

Puun lyhytkiertoviljely pelloilla

Veli Pohjonen

Tiivistelmä

Metsäpuiden lyhytkiertoviljelyä pelloilla on Suomessa tutkittu vuodesta 1973. Jo Helsingin yliopiston, Metsänjalostussäätiön ja Metsäntutkimuslaitoksen varhaiset kokeet osoittivat ulkomaiset, koripajuihin kuuluvat, voimakkaasti vesovat pajut satoisiksi. Ruotsissa professori Gustaf Sirén kehitti niille energiametsän viljelyksi (energiskogsodling) nimeämänsä kasvatusten menetelmän. Jalostettuja energiapajuja viljellään hyväkuntoisilla pelloilla, viljanviljelyn voimaperäisyydellä, täyskoneellisesti ja hyvin lyhyellä, 2–5 vuoden korjuukierrolla.

Imatran Voima Oy:n Kopparnäsin energiapuiston pelloilla Inkoossa toimeenpantiin vuosina 1983–1993 metsäpuiden lyhytkiertoviljelyn kolmivaiheinen koesarja, jonka tavoitteena oli selvittää Sirénin energiametsän viljelyn menetelmien ja valittujen pajulajien ja -kloonien soveltuvuus Suomen etelärannikon pelto-oloissa. Kokeisiin valittiin yhteensä 70 energiapajun kloonina Ruotsin kokeissa satoisimmiksi todetuista tai kasvinjalostuksellisesti lupaavimmista jalosteista.

Kopparnäsin koesarja osoitti, että ruotsalaisen energiapajun viljelymenetelmän voi siirtää peltojen metsityksen voimaperäiseksi menetelmäksi Suomeen, ainakin maamme etelärannikolle, Etelä-Ruotsia (noin Upsalan tasolle asti) vastaaviin ilmasto- ja peltojen maaperäoloihin. Ruotsissa viljelyvarmoiksi, tasaisen satoisiksi ja verraten pakkasenkestäviksi havaitut koripajun (*Salix viminalis*) kloonit menestyvät myös Suomen etelärannikon oloissa. Vannepaju (*Salix burjatica*) on parhaimmillaan yhtä satoisa kuin koripaju, mutta useimmat vannepajun kloonit ovat arkoja *Melampsora*-ruosteelle.

Suosittelavat koripajun kloonit Suomen etelärannikon ilmasto-oloihin ovat ruotsalaiset 78183 ja 78021 sekä suomalainen E7888 Somero. Niiden mahdollinen viljelyalue rajoittuu kuitenkin Salpausselän eteläpuolelle ja lounaisrannikolle, hyväkuntoisille kivennäismaan pelloille. Vannepajun kloonien viljelyvarmuus on niin heikko, että nykyisiä jalosteita ei voi suositella käytännön viljelyyn.

Koripajulla ja vannepajulla on huomattava lajin sisäinen (kloonien välinen) vaihtelu. Mitä tahansa kloonina ei voi suositella viljelyyn. Suosituksen on perustuttava pitkäaikaiseen (esimerkiksi 10 vuoden) näyttöön vaihtelevissa sääoloissa. Jaksoon on kuuluttava vähintään yksi ankara talvi. Kloonien välinen vaihtelu antaa hyvät mahdollisuudet suunnitelmalliselle kasvivallostukselle.

Peltojen menestyksenkäs viljely lyhytkiertopajuilla perustuu huolelliseen ennakkomuokkaukseen, rikkakasvien torjuntaan ennen viljelyä ja pari vuotta viljelyn jälkeen, sekä voimaperäiseen hoitoon koko pajun kiertoaikana. Lyhytkiertometsitykseen ei riitä sama voimaperäisyyden aste kuin on tarpeen peltojen metsityksessä pitkän kierron puulajeilla.

Peltojen metsänviljely lyhytkiertopajuilla vaatii viljelijältä saman tason tietotaidon ja viljelyasenteen kuin on tarpeen sokerijuurikkaan viljelyssä. Vaatimus koskee erityisesti valmiutta rikkakasvien täsmätorjuntaan viljelyä edeltävänä vuonna ja heti viljelyn jälkeen.

Riittävän vesomisen varmistamiseksi pajun lyhytkiertoviljelmä on leikattava jo ensimmäisen vuoden jälkeen. Pajun lyhytkiertoviljelyssä on tavoiteltava suurta vesalukua. Pajukon satoisuus on olennaisesti suhteessa vesalukuun, ei niinkään näennäisen hyvään pituuskasvuun.

Kun peltojen metsänviljelyyn valitaan lajiksi satoisa lyhytkiertopajun kloonina, ja viljelyyn voimaperäinen, huolellinen ote, hyväkuntoisilla Suomen etelärannikon pelloilla on mahdollisuus huomattavan hyväkasvuisiin ja runsassatoisiin viljelmiin. Viljelyvarmoilla, tasaisen hyväsatuisilla ja talvenkestävillä koripajun klooneilla on mahdollista saavuttaa pitkän ajan puuvartisen biomassan keski- kasvu 10–12 tn/ha/a, tilavuusmitassa 30–35 m³/ha/a.

Johdanto

Lyhyttä kuitua lyhyellä kierrolla

Teollista käyttöä tavoittelevan metsäpuiden lyhytkiertoviljelyn varhaisimman kokeen lienee perustanut yhdysvaltalainen poppelin jalostaja Ernst J. Schreiner 1931 (Schreiner 1970). Hän koeviljeli Mainen osavaltioon, Oxford Paper -yhtiön maalle 15 poppelikloonina. Viljelytiheys oli perinteistä metsänviljelyä suurempi, sillä pistokkaat istutettiin tiheyteen 1,2 x 0,3 metriä (1 x 4 jalkaa), eli noin 27000 tainta hehtaarille. Schreiner mittasi poppelinvesojen biomassan tuotoksen neljän vuoden iässä. Tulos oli hämmästyttävä. Tiheään viljelty poppelinvesakko oli tuottanut puubiomassaa (runko ja kuoret, ei lehtiä) keskimäärin 5,1 tn/ha/a, ja paras klooni 7,1 tn/ha/a. Kiintokuutioiksi laskien, käyttäen kuiva-tuoretiheyttä 330 kg/m³, keskituotos kaikille klooneille oli 15,4 m³/ha/a. Paras klooni kasvoi 21,5 m³/ha/a. Schreiner päätteli, että voimaperäisesti viljellen ja käyttäen lyhyttä kiertoaikaa puubiomassaa voi tuottaa merkittävästi enemmän kuin luonnonmetsät tai pitkäkiertoiset viljelymetsät tuottavat keskimäärin. Hän esitti 1930-luvun puolivälissä Oxford Paper -yhtiölle ajatuksen poppelin lyhytkiertoviljelystä laajemmassa kuin koemittakaavassa. Ajatus ei kuitenkaan saanut kannatusta, ehkäpä siksi että selluteollisuudella ei ollut vielä 1930-luvulla sopivaa menetelmää lyhytkuituisen massan keittoon. Suomessa metsäpuiden lyhytkiertoviljelyn tausta juontuu toisen maailmansodan jälkeiseen nousukauteen. 1940-luvun lopulla maassamme virisi huoli, että paperiteollisuus voi ajautua raaka-aineen pulaan, ellei luonnonmetsien kasvatusta tehostu tai ellei puuta viljellä lisää. Raaka-aineen laskelmat osoittivat myös, että pelkkä talousmetsien mänty ja kuusi eivät tulisi riittämään. Lyhyt lehtipuun kuitu oli hyväksyttävä paperin valmistukseen pitkän havukuidun rinnalle.

Serlachiuksen ja Sarvaksen pistokastuonti 1953

Vuonna 1953 metsäteollisuusmies, sittemmin vuorineuvos Ralph Erik Serlachius ja metsäntutkija, sittemmin Metsäntutkimuslaitoksen ylijohtaja Risto Sarvas etsivät koeviljelyyn Suomessa vielä kokeilemattomia lehtipuita. Schreinerin tavoin he päättelivät, että teollisuus saa lisäkuitua nopeasti, kun metsänviljelyyn valitaan lyhytkiertoinen lehtipuu. He päätyivät Tanskassa maineikkaaseen, kloonina viljeltävään vannepajuun *Salix "Aquatica Gigantea Nro 56"*. Mainesanan tälle lajille olivat antaneet Itämeren rantavaltioiden tynnyrintekijät, jotka ostivat vannepajujen raippoja tynnyriensä sidosvanteiksi. Vannepajun klooni Nro 56 kuuluu Siperiasta alunperin löytyneisiin, helposti viljeltäviin, oksatonta ja paksuhkoa vesaa kasvaviin viljelypajuihin. Tanskassa annetun kaupanimen (*Aquatica Gigantea*) käännökseenä klooniin suomalaisiksi nimeksi vakiintui jättimäinen vesipaju tai pelkkä vesipaju. Nimi on kuitenkin huono ja harhaanjohtava. Lajinimenä sille ja muille läheisille klooneille kuvaavampi on vannepaju, *Salix burjatica* Nasarov (Pohjonen 1987). Vannepajuja ei ollut kokeiltu Suomen metsänviljelyssä aikaisemmin. Koripajuja 1940- ja 1950-luvun vaihteessa tutkinut Eeva Relander (sittemmin Tapio) tosin tunsu ne. Hän oli tuonut tynnyrinvanteen tuotantoon muun muassa pienehkön erän klooniin Nro 56 pistokkaita. Serlachius ja Sarvas hankkivat kloonia kuitenkin ensimmäisen merkittävän erän. Tanskasta tuotiin 5000 pisto-

kasta. Ne viljeltiin Metsäntutkimuslaitoksen kokeisiin Tuusulaan, Lapinjärvelle ja Punkaharjulle (Hagman 1976). Parhaiten juurtuneet vannepajun pistokkaat kasvoivat Metsäntutkimuslaitoksen koekentillä emopuiksi. Niiden menestymistä, talvehtimistä, kasvunopeutta ja kasvutapaa seurattiin 1950- ja 1960-luvulla muiden vierasperäisten puiden rinnalla. Emopuista leikattiin pistokkaita koristepensaiksi. Vannepaju levisi puutarha- ja pensasaitapajuna Etelä-Suomeen. Kun pajun lyhytkiertoviljelyn tutkimus virisi myöhemmin 1960- ja 1970-luvulla, Serlachiuksen ja Sarvaksen tuomat emopuut olivat koemetsien tärkein pistokkaiden lähde. Serlachiuksen ja Sarvaksen ajatus vannepajun kasvattamisesta kuiduttavan teollisuuden raaka-aineeksi oli metsäpuiden lyhytkiertoviljelyn suomalainen, varhainen ehdotus. Kuten Schreinerin ehdotukselle oli käynyt 20 vuotta aikaisemmin, ei myöskään Serlachiuksen ja Sarvaksen ehdotus johtanut koeviljelyyn, ei ainakaan sillä nopeudella ja siinä laajuudessa, kuin he ehkä 1953 ajattelivat. Kuitupaju jäi hybridihaavan (*Populus x wettsteinii*) varjoon. Jalostettujen haapojen ja poppeleiden kasvu- ja laatuominaisuudet tuntuivat 1950-luvulla pajua lupaavammilta.

Gustaf Sirén viljeli ensimmäiset kokeensa 1955

Vuonna 1955 Pohjois-Suomen metsäntutkija Gustaf Sirén perusti Rovaniemelle, Mortin taimitarhalle ensimmäiset metsäpuiden lyhytkiertoviljelyn kokeensa. Siréniä kiinnosti hybridipoppeleiden (mm. *Populus x euramericana*) kasvuvoima. Ensimmäiset maastoon viljellyt kenttäkokeet tuhoutuivat kuitenkin parissa vuodessa hirvi- ja jänistuhoihin. Muutamia hybridipoppelein taimia viljeltiin Lapinjärvelle (Uudenmaan läänin) pihapuiksi. Ne lähtivät nopeaan kasvuun. Ajatus nopeakasvuista vesovista puista jäi askarruttmaan Sirénin mieltä. Sirén nimitettiin metsäntutkimuksen professoriksi Ruotsiin 1965. Samana vuonna hän aloitti nopeakasvuisten lehtipuiden kasvatuksen Laxån taimitarhalla, lähellä Örebron kaupunkia. Ensin hän kokeili hybridipoppeleita, mutta jo varhain mukaan tulivat nopeakasvuiset pajut. Laxån tutkimusvaihe kesti vuoteen 1973. Kokeet siirtyivät Bogesundiin, Tukholman lähistölle. Bogesundissa Sirén oivalsi, mikä merkitys vesojen kasvuvoimalla on. Kun hän kasvatti poppeleita ja pajuja taimitarhan penkissä vesoina, säännöllisesti kasteltuina ja riittävästi lannoitettuina, hänen huomionsa kiinnittyi pian voimallisesti kasvaviin vesoviin ja pensastaviin pajuihin.

Lyhytkiertoviljelyä pelloille

Helsingin yliopiston metsänhoidon professori Paavo Yli-Vakkuri kiinnostui nopeakasvuisten pajukasvien heimosta (Salicaceae) 1960- ja 1970-luvun vaihteessa. Kiinnostuksen herätti Suomessa ennen kokematon metsäntutkimuksen haaste. Ensimmäisen kerran taloushistoriamme aikana metsäntutkimukseen tuli 1960-luvun puolivälissä tarjolle runsaasti hyvälaatuista, viljavaa peltoa. Suomalaisen pellon perinteiset tuotteet leipä- ja rehuvilja, kuten karjatalouskin, olivat ylittäneet omavaraisuuden. Peltoa alkoi vapautua viljoilta ja nurmelta vuosi vuodelta yhä enemmän. Liikapelloille haettiin vaihtoehtoja. Niistä helpoin, peltojen jättäminen maksusta viljelemättä määräajaksi, oli vain tilapäinen ratkaisu, sillä ns. peltopaketoinnin päätyttyä ylituotannon saattoi ennustaa ole-

van entistä selvempää. Toinen vaihtoehto, peltojen jättäminen heitteille, metsittymään omia aikojaan, tuntui luonnonvaran tuhlaukselta. Kolmas vaihtoehto oli metsänviljely pelloilla. Se tuntui luontevalta Suomeen. Metsänviljely pelloilla käynnistyi 1968. Aluksi viljeltiin perinteisen metsänviljelyn opein pitkän kiertoajan puita: mäntyä, kuusta ja koivua. Maanviljelijät kuitenkin vieroksuivat pitkän kierron puulajeja. He näkivät metsänviljelyn peltojen metsityksenä, paluuna taaksepäin talouden kehityksessä. Yli-Vakkuri ja hänen oppilaansa etsivät peltojen metsänviljelyyn vaihtoehtoa. Pitkän kierron puulajien ja laajaperäisen kasvatuksen ohien kaivattiin nopeakasvuisia, lyhyen kierron kuitupuita ja niiden voimaperäistä kasvatusta. Yli-Vakkurin koulukunta otti tavoitteekseen aktiivisen ja eteenpäin katsovan metsäpuiden viljelyn pelloilla, ei passiivisen ja taaksepäin katsovaa peltojen metsitystä. Vuonna 1971 valmistui perusselvitys pajujen mahdollisuuksista pellolle viljeltävien puiden jalostuksessa (Malmivaara ym. 1971). Koska pajuja oli tuskin lainkaan jalostettu metsänviljelyyn, luonnonvaraisten pajujen elinvoima oli metsäpuiden jalostajalle haaste: voisiko peltoheittoja vaivaavan pajun kasvuvoiman kääntää viljelijän hyödyksi. Pajut ovat nopeakasvuisia elinkaarensa alkuvaiheessa. Pajut kukkivat ja siementävät nopeasti. Valinnalla ja risteytyksin pajusta oli ilmeisen mahdollinen jalostaa peltojen metsänviljelyyn vielä luonnonpajuja sitkeämpiä, vielä entistä paremmin heinän kanssa kilpailevia ja vielä entistä nopeakasvuisempia lajikkeita. Pajulajikkeiden jalostuksen arvioitiin johtavan nopeasti sadon nousuun samoin kuin poppelilla oli tapahtunut. Uuden pajulajikkeen jalostusarvo säilyy, koska pajua voi lisätä kloonaamalla viljelemällä seuraavan sukupolven emopuusta lisättyinä pistokkaina. Aluksi jalostuksen päähuomion saivat puumaiset, Suomessa talvenkestävät pajut. Niiden optimikiertoajaksi Suomen pelloilla arveltiin 20 vuotta. Kiertoaika perustui valkopajun (*Salix alba*) ja salavan (*Salix fragilis*) viljelystä ja metsänhoidosta ulkomailla saatuihin kokemuksiin. Nopeakasvuista, vartevaa valkopajua kasvoi viljelypuuna kymmenien tuhansien hehtaarien alalla Tonavan alajuoksulla Etelä-Euroopassa ja Paraná-joen varrella Argentiinassa. Valkopaju ja salava olivat poppelin ja hybridihaavan jälkeen pajukasvien heimon lupaavimmat puut. Valkopaju ja salava eivät kasva Suomessa alkuperäisinä. Jalostettu valkopaju tuntui silti lupaavalta, sillä eräs valkopajun klooni, hopeapaju (*Salix alba* 'Sibirica') talvehtii ja kasvaa tyvekkäänä puistopuuna Perämeren pohjukkaan asti.

Kanadasta yhden vuoden kasvatus

Vuonna 1971 Kanadasta kantautui tieto lyhytkiertopuun uudesta kasvatusmenetelmästä. Poppelin tutkija Louis Zsuffa oli vertaillut kolmen valitsemansa poppelisteymän kasvua istuttamalla ne samantapaiseen tiheyteen, 37000 kappaletta hehtaarille, kuin Schreiner 40 vuotta aikaisemmin. Zsuffa mittasi poppeliklooniensa kasvun jo vuoden kuluttua istutuksesta. Mittaus tuotti vielä hämmästyttävämmän tuloksen kuin Schreinerin koe 1935. Paras klooni kasvoi tuoretta puubiomassaa (runko ja oksat kuorineen, ei lehtiä) 47 tonnia hehtaarille (tn/ha) vuodessa. Kuutiokasvuksi Zsuffa laski 64 kiintokuutiota hehtaarille vuodessa (poppelinvesan kuiva-tuoretiheys on 330 kg/m³; tuoremassassa on 55 prosenttia vettä). Poppelivesakon kasvunopeus askarrutti metsäntutkijoita sekä Kanadassa että Suomessa; ilmasto-olommehan eivät juuri poikkea toisistaan. Suomen metsien runkopuun keskikasvu 1970-luvun alussa oli 2,6 m³/ha/a. Vilja-

villa metsämailla 10 kiintokuution keskimääräinen vuosikasvu on sekä kuusikoissa että koivikoissa verraten yleinen. Noin 35-vuotiaana täystiheät viljelykuusikot kasvavat käenkaali-oravanmarjatyyppillä parhaana vuonnaan 14 m³/ha/a (Koivisto 1959). Tiheänä vesakkona kasvavan poppelikon puubiomassan kasvunopeus nousi perinteisiin metsänkasvun lukemiin verrattuna aivan omalle tasolleen. Jos perinteinen puunkasvatus tavoittelee runkopuuta, Zsuffan kasvatus tavoitteli vain puubiomassaa. Häntä ei kiinnostanut, missä muodossa biomassa oli. Vastaväitteet runkomaisen sadon paremmuudesta vesasatoon verrattuna Zsuffa kuittasi toteamalla, että kuituteollisuus tarvitsee puusta lopulta vain kuitua. Zsuffan havainnot vuonna 1971 merkitsivät käännettä metsäpuiden lyhytkiertoviljelyssä. Zsuffa oivalsi ensimmäisenä vesakkona kasvavan viljelmän massalain. Suuri biomassan kasvunopeus seuraa vesojen lukumäärää, ei runkomaisien lyhytkiertopuiden näennäisen hyvää pituuskasvua.

Rovaniemen koe 1973

Pajun jalostusta koskevien tutkimusten ja Kanadasta kantautuneiden vesakkopoppelin kasvutietojen pohjalta metsäpuiden lyhytkiertoviljelyn tutkimus tiivistyi myös Suomessa. Keväällä 1973 viljeltiin uusi runkomaisten ja pensastavien lyhytkiertopuiden vertailu (Pohjonen 1974). Koepaikaksi tuli, osaksi sattumalta, Perä-Pohjolan koeasema Rovaniemellä. Lyhytkiertopuut viljeltiin koeaseman hyväkuntoiselle, nurmiviljelystä kynnetylle turvemaan pellolle. Jo 1970-luvun alussa se oli tyypillistä pohjois-suomalaista peltomaata, jolle maatalous etsi uutta tuotantoa. Lyhytkiertoviljelyyn valittiin neljä puulajia: runkomaiset harmaaleppä (*Alnus incana*) ja hybridihaapa sekä pensastavat kiiltopaju (*Salix phylicifolia*) ja Tanskasta tuotu vannepajun klooni Nro 56. Harmaaleppä ja hybridihaapa viljeltiin siementaimina, koska ne eivät juurru pistokkaana. Kiiltopaju ja vannepaju ovat sensijaan aitoja vesovan lyhytkiertoviljelyn puulajeja. Ne voi istuttaa emopuusta leikattuina pistokkaina. Zsuffan kokeen tavoin Rovaniemen lyhytkiertoviljelmää kasvatettiin vain yksi vuosi. Zsuffan kokeen tavoin vesasatojen mittaus tuotti hämmästyttävän tuloksen. Vannepaju kasvoi hehtaaria kohti tuoretta puubiomassaa 39 tn/a (Kanadan kokeessa 47). Kiiltopaju kasvoi vastaavasti 27, hybridihaapa 19 ja harmaaleppä 11 tonnia. Runsaasti vesovien, yksivuotisten pajujen kasvuvoimaa korosti vielä se, että siementaimista kasvaneet hybridihaapa ja harmaaleppä olivat mittaushetkellä itse asiassa jo kahden vuoden ikäisiä. Runsaasti vesovilla puilla suuren biomassatuotoksen saavuttaminen on helpompaa kuin runkomaisilla puilla. Vesovien pajujen kasvuvoimaa ilmentää niiden pistokkaiden juurtumisalttius. Kasvuvoima toteutuu käytännön lyhytkiertoviljelyssä vasta, kun kasvusto kasvaa riittävän tiheänä, yli 100000 vesaa hehtaarilla. Näin suureen vesalukuun pääsee esimerkiksi, kun viljelytiheys on 20000 pistokasta hehtaarille, ja kun jokaisesta pistokkaasta kasvaa vähintään 5 vesaa. Rovaniemen koe ohjasi metsäpuiden lyhytkiertoviljelyä vesovien pajujen suuntaan. Koska Serlachiuksen ja Sarvaksen aikoinaan tuoma vannepaju kasvoi kiistatta parhaiten, sen viljelyominaisuudet kannatti selvittää tarkemmin. Toisaalta kotimaisten pajujen kasvuvoimakin näytti lupaavalta, semminkin kun vannepajun talvehtiminen tiedettiin jo Eeva Tapion kokeista heikoksi sekä Keski- että Pohjois-Suomessa. Rovaniemen koe tuki myös Kanadassa virinnyttä ajatusta, että metsäpuiden lyhytkiertoviljelyssä voi olla mahdollinen myös lyhin, vain yhden vuoden

kiertoaika. Vesojen paleltumisesta syksyisin tai talvisin ei tarvitsisi kantaa huolta, jos riittävän suuren vesasadon voisi korjata vuosittain. Vannepajun kantojen arvioitiin talvehtivan lumen alla ja kasvavan taas seuraavana kesänä uuden vesasadon. Vannepajun osalta arvio oli Rovaniemelle väärä. Vuosien 1974–1976 koe näytti, että vannepaju ei kestä napapiirin talvea edes juurina (Pohjonen 1985).

Metsänjalostussäätiö etsi lisää lyhytkiertopajuja

Metsänjalostussäätiö aloitti 1973 lyhytkiertoviljelyyn sopivien, Suomesta löytyvien pajulajien ja kloonien valinnan. Ensimmäisessä vaiheessa säätiö keräsi eri puolilta Suomea runkomaisia, pituuden perusteella nopeakasvuiselta näyttäviä pajuja. Vuosina 1973–1975 löytyi 375 lupaavaa kloonina. Pääosa keräyspajuja oli kotoperäisiä: raitaa (*Salix caprea*), halavaa (*Salix pentandra*), mustuvapajua (*Salix myrsinifolia*) ja kiiltopajua (*Salix phylicifolia*). Osa keräyksen tuloksista oli Etelä-Suomessa koriste-puina kasvavia vierasperäisiä pajuja, kuten valkopajua, salavaa ja vannepajuja. Voimakkaasti pensastavaa koripajua Metsänjalostussäätiön keräykseen ei kuitenkaan satunut. Keräyksen parhaat, juurtuvat lyhytkiertopajut viljeltiin kahteen laajaan vertailukokeeseen Nurmijärvelle, etelä-suomalaisen kivennäismaan pellolle. Ensimmäinen viljelykoe oli kolmivuotinen, 1975–1977. Vannepaju oli molempien kokeiden perusteella ylivoimainen kotimaisiin pajuihin verrattuna. Kolmen vuoden kokeessa satoisin oli kloonin *Salix burjatica* V769 Lieto, joka tuotti tilavuusmitassa laskien 44 m³/ha/a. Metsänjalostussäätiön keräyksessä tämä kloonin löytyi Liedon taimitarhalla. Kloonin alkuperää ei pystytty jäljittämään. Viiden vuoden kokeessa paras vannepajun kloonin, *S. burjatica* V768 Jyväskylä, tuotti 26 m³/ha/a. Tämä kloonin löytyi jyväskyläläiseltä mehiläistarhurilta, mutta tämänkään kloonin alkuperää ei enää pystytty jäljittämään. Kloonin V769 Lieto tuotti lähes yhtä hyvin, 23 m³/ha/a. Kolmanneksi paras kloonin (22 m³/ha/a) oli *S. burjatica* V761 Mikkeli. Se löytyi keräyksen yhteydessä Mikkeliissä kasvavasta pensasaidasta. Myöhemmin selvisi, että kloonin oli sama, minkä Eeva Tapio toi vannepajukokeisiinsa 1940-luvun lopulla. Vannepajun kasvuvoima tuntui 1970-luvun kokeiden perusteella kiistattomalta kotimaisiin pajuihin verrattuna. Rovaniemen kokeen ja kahden Nurmijärven kokeen perusteella se oli lupaavin lyhytkiertopaju, johon metsäpuiden lyhytkiertoviljelyn tutkimus kannatti suunnata.

Lyhytkiertoviljelyn tutkimuksen suuntaaminen 1970- ja 1980-luvun vaihteessa

Metsäntutkimuslaitoksessa käynnistyi 1978 kymmenvuotinen energiametsien tutkimushanke, PERA-projekti (puu energiaraaka-aineena). Sen keskeisenä lyhytkiertoviljelyn tavoitteena oli kehittää nimenomaan vannepajulle sopivat viljelymenetelmät. Viljelymaita oli saatavana Keski- ja Pohjois-Suomen pakettipelloilla ja turvesuon pohjilla. Keväällä 1980 Tanskasta hankittiin koeviljelyyn 100 000 kappaletta lisää vannepajun Nro 56 pistokkaita. Samana keväänä silloiselle Kannuksen energiametsäkoeasemalle (nyk. tutkimusasemalle) viljeltiin hehtaarin laajuinen vannepajun koe, jossa vertailtiin kuutta eri kloonina. Viljelmää kohtasi kuitenkin yllättävä takaisku. Toisena kasvuvuonnaan siihen iskeytyi ruostesieni. Se lamautti hyvin kasvuun lähteneiden van-

nepajun vesojen elinvoiman. Syyskesällä 1981 viljelmä oli kauttaaltaan ruosteen saastuttama. Vannepajun lehdet mustuivat. Heikentyneet vesat eivät kestäneet talvea, ja kasvusto paleltui kantoa myöten. Myös seuraava kantovesakko kasvoi heikentyneenä. Heinät saivat kasvustosta yliotteen, ja vuoden 1982 kasvu oli jo lähes olematon. Tuhoutuneena viljelmä oli kynnettävä nurin 1983. Syypää oli pajun ruosteisiin kuuluva *Melampsora sp.*, jonka väli-isännäksi pääteltiin Kannuksen taimitarhalla pienenä metsikkönä kasvava lehtikuusi. Kannuksen vannepajuviljelmä antoi merkittävän tiedon metsäpuiden lyhytkiertoviljelyyn. Yhden kloonin monokulttuurina viljelty metsikkö on altis tuhoille. Jotta mahdolliset tuhot voi todeta, koeviljelmiä on kasvatettava riittävän laajoina, vähintään hehtaarin metsikköinä ja riittävän pitkän, vähintään 10 vuoden ajan. Koejaksolle tulisi myös sattua ainakin yksi ankara pakkastalvi. Kannuksessa koettu tuho lopetti vannepajun tutkimuksen kivennäismaiden pelloilla. Se jatkui kuitenkin perustutkimuksena turvesuon pohjilla. Lyhytkiertoviljelyn tutkimus pelloilla siirtyi uuteen vaiheeseen. Etelärannikolla alkoi koripajun viljelytutkimus Ruotsissa saatujen kokemusten mukaan.

Imatran Voima Oy:n lyhytkiertokokeet 1983–1993

Koejärjestelyt

Vuonna 1983 Imatran Voima Oy aloitti 10-vuotisen lyhytkiertopajujen kasvatustutkimuksen Kopparnäsin energiapuiston pelloilla Inkoossa. Tutkimuksen perusaineisto koostui 63 pajukloonista, jotka Gustaf Sirén oli valinnut Ruotsin vastaavasta koeohjelmasta. Kloonit tuotiin Suomeen pistokkaina keväällä 1983. Suomalaisia kloonveja kokeeseen valittiin vertailuun kaksi: *Salix viminalis* E7888 Somero ja *Salix burjatica* E7899 Parainen. Tutkimuksen ensimmäisessä vaiheessa testattavien kloonien lukumäärä oli siten 65 (taulukko 1). Useimmat (31) klooneista olivat koripajuja. 16 kloonina kuului vannepajuihin (todennäköisimmin lajiin *S. burjatica*, osa mahdollisesti hybridiin *S x dasyclados*). Mukana oli myös 6 raidan ja koripajun risteymähybridiä *Salix x smithiana* (*S. caprea* x *S. viminalis*). Yhdeksän Ruotsista tuoduista klooneista oli alunperin viety Suomesta. Ne voivat esiintyä eri kokeissa vuoroin suomalaisella, vuoroin ruotsalaisella klooninumerolla. Erityisesti kaksi vannepajun kloonina on nimetty monin tunnuksin. Alkuperäinen Tanskan tuonti *Salix burjatica* 'Aquatika no 56' sai Suomessa numeron E4856. Ruotsissa sama klooni kulkee numeroilla 77056 ja 88003. Eeva Tapion Suomeen tuoma (vrt. Pohjonen 1987) hybridi *Salix x dasyclados* on saanut Suomessa tunnuksen V761 Mikkeli ja Ruotsissa numeron 77075. Lisätietoa lyhytkiertopajujen kloonitunnuksista on antanut Pohjonen (1991). Gustaf Sirén toi lyhytkiertopajuja Suomeen toisenkin erän, keväällä 1992. Tuodut kloonit olivat valittuja risteytyksiä ruotsalaisen jalostusohjelman toisesta vaiheesta. Useimmilla klooneilla oli jo lajikenimi (taulukko 2). Ensimmäisenä koevuonna (1993) pistokkaat viljeltiin rivikokeeksi, kahteen toistoon. Rivien tilajärjestys oli Ruotsissa kehitetty: paririvit, jossa rivien väli oli 70 cm, parien väli 130 cm ja pistokkaiden väli rivien sisällä 50 cm. Jokainen rivi koostui yhdestä kloonista. Rivi oli 50 metriä pitkä, ja siinä oli 100 pistokasta. Koe leikattiin kantaan ensimmäisen kasvuvuoden jälkeen, ja syntynyttä vesakkoa kasvatettiin vuodet 1984–1986 (Rivikoe Ia). Toinen toistoista korjattiin kasvu-

kauden 1986 jälkeen. Kasvamaan jäänyttä toistoa seurattiin erikseen vuodet 1984–1987 (Rivikoe Ib). Uudelleen vesotettua toistoa seurattiin vuodet 1987–1989 (Rivikoe II). Rivikoe Ib korjattiin kasvukauden 1987 jälkeen, ja sen kantovesakkoa seurattiin vuodet 1988–1989 (Rivikoe III).

Taulukko 1. IVO:n Energiapuistoon, Inkoon Kopparnäsiin keväällä 1983 valitut lyhytkiertopajujen kloonit. Avain lyhenteille: bur – *S. burjatica* (vannepaju), das – *S. dasyclados* (vannepaju), sch – *S. schwerinii* (ruskopaju), vim – *S. viminalis* (koripaju), und – *S. undulata*, smi – *S. smithiana*, fra – *S. fragilis* (piilipuu), rub – *S. x rubens*, alb – *S. alba* (valkopaju), sal – *Salix sp.* (tunnistamaton), pen – *S. pentandra* (halava), tri – *S. triandra* (jokipaju). Alias kuvaa kloonille aikaisemmin käytettyä tunnusta.

Kloonitunnus	Alias	Laji	Kloonitunnus	Alias	Laji
77056	56	bur	78166	L78-166	sal
77075	75	das	78183	L78-183	vim
77077	77	sch	78195	L78-195	vim
77082	82	vim	78196	L78-196	bur
77083	83	und	78198	L78-198	vim
77192	192	smi	79004	L79-4	vim
77590	590	fra	79026	L79-26	vim
77666	666	smi	79036	L79-36	vim
77670	670	smi	79046	902	vim
77681	681	smi	79050	809	vim
77683	683	vim	79052	908	bur
77690	690	smi	79054	JGT	bur
77699	699	vim	79069	E78-22	sch
77801	801	vim	79097	CSD1	bur
77802	802	rub	79113	CSV2	vim
77803	803	alb	79118	LSL5	sal
78003	L78-3	vim	80049	L80-49	vim
78013	L78-13	vim	80051	L80-51	vim
78021	L78-21	vim	80072	GB80-2	vim
78022	L78-22	sal	80073	GB80-3	vim
78044	L78-44	bur	81090	8100	bur
78060	L78-60	bur	81091	8101	smi
78090	L78-90	vim	81092	8102	vim
78091	L78-91	vim	81095	8103	pen
78101	L78-101	vim	82055	P6011	bur
78102	L78-102	vim	82056	E7894	bur
78104	L78-104	bur	82057	P6010	tri
78112	L78-112	vim	82067	E7901	vim
78115	L78-115	vim	88003	4856	bur
78118	L78-118	vim	88005	V768	bur
78120	L78-120	vim	E7888	Somero	vim
78133	L78-133	bur	E7899	Parainen	bur
78146	L78-146	bur			

Keväällä 1984 Kopparnäsiin viljeltiin ensimmäinen ruutukoe (7,5 x 7,5 metrin ruuduin). Koe leikattiin kantaan ensimmäisen kasvuvuoden jälkeen (1984) ja uudelleen seuraavan vuoden (1985) jälkeen hirvi- ja myyrätuhojen vuoksi. Ruutukokeen sato määritettiin ensimmäisen kerran kasvukauden 1986 jälkeen (Ruutukoe IVa). Sen jäl-

keen koetta seurattiin Ruutukokeena IVb kasvukaudet 1987–1989, ja edelleen Ruutukokeena IVc vuodet 1990–1991. Puolet ruutukokeesta korjattiin kasvukauden 1991 jälkeen ja sen vesakkoa seurattiin vuodet 1992–1993 ruutukokeena IVd.

Keväällä 1986 Kopparnäsiin viljeltiin toinen ruutukoe edellistä suuremmin ruuduin (15 m x 15 m). Se leikattiin kanton ensimmäisen kasvuvuoden jälkeen. Sadonmuodostusta seurattiin Ruutukokeena Va vuodet 1988–1989. Puolet kokeen ruuduista kasvoi korjaamatta kasvukauden 1991 yli (Ruutukoe Vb) ja edelleen kasvukauden 1993 yli (Ruutukoe Vc). Toinen puoli kokeen ruuduista leikattiin vuoden 1990 jälkeen, ja sen kantovesakkoa seurattiin vuosi 1991 (Ruutukoe Vd).

Keväällä 1991 Kopparnäsiin perustettiin uusi sarja ruutukokeita. Vuonna 1983 tuoduista klooneista oli seuloutunut jatkotutkimuksiin kuusi kappaletta: koripaju 78183, koripaju E7888 Somero, koripaju 78021, vannepaju V761 Mikkeli, vannepaju 81090 ja valkopaju 77803 (*Salix alba*). Ne viljeltiin 13 x 13 metrin ruuduin, leikattiin kasvukauden 1991 jälkeen ja seurattiin Ruutukokeena VI vuodet 1992–1993. Toinen kevään 1991 ruutukoe perustettiin seuraavin valituin kloonein: koripaju 79046, koripaju 78198, koripaju 78118, koripaju 79004 ja vannepaju E7899 Parainen. Myös ne viljeltiin 13 x 13 metrin ruuduin ja korjattiin kasvukauden 1991 jälkeen. Koetta seurattiin Ruutukokeena VII vuodet 1992–1993.

Kolmas kevään 1991 ruutukoe oli koripajun E7888 Somero ja Vannepajun V761 Mikkeli viljelytiheyskoe. Kokeiltavat tiheydet olivat 10000, 15000 ja 20000 pistokasta hehtaarille. Koe viljeltiin 13 x 13 metrin ruuduin, korjattiin kasvukauden 1991 jälkeen, ja sitä seurattiin Ruutukokeena VIII vuodet 1992–1993.

Kopparnäsin koalueen viimeinen koe viljeltiin keväällä 1992. Kokeeseen valittiin kaksi menestyneintä koripajun kloonaa: 78183 ja E7888 Somero, sekä Ruotsista 1992 tuodut uudet jalosteet (taulukko 2). Koe viljeltiin 13 x 13 metrin ruuduin, korjattiin kasvukauden 1992 jälkeen, ja sitä seurattiin Ruutukokeena IX vuosi 1993. Kopparnäsin kokeiden yhteenveto on taulukossa 3.

Taulukko 2. IVO:n Energiapuistoon, Inkoon Kopparnäsiin keväällä 1992 Ruotsista tuodut koripajun jalosteet.

Kloonitunnus	Lajik nimi	Alkuperä
810217	Eva	tuntematon
811110	Lisa	tuntematon
812509	-	tuntematon
821624	Hanna	78021 x 79065
832501	Marie	78112 x 77683
832502	Anki	78112 x 77683
832503	Gustaf	78021 x 78013

Ensimmäinen koejakso 1983–1986

Kopparnäsin lyhytkiertokokeiden ensimmäinen jakso kesti neljä vuotta, 1983–1986. Jaksolla kasvoivat Rivikoe Ia (viljelyvuosi 1983) ja Ruutukoe IVa (viljelyvuosi 1984). Rivikoe Ia mitattiin kolme kertaa (syksyisin 1984, 1985 ja 1986) ja Ruutukoe IVa

kerran (1986). Ensimmäinen koejakso oli luontevaa päättää talvikauden 1986–1987 poikkeuksellisen koviin pakkasiin.

Jo Rivikokeen Ia ensimmäinen mittaussyysyllä 1984 antoi lupaavia kasvutuloksia (taulukko 4). Koko kokeessa, kaikkien 33 kloonin keskimääräinen vuosikasvu oli kuivamassana 4,5 tn/ha/a ja tilavuusmitassa 16,0 m³/ha/a. Parhaiten kasvoi vannepajun kloonin 78196 (8,6 tn/ha/a tai 30,1 m³/ha/a), koripajuista taas Ruotsissa tunnettu kloonin 78101 (8,4 tn, 29,9 m³). Kuuluista Tanskan tuonti, vannepaju no 56 (E4856) pääsi vasta sijaluvulle 19 kuivamassan kasvullaan 5,4 tn/ha/a.

Taulukko 3. Koejärjestelyt Kopparnäsin lyhytkiertopajujen tutkimuksessa 1983–1993.

Koe	Vuodet	Klooneja, kpl	Koetyyppi loppu- mittauksessa	Juurakon ikä loppumittauksessa	Vesojen ikä
Ia	83-86	33	rivikoe	4	3
Ib	83-87	18	rivikoe	5	4
II	87-89	20	rivikoe	7	3
III	88-89	13	rivikoe	8	3
IVa	83-86	24	ruutukoe	3	1
IVb	83-89	24	ruutukoe	5	3
IVc	83-91	24	ruutukoe	6	4
IVd	91-93	24	ruutukoe	10	3
Va	86-89	10	ruutukoe	4	3
Vb	86-91	5	ruutukoe	6	5
Vc	86-93	5	ruutukoe	8	7
Vd	91	5	ruutukoe	6	1
VI	91-93	6	ruutukoe	3	2
VII	91-93	5	ruutukoe	3	2
VIII	91-93	2	ruutukoe	3	2
IX	92-93	8	ruutukoe	2	1

Taulukko 4. Kymmenen satoisinta lyhytkiertopajun kloonin Kopparnäsin Rivikokeessa Ia syysyllä 1984. Juurten ikä 2 vuotta, vesojen ikä 1 vuosi. Lyhenteet: bur – vannepaju, vim – koripaju, alb – valkopaju. Vesojen kuiva-tuoretiheys 284 kg/m³. Keskiikasvu laskettu kahdelle vuodelle, viljelyvuodesta 1983 lähtien.

Sija	Kloonin	Sato tn/ha	Keskiikasvu tn/ha/a	Keskiikasvu m ³ /ha/a
1	bur 78196	17,1	8,6	30,1
2	vim 78101	16,7	8,4	29,4
3	alb 77803	16	8	28,2
4	vim 78013	14,9	7,5	26,2
5	vim 77801	14,5	7,3	25,5
6	bur 78146	13,6	6,8	23,9
7	vim 78183	13,6	6,8	23,9
8	vim 78021	13,6	6,8	23,9
9	bur 78044	13	6,5	22,9
10	vim 79004	13	6,5	22,9
Keskiarvo 33 kloonin		9,1	4,6	16

Taulukossa 4 (ja muissa taulukoissa tämän jälkeen) sadolla tarkoitetaan kasvustossa mittaushetkellä ollutta, 10 cm:n kantoleikon yläpuolista puuvartista biomassaa. Siihen

kuuluvat vesat oksineen, mutta ei lehtiä, eikä kantoa. Sato määritettiin otantamenetelmällä mittaamalla koealoilta vesojen runkolokusarjoja millimetrin tarkkuudella joko 110 cm:n tai 30 cm:korkeudelta, ja muuntamalla runkolokusarjat regressiomalleilla biomassaksi. Kuivamassa muunnettiin tilavuusmitaksi (rungot ja oksat kuorineen m³/ha) Hytösen ja Fermin (1984) vannepajulle määrittämin kertoimin siten, että 1–8 vuoden ikää vastaavat kuivatuoretiheydet olivat 284, 320, 345, 360, 380, 380, 380 ja 380 kg/m³. Biomassan keskimääräisen vuotuisen kasvunopeuden laskentaan on huomioitu myös viljelyvuosi, vaikka sen satoa ei normaalisti käytetä hyväksi. Rivikokeen koko sato 9,1 tn/ha kasvoi siten vesomisen jälkeisenä vuonna (1984), mutta keskikasvuun on laskettava kaksi vuotta, viljelmän perustamisesta lähtien.

Kloonien keskinäinen paremmuusjärjestys oli muuttunut jo vuosien 1984 ja 1985 mittausten välillä (taulukko 5). Valkopaju 77803 oli esimerkiksi kolmas 1984 ja ensimmäinen 1985, kun taas koripaju 78183 oli vasta seitsemäs 1984, mutta 1985 jo toinen. Osaksi tämä selittyy todellisilla kasvueröillä kloonien välillä ja eri kloonien erilaisella kasvureaktiolla sääoloiltaan erilaisiin kasvukausiin. Todennäköisimmin järjestyksen heittäly johtuu kuitenkin kokeen luontaisesta vaihtelusta (virrehajonnasta). Toistamattomassa kokeessa virrehajontaa on vaikea todeta. Ehkä tärkeämpää kuin yksittäisen kloonin järjestysnumero on kloonin esiintyminen jatkuvasti kärkiryhmissä. Se viestii kloonin keskimääräistä paremmista kasvuominaisuuksista ja tasaisesta sadontuottokyvystä eri kasvukausina eli viljelyvarmuudesta (Kallinen ym. 1976).

Taulukko 5. Kymmenen satoisinta lyhytkiertopajun kloonina Kopparnäsin Rivikokeessa Ia syksyllä 1985. Juurten ikä 3 vuotta, vesojen ikä 2 vuotta. Lyhenteet: alb – valkopaju, bur – vannepaju, vim – koripaju. Vesojen kuiva-tuoretiheys 320 kg/m³. Keskikasvu laskettu 3 vuodelle, viljelyvuodesta 1983 lähtien.

Sija	Kloonin nimi	Sato tn/ha	Keskikasvu tn/ha/a	Keskikasvu m ³ /ha/a
1	alb 77803	47,4	15,8	49,4
2	bur 81090	46,3	15,4	48,2
3	vim 78183	44,9	15	46,8
4	bur 78196	38,5	12,8	40,1
5	bur 78044	38,5	12,8	40,1
6	vim 78021	35,8	11,9	37,3
7	vim 78101	34,5	11,5	35,9
8	vim 78198	34,3	11,4	35,7
9	vim 78013	31,3	10,5	32,8
10	vim 78118	30,9	10,3	32,2
Keskiarvo 33 kloonina		27,2	9,1	28,3

Rivikokeen Ia kolmannessa mittauksessa, syksyllä 1986, kloonien paremmuusjärjestys oli taas muuttunut. Nyt satoisin kloonin oli koripaju 78101 (taulukko 6). Tämä kloonin on Ruotsista, Klippanilta löytynyt suorakasvuinen hedekloonin. Lupaavan satoisana se levisi Ruotsin maatiloille 1980-luvulla. Myöhemmin se osoittautui talvenaraksi niin Ruotsissa kuin Suomessakin. Kymmenestä parhaasta kloonista viisi oli koripajuja, neljä vannepajuja ja yksi valkopaju. Ruotsissa todettu koripajujen paremmuus alkoi paljastua Kopparnäsin kokeessa vuonna 1986. Satoisin suomalainen koripaju E7888 Somero kasvoi 31,9 m³/ha/a, hivenen keskiarvoa paremmin. Satoisin vannepaju

(52,5 m³/ha/a) oli Ruotsin Keksnäsistä löytynyt emiklooni 81090. Myös Tanskan tuonti 77056 kasvoi hyvin, 39,1 m³/ha/a. Nämä molemmat kloonit ovat lamoavia kasvutavaltaan, mikä ei ole korjuun koneellistamisen kannalta eduksi. Valkopaju 77803 oli nyt yhdeksäs. Niin Suomessa kuin Ruotsissa tämä klooni kasvoi joissakin kokeissa verraten hyvin, mutta pitkän aikajakson sarjoissa se karsiutui kärjestä, koska sen talvenkestävyys on heikohko. Runkomaisista pajuista tämä klooni on kuitenkin edelleen lupaavimpia, ja sillä on arvoa risteytysjalostuksessa. Rivikoe Ia kaadettiin syksyn 1986 mittauksen jälkeen. Jo tämän ensimmäisen mittaussarjan perusteella oli ilmeistä, että Ruotsista tuodut lyhytkiertopajut olivat ainakin Suomen etelärannikolla satoisampia kuin kotimaasta löytyneet pajut. Tämä johtunee yksinkertaisesti siitä, että ilmasto-oloiltaan suotuisampaan Etelä-Ruotsiin on aikojen saatossa tuotu kori- ja koristepajuiksi verrattomasti enemmän kori- ja vannepajuja kuin Suomeen. Kun satoisimmalle suomalaiselle vertailupajulle E7888 Somero annetaan suhdeluku sata, parhaat ruotsalaiset kori- ja vannepajut olivat 50 – 70 prosenttia satoisampia.

Taulukko 6. Kymmenen satoisinta lyhytkiertopajun kloonina Kopparnäsin Rivikokeessa Ia syksyllä 1986. Juurten ikä 4 vuotta, vesojen ikä 3 vuotta. Lyhennykset: vim – koripaju, bur – vannepaju, alb – valkopaju. Vesojen kuiva-tuoreiheys 345 kg/m³. Keskikasvu laskettu 4 vuodelle, viljelyvuodesta 1983 lähtien.

Sija	Klooni	Sato tn/ha	Keskikasvu tn/ha/a	Keskikasvu m ³ /ha/a
1	vim 78101	75,9	19,0	55,0
2	vim 78198	73,0	18,3	52,9
3	bur 81090	72,4	18,1	52,5
4	bur 78044	67,9	17,0	49,2
5	vim 78183	59,3	14,8	43,0
6	vim 78021	58,8	14,7	42,6
7	bur 79052	56,2	14,1	40,7
8	bur 77056	54,0	13,5	39,1
9	alb 77803	53,0	13,3	38,4
10	vim 78013	50,5	12,6	36,6
Keskiarvo 24 kloonina		42,9	10,7	31,1

Jo Kopparnäsin energiapuiston ensimmäinen koe antoi myös suuntaviittaa ulkomaisten lyhytkiertopajujen optimikiertoajasta. Vaikka kokeen keskimääräinen vuosi kasvu (MAI) nousi toisesta vuodesta neljälle (16, 28 ja 31 m³/ha/a), todellinen vuotuinen kasvu (CAI) saavutti huippunsa jo kolmanten vuonna viljelystä (vuodet 2–4, CAI: 32, 53 ja 39 m³/ha/a). Kopparnäsin rivikokeen Ia perustaminen onnistui hyvin: pistokkaiden juurtumisaste oli korkea ja rikkakasvien torjunta ensimmäisenä kasvukautena lähes täydellinen. Kasvusto sulkeutui jo toisena kasvuvuonnaan. Tällaisissa oloissa lyhytkiertopajujen optimikiertoaika voi olla huomattavan lyhyt, 3–4 vuotta.

Rivikokeessa Ia mitattiin merkittävän suuria kasvuja. Sääolosuhteet vuosina 1984–1986 olivat suotuisat eikä talvihuhoja ollut. Ensimmäisen kokeen hoito oli myös tavallista voimaperäisempää. Osaksi huipputuloksia selittää rivikokeen järjestely, mikä antaa etua keskiarvoa paremmille klooneille. Tämän ei tulisi kuitenkaan vaikuttaa kokeen keskiarvoon. Edellyttäen, että rivikoe on perustettu riittävän suurena (leveänä),

kaikkien kloonien keskiarvon tulisi asettua samalle satotasolle, mille vastaavanlaajuisena, vastaavankasvuisella kloonilla ja vastaavalla voimaperäisyydellä hoidettu käytännön viljelmä pääsee.

Rivikokeessa otantamenetelmällä syksyllä 1986 laskettu keskimääräinen satotulos todennettiin keväällä 1987 korjaamalla koko koe raivaussahalla 10–15 cm:n kantoon. Rivejä ei korjattaessa eroteltu. Kaikki kloonit vesoineen, oksineen ja latvuksineen kerättiin traktorivaakaan. Keväällä vesoissa ei ollut enää edellisen syksyn lehtiä. Keskimääräiseksi satotulokseksi saatiin 39 tn/ha (kuivamassaa), eli 9 % vähemmän kuin kokeen keskiarvo taulukossa 6. Neljälle vuodelle laskettu korjuussa todettu keskikasvu oli vastaavasti 9,8 tn/ha/a tai 28,3 m³/ha/a.

Syksyllä 1986 mitattiin myös Ruutukoe IVa ensimmäisen kerran. Sen juurakot olivat kolmen vuoden ja vesat yhden ikäisiä (taulukko 7). Koe oli jouduttu leikkaamaan kantoon poikkeuksellisesti sekä ensimmäisen että toisen vuoden jälkeen talvisten myyrä- ja hirvituhojen vuoksi. Keskikasvu on siksi luontevaa laskea toisesta perustamisvuodesta, 1985 lähtien.

Taulukko 7. Kymmenen satoisinta lyhytkiertopajun kloonina Kopparnäsin Ruutukokeessa IVa syksyllä 1986. Juurten ikä 3 vuotta, vesojen ikä 1 vuosi. Lyhennykset: vim – koripaju, smi – *Salix smithiana* (*S. caprea* x *viminalis*) Vesojen kuiva-tuoreiheys 284 kg/m³. Keskikasvu laskettu 2 vuodelle, viljelyvuodesta 1985 lähtien. Kaikki viisi satoisinta kloonina olivat koripajuja.

Sija	Klooni	Sato (1 a) tn/ha	Keskikasvu tn/ha/a	Keskikasvu m ³ /ha/a
1	vim 79026	8,2	2,7	9,6
2	vim 80072	6,0	2,0	7,0
3	vim E7888	5,7	1,9	6,7
4	vim 79036	5,6	1,9	6,6
5	vim 77683	5,5	1,8	6,5
6	vim 80051	5,5	1,8	6,5
7	smi 77681	5,5	1,8	6,5
8	vim 78091	5,4	1,8	6,3
9	vim 78101	5,0	1,7	5,9
10	vim 78183	4,8	1,6	5,6
Keskiarvo	33 kloonina	4,6	1,5	5,4

Kaikki viisi satoisinta kloonina olivat koripajuja. Tässä mittauksessa keskiarvon (yhden vuoden vesasato 4,6 tn/ha) alapuolelle jäivät muun muassa lupavina pidetyt vannepaju 77075 (4,1 tn/ha), koripaju 78021 (3,6 tn/ha) ja koripaju E7901 Tammisaari (2,8 tn/ha). Parhaan vannepajun, 78044, sato oli 4,7 tn/ha. Ruutukokeen IVa mittauksessa 1986 raidan ja koripajun risteytysklooni *S. x smithiana* 77681 pääsi 10 parhaan kloonin joukkoon. Tältä risteymäältä on odotettu pajun lyhytkiertoviljelyssä paljon, odotetaan sen yhdistävän raidan runkomaisen muodon ja talvenkestävyyden koripajun juurtumisalttiuteen, vesomiskykyyn ja nopeaan kasvuun. Odotukset eivät ole kuitenkaan lyhytkiertokokeissa täyttyneet. Kopparnäsissä *S. x smithiana* ei esiintynyt enää vuoden 1986 jälkeen minkään kokeen kärjessä.

Johtopäätökset vaiheen 1983–1986 jälkeen.

Kopparnäsin lyhytkiertoviljekokeiden ensimmäinen vaiheessa pajut kasvoivat suotuisissa sääoloissa. Mikään talvista 1983/84–1985/86 ei ollut pajujen talvehtimisen kannalta ankara. Kokeet perustettiin huolella. Niiden rikkakasvit torjuttiin, niitä lannoitettiin ja hoidettiin seuraten tarkoin Ruotsissa kehitettyjä menetelmiä. Professori Gustaf Sirén valvoi kokeita henkilökohtaisesti lukuisin Ruotsista tekeminsä vierailuin. 1980-luvun puolivälissä Kopparnäsin lyhytkiertokokeissa kasvoivat epäilemättä Suomen nopeakasvuoisimmat metsät. Rivikokeen Ia kaikkien kloonien neljän vuoden keskikasvulle (MAI) 28,3 m³/ha/a vetävät vertoja vain Metsänjalostussäätiön kokeet 1973–1983. Myös kaikkien kloonien vuotuinen kasvu (CAI) oli huomattavan korkea, parhaimmillaan yli 50 m³/ha/a. Kopparnäsin Rivikoe Ia osoitti, että Suomen oloissa on mahdollinen päästä viljelystä poistuvilla hyväkuntoisilla pelloilla samansuuruiseen biomassan tuotantoon, josta Ruotsin lyhytkiertoviljelyn kokeissa puhuttiin, ja josta Suomen vuodesta 1973 lähtien suoritetuissa varhaisissa kokeissa oli saatu viitteitä. Onnistuneeseen lyhytkiertoviljelyyn tarvitaan suotuisat ilmasto-olot, viljava, hyväkuntoinen pelto, huolelliset viljelymenetelmät ja sopiva kloonit. Nämä ehdot täytyivät Suomen etelärannikolla, Inkoossa, Kopparnäsin energiapuistossa. Kloonien osalta Gustaf Sirénin valinta onnistui. Parhaat tuodut koripajukloonit olivat kymmeniä prosentteja satoisampia kuin vertailun suomalaiset kloonit. Jo ensimmäiset lyhytkiertopajujen vertailukokeet kuitenkin osoittivat, että kloonien välillä on huomattavia kasvueroja, sekä lajien välillä että myös lajin sisällä. Edes kaikki ruotsalaiset koripajut eivät olleet yhtä satoisia, vaikka eri koripajukloonit näyttävät hyvin samanlaisilta. Lyhytkiertoviljelyn tutkimuksen alkuvaiheessa oli arvioita, että pääosa koripajun kloonista on yhtä ja samaa Keski-Eurooppalaista – Itä-Eurooppalaista alkuperää, jota on suvuttomasti lisätty, ja jonka peruskasvustosta on poimittu useita kloonista eri nimillä ja numeroilla. Jo Kopparnäsin ensimmäiset kokeet antoivat viitteen siitä, että lyhytkiertopajuisissa on huomattava lajin sisäinen vaihtelu. Se antaa mahdollisuuksia suunnitelmalliselle kasvinjalostukselle.

Kopparnäsiin tuotujen kloonien suuri määrä, 65 kappaletta arvelutti aluksi. Näin suurella määrällä oli vaikea järjestää toistettuja, täydelleen arvottuja kokeita koe-paikassa, jonka henkilökunta ei ollut harjaantunut lajien ja kloonien valintaa tukeviin kenttäkokeisiin. Jotta koemateriaali pysyi hallinnassa, eivätkä pistokkaat olisi päässeet istuttaessa sekoittumaan, kokeet päätettiin järjestää toistamattomina rivikokeina tietäen etukäteen, että tulosten tulokinnassa voi olla vaikeuksia. Jälkikäteen analysoiden valitusta menetelmästä oli enemmän etua kuin haittaa. Suuresta, monilajisesta joukosta seuloitui jo varhaisessa vaiheessa muiden edelle koripaju ja vannepaju. Syksyllä 1986 kymmenestä lupaavimmasta kloonista seitsemän oli koripajuja ja kolme vannepajuja. Etukäteen ehkä kiinnostavimmat, vähän Suomessa kokeillut hybridit ja lajit menestyivät heikosti. Kolme koripajun kloonista ansaitsee erityismaininnan. Kloonit 77683 oli viides Ruutukokeessa Ia. Se oli Ruotsin valintaohjelman parhaita 1970- ja 1980-luvulla, ja Ultunan maatalousyliopisto suositteli sitä käytännön viljelyyn. 1990-luvulla kloonit on kuitenkin jo hävinnyt viljelyyn suositeltavien kloonien joukosta (*Salix*. Våren 1994). Kloonit 78101 oli Rivikokeessa Ia paras. Kloonit on viljelty runsaasti Ruotsissa eräänä satoisimpana koripajuna. 1990-luvun puolivälin tietämys luokittelee kloonin kuitenkin talvenkestävyydeltään heikoksi, mikä alentaa sen viljelyvarmuutta.

Paras Suomesta valittu koripaju oli E7888 Somero, joka oli kolmas ruutukokeessa Iva. Tämän kloonin valitsi Esa Heino vuonna 1980 Someron kaupungista, erään omakotitalon pensasaidasta. Vannepajuista paras, 81090 (kolmas Rivikokeessa Ia), tunnetaan Ruotsissa paremmin vanhalla klooninumerolla 8100. Se on toinen kahdesta käytännön viljelyyn Ruotsissa suositellusta kloonista (*Salix*. Våren 1994). Vaikka Kopparnäsin kokeissa oli koko joukko Suomesta valittuja vannepajun klooneja, ne eivät menestyneet erityisemmän hyvin. Ainoastaan alkuperäinen Tanskan tuonti No 56 (klooninumerolla 77056) pääsi kahdeksanneksi Rivikokeessa Ia. Kopparnäsin kokeiden kasvinjalostuksellisesti mielenkiintoisimmat kloonit olivat kuusi raidan ja koripajun risteymää (*Salix x smithiana* = *S. caprea x viminalis*). Jalostushypoteesin mukaan niissä olisi voinut yhdistyä koripajun nopea kasvu ja raidan hyvä talvenkestävyys. Ilmiötä ei Kopparnäsin kokeessa todettu. Hybridit karsiutuivat jo varhain jatkosta. Vielä suurempi pettymys oli *Salix schwerinii*, jota myös ruskopajuksi kutsutaan. Ruskopaju on kotoisin ankarien talvipakkasten vyöhykkeeltä Siperiasta. Lyhyenäkin kesänä ruskopajulla on näyttävä pituuskasvu. Ellei pituuskasvuun liity runsasta vesomista, biomassan tuotos jää kuitenkin heikoksi. Ruskopaju on heikko vesomaan. Sen ongelma on myös mantereinen kasvutapa: se lähtee nopeaan kasvuun keväällä liian varhain ja keväthallat vikuuttavat sitä usein.

Kopparnäsin kokeiden ensimmäisessä vaiheessa, 1983–1986 Rivikoe Ia seurattiin täysi kierto (perustamisvuosi ja kolme vesakasvun vuotta). Sen ja Ruutukoe IV:n lyhyemmän seurannan perusteella jatkotutkimuksiin suositeltavat kloonit olisivat olleet koripajut 78101, 78198 ja 79026 sekä vannepaju 78044. Kokeiden toisessa vaiheessa, 1987–1989, päätettiin kuitenkin vielä seurata kaikkia muitakin klooneja.

Toinen koejakso 1987–1989

Kopparnäsin lyhytkiertokokeiden toinen jakso on luontevaa aloittaa kevästä 1987. Sitä oli edeltänyt poikkeuksellisen ankara talvi 1986–1987. Tammi-helmikuussa 1987 Suomenlahden etelärannikollakin oli kolmen viikon ajanjakso, jolloin lämpötila oli pysyvästi alle -20 astetta. Ankara pakkasjakso vikuutti useimpia vierasperäisiä pajuja. Pakkanen vaurioitti erityisesti vesoja. Heikoimmista klooneista paleltuivat myös juurakot. Kolme laajaa koetta oli viljelty Kopparnäsiin ennen kriittistä pakkastalvea: rivikoe I (keväällä 1983), Ruutukoe IV (keväällä 1984) ja Ruutukoe V (keväällä 1986). Pakkasten iskiessä koekentällä kloonit kasvoivat sekä juurakoltaan että vesakoltaan eri ikäisinä. Pakkasan vaikutuksesta lyhytkiertopajuihin saatiin verraten monipuolinen kuva. Talvipakkasen vaikutus kori- ja vannepajuihin oli pääpiirteiltään tiedossa jo Kannuksen tutkimusaseman 1980-luvun alun kokeiden perusteella. Vannepaju oli todettu säännöllisesti vahvemmaksi kuin koripaju. Erityisesti koripajusta havaintoja oli kuitenkin vain muutamasta kloonista. Rivikoe I jaettiin keväällä korjuun vuoksi kahtia. Korjattu sarka vesoi, ja sen kasvua seurattiin rivikokeena II. Korjaamatonta sarkaa seurattiin vielä kasvukausi 1987 Rivikokeena Ib. Alkuperäisestä 33 kloonin joukosta korjaamattomalle saralle sattui 18 kloonina.

Kloonien talvenkestävyyserot tulevat näkyviin absoluuttisia satoja paremmin, kun klooneille lasketaan kasvukauden 1987 kasvun perusteella suhteellisen toipumisen taulukko (taulukko 8).

Taulukko 8. Lyhytkiertopajun kloonien suhteellinen toipuminen pakkastalvesta 1986–1987. Vertailukloonin on koripaju E7888 Somero, jonka sadonlisäystä kasvukautena 1987 (5367 tn/ha) on merkitty sadalla. Suhteellinen toipuminen kloonien välillä on sadonlisäysten osamäärä. Lyhenteet: bur – vannepaju, sal – *Salix sp.* tunnistamaton, vim – koripaju. Rivikoe Ib.

Sija	Kloonin	Suhteellinen toipuminen
1	bur 78196	900
2	bur 81090	607
3	bur 78146	570
4	bur 78133	499
5	bur 79052	411
6	sal 78022	392
7	bur 78104	372
8	bur E4856	316
9	bur 77056	300
10	vim 78118	228
vertailu	vim E7888	100

Suhteellinen toipuminen kuvaa, kuinka pakkasaltis kloonin pystyy lisäämään satoaan kovan pakkastalven jälkeen. Kloonin vesat ovat paleltuneet vaihtelevassa määrin, mutta paleltuneetkin vesat ovat edelleen kuivamassana mitattavaa satoa pakkastalven jälkeen. Huonoimmin toipuva kloonin ei pysty lisäämään satoa enää ollenkaan, koska sen juurakkokin on voinut menehtyä. Hyvin toipuva kloonin lisää satoaan voimakkaasti vesoen, jolloin seuraavassa satomittauksessa ovat mukana sekä paleltuneet vanhat vesat että terveet uuden kasvukauden vesat. Pakkaskestävä kloonin lisää satoaan normaalisti. Suhteellisen toipumisen vertailuklooniksi valittiin Suomessa talvenkestävimpänä pidetty koripaju E7888 Somero. Kohtuullisesti vesoen se pystyi lisäämään pakkastalven jälkeisenä kasvukautena kuiva-ainesatoaan 5,7 tn/ha (11,3 m³/ha). Tätä merkittiin suhdeluvulla 100. Koripajuista parhaiten toipui kloonin 78118 (suhdeluku 228). Ruotsissa talvenkestävinä tunnetut 78112 (vertailuluku 206) ja 78183 (vertailuluku 135) toipuivat myös Someron kloonin paremmin. Vannepajut toipuivat pakkastalvesta koripajuja selvästi paremmin. Kestävin kloonin oli 78196 vertailuluvulla 900. Tanskan tuonti E4856 sai vastaavasti arvon 300. Vannepajut kestivät talven silminnähtäen vähäisemmin pakkasvaurioin, ja niiden vesominen oli runsasta. Osa koripajuja taas paleltui maata myöten, heikoimmat juurineen. Suhteellisen toipumisen vertailussa oli menestyi odotetun hyvin myös yksi mustuvapajun (*Salix myrsinifolia*) tyyppinen mutta lajiltaan tunnistamattomaksi jäänyt maatiaiskloonin (sal 78022). Se ei kärsinyt pakkasvauriota kovanakaan talvena, ja se pystyi lisäämään satoaan seuraava kasvukautena normaaliin tapaan. Koska suhteellinen toipuminen oli mahdollinen laskea vain Rivikokeeseen Ib sattuneille klooneille, talvenkestävyydeltään kiinnostaville klooneille vim 78101, vim 78021, vim 78683 ja bur 77075 (= Mikkeli V761) ei saatu tässä kokeessa vertailuarvoa.

Rivikoe Ia jatkui kasvukautena 1987 Rivikokeena II. Tämän saran kloonit kokivat pakkastalven juurakkoina, koska vesat oli korjattu pakkasen tieltä. Etukäteisarvio oli, että juurakot talvehtivat lumen alla normaalisti, ja vesominen keväällä on normaalia. Kloonit talvehtivat verraten hyvin, mutta niiden vesakasvu oli odotettua heikompi (taulukko 9).

Taulukko 9. Kymmenen satoisinta lyhytkiertopajun kloonina Kopparnäsin Rivikokeessa II syksyllä 1987. Juurten ikä 5 vuotta, vesojen ikä 1 vuosi. Lyhennykset: vim – koripaju, bur – vannepaju. Vesojen kuiva-tuoretiheys 284 kg/m³. Keskikasvu laskettu 1 vuodelle vesomiskeväästä 1987 lähtien.

Sija	Kloonin	Sato (1 a) tn/ha	Keskikasvu tn/ha/a	Keskikasvu m ³ /ha/a
1	vim 78198	10,5	10,5	37,0
2	vim 78112	10,2	10,2	35,9
3	vim 78183	9,5	9,5	33,5
4	vim E7888	9,2	9,2	32,4
5	vim 78013	8,6	8,6	30,3
6	vim 78195	8,5	8,5	29,9
7	vim 79050	7,7	7,7	27,1
8	bur 78044	7,7	7,7	27,1
9	bur 79054	7,5	7,5	26,4
10	alb 77803	7,5	7,5	26,4
Keskiarvo 29 kloonina		5,5	5,5	19,4

Kokeen satokeskiarvo oli 5,5 tn/ha, mikä on tässä tapauksessa myös biomassan keski- kasvu. Sitä vastaava vesojen tilavuuskasvu on 19,4 m³/ha/a. Seitsemän parasta kloonina olivat koripajuja. Tämä viestii, että koripajut selviävät myös ankarasta talvesta, jos paleltuneet vesat korjataan ennen seuraavaa kasvukautta. Keskimääräistä parempia koripajun klooneja olivat nyt 78198, 78112, 78183 ja E7888 Somero. Sen sijaan pakkasenkestävänä tunnettu koripaju 78021 (14,4 m³/ha/a) oli tässä kokeessa keski- arvoa heikompi. Siperiasta pakkasenkestävyyttään valittu ruskopaju (*S. Schwerinii* 77077) oli pettymys: se vesoi pakkastalven jälkeen niin heikosti, että satoa ei pystytty mittaamaan.

Kasvukauden 1988 jälkeen Rivikokeen II vesat olivat kahden vuoden ikäisiä. Ko- keessa oli enää mukana 20 kloonina, joiden keskisato oli 15 tn/ha. Tillavuusmitassa laskettu vesojen keskikasvu oli 23,5 m³/ha/a (taulukko 10).

Taulukko 10. Kymmenen satoisinta lyhytkiertopajun kloonina Kopparnäsin Rivikokeessa II syksyllä 1988. Juurten ikä 6 vuotta, vesojen ikä 2 vuotta. Lyhennykset: vim – koripaju, alb – valkopaju. Vesojen kuiva-tuoretiheys 320 kg/m³. Keskikasvu laskettu 2 vuodelle vesomiskeväästä 1987 lähtien.

Sija	Kloonin	Sato (2 a) tn/ha	Keskikasvu tn/ha/a	Keskikasvu m ³ /ha/a
1	vim 78183	23,7	11,9	37,0
2	vim 78112	23,4	11,7	36,6
3	vim E7888	22,8	11,4	35,6
4	vim 78118	19,6	9,8	30,6
5	alb 77803	18,6	9,3	29,1
6	vim 79050	17,9	9,0	28,0
7	vim 78195	17,8	8,9	27,8
8	vim 79004	17,7	8,9	27,7
9	vim 78102	17,6	8,8	27,5
10	vim 78198	16,7	8,4	26,1
Keskiarvo 20 kloonina		15,0	7,5	23,4

Kahdessa kasvukaudessa koripajut olivat toipuneet helmikuun 1987 pakkasista niin, että vannepajuja ei ollut enää vuoden 1988 kymmenen parhaan pajun joukossa. Ensimmäinen vannepaju, 79054 oli sijaluvulla 14. Huomattakoon kuitenkin, että kestävät vertailukloonit bur 77075 ja E4856 eivät olleet mukana Rivikokeessa II. Koripajuista parhaat olivat 78183, 78112 ja E7888. Talvenkestävä vim 78021 oli tässä mittauksessa keskitasoa. Sen keskikasvu oli 23,4 m³/ha/a. Ruskopaju sch 77077 menestyi jälleen heikosti. Sen keskikasvuksi mitattiin 6,6 m³/ha/a.

Rivikokeen II kahden vuoden ikäisten vesojen keskisato, 15,0 tn/ha, oli selvästi pienempi kuin Rivikokeen Ia vesojen keskisato samassa iässä: 27,2 tn/ha (taulukko 5), vaikka vesomisvoimakkuuden perusteella olisi voinut arvioida toisinkin. Heikompi keskisato selittyy ainakin osaksi sillä, että kahden vuoden takaisen pakkastalven vaikutus tuntui yhä. Syksyllä 1989 Rivikokeen II vesat olivat 3 vuoden ikäiset. Kaikkien kloonien keskikasvu oli nousussa: kuiva-aineena 12,5 tn/ha/a ja tilavuusmitassa 36,2 m³/ha/a (taulukko 11).

Taulukko 11. Kymmenen satoisinta lyhytkiertopajun kloonina Kopparnäsin Rivikokeessa II syksyllä 1989. Juurten ikä 7 vuotta, vesojen ikä 3 vuotta. Lyhennys: vim – koripaju. Vesojen kuiva-tuoretiheys 345 kg/m³. Keskikasvu laskettu 3 vuodelle, vesomiskeväästä 1987 lähtien.

Sija	Kloonin	Sato (3 a) tn/ha	Keskikasvu tn/ha/a	Keskikasvu m ³ /ha/a
1	vim 78198	62,4	20,8	60,3
2	vim 78021	52,3	17,4	50,5
3	vim 78183	51,2	17,1	49,5
4	vim 79050	50,2	16,7	48,5
5	vim E7888	46,2	15,4	44,0
6	vim 78112	47,4	15,8	45,8
7	vim 79004	44,6	14,9	43,1
8	vim 78013	43,4	14,5	41,9
9	vim 78118	43,3	14,4	41,8
10	vim 78195	41,4	13,8	40,0
Keskiarvo 20 kloonina		37,5	12,5	36,2

Vuoden 1989 tulosten perusteella näyttää siltä, että kloonit olivat kolmessa vuodessa toipuneet täysin aikaisemmasta pakkastalvesta. Kolmen vuoden keskimääräinen vesasato Rivikokeessa II (37,5 tn/ha) oli lähes samaa luokkaa kuin vastaava sato Rivikokeessa Ia (42,9 tn/ha, taulukko 6). Kolmannen vesomisvuoden kasvunlisäys (CAI, Current Annual Increment) oli Rivikokeessa II huomattava, keskimäärin 22,5 tn/ha/a. Parhaat toipujat olivat kaikki koripajuja. Niiden hyvä toipumiskyky selittyy runsaalla vesomisella. Esimerkiksi koripajun 78183 keskimääräinen vesaluku oli 18,6 kappaletta kannossa, kun esimerkiksi vannepajulla 79054 oli vain 7,7 vesaa kannossa. Vielä heikompi vesoja oli ruskopaju 77077. Vuonna 1989 siinä oli vain 2,6 vesaa kannossa. Kolmen vuoden sato jäi 13,9 tonniin hehtarilla ja keskikasvu tilavuusmitassa tasolle 13,4 m³/ha/a.

Rivikoe Ia ja sen jatko Rivikoe II muodostavat yhdessä seitsemän vuoden koesarjan. Sen aikana koe leikattiin kerran kantaan punnitsematta (perustamisvuosi 1983). Sen jälkeen molemmat vesakierrot kestivät kolme vuotta: Rivikoe Ia vuodet 1984–

1987 ja Rivikoe II 1987–1989. Koko seitsemän vuoden ajalta on mahdollinen tarkastella paitsi vuosittain mitattuja satoja ja kasvuja (taulukot 4–7 sekä 10 ja 11), myös kumulatiivisena kertynyttä puuvartisen biomassan satoa ja sen todellista keskikasvu (taulukko 12).

Yhteensä koepari tuotti biomassaa seitsemän vuoden aikana kuiva-aineena 80,4 tn/ha ja tilavuusmitassa 233 m³/ha. Vastaava todellinen keskikasvu oli kuiva-aineena 11,5 tn/ha/a ja tilavuusmitassa 33,3 m³/ha/a. Hyviä kasvuvuosia olivat 1985, 1986 ja 1989, jolloin kuivamassa lisääntyi yli 15 tn/ha/a. Tilavuuskasvun parhaat vuodet olivat 1985 ja 1989. Tilavuuden vuosikasvu oli 50–60 m³/ha/a.

Taulukko 12. Puuvartisen biomassan tuotanto 1983–1989 Rivikokeissa Ia ja II. Perustamisvuonna 1983 vesat leikattiin, mutta niitä ei punnittu. Sen jälkeen kaksi kolmen vuoden sato-kiertoa: Rivikoe Ia 1984–1986 ja Rivikoe II 1987–1989.

Vuosi	Kumulat. sato. tn/ha	Vuosikasvu tn/ha/a	Keskikasvu tn/ha/a	Kumulat. sato. m ³ /ha	Vuosikasvu m ³ /ha/a	Keskikasvu m ³ /ha/a
1983	0	0	0	0	0	0
1984	9,1	9,1	4,5	31,9	31,9	16,0
1985	27,2	18,8	9,1	85,1	53,2	28,4
1986	42,9	15,7	10,7	124,3	39,2	31,1
1987	48,4	5,5	9,7	143,6	19,3	28,7
1988	57,9	9,5	9,7	171,3	27,7	28,5
1989	80,4	22,5	11,5	233,1	61,8	33,3

Rivikokeen III vesat oli leikattu kasvukauden 1987 jälkeen. Kokeen kloonit olivat kärsineet edellisenä kylmänä talvena pakkasvaurioita. Vesat toipuivat seuraavana keväänä ja kesänä vaihtelevassa määrin, vannepajut ylipäänsä paremmin kuin koripajut. Hyvät toipujat vahvistuivat rivikokeessa suhteellisesti nopeimmin ja otettuaan kasvutilaa huonoilta toipujilta. Tämä ilmiö heijastui vielä kasvukauden 1988 sato-tuloksiin, vaikka vesat oli leikattu välillä – vannepajut olivat sätotuloksilla koripajujen edellä (taulukko 13).

Kokeen 19 kloonin keskimääräinen kuivamassasato 6,8 tn/ha vastaa tilavuusmitassa 23,9 m³/ha. Kuivamassaa kertyi vähemmän kuin yksivuotisiin vesoihin Rivikokeessa Ia (9,1 tn/ha, taulukko 4), mutta enemmän kuin Rivikokeessa II (5,5 tn/ha, taulukko 9). Vannepaju oli odotetusti paras. Satoisin klooni 78044 kasvoi laskennallisesti jopa 55,6 m³/ha/a, mutta tässä tuloksessa on mukana pahoin pakkasesta kärsineiden koripajujen luomaa reunavaikutusta. Kaksi muuta hyvin kasvanutta vannepajun kloonina oli 78196 ja E7856. Parhaiten pakkastalvesta toipunut koripaju 78021 kasvoi vannepajujen tasolla, 52,8 m³/ha/a. Myös E7888 Somero kasvoi hyvin, 33,5 m³/ha/a. Muista kokeistamielenkiintoiset koripajun kloonit 78183 ja 78112 eivät olleet mukana Rivikokeessa III. Talvenkestävänä pidetty siperialainen ruskopaju (*S. Schwerinii*) 77077 kasvoi Rivikokeessa III huonosti. Sen satoa ei pystytty mittaamaan syksyllä 1988. Kasvukauden 1989 jälkeen koripajut ottivat Rivikokeessa III johtoaseman. Kymmenestä parhaasta kloonista yhdeksän oli koripajuja (taulukko 14).

Taulukko 13. Kymmenen satoisinta lyhytkiertopajun kloonina Kopparnäsin Rivikokeessa III syksyllä 1988. Juurten ikä 6 vuotta, vesojen ikä 1 vuotta. Lyhennykset: bur- vannepaju, vim - koripaju, alb - valkopaju. Vesojen kuiva-tuoretiheys 284 kg/m³. Keskikasvu laskettu yhdelle vuodelle, vesomiskevästä 1988 lähtien.

Sija	Kloonii	Sato (1 a) tn/ha	Keskikasvu tn/ha/a	Keskikasvu m ³ /ha/a
1	bur 78044	15,8	15,8	55,6
2	vim 78021	15,0	15,0	52,8
3	bur 78196	14,3	14,3	50,4
4	vim E7888	9,5	9,5	33,5
5	vim 79046	9,3	9,3	32,7
6	bur E4856	8,4	8,4	29,6
7	vim 77082	7,6	7,6	26,8
8	bur 81090	7,2	7,2	25,4
9	vim 78003	6,7	6,7	23,6
10	alb 77803	6,2	6,2	21,8
Keskiarvo 19 kloonina		6,8	6,8	23,9

Taulukko 14. Kymmenen satoisinta lyhytkiertopajun kloonina Kopparnäsin Rivikokeessa III syksyllä 1989. Juurten ikä 7 vuotta, vesojen ikä 2 vuotta. Lyhennykset: vim - koripaju, alb - valkopaju. Vesojen kuiva-tuoretiheys 320 kg/m³. Keskikasvu laskettu kahdelle vuodelle, vesomiskevästä 1988 lähtien.

Sija	Kloonii	Sato (2 a) tn/ha	Keskikasvu tn/ha/a	Keskikasvu m ³ /ha/a
1	vim 78021	54,9	27,5	85,8
2	vim E7888	51,3	25,7	80,2
3	vim 79046	37,2	18,6	58,1
4	vim 78013	34,8	17,4	54,4
5	vim 77082	33,1	16,6	51,7
6	alb 77803	32,3	16,2	50,5
7	vim 78003	24,9	12,5	38,9
8	vim 79050	21,5	10,8	33,6
9	vim 78091	15,0	7,5	23,4
10	vim 79004	15,0	7,5	23,4
Keskiarvo 13 kloonina		26,6	13,3	41,6

Kasvukautena 1989, toisena vuonna pakkastalvesta 1986–1987, Rivikokeen III lyhytkiertopajut näyttivät toipuneen aikaisemmista pakkasvaurioista täysin. Kahden vuoden kuiva-ainesato koko kokeessa oli kuiva-aineena 26,6 tn/ha. Vastaavassa iässä Rivikokeen Ia kuiva-ainesato oli 27,2 tn/ha (taulukko 5). Erityisesti koripajut toipuivat vuonna 1989 hyvin. Talvenkestävät kloonit 78021 ja E7888 Somero vahvistivat asemaa. Kymmenen parhaan joukossa oli jälleen valkopajun kloonii 77803. Sen sijaan vannepajut taantuivat tässä kokeessa.

Rivikokeiden Ia ja II tavoin Rivikoe Ib ja sen jatko Rivikoe III muodostavat yhdessä seitsemän vuoden koesarjan. Ensimmäinen vuosi 1983 oli jälleen niin sanottu nollavuosi, jonka sato leikattiin vain vesomisen edistämiseksi. Sen jälkeen ensimmäinen vesakierto kesti neljä vuotta (1984–1987) ja toinen vesakierto kaksi vuotta (1988–1989) (taulukko 15).

Taulukko 15. Puuvartisen biomassan tuotanto 1983–1989 Rivikokeissa Ib ja III. Perustamisvuonna 1983 vesat leikattiin, mutta niitä ei punnittu. Sen jälkeen kaksi satokiertoa: 4 vuotta rivikokeena Ib 1984–1987 ja 2 vuotta rivikokeena III 1987–1989.

Vuosi	Kumulat. sato. tn/ha	Vuosikasvu tn/ha/a	Keskikasvu tn/ha/a	Kumulat. sato. m ³ /ha	Vuosikasvu m ³ /ha/a	Keskikasvu m ³ /ha/a
1983	0	0	0	0	0	0
1984	10,4	10,4	5,2	36,7	36,7	18,4
1985	29,6	19,2	9,9	92,5	55,7	30,8
1986	47,9	18,3	12,0	138,8	46,4	34,7
1987	61,8	13,9	12,4	169,4	30,5	33,9
1988	68,7	6,8	11,4	193,4	24,1	32,2
1989	88,4	19,8	12,6	252,5	59,1	36,1

Yhteensä koepari tuotti puuvartista biomassaa seitsemän vuoden aikana kuiva-aineena 88,4 tn/ha ja tilavuusmitassa 253 m³/ha. Vastaava keskikasvu oli 12,6 tn/ha/a, eli 36,1 m³/ha/a. Ruutukoetta IVa seurattiin ruutukokeena IVb pakkastalven 1986–1987 jälkeen. Tämän kokeen perustaminen onnistui heikommin kuin rivikokeiden perustaminen. Ruutukoe IV jouduttiin leikkaamaan kahdesti, kasvukauden 1984 ja 1985 jälkeen, jotta riittävä vesominen saatiin aikaan. Pakkastalven koittaessa vesat olivat vain yhden vuoden ikäisiä. Ne kärsivät pahoin pakkasista, ja kaikkien kloonien kasvu oli kehnoa kesällä 1987. Itse asiassa kokeen keskisato putosi vuoden 1986 tasolta 4,6 tn/ha vuoden 1987 tasolle 3,7 tn/ha (taulukko 16).

Taulukko 16. Kymmenen satoisinta lyhytkiertopajun kloonina Kopparnäsin Ruutukokeessa IVb syksyllä 1987. Juurten ikä 4 vuotta, vesojen ikä 2 vuotta. Lyhennykset: bur – vannepaju, vim – koripaju. Vesojen kuiva-tuoretiheys 320 kg/m³. Keskikasvu laskettu kahdelle vuodelle viimeisestä vesomiskeväästä 1986 lähtien.

Sija	Kloonii	Sato (1 a) tn/ha	Keskikasvu tn/ha/a	Keskikasvu m ³ /ha/a
1	vim79026	8,2	4,1	14,4
2	vim 80072	6,0	3,0	10,6
3	vim E7888	5,7	2,9	10,0
4	vim 79036	5,6	2,8	9,9
5	vim 77683	5,5	2,8	9,7
6	vim 80051	5,5	2,8	9,7
7	smi 77681	5,5	2,8	9,7
8	vim 78091	5,4	2,7	9,5
9	vim 78101	5,0	2,5	8,8
10	vim78183	4,8	2,4	8,5
Keskiarvo 33 kloonina		4,6	2,3	8,1

Kuten muissakin kokeissa vannepajut talvehtivat suhteellisesti paremmin kuin koripajut. Parhaiten satoa tuotti kloonii 77075, joka tunnetaan myös numerolla V761 Mikkeli. Sen kuiva-ainesato kahden vuoden iässä oli 11 tn/ha, ja sitä vastaava keskikasvu 5,5 tn/ha/a, eli 17,2 m³/ha/a. Seuraavana vuonna, kasvukauden 1988, vannepaju 77075 oli edelleen paras. Sen sato oli noussut vuodessa noin 20 tonnilla, tasolle 31,2 tn/ha (taulukko 17).

Paras koripajun klooni, 78195, oli tuottanut selvästi vähemmän. Sen kuiva-ainesato oli 20 tn/ha. Keskimäärin kokeen 24 kloonia tuottivat kolmantena kasvukautenaan 9,1 tn/ha/a.

Kasvukauden 1989 jälkeen Ruutukokeen IVb kloonit olivat kasvaneet kolme kasvukautta pakkastalven jälkeen. Kloonien toipuminen jatkui edelleen. Koko kokeen keskisato nousi 6,5 tn/ha/v, tasolle 19,3 tn/ha. Vannepaju 77075 oli edelleen paras (taulukko 18).

Taulukko 17. Kymmenen satoisinta lyhytkiertopajun kloonia Kopparnäsin Ruutukokeessa IVb syksyllä 1988. Juurten ikä 5 vuotta, vesojen ikä 3 vuotta. Lyhennykset: bur – vannepaju, vim – koripaju. Vesojen kuiva-tuoretiheys 345 kg/m³. Keskipasvu laskettu kolmelle vuodelle viimeisestä vesomiskeväästä 1986 lähtien.

Sija	Klooni	Sato (3 a) tn/ha	Keskipasvu tn/ha/a	Keskipasvu m ³ /ha/a
1	bur 77075	31,2	10,4	30,1
2	vim 78195	20,0	6,7	19,3
3	bur 79097	18,2	6,1	17,6
4	vim 78183	16,6	5,5	16,0
5	vim 79036	16,5	5,5	15,9
6	vim E7888	15,2	5,1	14,7
7	vim E7901	15,0	5,0	14,5
8	vim 80072	13,8	4,6	13,3
9	vim 78112	13,3	4,4	12,9
10	vim 80073	13,1	4,4	12,7
Keskiarvo 24 kloonia		12,8	4,3	12,4

Taulukko 18. Kymmenen satoisinta lyhytkiertopajun kloonia Kopparnäsin Ruutukokeessa IVb syksyllä 1989. Juurten ikä 6 vuotta, vesojen ikä 4 vuotta. Lyhennykset: bur – vannepaju vim – koripaju. Vesojen kuiva-tuoretiheys 365 kg/m³. Keskipasvu laskettu neljälle vuodelle viimeisestä vesomiskeväästä 1986 lähtien.

Sija	Klooni	Sato (4 a) tn/ha	Keskipasvu tn/ha/a	Keskipasvu m ³ /ha/a
1	bur 77075	37,5	9,4	25,7
2	vim E7888	34,0	8,5	23,3
3	vim78112	32,8	8,2	22,5
4	bur 79097	29,8	7,5	20,4
5	vim 78101	29,3	7,3	20,1
6	vim E7901	28,3	7,1	19,4
7	vim 79036	27,0	6,8	18,5
8	vim 78021	26,7	6,7	18,3
9	vim78183	24,0	6,0	16,4
10	vim78003	21,1	5,3	14,5
Keskiarvo 24 kloonia		19,3	4,8	13,2

Parhaiden kloonien toipuminen pakkastalvesta oli merkittävä. Esimerkiksi vannepajun neljän vuoden keskipasvu 26 m³/ha/a on aivan kohtuullinen, ottaen huomioon että kasvujaksoon sattui kova pakkastalvi. On lisäksi huomattava, että ruutukokeessa jokainen ruutu mitataan omana kasvustonaan, ja mittauksessa jätetään huomioimatta reuna-

rivit. Ruudun kokona 7,5 m x 7,5 m on pienehkö, mutta tulokset ovat siitä huolimatta käytännölle suuntaa antavia. Ruutukokeen IV tuloksissa on merkittävää myös koripajun 78101 käyttäytyminen. Tämä kloonihan oli Rivikokeen Ia satoisin pakkasettomana kasvujaksona 1983–1986 (taulukko 6). Pakkanen vaurioitti kloonია pahoin, eikä se esiinny 10 parhaan joukossa vuosina 1987 (taul. 16) ja 1988 (taul. 17). Mutta hyvin vesovana se pystyi toipumaan ja oli satoisuudeltaan viides vuonna 1989 (taul. 18). Tämä on jälleen merkki hyvän vesomiskyvyn tärkeydestä metsäpuiden lyhytkiertoviljelyssä. Ruutukoe V viljeltiin keväällä 1986. Kun aikaisemmin viljellyt kokeet tuottivat tässä vaiheessa jo melkoisesti pistokkaita, koe oli mahdollinen viljellä ruutukokoon 15 m x 15 m, eli kaksi kertaa suuremmiksi ruuduiksi kuin Ruutukoe IV. Pistokkaita saatiin riittävästi 10 kloonista. Niiden joukossa ei kuitenkaan ollut koripajun vertailukloonია E7888 Somero. Ruutukokeen Va perustaminen onnistui hyvin. Koe leikattiin viljelysuunnitelman kanton ensimmäisen kasvukauden (1986) jälkeen. Pakkastalven 1986–1987 jälkeisenä kesänä vesojen kasvu oli kuitenkin niin heikkoa, että koe jätettiin mittaamatta. Ensimmäinen satomittaus tehtiin kasvukauden 1988 jälkeen, kun vesat olivat kahden vuoden ja juuret kolmen vuoden ikäisiä. Hyvin onnistuneesta perustamisesta johtuen tässä kokeessa on luonnollista laskea keskikasvu kokeen perustamisesta lukien (taulukko 19).

Taulukko 19. Lyhytkiertopajun kloonien satoisuusjärjestys Kopparnäsin Ruutukokeessa Va syksyllä 1988. Juurten ikä 3 vuotta, vesojen ikä 2 vuotta. Lyhennykset: vim – koripaju, bur – vannepaju, alb – valkopaju. Vesojen kuiva-tuoretiheys 320 kg/m³. Keskikasvu laskettu kolmelle vuodelle, perustamiskeväästä 1986 lähtien.

Sija	Kloonii	Sato (2 a) tn/ha	Keskikasvu tn/ha/a	Keskikasvu m ³ /ha/a
1	vim 78183	9,7	3,2	10,1
2	vimE7901	8,3	2,8	8,6
3	vim 77801	8,1	2,7	8,4
4	bur 81090	7,7	2,6	8,0
5	alb 77803	6,8	2,3	7,1
6	vim 77683	6,5	2,2	6,8
7	vim 78021	5,0	1,7	5,2
8	vim 79026	5,0	1,7	5,2
9	vim78195	4,4	1,5	4,6
10	bur79097	3,9	1,3	4,1
Keskiarvo 10 kloonია		6,5	2,2	6,8

Muihin kokeisiin verrattuna Ruutukokeen Va kaksivuotisten vesojen kuiva-ainesato, 6,5 tn/ha on heikko. Myös keskikasvu (3 vuodelle), 6,8 m³/ha/a on vähäinen. Merkilepantavaa on, että koripajut vallitsivat parhaiten kasvavien kloonien joukkoa. Kasvukauden 1989 Ruutukokeen Va vesat olivat kolmen vuoden ikäisiä. Myös tälle kokeelle kesä 1989 oli suotuista. Kokeen keskimääräinen kuiva-ainesato nousi vuodessa yli 20 tn/ha, tasolle 27,8 tn/ha (taulukko 20).

Kokeen kolmen parhaan kloonin keskikasvu neljän vuoden ajalta on noin 30 m³/ha/v. Se on samaa tasoa kuin esimerkiksi rivikokeen Ia kaikkien kloonien keski-

kasvu samalla iällä (taulukko 6). Parhaiten kasvoi kohtuullisen talvenkestävä koripajun ruotsalaiskloonin 78021.

Taulukko 20. Lyhytkiertopajun kloonien satoisuusjärjestys Kopparnäsin Ruutukokeessa Va syksyllä 1989. Juurten ikä 4 vuotta, vesojen ikä 3 vuotta. Lyhennykset: vim – koripaju, alb – valkopaju, bur – vannepaju. Vesojen kuiva-tuoretiheys 345 kg/m³. Keskikasvu laskettu neljälle vuodelle, perustamiskeväästä 1986 lähtien.

Sija	Kloonin nimi	Sato (3 a) tn/ha	Keskikasvu tn/ha/a	Keskikasvu m ³ /ha/a
1	vim 78021	49,0	12,3	35,5
2	vim E7901	43,9	11,0	31,8
3	vim 78183	36,1	9,0	26,2
4	vim 77683	35,3	8,8	25,6
5	alb 77803	30,1	7,5	21,8
6	vim 79026	24,5	6,1	17,8
7	vim 77801	19,9	5,0	14,4
8	vim 78195	16,9	4,2	12,2
9	bur 81090	12,8	3,2	9,3
10	bur 79097	9,8	2,5	7,1
Keskiarvo 10 kloonin		27,8	7,0	20,1

Johtopäätökset vaiheen 1987–1989 jälkeen

Kopparnäsin lyhytkiertokokeiden toista jaksoa hallitsivat kevättalven 1987 pakkasvauriot. Pakkanen oli niin ankara, että se vaikutti paitsi vesoihin myös juuriin. Kaikkien jaksolla kasvaneiden kokeiden satotulokset olivat heikkoja kasvukautena 1987 ja vielä 1988. Vasta vuonna 1989 toipuminen pakkastalvesta oli ohi. 1989 mitattiin myös huomattavan suuria kasvuja, osaksi nopean vesomisen ansiosta. Toisen koejakson perusteella saatu parhaiden kloonien luettelo oli lähes tyystin erilainen kuin ensimmäisen koejakson tuottama luettelo. Kun satoisa koripajun kloonin 78101 tuntui ylivoimaiselta syksyllä 1986, sen suositeltavuus oli syksyllä 1989 varsin kyseenalainen. Nyt suositeltavilta klooneilta tuntuivat vähemmän satoiset, mutta talvenkestävät koripajut 78021 ja 78183.

Suuren vuotuisen ja myös kokeiden välisen vaihtelun vuoksi on vaikeaa löytää viljelyyn suositeltavia klooneja pelkkien kokeiden suurten satotulosten perusteella. Käytännön kannalta huippusatoisten kloonien joukkoa tärkeämpi on viljelyvarmojen kloonien joukko. Käytännön viljelijää ei niinkään kiinnosta se, että jokin kloonin on huippusatoisa hyvänä vuonna ja mahdollisesti epäonnistuu huonona vuonna. Häntä kiinnostaa kloonin, joka on tasaisen satoisa vuodesta toiseen, joka on viljelyvarma.

Eri kloonien viljelyvarmuutta arvioitiin kasvukauden 1989 jälkeen seuraavasti. Jokaisen rivi- ja ruutukokeen vuotuisessa mittauksessa todettiin 10 parhaiten menestyntä kloonin. Mittauksessa parhaalle annettiin 10 pistettä, toiseksi parhaalla 9 pistettä, ja niin edelleen, ja numerolle 10 yksi piste. Eri koemittauksien pisteet laskettiin yhteen vuosilta 1983–1989. Kolme varmimmin huippujoukossa esiintynyttä kloonin olivat koripajut 78183 (83 pistettä), E7888 Somero (67 pistettä) ja 78021 (61 pistettä)

Viljelyvarmuuspisteiden laskenta tällä tavalla vahvistaa itse itseään, koska jo alunperin hyvin menestyvät kloonit tuottavat parhaiten pistokkaita jatkotutkimuksiin, ja niillä on siksi jatkossa mahdollisuus esiintyä kokeissa muita useammin. Viljelyvarmuuspistet eivät ole siksi absoluuttisia mittareita, vaan vain suuntaa antavia. Myöhemmin mukaan tulevilla klooneilla ei esimerkiksi ole aluksi viljelyvarmuuspisteitä ollenkaan, vaikka ne olisi edelleen jalostettu kahdesta viljelyvarmasta kloonista.

Vuoden 1986 välitulosten perusteella suositeltavin kloonin pajunlyhytkiertoviljelyyn olisi ollut koripaju 78101. Se oli tuolloin suosittu kloonin myös Ruotsissa. Ankan pakkastalven 1986–1987 jälkeen ajatus muuttui, ja viljelyyn olisi suositeltu ilmeisesti vannepajua, esimerkiksi kloonin 81090. Parin vuoden päästä ajatus olisi muuttunut taas, koska koripajut toipuivat parhaiten. Viljelyvarmin koripajun kloonin 78183 sijoitui kohtuullisen hyvin jo ensimmäisen koejakson 1983–1986 mittauksissa.

Kopparnäsin lyhytkiertokokeissa oli kaksi koesarjaa: rivikokeet I, II ja III, joista voi tehdä kaksi seitsemän vuoden koejakson kasvuanalyysiä (taulukot 12 ja 15). Koska kyseessä on rivikoe, analyysi on järkevää tehdä reuna- ja kilpailuvaikutusten vuoksi vain kaikkien kloonien keskiarvoilla, joka näissä kokeissa kuvaa yhden koesaran keskimääräistä kasvua vuosittain.

Kopparnäsin ensimmäinen seitsemän vuoden sarja (taulukko 12) kasvoi yhden perustamisvuoden ja sen jälkeen kaksi kolmen vuoden vesakiertoa. Koe tuotti puuvartista biomassaa kaikkiaan 80 kuivatonna tai 233 kiintokuutiota hehtaarilta. Koealueen todellinen keskikasvu oli 11,5 tn/ha/a eli 33,3 m³/ha/a. Paras vuosi oli 1989 jolloin puuvartinen biomassa lisääntyi 22,5 tn/ha/a eli 61,8 m³/ha/a.

Kopparnäsin toinen seitsemän vuoden sarja (taulukko 15) kasvoi vastaavasti yhden perustamisvuoden, mutta sen jälkeen neljän vuoden kierron ja kahden vuoden kierrot. Tämä koe tuotti puuvartista biomassaa 88 kuivatonna tai 253 kiintokuutiota hehtaarilta.

Biomassan tuotos on siis samaa tasoa kuin edellisessä koesarjassa. Vastaavasti koealueen todellinen seitsemälle vuodelle laskettu keskikasvu oli 12,6 tn/ha/a eli 36,1 m³/ha/a. Myöskin tämän koesarjan paras kasvuvuosi oli 1989, jolloin puuvartinen biomassa lisääntyi 19,8 tn/ha/a eli 59,1 m³/ha/a.

Metsäpuuiden lyhytkiertoviljelyn tulosten tulkinnessa sekoitetaan usein käsitteet vuosikasvu (Current Annual Increment) ja keskikasvu (Mean Annual Increment). Kun voimakkaan vesomisen vaihe ja suotuisa kasvukausi sattuvat yhteen lyhytkiertopajukoiden vuosikasvu voi olla huomattavan suuri, noin 20 kuivatonna tai 60 kiintokuutiota hehtaarilla vuodessa. Vuosikasvun maksimia ei tule kuitenkaan käyttää lyhytkiertoviljelmien todellisen tuotoksen ennustamiseen. Siihen käy vain riittävän pitkän ajanjakson keskikasvu. Kopparnäsin ilmasto- ja pelto-oloissa Ruotsista peräisin olevilla 1970-luvun loppupuolen jalosteilla on mahdollinen päästä noin 12 kuivatonna tai 35 kiintokuution keskikasvuun (/ha/a, vaikka mukaan sattuisi poikkeavan kylmä talvi.

Kolmas koejakso 1990–1993

Kopparnäsin lyhytkiertokokeiden kolmas jakso alkaa keväällä 1990. Aikaisemmin viljellyt kokeet olivat toipuneet talven 1986–1987 pakkashokista, ja niiden kasvu oli

vakiintunut. Koejaksolla viljeltiin myö joitakin uusia kokeita niillä klooneilla, jotka vuoden 1989 analyysissä arvioitiin jatkon kannalta lupaavimmiksi.

Yhteensä koejaksolla 1990–1993 kasvoi yhdeksän koetta. Kolme niistä (Ruutukoe IVc, Ruutukoe Vb, Ruutukoe Vc) oli kokenut pakkastalven vesoina. Kaksi koetta (Ruutukoe IVd ja Ruutukoe Vd) juurina. Kolme koetta (Ruutukoe VI, VII ja VIII) viljeltiin keväällä 1991, ja Ruutukoe IX keväällä 1992.

Ruutukoe IVc on jatkoa Ruutukokeelle IVb. Kuuden vuoden iässä (8 vuoden juuret) koripajut vallitsivat. Kun vannepaju oli vielä vuoden 1989 mittauksen paras, se oli pudonnut sijalle 10 vuonna 1991 (taulukko 21).

Taulukko 21. Kymmenen satoisinta lyhytkiertopajun kloonin Kopparnäsin ruutukokeessa Ivc syksyllä 1991. Juurten ikä 8 vuotta, vesojen ikä 6 vuotta. Lyhennykset: vim – koripaju, bur – vannepaju. Vesojen kuiva-tuoretiheys 380 kg/m³. Keskikasvu laskettu seitsemälle vuodelle jälkimmäisestä perustamisvuodesta 1985 lähtien.

Sija	Kloonin nimi	Sato (6 a) tn/ha	Keskikasvu tn/ha/a	Keskikasvu m ³ /ha/a
1	vim 78021	44,6	6,4	16,8
2	vim 78112	39,7	5,7	14,9
3	vim 78195	38,7	5,5	14,5
4	vim 78101	38,4	5,5	14,4
5	vim 79036	38,1	5,4	14,3
6	vim 78183	37,1	5,3	13,9
7	bur 78044	32,3	4,6	12,1
8	vim 77683	27,3	3,9	10,3
9	vim 78091	24,9	3,6	9,4
10	bur 77075	24,1	3,4	9,1
Keskiarvo 18 kloonin		27,0	3,9	10,2

Vesat olivat kasvaneet kaksi vuotta edellisestä mittauksesta (taulukko 19). Kuivamassa oli noussut keskimäärin vain 7,7 tn/ha (kahdessa vuodessa). Kuuden vuoden iässä tämä lyhytkiertopajukko oli jo ohittanut optimikiertoaikansa. Yksi koripajun kloonin, 78021 poikkesi kuitenkin muista: se pystyi yhä lisäämään keskikasvuun viiden vuoden keskikasvusta 14,6 m³/ha/a seitsemän vuoden keskikasvuun 16,8 m³/ha/a. Tämä kloonin kuuluu talvenkestävimpiin ja parhaiten vesoviin ruotsalaisiin lyhytkiertopajuihin.

Vuoden 1991 syksyllä mitattu toinen pitkän ajanjakson koe oli Ruutukoe Vb. Kloonien lukumäärää oli pienennetty alkuperäisestä kymmenestä viiteen. Jäljelle jääneet kloonit kuuluvat kuitenkin aikaisempien tulosten perusteella mielenkiintoisimpiin (taulukko 22).

Hirvet laidunsivat Ruutukokeella Vb talvina 1989–1990 ja 1990–1991. Osa kantoja kuoli ja kokeen biomassa vähentyi. Kun 10 kloonin keskibiomassa vuonna 1989 (taulukko 21) oli 27,8 tn/ha, oli viiden kloonin kokeessa 1991 vain 18,1 tn/ha. Tulokset ovat sen vuoksi vain suuntaa antavia. Kokeen mielenkiintoisin kloonin on koripaju E7901 Tammisaari, joka on hyvin samantyyppinen kuin E7888 Somero (mahdollisesti samaan alkuperään).

Ruutukoe IV mitattiin viimeisen kerran syksyllä 1993, nyt Ruutukokeena IVd. Koe oli leikattu katoon kasvukauden 1991 jälkeen, ja vesat olivat kasvaneet sen jälkeen kaksi vuotta. Juurten ikä oli jo 10 vuotta (taulukko 23).

Taulukko 22. Lyhtkiertopajun kloonien satoisuusjärjestys Kopparnäsin Ruutukokeessa Vb syksyllä 1991. Juurten ikä 6 vuotta, vesojen ikä 5 vuotta. Lyhennykset: vim – koripaju, bur – vannepaju, alb – valkopaju. Vesojen kuiva-tuoretiheys 380 kg/m³. Keskikasvu laskettu kuudelle vuodelle, perustamiskeväästä 1986 lähtien.

Sija	Klooni	Sato (5 a) tn/ha	Keskikasvu tn/ha/a	Keskikasvu m ³ /ha/a
1	vim 77801	22,3	3,7	9,8
2	vim E7901	21,5	3,6	9,4
3	bur 81090	21,0	3,5	9,2
4	alb 77803	16,9	2,8	7,4
5	vim 78195	8,9	1,5	3,9
Keskiarvo 5 kloonia		18,1	3,0	7,9

Taulukko 23. Kymmenen satoisinta lyhytkiertopajun kloonia Kopparnäsin Ruutukokeessa IVd syksyllä 1993. Juurten ikä 8 vuotta, vesojen ikä 2 vuotta. Lyhennykset: vim – koripaju, bur – vannepaju. Vesojen kuiva-tuoretiheys 320 kg/m³. Keskikasvu laskettu kahdelle vuodelle vesomiskeväästä 1992 lähtien.

Sija	Klooni	Sato (2 a) tn/ha	Keskikasvu tn/ha/a	Keskikasvu m ³ /ha/a
1	vim 80049	16,9	8,5	26,4
2	vim 78183	15,0	7,5	23,4
3	vim 77801	14,9	7,5	23,3
4	vim 78112	14,7	7,4	23,0
5	vim 80051	14,5	7,3	22,7
6	vim 79036	14,3	7,2	22,3
7	vim 80072	14,1	7,1	22,0
8	vim 78021	14,0	7,0	21,9
9	vim 78101	13,5	6,8	21,1
10	bur 78044	12,4	6,2	19,4
Keskiarvo 18 kloonia		11,9	6,0	18,6

Myös Ruutukoe IVd oli kärsinyt hirvivaurioista. Osa kantoja oli kuollut, ja ruutujen kasvustot olivat jääneet harvahkoiksi. Rikkakasvit pääsivät valtaamaan alaa. Hirvivaurioiden vuoksi kloonien välinen järjestys ei vastanne todellista järjestystä biomassan tuotannossa.

Kokeen biomassa jäi vaatimattomaksi aikaisempiin vesakasvustoihin verrattuna. Koko koealueen keskikasvu oli vain 6,0 tn/ha/v, tai 18,6 m³/ha/v. Mielenkiintoisin seurattava oli talvenkestävä koripaju 78183, joka selviytyi hirvivaurioista kohtuullisesti. Sen keskikasvu oli 7,5 tn/ha/a (23., m³/ha/v).

Ruutukoe Vc on jatkoa Ruutukokeelle Vb. Koe toipui aikaisemmista hirvivaurioista kohtuullisesti, ja kokeen biomassa nousi aikaisemmasta mittauksesta 1991 (18,1 tn/ha, taulukko 22) tasolle 34 tn/ha (taulukko 24).

Taulukko 24. Lyhytkiertopajun kloonien satoisuusjärjestys Kopparnäsin Ruutukokeessa Vc syksyllä 1993. Juurten ikä 8 vuotta, vesojen ikä 7 vuotta. Lyhennykset: vim – koripaju, bur – vannepaju, alb – valkopaju. Vesojen kuiva-tuoretiheys 380 kg/m³. Keskikasvu laskettu kahdeksalle vuodelle, perustamiskeväästä 1986 lähtien.

Sija	Klooni	Sato (7 a) tn/ha	Keskikasvu tn/ha/a	Keskikasvu m ³ /ha/a
1	vim 77801	49,4	6,2	16,3
2	vim E7901	44,0	5,5	14,5
3	bur 81090	34,0	4,3	11,2
4	alb 77803	24,4	3,1	8,0
5	vim 78195	18,3	2,3	6,0
Keskiarvo 5 kloonina		34,0	4,3	11,2

Kloonien keskinäinen järjestys ei enää muuttunut. Kaikki kloonien toipumiskyky oli siten samaa luokkaa. Yli viiden vuoden ikäisten vesojen kasvu on kuitenkin jo taantunut.

Osa Ruutukoetta V oli leikattu kasvukauden 1990 jälkeen. Sitä kasvatettiin vain yksi vuosi (1991) vesomisen jälkeen Ruutukokeena Vd. Parhaat koripajun kloonit vesoivat vielä kohtuullisesti. Paras klooni oli 78021, joka kasvoi ensimmäisenä vesavuonnaan 7,5 tn/ha/a eli 26,3 m³/ha/a (taulukko 25).

Kopparnäsin lyhytkiertoviljelyn tutkimuksen neljä viimeistä koetta (Ruutukokeet VI, VII, VIII ja IX) muistuttavat toisiaan. Kokeet ovat nuoria, ja ne on mitattu vain kerran. Kokeiden rikkakasvitorjunta jäi heikoksi, ja kokeiden perustaminen ylipäänsä onnistui heikommin kuin aikaisemmin. Myös kokeiden jälkihoito oli puutteellinen.

Viimeisiin kokeisiin valittiin aikaisemmissa kokeissa hyvin menestyneitä klooneja. Yksi kokeista oli tiheyskoe (Ruutukoe VIII). Ruutukokeeseen IX tuotiin uusia jalosteita Ruotsista. Ruutukokeiden VI, VII, VIII ja IX tulokset on esitetty taulukoissa 26–29.

Kokeiden lyhyen keston vuoksi taulukoiden 26–29 tulokset ovat vain suuntaa antavia. Muutamat yksityiskohdat ovat kuitenkin aikaisempien kokeiden valossa mielenkiintoisia. Valkopajun klooni alb 77803 ei menestynyt Ruutukokeessa VI (taulukko 26) enää niin hyvin kuin se oli menestynyt Kopparnäsin kokeiden ensimmäisessä ja toisessa jaksossa. Valkopaju kärsi muita klooneja enemmän talvista, ja sen kasvustot harvenivat.

Taulukko 25. Lyhytkiertopajun kloonien satoisuusjärjestys Kopparnäsin Ruutukokeessa Vd syksyllä 1991. Juurten ikä 6 vuotta, vesojen ikä 1 vuotta. Lyhennykset: vim – koripaju, bur – vannepaju. Vesojen kuiva-tuoretiheys 284 kg/m³. Keskikasvu laskettu yhdelle vuodelle, vesomiskeväästä 1991 lähtien.

Sija	Klooni	Sato (1 a) tn/ha	Keskikasvu tn/ha/a	Keskikasvu m ³ /ha/a
1	vim 78021	7,5	7,5	26,4
2	vim 77683	5,7	5,7	20,1
3	vim 78183	5,4	5,4	19,0
4	bur 79097	3,7	3,7	13,0
5	vim 79026	2,5	2,5	8,8
Keskiarvo 5 kloonina		4,9	4,9	17,3

Taulukko 26. Lyhytkiertopajun kloonien satoisuusjärjestys Kopparnäsin Ruutukokeessa VI syksyllä 1993. Juurten ikä 3 vuotta, vesojen ikä 2 vuotta. Lyhennykset: vim – koripaju, bur – vannepaju, alb – valkopaju. Vesojen kuiva-tuoretiheys 345 kg/m³. Keskikasvu laskettu kolmelle vuodelle, perustamiskeväästä 1991 lähtien.

Sija	Klooni	Sato (2 a) tn/ha	Keskikasvu tn/ha/a	Keskikasvu m ³ /ha/a
1	vim 78183	13,9	4,6	13,4
2	vim E7888	12,0	4,0	11,6
3	bur 81090	8,3	2,8	8,0
4	bur 77075	7,6	2,5	7,3
5	vim 78021	7,0	2,3	6,8
6	alb 77803	8,1	2,7	7,8
Keskiarvo 6 kloonina		9,5	3,2	9,2

Taulukko 27. Lyhytkiertopajun kloonien satoisuusjärjestys Kopparnäsin Ruutukokeessa VII syksyllä 1993. Juurten ikä 3 vuotta, vesojen ikä 2 vuotta. Lyhennykset: vim – koripaju, bur – vannepaju. Vesojen kuiva-tuoretiheys 345 kg/m³. Keskikasvu laskettu kolmelle vuodelle, perustamiskeväästä 1991 lähtien.

Sija	Klooni	Sato (2 a) tn/ha	Keskikasvu tn/ha/a	Keskikasvu m ³ /ha/
1	vim 78198	11,5	3,8	11,1
2	vim 79046	8,8	2,9	8,5
3	vim 78118	8,5	2,8	8,2
4	vim 79004	6,9	2,3	6,7
5	bur E7899	5,8	1,9	5,6
Keskiarvo 5 kloonina		8,3	2,8	8,0

Taulukko 28. Pajun lyhytkiertoviljelmän sato- ja kasvutulokset koripajun (vim) ja vannepajun (bur) viljelytiheyskokeessa (Ruutukoe VIII) Kopparnäsissä 1993. Juurten ikä kolme vuotta, vesojen ikä kaksi vuotta. Vesojen kuiva-tuoretiheys 345 kg/m³. Keskikasvu laskettu kolmelle vuodelle, perustamiskeväästä 1991 lähtien. Viljelytiheydet 10000, 15000 ja 20000 pistokasta hehtaarille..

Sija	Tiheys	Sato (2 a) tn/ha	Keskikasvu tn/ha/a	Keskikasvu m ³ /ha/a
1	vim 20000	12,9	4,3	12,5
2	vim 15000	12,8	4,3	12,4
3	vim 10000	12,1	4,0	11,7
4	bur 20000	11,1	3,7	10,7
5	bur 15000	7,0	2,3	6,8
6	bur 10000	4,5	1,5	4,3
Keskiarvo viminalis		12,6	4,2	12,2
Keskiarvo burjatica		7,6	2,5	7,3

Tiheyskokeen tulokset (taulukko 29) olivat ehkä tärkeimmät koripajun kannalta. Sen voi perustaa tihyksiin 10000, 15000 tai 20000 pistokasta hehtaarille satotason juuri muuttumatta. Koripaju oli kokeessa ylipäänsä satoisampi kuin vannepaju.

Kopparnäsin kokeiden kolmannessa jaksossa kasvamaan jätetyt kokeet olivat toipuneet kevättalven 1987 pakkasvaurioista. Alkuperäinen kloonien joukko oli huvennut merkittävästi. Mukana olivat enää parhaat koripajut ja vannepajut sekä yksi valko-

pajun kloonit (alb 77683). Pakkanen oli kuitenkin harventanut kaikki kokeita, ja vanhojen kokeiden satotaso putosi.

Taulukko 29. Lyhytkiertopajun kloonien satoisuusjärjestys Kopparnäsin Ruutukokeessa IX syksyllä 1993. Juurten ikä 2 vuotta, vesojen ikä 1 vuosi. Lyhennys: vim – koripaju. Vesojen kuiva-tuoretiheys 284 kg/m³. Keskikasvu laskettu kahdelle vuodelle perustamis-keväästä 1992 lähtien.

Sija	Kloonit	Sato (1 a) tn/ha	Keskikasvu tn/ha/a	Keskikasvu m ³ /ha/a
1	vim 78183	9,7	4,9	17,1
2	vim Anki	4,6	2,3	8,1
3	vim E7888	3,5	1,8	6,2
4	vim Hanna	3,4	1,7	6,0
5	vim 79046	3,0	1,5	5,3
6	vim Gustaf	2,9	1,5	5,1
7	vim Lisa	2,8	1,4	4,9
8	vim 78021	2,5	1,3	4,4
	Keskiarvo 5 kloonit	4,0	2,0	7,0

Johtopäätökset vaiheen 1990–1993 jälkeen

Kopparnäsin kokeiden kolmannella jaksolla lyhytkiertoviljelyn voimaperäisyydestä luovuttiin. Vanhoja kokeita ei täydennetty, niiden rikkakasveja ei torjuttu ollenkaan, ja uusien kokeiden perustamista kokeiltiin samanlaisella minimihoidolla, mikä on tavanomaista peltojen normaalissa metsityksessä. Voimaperäisyydestä luopuminen pudotti lyhytkiertoviljelyn satoisuutta jyrkästi.

Kopparnäsin kokeiden kolmannen jakson tärkein anti oli todentaa aikaisemmista jaksoista valittujen kloonien suhteellinen paremmuus vähäisen voimaperäisyyden viljelyssä. Tätä seurattiin suhteellisen viljelyvarmuuden indeksillä (vrt. johtopäätökset vaiheen 1987–1989 jälkeen). Kopparnäsin kolmivaiheisen koesarjan päätteeksi laskettu viljelyvarmuuspisteet on esitetty taulukossa 30.

Viljelyvarmuuden indeksillä mitaten johtopäätös ei ole yllättävä. Ne kloonit, jotka esiintyvät usein eri vuosien mittausten kärjessä saavat myös paljon viljelyvarmuuspisteitä. Koripajun paremmuus vannepajuun verrattuna on selvä. Viljelyvarmuuden taulukkoon eivät päässeet ollenkaan lupaavina pidetyt ruskopaju (*S. schwerinii*) 77077, raidan ja koripajun risteyvät (*S. x smithiana*) tai muutkaan Kopparnäsiin 1983 tuodut taulukon 1 lajit. Valkopaju menestyi intensiivisesti hoitaen 1980-luvulla hyvin, mutta sen viljelyvarmuuden indeksi laski koe kokeelta 1990-luvulla, kun viljelyn voimaperäisyydestä luovuttiin.

Kopparnäsin lyhytkiertoviljelyn kokeiden 1983–1993 perusteella Suomen etelärannikon oloihin, hyväkuntoisille pelloille perustettavien, voimaperäisesti viljeltävien kasvustojen suosittelavat kolme kloonit ovat:

- 1) Koripaju – *Salix viminalis* 78183
- 2) Koripaju – *Salix viminalis* 78021
- 3) Koripaju – *Salix viminalis* E7888 Somero

Taulukko 30. Lyhytkiertopajun kloonien paremmuusjärjestys suhteellisen viljelyvarmuuden indeksillä mitaten Kopparnäsin kokeissa 1983–1993. Indeksien pisteytys on laskettu 16 kokeen mittauksista, joissa mittauksia oli eri kasvukausien jälkeen yhteensä 28 kappaletta.

Sija	Kloonitunnus	Alias	Laji	Indeksi
1	78183	183	S. viminalis	145
2	78021	21	S. viminalis	112
3	E7888	Somero	S. viminalis	105
4	77803	803	S. alba	62
5	78112	112	S. viminalis	59
6	78195	195	S. viminalis	53
7	78044	44	S. burjatica	49
8	81090	8100	S. burjatica	47
9	77801	801	S. viminalis	45
10	78101	101	S. viminalis	41
11	79036	36	S. viminalis	40
12	77075	75	S. burjatica	39
13	78196	196	S. burjatica	34
14	79097	CSD 1	S. burjatica	34
15	77683	683	S. viminalis	34
16	E7901	7901	S. viminalis	33
17	78198	198	S. viminalis	33
18	78013	13	S. viminalis	27
19	79046	902	S. viminalis	26
20	Anki	832502	S. viminalis	24
21	79050	809	S. viminalis	24
22	79026	26	S. viminalis	21
23	77056	56	S. burjatica	16
24	77082	82	S. viminalis	15
25	80051	51	S. viminalis	13
26	Hanna	821624	S. viminalis	13
27	80072	GB802	S. viminalis	12
28	Lisa	81110	S. viminalis	12
29	78118	118	S. viminalis	11
30	79004	4	S. viminalis	11

Kirjallisuus

- Hagman, M. 1976. Eräitä tietoja *Salix cv. 'Aquatika N:o 56'*:sta. Konekirjoite Metsäntutkimuslaitoksen Metsänjalostuksen tutkimusosastolla. 3 s.
- Hytönen, J. & Ferm, A. 1984. Vesipajun puuteknisiä ominaisuuksia. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 163. 20 s.
- Kallinen, A., Pohjonen, V. & Pääkyliä, T. 1976. On crop certainty. *Acta Agric. Scand.* 26:269–276.
- Koivisto, P. 1959: Kasvu- ja tuottotaulukoita. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 51(8). 49 s.
- Malmivaara, E., Mikola & J. Palmberg, C. 1971. Pajujen mahdollisuudet metsäpuiden jalostuksessa. *Silva Fenn.* 5(1):11–19.
- Pohjonen, V. 1974. Istutustiheyden vaikutus eräiden lyhytkiertoviljelyn puulajien ensimmäisen vuoden satoon ja pituuskasvuun. *Silva Fennica* 8(2):115–127.

- 1985. Towards renewable energy in Northern Finland. In: Siuruainen, E. (ed.). Ten years of work at Research Institute of Northern Finland. University of Oulu. A3:31–41.
- 1987. Salix 'Aquatica Gigantea' and Salix x dasyclados Wimm. in biomass willow research. Seloste: Vesipaju ja vannepaju energiapajututkimuksissa. Silva Fennica 21(2):109–122.
- 1991. Selection of species and clones for biomass willow forestry. Acta Forestalia Fennica 221. 58 s.

Salix. Våren 1994. Kloninformation. Sveriges Lantbruksuniversitetet. Uppsala. 4 s.

Schreiner, E. 1970. Mini-rotation forestry. U.S.D.A. Forest Service Research Paper NE-174.

PELTOJEN METSITYSMENETELMÄT

Jyrki Hytönen & Keijo Polet (toim.)



Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 581

Kannus 1995

Peltojen metsitysmenetelmät

Toimittaneet

Jyrki Hytönen & Keijo Polet

**Metsäntutkimuslaitos, Kannuksen tutkimusasema
Kannus 1995.**

Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 581

Hytönen, J. & Polet, K. 1995. Peltojen metsitysmenetelmät. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 581. 242 s. ISBN 951-40-1488-X. ISSN 0358-4283.

Peltojen metsitystä on tutkittu monipuolisesti Metsäntutkimuslaitoksen Peltojen metsitysmenetelmät -tutkimushankkeessa. Tutkimuksissa on pyritty täsmentämään peltojen metsitykseen soveltuvia metsittämistapoja ja tutkimaan metsitysten onnistumista ja siihen vaikuttavia tekijöitä. Suuri paino on peltojen luokittelussa, ravinne- ja pintakasvillisuusongelmien tutkimuksessa sekä tuhoriskin selvittämisessä. Julkaisussa esitetään tuloksia myös tutkimuksista, joissa on selvitetty pellonmetsitystä maiseman, talouden ja sosioekonomisten kysymysten kannalta. Tutkimukset ovat tähdänneet välittömiin käytännön sovellutuksiin.

Julkaisija: Metsäntutkimuslaitos, Kannuksen tutkimusasema

Hyväksynyt: Tutkimusjohtaja Matti Kärkkäinen 16.11.1995.

Myynti: Metsäntutkimuslaitos, Kannuksen tutkimusasema, PL 44, 69101 Kannus.
Puh. 968-871161.