32.

Harvest index and a number of associated traits were measured in a 16-year-old Scots pine progeny test based on full-sib families. It was found, that harvest index is a highly heritable trait and that a number of yield components are positively correlated with it. The applicability of the results is discussed with regard to selection and integrated tree improvement.

Author's address: *Velling*: The Finnish Forest Research Institute, Dept. of Forest Genetics, P.O. Box 18, SF-01301 Vantaa 30, Finland. *Tigerstedt*: University of Helsinki, Dept. of Plant Breeding, SF-00710 Helsinki 71, Finland.

ODC 651.71:176.1 *Betula* spp.

ISSN 0037-5330

KÄRKKÄINEN, M. 1984. Miten koivuun tulisi suhtautua metsätaloudessa? Summary: The proper attitude towards birch in forestry. *Silva Fenn.* 18(1): 71-100.

A literature survey based mainly on Nordic literature deals with the biology, use, harvesting and economy of birch. According to the results, the easily quantified hard facts are against birch growing: lower growth, poorer production of valuable assortments, lower price of pulp, higher planting costs, and higher harvesting and transport costs than for conifers. The soft facts, which in fact may be true, are not easily measured or their importance evaluated: the possible improvement of soil, decreasing risk of insect and fungi attacks, shelter against frost, etc. Due to the differences in the nature of facts the discussion of birch growing will probably continue.

Author's address: University of Helsinki, Department of Logging and Utilization of Forest Products, Unioninkatu 40 B, SF-00170 Helsinki 17, Finland.

KIRJOITUSTEN LAATIMISOHJEET

Silva Fennica-sarjassa julkaistaan lyhyitä metsätieteellisiä tutkimuksia ja kirjoituksia kotimaisilla kielillä tai jollakin suurella tieteellisellä kielellä. Julkaistavaksi tarkoitettu käsikirjoitus toimitetaan kahtena kappaletena seuran sihteerille painatuskelpoisessa asussa. Seuran hallitus ratkaisee asiantuntijoita kuultuaan, hyväksytäänkö kirjoitus painettavaksi.

Kirjoitusten laadinnassa noudatetaan Silva Fennica 4 (3):ssa (1970) annettuja sekä toimittajan erikseen antamia ohjeita. Suureissa, yksiköissä, symboleissa ja kaavoissa sekä oikoluvussa noudatetaan suomalaisia standardeja SFS 2300, 3100, 3101 ja 2324.

Kirjoitusten alkuun tulee julkaisun kielellä lyhyt tiivistelmä tutkimuksen tuloksista (ladottuna korkeintaan 20 riviä). Samoin laaditaan lyhyt mutta riittävä englanninkielinen summary ja myös englanninkielinen kirjastokortti, joka pituudeltaan on korkeintaan 18 konekirjoitusriviä. Sisällysluetteloa ei käytetä. Mahdolliset kiitokset esitetään johdannon lopussa ja ne ladotaan normaalia pienemmällä kirjasiimella.

Kuvat on laadittava mieluiten yhdelle palstalle sopiviksi (lev. n. 6,5 cm). Kuvien sisällä olevat tekstit on kirjoitettava siirtokirjaimin, tekstityslaitteella tai muuten siististi. Useita osakuvia sisältävät kuvat tai monen kuvan sarjat on suunniteltava siten, ettei taitto vaikeudu. Kuvaoriginaalien tulee olla korkeintaan kokoa A4. Mikäli isompia kuvia joudutaan käyttämään, on asiasta sovittava toimittajan kanssa. Valokuvien on oltava teknisesti moitteettomia, kiiltävälle paperille vedostettuja. Värikuvia ei yleensä hyväksytä. Kuvien otsikkotekstejä ei missään tapauksessa saa kirjoittaa kuvaoriginaaleihin, vaan ne kirjoitetaan erilliselle liuskalle. Taulukkotekstit kirjoitetaan kuitenkin ao. taulukon yläosaan, eikä niistä erillistä luetteloa tarvita.

Taulukot laaditaan mahdollisimman paljon lopullista painatusasuun muistuttaviksi. Taulukoiden viivituksen on oltava yhdenmukainen ja harkittu, yleensä pari johtoviivaa riittää. Vain pienet, yhdelle palstalle sopivat asetelmat ovat sallittuja, suuremmista tulee tehdä taulukko. Taulukot ja kuvat numeroidaan juoksevasti ja sijoitetaan tekstiosasta erilleen kukin omalle liuskalleen. Kuvien ja taulukoiden toivotut paikat merkitään käsikirjoituksen marginaaleihin. Jos vieraskielisessä summaryssä viitataan kuviin ja taulukoihin, tulee viitatuissa kuvissa ja taulukoissa olla vieraskieliset otsikot ja selitykset. Muut kuvat ja taulukot saavat olla yksikieliset.

Matemaattiset kaavat, ylä- ja alaindeksit sekä erikoismerkit on kirjoitettava selkeästi, niin että jokainen merkki on yksiselitteinen. Matemaattiset kaavat on muokattava sellaisiksi, että ne mahtuvat palstan leveydelle (n. 6,5 cm). Leveämmät kaavat on katkaistava soveltuvasta kohdasta ja jatkettava seuraavalle riville.

Tekstin lähdeviittaukset kirjoitetaan aikaisemmasta poiketen pienin kirjaimin. Milloin tekijöitä on kolme tai useampia, mainitaan tekstissä vain ensimmäinen (esim. Heikurainen ym. 1961). Jos julkaisulla on kaksi tekijää, pannaan nimien väliin ja-sana painatuskielellä. Sulkeiden sisässä olevat viittaukset erotetaan toisistaan pilkulla (esim. Aho 1976, Elo ja Virtanen 1979, Suk ym. 1980).

Kirjallisuusluettelossa julkaisujen tekijät kirjoitetaan isoin kirjaimin, milloin tekijänä on henkilö. Jos tekijöitä on useita, nimet erotetaan pilkulla, paitsi kaksi viimeistä, jotka erotetaan &-merkillä. Tekijäin etunimistä käytetään vain alkukirjaimia. Mikäli sama ensimmäinen tekijä on kirjoittanut useampia julkaisuja, nimeä ei toisteta vaan se korvataan yhtäläisyysmerkillä. Toisen tekijän suhteen ei näin kuitenkaan tehdä. Tutkimusten nimet kirjoitetaan lyhentämättä. Tavallisista julkaisusarjoista käytetään lyhenteitä, jotka on painettu Silva Fennica 5(2):ssa (1971). Harvinaisia tai poikkeuksellisia sarjoja ei lyhennetä. Julkaisun numeron yhteydessä ei mainita vol.- tai n:o -sanoja. Sivunumerot erotetaan kaksoispisteellä volymistä tai julkaisun numerosta. Esimerkkejä:

GUSTAVSEN, H. G. 1976. Miten puut reagoivat lannoitukseen varttuneissa metsiköissä? *Metsä ja Puu* 4: 15–18.

— & LIPAS, E. 1975. Lannoituksella saatavan kasvunlisäyksen riippuvuus annetusta typpimäärästä. Summary: Effect of nitrogen dosage on fertilizer response. *Folia For.* 246: 1–20.

SMOLANDER, H., RÄSÄNEN, P. K. & KOSTAMO, J. 1981. Maan tiiviyyden vaikutus männyntaimien haihduntaan ja pituuskasvuun istutuksen jälkeen. Summary: Effect of soil compaction on transpiration and height increment on planted Scots pine seedlings. *Silva Fenn.* 15(3): 256–266.

Sääsähkeohjeet 1982. Ilmatieteen laitos. Helsinki.

Englanninkielisten tekstien kääntämisestä ja pätevän kieli-asiantuntijan tekemästä tarkastamisesta huolehtii kirjoittaja. Seura voi maksaa tarkastamiskustannukset valtionvarainministeriön antamien ohjeiden mukaisesti.

Lähempiä tietoja antaa seuran julkaisujen toimittaja.

KANNATTAJAJÄSENET – SUPPORTING MEMBERS

CENTRALSKOGSNÄMNDEN SKOGSKULTUR
SUOMEN METSÄTEOLLISUUDEN
KESKUSLIITTO
OSUUSKUNTA METSÄLIITTO
KESKUSOSUUSLIIKE HANKKIJA
SUNILA OSAKEYHTIÖ
OY WILH. SCHAUAMAN AB
OY KAUKAS AB
KEMIRA OY
G. A. SERLACHIUS OY
KYMI-STRÖMBERG OY
KESKUSMETSÄLAUTAKUNTA TAPIO
KOIVUKESKUS
A. AHLSTRÖM OSAKEYHTIÖ
TEOLLISUUDEN PUUYHDISTYS
OY TAMPELLA AB
JOUTSENO-PULP OSAKEYHTIÖ
KAJAANI OY
KEMI OY
MAATALOUSTUOTTAJAIN KESKUSLIITTO
VAKUUTUSOSAKEYHTIÖ POHJOLA

VEITSILUOTO OSAKEYHTIÖ
OSUUSPANKKIEN KESKUSPANKKI OY
SUOMEN SAHANOMISTAJAYHDISTYS
OY HACKMAN AB
YHTYNEET PAPERITEHTAAT OSAKEYHTIÖ
RAUMA REPOLA OY
OY NOKIA AB, PUUNJALOSTUS
JAAKKO PÖYRY CONSULTING OY
KANSALLIS-OSAKE-PANKKI
SOTKA OY
THOMESTO OY
SAASTAMOINEN YHTYMÄ OY
OY KESKUSLABORATORIO
METSÄNJALOSTUSSÄÄTIÖ
SUOMEN METSÄNHOITAJALIITTO
SUOMEN 4H-LIITTO
SUOMEN PUULEVYTEOLLISUUSLIITTO R. Y.
OULU OY
OY W. ROSENLEW AB
METSÄMIESTEN SÄÄTIÖ
SÄÄSTÖPANKKIEN KESKUS-OSAKE-PANKKI