

Harvennushakkuiden taloudellinen merkitys ja toteuttamisvaihtoehdot

Metsäntutkimuslaitos
Metsäteho
Jaakko Pöyry Oy

Maa- ja metsätalousministeriö
1992

Harvennushakkuiden taloudellinen merkitys ja toteuttamisvaihtoehdot

Metsäntutkimuslaitos
Metsäteho
Jaakko Pöyry Oy

Maa- ja metsätalousministeriö
1992

HARVENNUSHAKKUIDEN TALOUDELLINEN MERKITYS JA TOTEUTTAMISVAIHTOEHDOT

Lisätietoja antavat:

Harvennusmetsien määrä	Mauno Pesonen** Hannu Hirvelä*
Metsäteollisuus	Matti Kärkkäinen****
Korjuukustannukset ja -menetelmät	Risto Lilleberg***
Harvennushakkuut kansantaloudessa	Olli Haltia**
Metsänomistajat ja harvennushakkuut	Tapio Hankala**
Harvennusten liiketaloudellinen edullisuus	Mauno Pesonen** Hannu Hirvelä*
Harvennushakkuiden kehitysennusteet	Mauno Pesonen** Hannu Hirvelä*

* Metsäntutkimuslaitos
Unioninkatu 40 A

00170 Helsinki
puh. (90)857 051
telekopio (90)625 308

** Metsäntutkimuslaitos
Valimotie 13bB
PL 37
00381 Helsinki
puh. (90)556 276
telekopio (90)506 1484

*** Metsäteho
Fabianinkatu 9 B
PL 194
00131 Helsinki
puh. (90)658 922
telekopio (90)659 202

**** Jaakko Pöyry Oy
Martinkatu 3
PL 4
01621 Vantaa
puh. (90)89 471
telekopio (90) 878 1818

Helsinki 1992
Vanha Kauppakirjapaino Oy

ISBN 951-40-1191-0

Alkusanat

Metsien taloudellinen hyväksikäyttö on ollut Suomen metsäpolitiikan keskeinen tavoite. Siirtyminen puun niukkuudesta metsien vajaakäyttöön samanaikaisesti metsätalouden toimintaympäristön nopean muutoksen kanssa herättää tarpeen metsänkäsittelytoimenpiteiden tarkistamiseen. Metsävarojen suhteellinen runsaus, metsien omistusrakenteen muutos ja puumarkkinoiden epävakaisuus koettelevat ensinnä harvennuksista saatavaa pienikokoista puuta. Taimikon hoito ja metsikön ensimmäinen kaupallinen harvennus ovat helpoimmin vaarassa jäädä tekemättä heikon kannattavuuden vuoksi. Yksittäistä harvennusta ei pidä kuitenkaan tarkastella erillisenä toimenpiteenä, vaan osana metsikön koko kiertoajan tai laajemman metsäalueen pitkän ajan taloustulosta.

Metsäntutkimuslaitos, Metsäteho ja Jaakko Pöyry Oy tutkivat harvennushakkuiden taloudellista merkitystä ja toteuttamisvaihtoehtoja maa- ja metsätalousministeriön toimeksiannosta vuosina 1989-1991. Harvennushakkuiden tuottoja ja kustannuksia tarkasteltiin yksittäisen metsikön, metsälön ja valtakunnan puuntuotoksen sekä puumarkkinoiden ja koko kansantalouden näkökulmasta. Kolme vuotta kestäneen tutkimushankkeen rahoitus saatiin pääosin maa- ja metsätalousministeriön metsätaloudellisten yhteistutkimusten varoista.

Tutkimukseen ovat osallistuneet Metsäntutkimuslaitoksesta MMK Olli Haltia, MH Tapio Hankala, MMK Hannu Hirvelä, MMK Jari Hynynen, professori Kari Mielikäinen ja MMK Mauno Pesonen, Metsätehosta MMK Risto Lilleberg, MMK Anssi Raitanen ja MMK Jari Terävä sekä Jaakko Pöyry Oy:stä professori Matti Kärkkäinen ja MMK, KTM Petteri Pihlajamäki. Loppuraportin ovat toimittaneet Tapio Hankala, Hannu Hirvelä ja Mauno Pesonen. Osahankkeiden yksityiskohtaiset tulokset julkaistaan erillisinä raportteina kevään 1992 kuluessa.

Helsingissä 21. tammikuuta 1992

Kari Mielikäinen
johtoryhmän puheenjohtaja

SISÄLLYS

1 Johdanto 6

2 Harvennusmetsien määrä ja rakenne 9

2.1 Metsien rakenteen ja harvennusten kehitys 9

2.2 Harvennusmetsien määrä 15

2.2.1 Harvennusmetsän määritelmä 15

2.2.2 Ikäluokan perusteella harvennettavat metsät 16

2.2.3 Välittömästi harvennettavissa olevat metsät 17

2.2.4 Harvennushakkuut osana hakkuusuunnitetta 20

3 Harvennuspuun kilpailukyky raaka-aineena 22

3.1 Metsäteollisuuden rakenne ja raakapuun käyttö 22

3.1.1 Metsäteollisuuden tuotanto 22

3.1.2 Kotimaisen harvennuspuun käyttö 27

3.1.3 Tuontipuun merkitys 33

3.2 Harvennuspuun korjuumenetelmät ja -kustannukset 34

3.2.1 Korjuumenetelmien kehitys 34

3.2.2 Harvennuspuun korjuukustannukset 41

3.2.3 Korjuumenetelmien ja -kustannusten kehitysennusteet 46

3.3 Harvennuspuun puustamaksukyky 49

3.3.1 Puustamaksukyvyn käsite 49

3.3.2 Puutavaralajeittainen puustamaksukyky 54

3.3.3 Läpimitan vaikutus puustamaksukykyyn 55

4 Harvennushakkuiden kansantaloudellinen merkitys 58

4.1 Metsätalous ja -teollisuus kansantalouden tuotantorakenteessa 58

4.2 Harvennushakkuut kansantaloudessa 60

4.3 Harvennushakkuut ja kotitalouksien tulot 60

4.4 Harvennushakkuut ja vaihtotase 62

5 Yksityismetsänomistajat ja harvennushakkuut 65
5.1 Hakkuumahdollisuuksien käyttö 65
5.2 Tilakohtaiset tekijät 70
5.3 Omistajakohtaiset tekijät 73

6 Harvennusten liiketaloudellinen edullisuus 77
6.1 Edullisuus metsikkötasolla 77
6.1.1 Optimaaliset harvennusmallit 77
6.1.2 Harvennusohjelmien vertailu 84
6.1.3 Taimikon harvennuksen ajankohta 90
6.2 Edullisuus metsälötasolla 94
6.2.1 Harvennusohjelmat 94
6.2.2 Tilaryhmien ja alueiden väliset vertailut 101
6.3 Edullisuus valtakunnan tasolla 102

7 Harvennushakkuiden kehitysennusteet 107

8 Päätelmät ja toimenpide-ehdotukset 116
8.1 Metsävarat ja raakapuun kysyntä 116
8.2 Harvennukset kansantaloudessa ja metsien käyttö 118
8.3 Harvennusmetsien taloudellinen käyttö 119
8.4 Toimenpidesuositukset 120

1 Johdanto

Suomessa metsäpolitiikan keskeisenä tavoitteena on pidetty metsävarojen täysimääräistä hyväksikäyttöä. Puuston määrä ja kestävät hakkuumahdollisuudet ovat lisääntyneet 1960-luvulta alkaen. Puunkäyttö ei ole lisääntynyt samaa vauhtia, joten metsävarojen hyväksikäyttö on suhteellisesti laskenut. Metsävarojen laskennallisen vajaakäytön syntyyn ovat vaikuttaneet kasvaneet hakkuumahdollisuudet, jätepuun tehostunut käyttö ja tuontipuun lisääntyminen. On syntynyt tilanne, jossa kotimaisen puun käyttö poikkeaa aiempaa enemmän hakkuumahdollisuuksista niin kokonaismäärän kuin puutavaralajirakenteenkin osalta.

Metsävarojen vajaakäytön ongelma on kasautunut päätehakkuuikäisiin Etelä-Suomen metsiin ja harvennusmetsistä ennenkaikkea ensiharvennuksen tarpeessa oleviin puustoihin. Harvennushakkuiden määrää koskevien tarkkojen tietojen puuttuessa arviot harvennusten tarpeesta ja merkityksestä metsäteollisuuden puuhuollolle ja metsänomistajille ovat vaihdelleet tuntuvasti. Huolestuminen varsinkin ensiharvennusten laiminlyöntien vaikutuksista hakkuumahdollisuuksien kehitykseen ja korjuukustannuksiin on lisääntynyt.

Pieni rungon keskikoko ja alhainen hehtaarikohtainen hakkuukertymä tekevät puunkorjuun harvennushakkuissa selvästi kalliimmaksi kuin päätehakkuuleimikoissa. Puunkorjuun koneellistaminen harvennushakkuissa on myös ongelmallisempaa jäljelle jäävän puuston vaurioitumisriskin ja puunkorjuun alhaisen tuottavuuden takia. Mainitut tekijät merkitsevät kustannuspainetta etenkin ensiharvennusmetsien käsittelyssä.

Välittömät hakkuutulot jäävät harvennushakkuissa pienemmiksi kuin päätehakkuissa, mikä heikentää harvennushakkuiden houkuttelevuutta metsänomistajan näkökulmasta. Samaan aikaan jatkuu metsänomistuksen rakennemuutos suun-

taan, mikä merkitsee metsänomistajien vähentynyttä riippuvuutta metsätuloista ja heikentynyttä mahdollisuutta omatoimiseen puunkorjuuseen.

Puuntuotantotavoitteiden toteutumisen kannalta on tärkeää sovittaa yhteen metsänomistajille taloudellisesti edulliset ja biologisesti hyväksyttävät metsien käsittelytavat. On lisäksi otettava huomioon metsäteollisuuden puustamaksukyvystä ja puuntarpeesta lähtevät näkökohdat, jotka osaltaan ratkaisevat harvennusmetsien käsittelymäärät ja -tavat.

Puunkorjuun ja puunkäytön kehityssuunnat saattavat siten johtaa pysyväisluonteisesti nykyistä alempaan metsävarojen hyödyntämisen tasoon etenkin harvennusmetsissä. Metsäteollisuuden tarvitsema puumäärä on korjattavissa yhä enenevässä määrin harvennusmetsiä edullisemmista korjuukohteista. Pieniläpimittaisten puiden korjuukustannusten taso tässä tilanteessa uhkaa harvennusmetsien käsittelyä. Varsinkin ensiharvennusten määrä on jäänyt pienemmäksi kuin mitä on metsänhoidollisesti perusteltua. Myös puunkorjuun koneellistaminen on ongelmallisinta juuri ensiharvennusmetsissä.

Harvennusmetsien merkityksen ja käsittelyvaihtoehtojen selvittämiseksi on syytä tarkastella, mitä muutoksia metsäsektorin kustannusympäristössä, markkinanäkymissä, puunkorjuun teknologiassa ja metsänomistuksessa on tapahtumassa ja miten ne vaikuttavat harvennusmetsien käsittelyyn. Hakkuiden tason lisäksi hakkuiden kohdistuminen puuston rakenteen kehittymisen kannalta toivottavalla tavalla on tärkeää pitkän ajan puuntuotantomahdollisuuksille, metsätalouden harjoittamisen kannattavuudelle ja teollisuuden puuhuollolle.

Tutkimushankkeen tavoitteena oli selvittää harvennushakkuiden merkitys yksityismetsätaloudelle, metsäteollisuudelle ja Suomen kansantaloudelle sekä antaa pohjaa metsävarojen tarkoituksenmukaiselle kehittämiselle tulevaisuudessa.

Tavoitteiden saavuttamiseksi päätettiin selvittää:

Tärkeimpien metsäteollisuustuotteiden kysyntäennusteet ja Suomen metsäteollisuuden puustamaksukyky vuoteen 2005 erityisesti harvennushakkuista saatavien puutavaralajien osalta.

Harvennushakkuiden merkitys teollisuuden puuntarpeen tyydyttämisessä.

Harvennushakkuiden merkitys kansantalouden kannalta.

Metsänomistajien tekemät harvennushakkuut hakkuumahdollisuuksien hyväksikäytössä.

Harvennusmetsien käsittelyn liiketaloudellinen edullisuus puunkasvatuksen ja puunkorjuun kannalta.

Metsien harvennushakkuumahdollisuudet ja harvennusten taloudellinen merkitys.

Osatutkimusten pohjalta arvioitiin harvennusmetsien käsittelyvaihtoehtojen toteuttamiskelpoisuutta ja merkitystä puuhuollossa sekä tarvittavia toimenpiteitä harvennusmetsien käsittelytapoja kehitettäessä. Tässä loppuraportissa esitetään yhteistutkimushankkeen keskeiset tulokset ja päätelmät.

2 Harvennusmetsien määrä ja rakenne

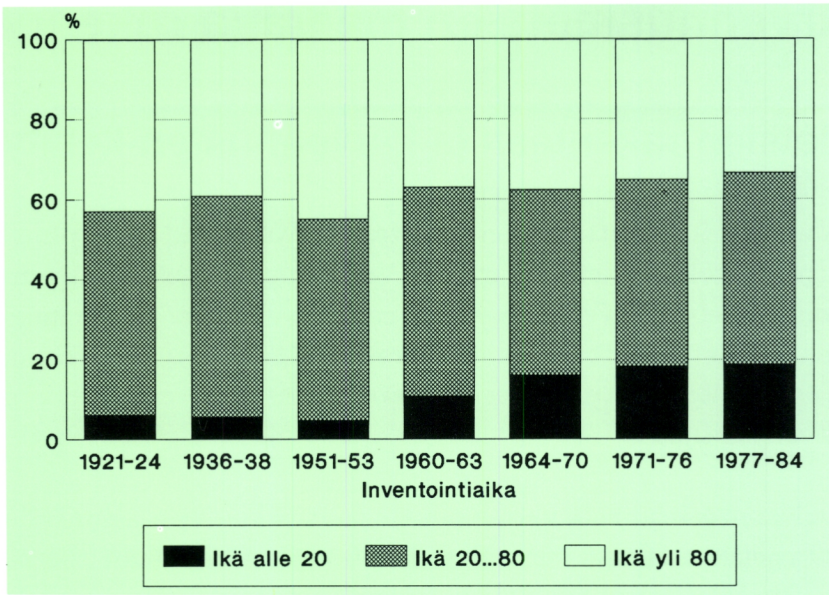
2.1 Metsien rakenteen ja harvennusten kehitys

Metsien rakennetta ja sen kehittymistä voidaan tutkia puuston ikäluokkarakenteen avulla. Valtakunnan metsien inventointiaineistojen (VMI) avulla on saatu luotettavia tietoja koko maan metsien ikäluokkarakenteesta 1920-luvulta saakka. Tässä esitettävät tulokset käsittävät seitsemän ensimmäistä inventointia.

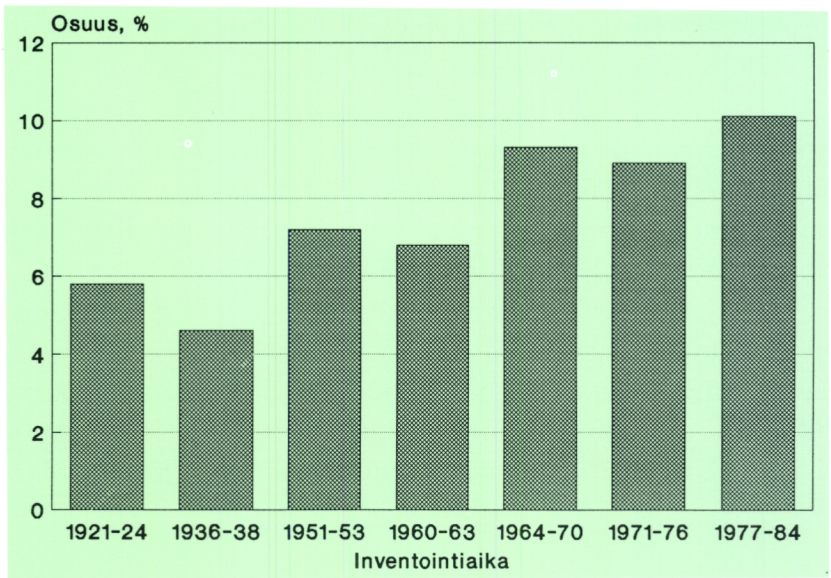
Tulosten esittämistä varten puusto jaettiin kolmeen osaan: alle 20 vuotiaat, 20...80 vuotiaat ja yli 80 vuotiaat. Luokan alle 20 vuotta oletettiin edustavan aukeita ja taimikoita, luokan 20...80 vuotta harvennusvaiheessa olevia metsiä ja luokan yli 80 vuotta uudistuskypsiä metsiä. Luokitus on karkea, sillä luokkaan 20...80 vuotta sisältyy myös taimikkovaiheessa olevia ja uudistuskypsiä metsiä. Vastaavasti luokassa yli 80 vuotta on vielä harvennusvaiheessa olevia metsiä.

Inventointiaineistojen perusteella harvennusikäisten metsien pinta-aloissa ei ole tapahtunut suurta muutosta (kuva 2/1). Harvennusmetsien osuus laski hieman alle puoleen koko metsämaan alasta 1970-luvun vaihteessa. Taimikoiden osuus on sen sijaan kasvanut ja vastaavasti uudistuskypsien osuus pienentynyt koko maassa tarkastelujakson ajan. Etelä-Suomessa vanhojen metsien osuus on sen sijaan kasvanut (kuva 2/2). VMI7 mukaan (1977-84) alle 20-vuotiaiden metsien osuus oli n. 20 % ja yli 80-vuotiaiden n. 30 % metsämaan pinta-alasta.

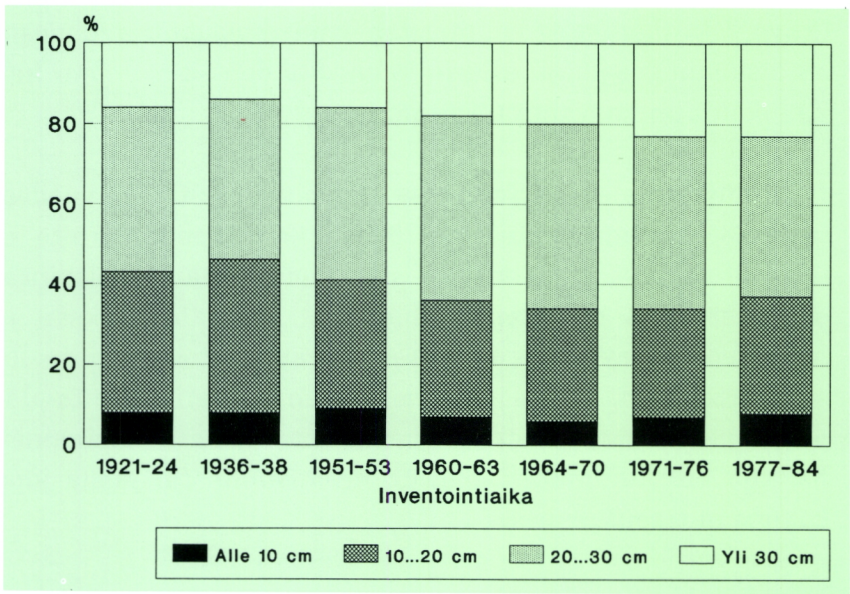
Vastaavalla ajanjaksolla pienikokoisen männyn (keskiläpimitta alle 10 cm) osuus puuston runkotilavuudesta on pysynyt muuttumattomana (kuva 2/3). Järeiden puustojen (keskiläpimitta yli 30 cm) osuus on kasvanut runsaaseen 20 %:iin.



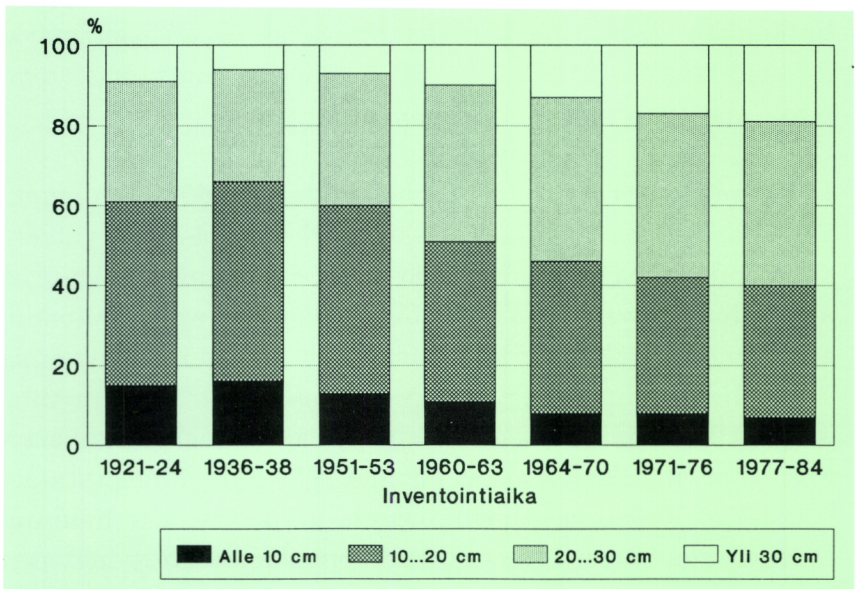
Kuva 2/1. Suomen metsien ikäluokkajakauman kehitys metsämaalla vuosina 1921-1984.



Kuva 2/2. Yli 100-vuotiaiden metsien kehitys Etelä-Suomessa vuosina 1921-1984.



Kuva 2/3. Mäntyrunkojen järeyden kehitys vuosina 1921-1984.



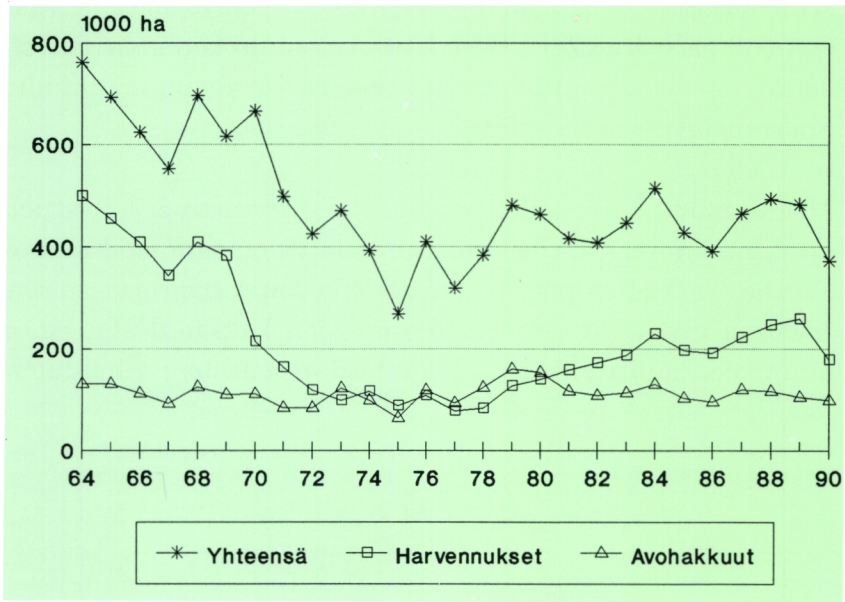
Kuva 2/4. Kuusirunkojen järeyden kehitys vuosina 1921-1984.

Kuusipuustot ovat 1920-luvulta lähtien järeytyneet selvästi (kuva 2/4). Pienikokoisen puuston osuus kuusen tilavuudesta on laskenut tasaisesti alle 10 %:iin. Kahden suurimman luokan osuus on kasvanut 60 %:iin.

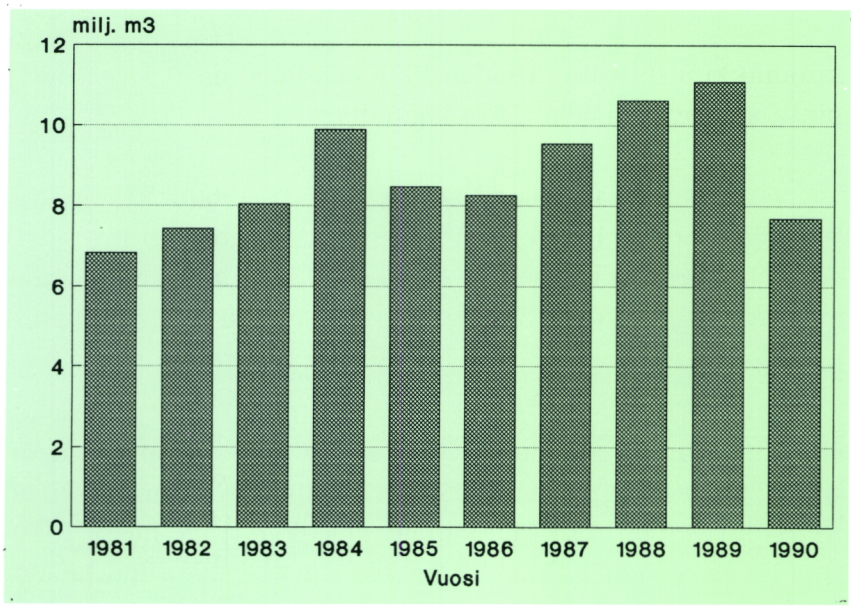
Hakkuupinta-aloja on Suomessa tilastoitu keskitetysti vuodesta 1964 lähtien. Vuoteen 1970 saakka ylispuuhakkuita ei tilastoitu erikseen, joten tätä aikaisemmat harvennuspinta-alat sisältävät myös ylispuuhakkuita. Metsähallituksen ja metsäteollisuusyhtiöiden pinta-alat ovat tilastoissa suhteellisen luotettavia, mutta yksityismetsien harvennuspinta-alat perustuvat leimaustilastoihin. Leimauksen jälkeen varsinainen hakkuu voi kuitenkin tapahtua myöhemmin tai jäädä jopa kokonaan toteutumatta.

Markkinahakkuutilastoissa toteutuneet hakkuut on tilastoitu hakkuuvuosittain (heinäkuun alusta kesäkuun loppuun) 1980-luvun alkupuolelle saakka. Näin hakkuupinta-alat ja markkinahakkuut eivät ole tilastoissa täysin vertailukelpoisia keskenään. Esim. markkinahakkuuvuosi 1974/75 on markkinahakkuutilastossa vuoden 1975 kohdalla, mutta vastaavat pinta-alat ovat vuoden 1974 kohdalla.

Harvennuspinta-alat olivat suurimmillaan 1960-luvun loppupuolella. Vuonna 1964 kasvatushakkuiden pinta-ala oli yhteensä n. 500 000 ha (kuva 2/5). Vuosina 1969/70 harvennuspinta-alat putosivat jyrkästi. Yhtenä todennäköisenä syynä putoamiseen on ylispuuhakkuiden tilastoinnin aloittaminen vuonna 1970. Harvennuspinta-alat olivat alimmillaan 1970-luvulla, jonka jälkeen harvennuspinta-alat ja harvennushakkuukertymät alkoivat jälleen nousta. Vuonna 1989 harvennuspinta-ala nousi yli 250 000 hehtaariin, joka oli n. puolet koko hakkuupinta-alasta. Samanaikaisesti harvennushakkuukertymät ovat kasvaneet runsaaseen 10 milj. m^3:iin (kuva 2/6). Harvennushakkuukertymien laskennassa käytettiin hyväksi leimaustilastoista johdettua harvennusleimikon hehtaarikohtaista kertymää, joka 1980-luvulla on ollut keskimäärin 43 m^3/ha.



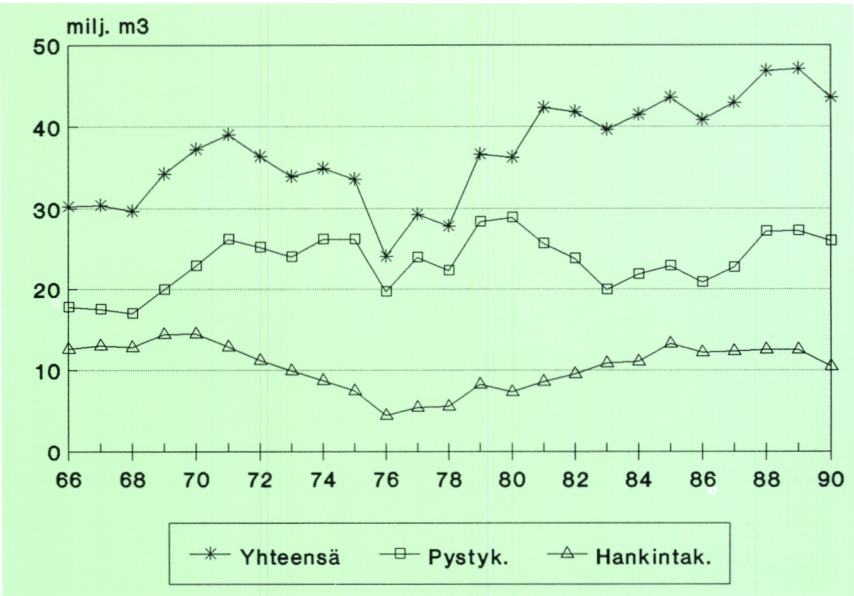
Kuva 2/5. Hakkuupinta-alojen kehitys vuosina 1964-1990.



Kuva 2/6. Harvennuskertymien kehitys vuosina 1981-1990.

Avohakkuiden pinta-ala on pysynyt suhteellisen vakaana, n. 100 000 ha/v. Vuoden 1990 tiedot ovat ennakkotietoja. Kuvassa 2/5 ei ole esitetty siemen-, suojus- ja ylispuuhakkuiden pinta-aloja.

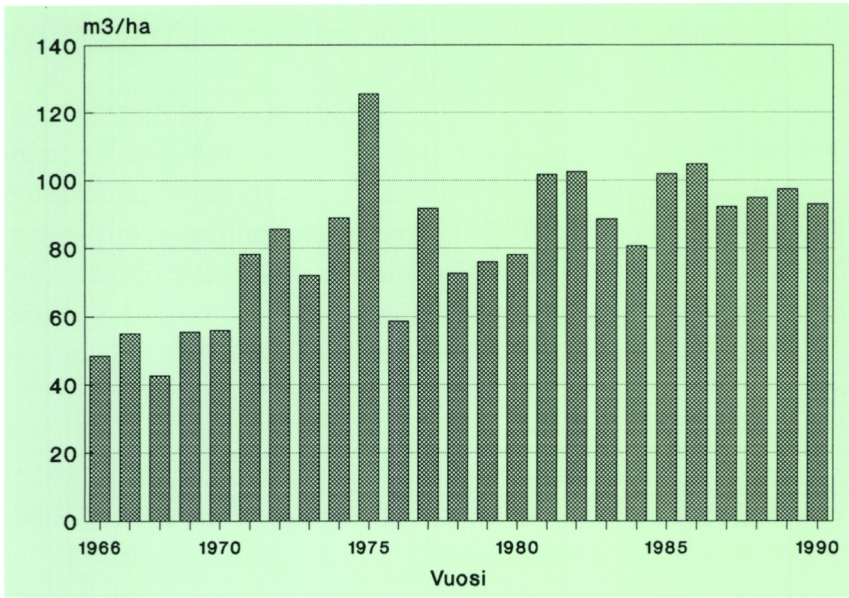
Markkinahakkuiden kehitys on esitetty kuvassa 2/7. Pysty- ja hankintakauppojen tilastointi on muuttunut tarkastelujakson aikana. Tarkastelujakson alkupuoliskolla pystykaupoissa ovat mukana myös yhtiöiden omien metsien hakkuut. Hankintakauppojen suhteellinen osuus oli suurimmillaan 1960-luvun loppupuolella.



Kuva 2/7. Markkinahakkuiden kehitys vuosina 1966-1990.

Keskimääräinen hakkuukertymä oli 1960-luvun lopussa n. 50 m^3/ha, josta se on noussut 1980-luvun loppuun mennessä n. 90 m^3/ha:iin (kuva 2/8). Hakkuiden keskikertymiä nosti 1970-luvulla harvennushakkuiden pieni osuus kaikista hakkuista. Muita syitä keskikertymän nousuun ovat olleet Suomen metsävarojen kasvaminen ja harvennuskertymien suureneminen.

Viimeisen kymmenen vuoden aikana pinta-alakohtaiset hakkuukertymät ovat nousseet, vaikka harvennusten osuus hakkuupinta-alasta on samalla kasvanut.



Kuva 2/8. Hakkuiden keskikertymien kehitys vuosina 1966-1990.

2.2 Harvennusmetsien määrä

2.2.1 Harvennusmetsän määritelmä

Harvennusmetsällä tarkoitetaan metsää, joka on harvennettavissa tiettyjen harvennuskriteerien perusteella tiettynä ajankohtana. Harvennusmetsä on määritelty ainakin seuraavalla kolmella tavalla:

1. Kehitysluokan tai iän perusteella harvennettavissa oleva metsä (nuoret ja varttuneet kasvatusmetsät).
2. Välittömästi harvennettavissa oleva metsä (tietyn harvennusmallin mukaan harvennettavissa oleva metsä).
3. Harvennushakkuin käsiteltävä metsä osana hakkuusuunnitetta (esim. METSÄ 2000).

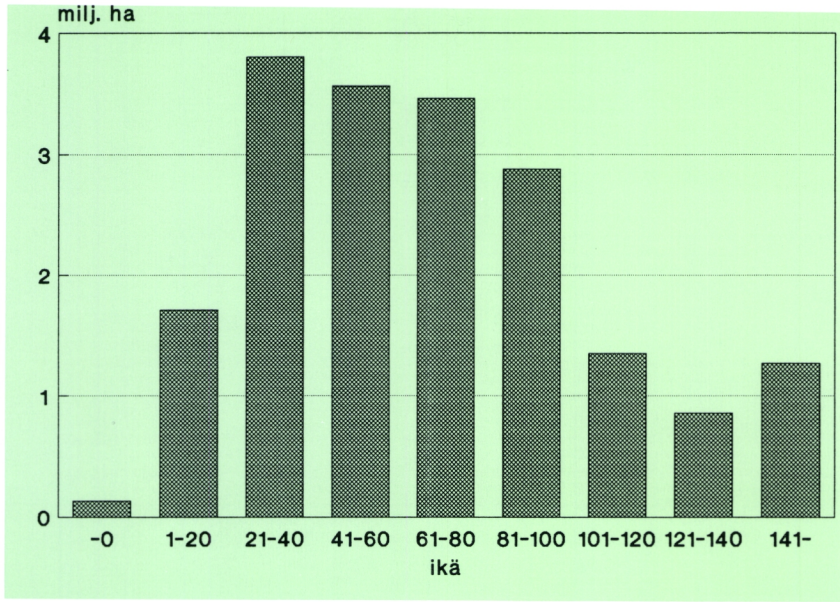
Määritelmien yksi ja kaksi mukaisissa tarkasteluissa aineistona käytettiin vuoteen 1990 päivitettyjä valtakunnan metsien inventoinnin koealoja. Päivityksessä kasvun lisäksi olivat mukana tehdyt hakkuut. Etelä-Suomen (metsälautakunnat 0...10) osalta olivat käytettävissä VMI8-koealat ja Pohjois-Suomen (metsälautakunnat 11...19) osalta VMI7-koealat. Laskelmat tehtiin Metsäntutkimuslaitoksen MELA-järjestelmällä.

Määritelmän kolme osalta tarkasteltavaksi esimerkiksi valittiin METSÄ 2000 -ohjelman hakkuupinta-alat vuosille 1986-2005. Vastaavia laskelmia on tehty tässä tutkimuksessa ja tulokset on esitetty luvussa Harvennushakkuiden kehitysennusteet.

2.2.2 Ikäluokan perusteella harvennettavat metsät

Harvennusmetsiksi on kutsuttu kehitysluokkamääritelmän mukaan nuoria ja varttuneita kasvatusmetsiä. Koska MELA-laskelmissa ei käytetä kehitysluokkaa, kehitysluokkaan verrattavasta ikäjakaumasta voidaan saada karkeahko kuva harvennusmetsien osuudesta koko metsämaan pinta-alasta (kuva 2/9).

Tässä olivat mukana myös sellaiset metsät, jotka eivät ole välittömästi harvennuksen tarpeessa. Ikäluokkien 20...40, 40...60 ja 60...80 osuus oli n. 10 milj. ha. Tulos on teoreettinen maksimi, koska osa nuorimmista metsistä on vielä taimikoita ja osa vanhimmista uudistuskypsiä.

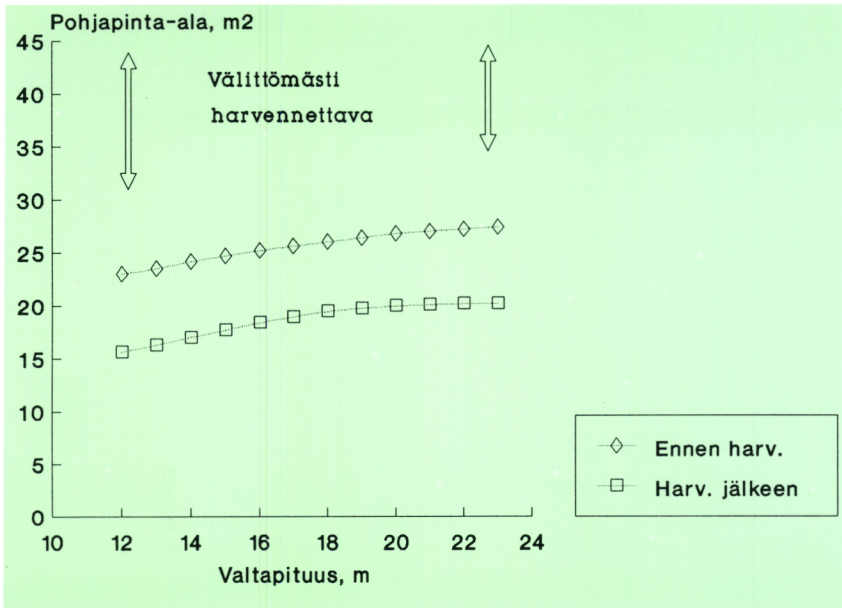


Kuva 2/9. Suomen metsien ikäluokkajakauma vuonna 1990.

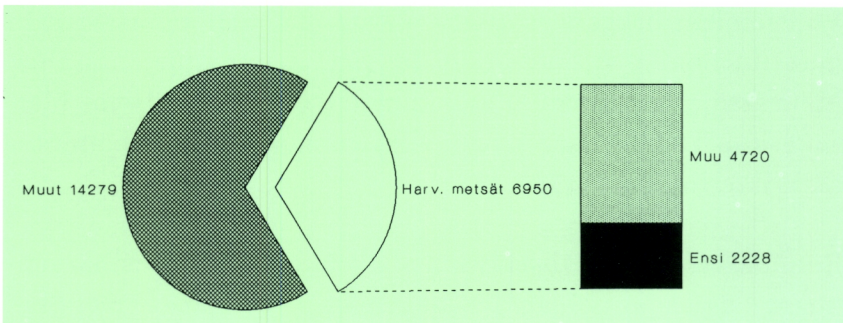
2.2.3 Välittömästi harvennettavissa olevat metsät

Välittömästi harvennettavissa olevien metsien määrä saatiin maksimoimalla vuosien 1990 ja 1991 harvennuspinta-alaa. Määrässä olivat mukana kaikki metsiköt, jotka ylittivät Metsäkeskus Tapion harvennusmallin runkoluku- ja pohjapinta-alakriteerin (kuva 2/10).

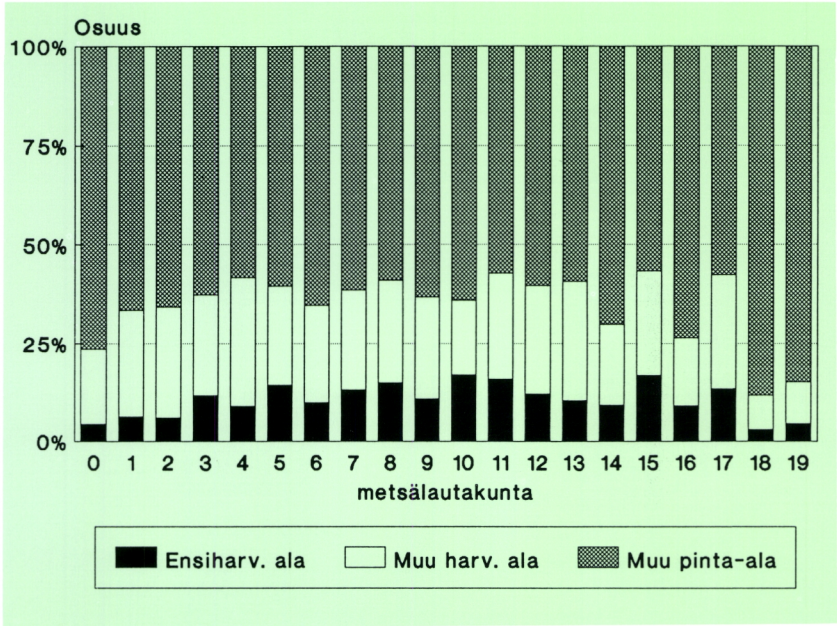
Runkolukukriteerin täyttävät metsiköt luokiteltiin ensiharvennusmetsiksi ja pohjapinta-alakriteerin täyttävät metsiköt muiksi harvennusmetsiksi. Runkolukuohjeessa alarajana oli 8 cm keskiläpimitta rinnankorkeudelta ja ylärajana 13 metrin keskipituus. Muun harvennuksen alarajana oli 13 metrin keskipituus ja ylärajana 90 % Tapion uudistamiskeski-iästä tai -läpimitasta. Jos keskiläpimitta runkolukukriteerin täyttävissä metsiköissä oli yli 12 cm, niin metsikkö luokiteltiin muihin harvennusmetsiin.



Kuva 2/10. Esimerkki VT-männikön harvennusmallista.



Kuva 2/11. Harvennusmetsien määrä, osuus metsämaan pinta-alasta (1000 ha).

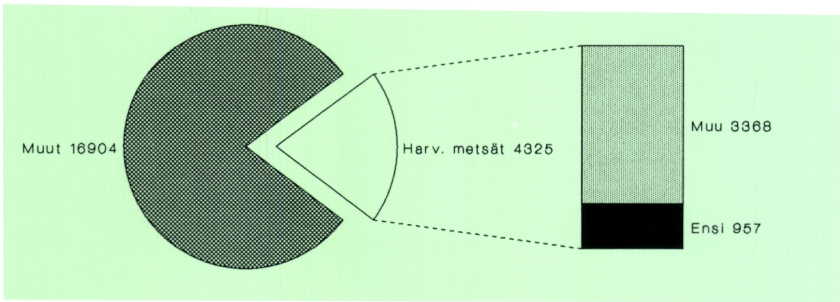


Kuva 2/12. Harvennusmetsien alueellinen jakautuminen, osuus metsämaan pinta-alasta.

Välittömästi harvennettavissa olevia metsiä oli 7,00 milj. ha eli 33 % metsämaan pinta-alasta (kuva 2/11). Ensiharvennusmetsiä tästä määrästä oli 2,23 milj. ha (32 %).

Suhteellisesti eniten harvennusmetsiä metsämaan pinta-alasta oli Keski-Pohjanmaan metsälautakunnan (lautakunta 15) alueella (kuva 2/12). Suurin osa harvennuksista oli ensiharvennuksia. Myös Pohjois-Savon ja Etelä-Pohjanmaan lautakuntien (lautakunnat 11 ja 13) alueella oli huomattavan paljon harvennusmetsiä. Vähiten harvennusmetsiä oli Lapissa (Koillis-Suomen (18) ja Lapin (19) metsälautakunnat).

Jos harvennuksen minimikertymävaatimukseksi asetettiin 20 m^3/ha, harvennusmetsien määrä pieneni 4,33 miljoonaan hehtaariin (kuva 2/13) ja ensiharvennusmetsien pinta-ala 0,96 miljoonaan hehtaariin (22 %). Tämä tarkoittaa, että lähivuosien aikana on tulossa voimakkaasti ensiharvennusmetsiä hakkuukelpoisiksi.

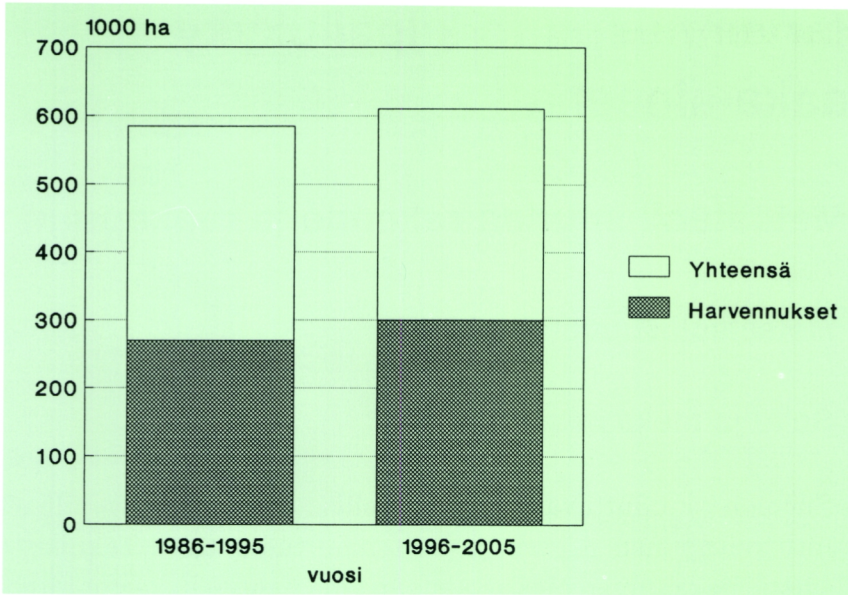


Kuva 2/13. Harvennusmetsien määrä, minimikertymä 20m^3/ha (1000 ha).

2.2.4 Harvennushakkuut osana hakkuusuunnitetta

Useimmiten harvennusmetsien määrä on ilmoitettu harvennuspinta-alana osana tiettyä puuntuotantolaskelmaa. Tällöin lienee virheellistä puhua harvennusmetsien määrästä, vaan todellakin tietyn hakkuusuunnitteen mukaisista harvennushakkuista.

METSÄ 2000 -ohjelma on ehkä tunnetuin valtakunnallisista puuntuotanto-ohjelmista. Siinä haettiin erilaisia puuntuotantovaihtoehtoja mm. hakkuukertymien ja -pinta-alojen suhteen. Hakkuupinta-alatavoitteet olivat n. 600 000 ha/v, joista harvennushakkuita oli n. 300 000 ha/v (kuva 2/14). Verrattaessa näitä tavoitteita toteutuneisiin hakkuupinta-aloihin nähdään, että tavoitteita ei aivan saavutettu ainakaan pinta-alojen suhteen (kuva 2/5).



Kuva 2/14. METSÄ 2000 -ohjelman hakkuupinta-alatavoitteet vuosille 1986-2005.

3 Harvennuspuun kilpailukyky raaka-aineena

3.1 Metsäteollisuuden rakenne ja raakapuun käyttö

3.1.1 Metsäteollisuuden tuotanto

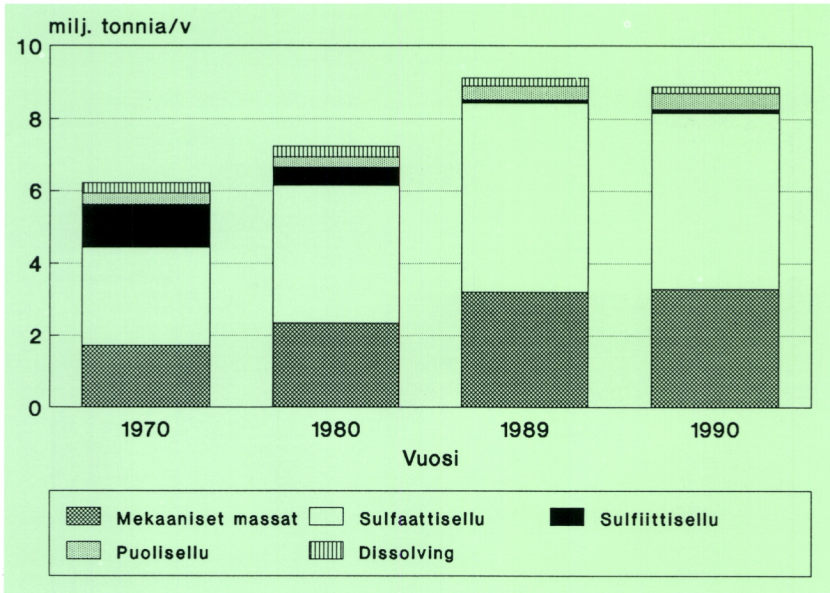
Sellu ja mekaaniset massat

Suomen kuiduttavalle metsäteollisuudelle on tyypillistä integroituminen paperin ja kartongin tuotantoon. Teknisistä syistä mekaaninen massa tehdään aina paperi- ja kartonkitehtailla, kun taas sulfaattisellua tehdään myös markkinamassana.

Sellu- ja massatuotannon vuotuinen kasvuvauhti oli 2,8 % 1980-luvulla, kun se vielä 1970-luvulla jäi 1,5 %:iin. Voimakkainta kasvu on ollut mekaanisten massojen ja sulfaattisellun tuotannossa, kun taas sulfiittisellun tuotanto on jatkuvasti supistunut (kuva 3/1).

Sulfaattisellun tuotanto on kokenut merkittävän rakennemuutoksen viimeisen 20 vuoden aikana. Jalostusasteen kohottaminen on johtanut valkaisemattoman sellun tuotannon supistumiseen. Kun sen osuus vielä vuonna 1970 oli 47 % sulfaattisellun tuotannosta, se oli vuonna 1990 enää 16 %. Vastaavasti hienopapereiden voimakas kysyntä on johtanut lehtisulfaatin osuuden kasvuun 22 %:sta 30 %:iin vuosien 1970 ja 1990 välillä.

Alhaisemman jalostusasteen omaavien tuotteiden kilpailukyvyn heikentyminen on pakottanut jalostusasteen nostoon, joka näkyy selvimmin sellu- ja massatuotannon integroitumisena paperiteollisuuteen. Viennin osuus sellu- ja



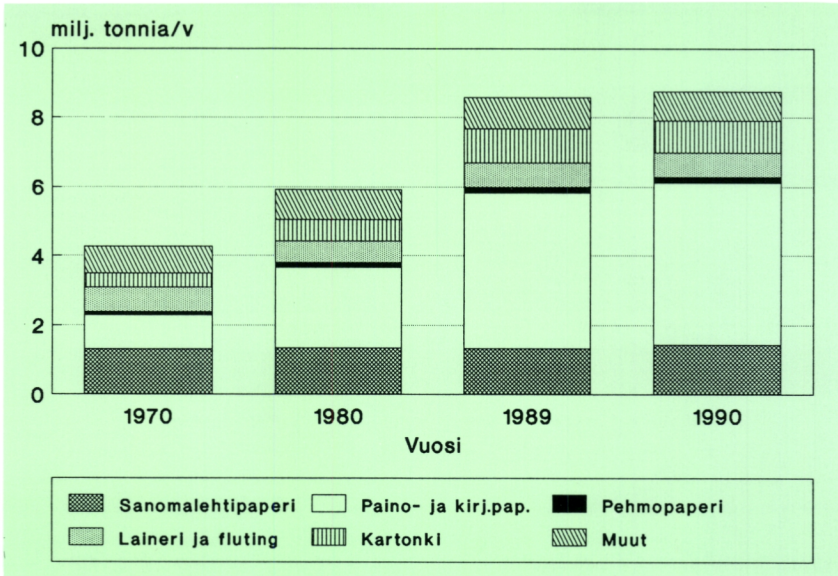
Kuva 3/1. Sellun ja mekaanisten massojen tuotanto vuosina 1970-1990.

massatuotannosta on pudonnut 33 %:sta 18 %:iin vuosien 1970 ja 1990 välillä. Voimakkaimmin on vähentynyt sulfiittisellun vienti, 577 000 tonnista 2 000 tonniin. Sulfaattisellun vienti on vaihdellut voimakkaasti suhdanteista riippuen, mutta valkaistujen laatujen ja lehtisellun osuudet ovat tasaisesti lisääntyneet.

Paperi ja kartonki

Kokonaistuotannon kasvu on kiihtynyt viimeisen 20 vuoden aikana. Vuotuinen kasvu oli 1970-luvulla 3,3 %, mutta 1980-luvulla se nousi 4,9 %:iin. Korkeaan kasvuprosenttiin 1980-luvulla tosin vaikuttaa mittausjakson päättyminen vuoteen 1990, joka ajoittui vielä paperimarkkinoiden korkeasuhdanteeseen. Voimakkaimmin ovat kasvaneet paino- ja kirjoituspaperit, etenkin päällystetyt laadut. Sen sijaan

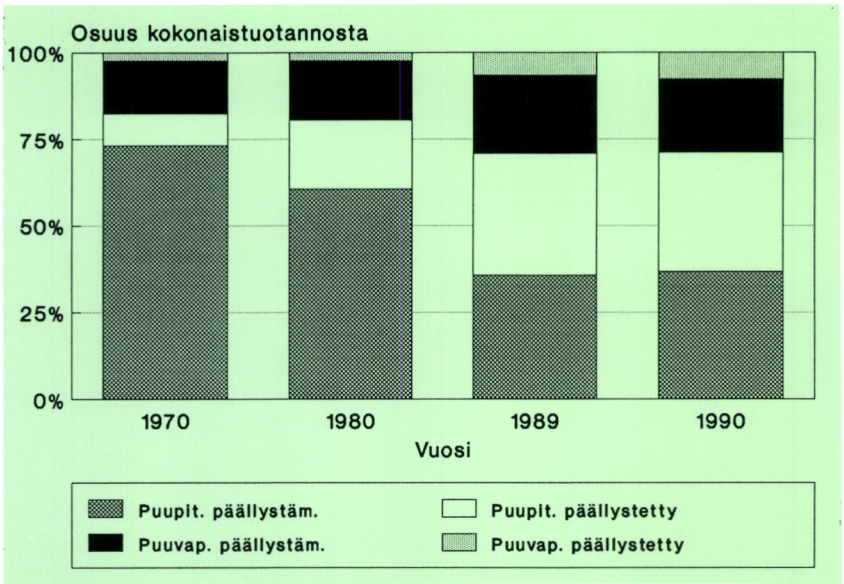
sanomalehtipaperin, lainerin ja flutingin kasvu on ollut lähellä nollaa (kuva 3/2).



Kuva 3/2. Paperin ja kartongin tuotanto vuosina 1970-1990.

Paino- ja kirjoituspapereiden tuotannossa on tapahtunut voimakas rakennemuutos viimeisen 20 vuoden aikana. Silmiinpistävää on ollut päällystettyjen laatujen voimakas kasvu, noin 15 %/vuosi. Päällystämättömistä laaduista ovat puuvapaat paperit onnistuneet säilyttämään asemansa, kun taas päällystämättömien puupitoisten osuus on laskenut 73 %:sta 46 %:iin paino- ja kirjoituspaperien tuotannosta (kuva 3/3).

Pehmopaperituotanto kasvoi 1970-luvulla samaa vauhtia kuin paperituotanto keskimäärin. Kun paperituotannon kasvuvauhti kiihtyi 1980-luvulle tultaessa, on pehmopaperituotannon vuotuinen kasvu sitävastoin hidastunut 3,2 %:sta 2,4 %:iin.



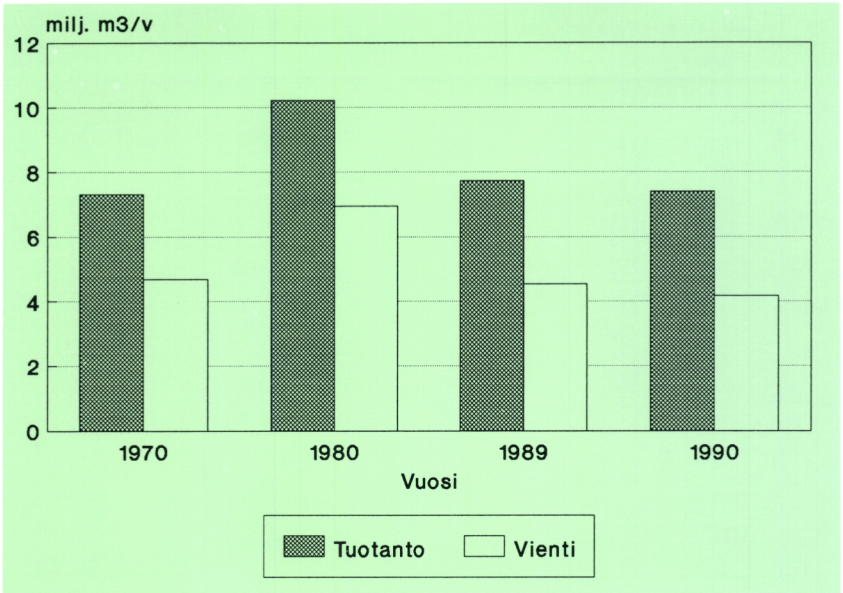
Kuva 3/3. Paino- ja kirjoituspaperin tuotanto vuosina 1970-1990.

Kartonkiteollisuudessa suotuisasta markkinakehityksestä ovat hyötyneet kotelokartongit, etenkin nestepakkauskartonki. Kotelokartonkituotannon vuotuinen kasvu hidastui 4,6 %:sta 3,7 %:iin siirryttäessä 1970-luvulta 1980-luvulle.

Paperi- ja kartonkiteollisuus on aina ollut Suomessa hyvin vientipainoitteista. Jo vuonna 1980 oli viennin osuus tuotannosta 82 %. Sen jälkeen on osuus vielä hitaasti kasvanut nykyiselle 85 %:n tasolle. Voimakkaimmin on vientiin painottunut paino- ja kirjoituspaperin tuotanto, josta yli 90 % suuntautuu ulkomaille.

Sahatavara

Epäsuotuisa markkinakehitys ja kilpailukyvyn heikentyminen ovat johtaneet sahateollisuuden taantumaan viime vuosikymmenen vaihteen huippuvuosien jälkeen. Sahatavaran tuotanto



Kuva 3/4. Sahatavaran tuotanto ja vienti vuosina 1970-1990.

jäänee vuonna 1991 alle 6 milj. m^3 (kuva 3/4). Viennin osuus sahatavaran tuotannosta on 65 %.

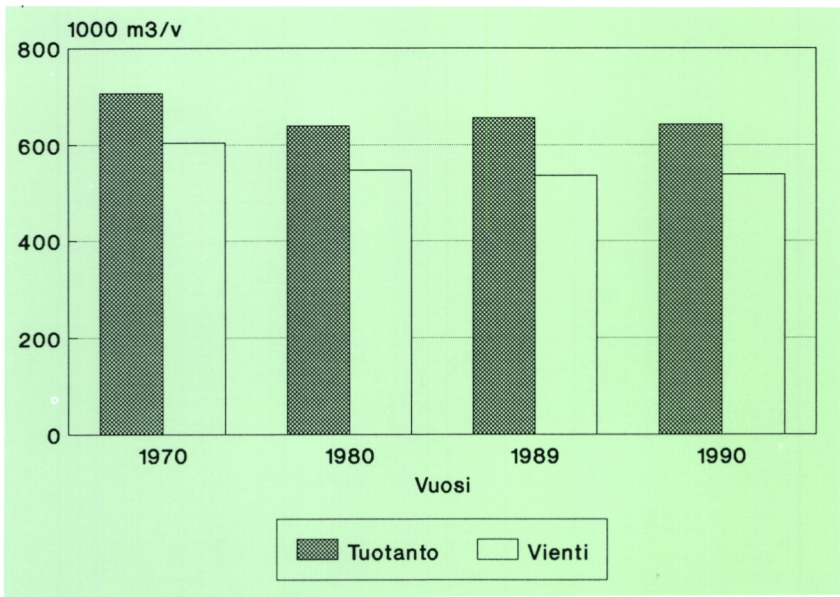
Suomen sahateollisuudelle on tyypillistä mm. Ruotsiin verrattuna sahalaitosten omistuksen keskittyminen kuiduttavaa metsäteollisuutta harjoittaviin yrityksiin. Tämän vuoksi sahojen strateginen asema on Suomessa toinen kuin Ruotsissa.

Levyt

Puulevyteollisuus on sahateollisuuden tapaan kokenut taantuman 1970-luvun ja 1980-luvun alun huipputuotantoluvuista. Vuoden 1990 kuitulevytuotanto on vain 59 % vuoden 1980 tuotannosta. Lastulevyn tuotanto on ollut 600...700 000 m^3/v. Viennin osuus tuotannosta on 35 %. Lastulevytuotanto on laskenut 19 % ja vanerituotanto 5 % samalla aikavälillä.

Taantuman syyt löytyvät heikosta markkina-kehityksestä sekä hyvälaatuisen raakapuun niukkuudesta vanerin osalla.

Muista levyistä poiketen vaneri on erittäin vientisuuntautunut: yli 80 % tuotannosta menee vientiin. Sen valmistus keskittyy muutamaan harvaan yritykseen. Jatkojalostuksen osuus on merkittävä (kuva 3/5). Kuitulevyn tuotanto on laskenut jatkuvasti ja on nykyään noin 100 000 m^3/v. Tuotantotaloussyistä tuotanto alenee edelleen.

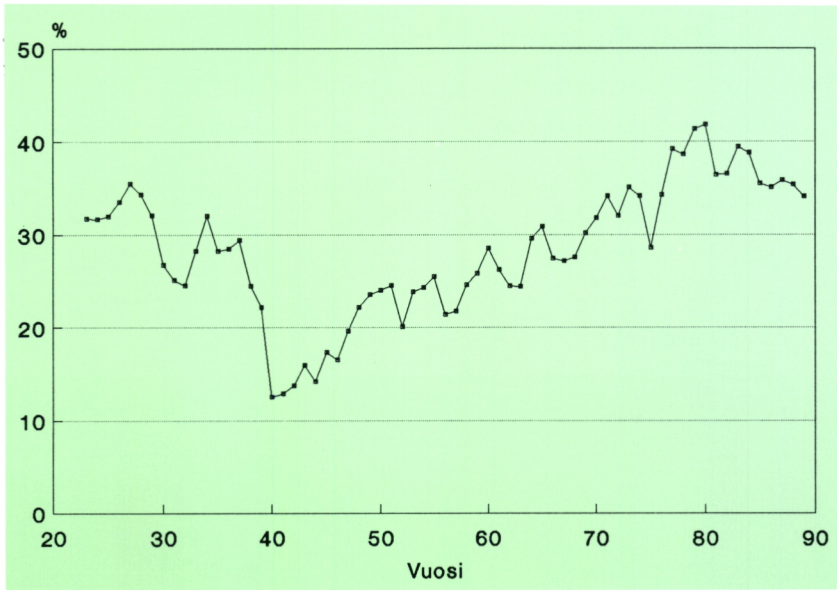


Kuva 3/5. Vanerin tuotanto ja vienti vuosina 1970-1990.

3.1.2 Kotimaisen harvennuspuun käyttö

Suomessa ei ole tilastoitu hakkuupoistuman jakautumista eri hakkuutapojen kesken. Näin ollen myös teollisuuden puunkäyttöä on tarkasteltava pelkästään puutavaran järeyden perusteella.

Kuvassa 3/6 on esitetty tukkien osuus kaikesta raakapuun käytöstä 1920-luvulta nykypäiviin saakka. Erityisen mielenkiintoinen on sodanjälkeinen kehitys: järeän puun osuus on jatkuvasti noussut sodanjälkeisestä minimistä aina 1980-luvun



Kuva 3/6. Sahatukkien osuus kotimaisen raakapuun käytöstä vuosina 1920-1990.

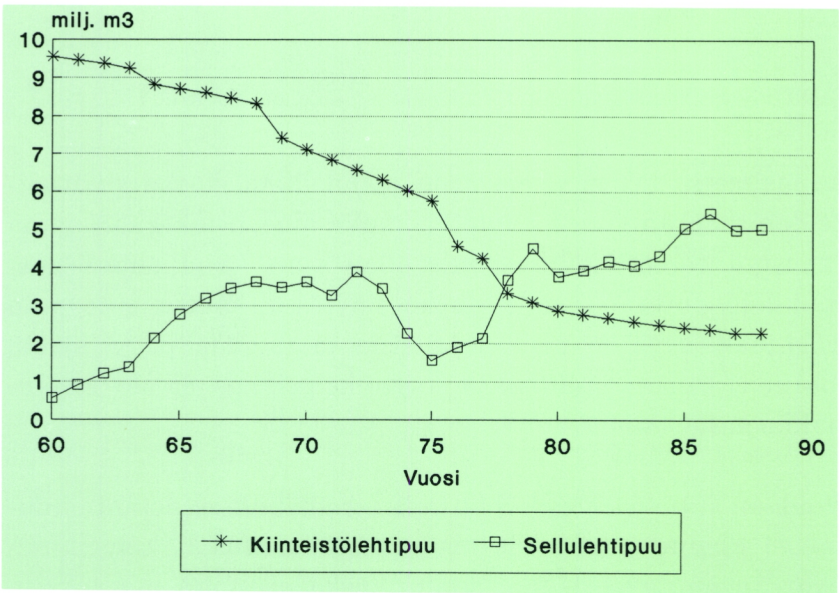
alkuun saakka, mutta sen jälkeen osuuden kasvu on pysähtynyt ja jopa kääntynyt laskuun.

Järeän puun osuuden nousu johtuu pääasiassa polttopuun käytön voimakkaasta alenemisesta sotien jälkeen. Tämä aleneminen on ollut niin huomattava, että samanaikaisesti lisääntyneet kuitupuuhakkuut eivät ole riittäneet kompensoimaan polttopuukäytön alenemista. Samaan suuntaan on vaikuttanut merkittävästi myös pienikokoisen kotitarvepuun käytön väheneminen mm. aitauksissa ja muussa maatalouskäytössä. Viimeistään 1950-luvulta alkaen järeän puun osuuden lisääntymiseen ovat vaikuttaneet myös aiempien

vuosikymmenien panostukset taimikonhoitoon ja harvennushakkuisiin, mitkä ovat lisänneet järeän puun osuutta kasvavassa puustossa.

Perinteisiä järeiden puutavaralajien käyttäjiä ovat saha- ja vaneriteollisuus. Kuiduttavassa teollisuudessa tukkien käyttö on toistaiseksi vähäistä.

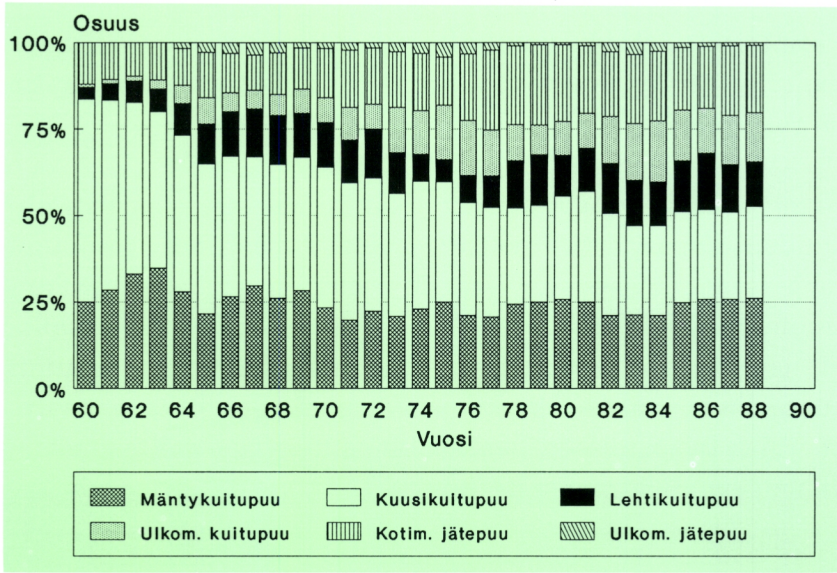
Kolme vuosikymmentä sitten alkanut massa- ja paperiteollisuuden kapasiteetin nousu ei ole heijastunut pienpuun tarpeeseen samassa suhteessa. Merkittävin nousu on koivukuitupuussa, jonka käyttö oikeastaan alkoi vasta 1950-luvulla. Pienen koivun kokonaiskäyttö on kuitenkin muuttunut suhteellisen vähän, koska samanaikaisesti koivun käyttö energian tuottamiseen, pääasiassa kiinteistöjen polttoaineena, väheni romahdusmaisesti (kuva 3/7).



Kuva 3/7. Kotimaisen lehtipuun käyttö sellun valmistukseen ja polttopuuna vuosina 1960-1990.

Pienikokoisen havupuun tarve kuiduttavassa teollisuudessa on kasvanut vähemmän kuin kapasiteetin lisääntymisestä olisi

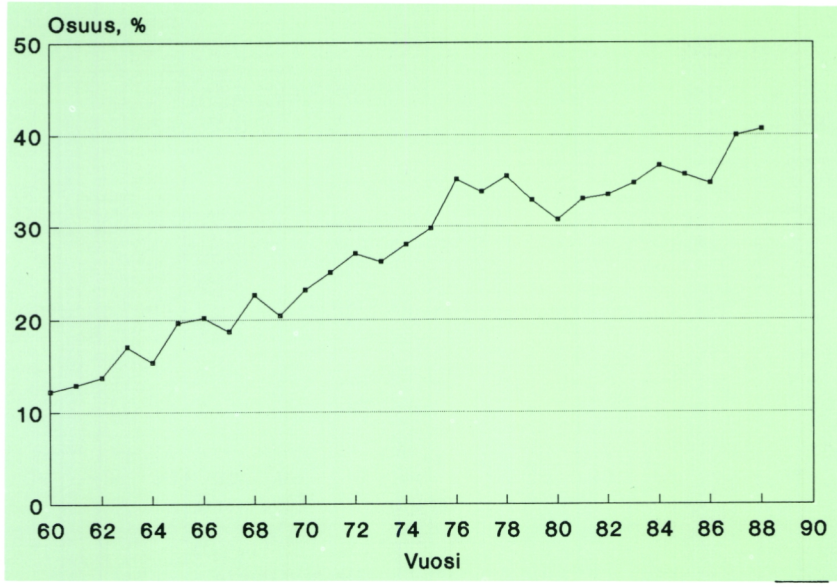
voinut päätellä. Syynä oli sahateollisuuden sivutuotteiden, hakkeen ja sahanpurun, lisääntynyt käyttö selluteollisuudessa (kuva 3/8). Voidaan arvioida, että sivutuotteisiin perustuva



Kuva 3/8. Selluteollisuuden puuraaka-aineen jakauma vuosina 1960-1988.

kapasiteetin lisäys ei ole enää mahdollista, koska sivutuotteiden määrän suhde käytetyn raaka-aineen määrään alkaa lähestyä teoreettista maksimia, 40 % (kuva 3/9). Pientä lisäysmahdollisuutta on vielä purun käytössä, mutta siirtymän todennäköisyys on pieni teknisistä ja taloudellisista syistä johtuen. Purun puhtaus ja käyttökelpoisuus ei ole sahanhakkeen luokkaa.

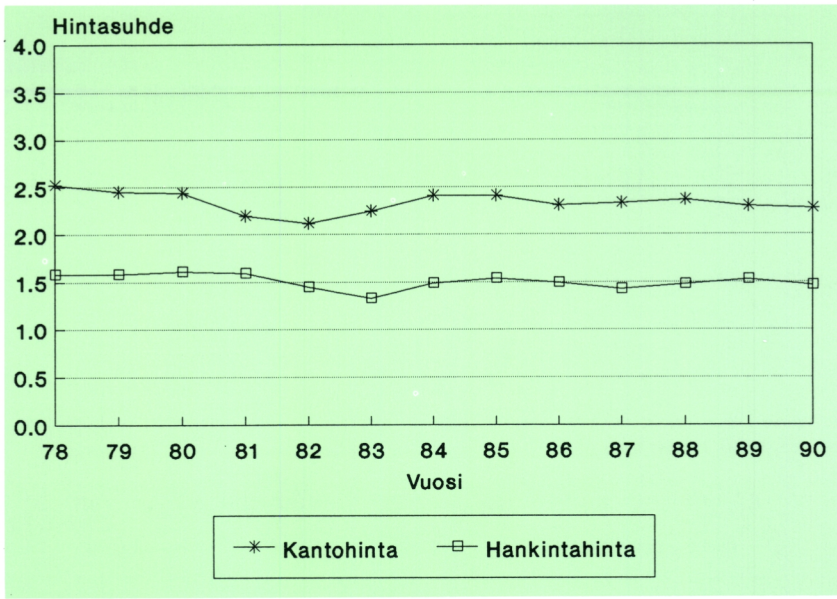
Voidaan arvioida, että kuiduttavan teollisuuden tuotantomuutokset heijastuvat tulevaisuudessa aiempaa selvemmin pyöreän puutavaran menekkiin, koska aiempiin muutoksiin liittyneet siirtymämahdollisuudet raaka-ainepohjassa on jo aiemmin käytetty hyväksi. Sitä vastoin on avoin kysymys, missä määrin pienpuun käyttöä voidaan korvata tukkien käytöllä.



Kuva 3/9. Selluteollisuuden kotimainen jätepuu sahatukkien kokonaiskäytöstä vuosina 1960-1988.

Koivulla ratkaisu on selvä. Perinteisiä hintasuhteita käytettäessä ei ole lainkaan todennäköistä, että vanerin tai sahatavaran valmistukseen kelvollisia koivutukkeja voitaisiin käyttää kuiduttavassa teollisuudessa. Hintasuhde on ollut suhteellisen vakaa koivukuitupuun hinnan noususta huolimatta, ja ennen kaikkea tukkien hinta niin paljon korkeampi kuin kuitupuun hinta, ettei korvaaminen ole taloudellisesti mahdollista.

Myös männyllä perinteiset hintasuhteet sulkevat käytännössä pois mahdollisuuden ohjata mäntytukkeja kuidutukseen (kuva 3/10). Kuvan informaatio on tosin staattinen: perinteisesti mäntytukkien hintaan on laatu vaikuttanut suhteellisen vähän, ja näin ollen heikoimpien tukkien tuottama tappio on korvattu parempien tukkien antamalla katteella. Sahateollisuuden tuotannon supistuessa ja etsittäessä uutta selviytymisstrategiaa ei ole lainkaan selvää, että laatuhinnoittelun puuttuminen säilyy kauas tulevaisuuteen. Jos jyrkkä laadun mukainen mäntysahatukkien hinnan eriyttäminen toteute-

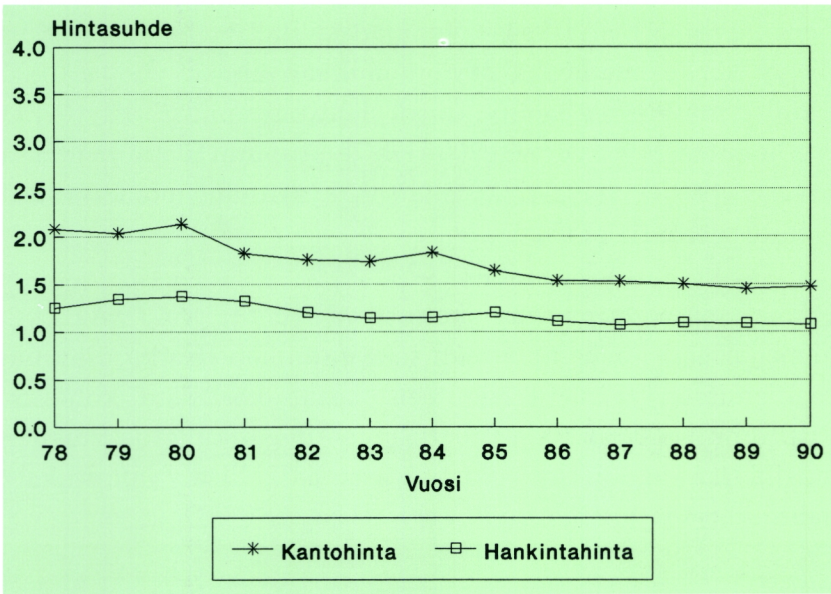


Kuva 3/10. Mäntytukin ja -kuitupuun hintasuhteet vuosina 1978-1990.

taan, heikoimpien tukkien hinta ilmeisesti lähenee kuitupuun hintaa. Tällöin on mahdollista myös mäntytukkien kuidutus. Itse asiassa jo nykyisin tällaista tapahtuu yrityksen sisäisin raaka-ainesiirroin.

Kuusella perinteiset tukkien ja kuitupuun hintasuhteet antavat mahdollisuuden tukkien kuidutukseen (kuva 3/11). Tällainen siirto ei aina edes lisää raaka-ainekustannuksia. Kun otetaan huomioon kuitupuun suuremmat puunkorjuu ja kaukokuljetuskustannukset, joissakin tapauksissa kuusitukit ovat tulleet tehdashinnaltaan kuitupuuta edullisemmaksi paperiteollisuuden raaka-aineeksi. Teknisesti hyvin järeän kuusitukin käyttö tuottaa tosin ongelmia erityisesti hiokkeen valmistuksessa, mutta hierretyyppisissä prosesseissa ongelmat ovat suhteellisen vähäisiä.

Edellä esitetyn mukaisesti voidaan arvioida, että pienkoivua käyttävän teollisuuden menekkimuutokset heijastuvat



Kuva 3/11. Kuusitukin ja -kuitupuun hintasuhteet vuosina 1978-1990.

voimakkaasti harvennusmetsätalouteen, koska valtaosa pienkoivusta tulee harvennushakkuista. Männyllä pieni siirtymä tukkien käyttöön on mahdollinen, jos hintaa eriytetään nykyistä enemmän laadun mukaan. Kuusella on todennäköistä, että kuidutukseen menevän kuusen tarvemuutokset vaikuttavat sekä tukkien että harvennushakkuista saatavan pienikokoisen kuusen kysyntään.

3.1.3 Tuontipuun merkitys

Suomi on tuonut viime vuosina 5...6 milj. m^3 puuraaka-ainetta pääasiassa kuiduttavan teollisuuden käyttöön. Lehtipuun osuus on ollut huomattava, noin 2/3. Tuonti on kasvanut 1980-luvulla lähes kaksinkertaiseksi, ja sen oletetaan edelleen kasvavan. Arvio on, että vuonna 1995 tuonti on 8,5 milj. m^3, vuonna 2000 10,2 milj. m^3 ja 2005 11,8 milj. m^3.

Vuoden 1989 tuonnista (5,6 milj. m^3) Neuvostoliiton osuus oli noin 90 %. Myös jatkossa Venäjän ja Baltian maiden osuus pysyy korkeana, koska arvion mukaan ennen vuotta 1995 näihin maihin ei synny uutta lehtikuitupuuta käyttävää teollisuutta. Myös vuonna 2005 lehtikuitupuun tuotanto näissä maissa ylittää selvästi kotimaisen kysynnän, joten fyysisiä esteitä viennille ei ole.

Pääasiassa lehtipuuhun keskittyvä tuonti voi vaikuttaa ensisijaisesti itäsuomalaiseen sekä rannikon (Kotka, Rauma) teollisuuteen ja metsätalouteen, koska korkeista kuljetuskustannuksista johtuen tuontiraaka-aineen kuljetus Suomen sisällä jää vähäiseksi. Vastaavasti paikalliset vaikutukset saattavat olla huomattavia.

3.2 Harvennuspuun korjuumenetelmät ja -kustannukset

3.2.1 Korjuumenetelmien kehitys

Puunkorjuu harvennushakkuissa

Suomessa käytetään hakkuissa lähes yksinomaan tavaralajimenetelmää, jossa puutavara valmistetaan puutavaralajeiksi ennen metsäkuljetusta. Jalostusprosessin lisäksi myös metsä- ja kaukokuljetuksen asettamat rajoitukset vaikuttavat metsässä valmistettavan puutavaran mittoihin. Puutavara valmistetaan miestyönä tai koneellisesti.

Periaatteessa puutavaran valmistus ja metsäkuljetus tehdään samalla tavalla avo- ja harvennushakkuissa. Seuraavat erot puunkorjuussa on kuitenkin syytä todeta:

- Harvennushakkuussa tehdään ammattitaitoa vaativa poistettavien puiden valinta.

- Harvennushakkuussa pystyyn jäävät puut ja niiden varominen haittaavat sekä hakkuutyötä että metsäkuljetusta.

- Harvennushakkuissa poistettavat puut ovat keskimäärin selvästi pienempiä kuin avohakkuussa.

- Harvennushakkuissa hakkuukertymä pinta-alayksikköä kohti on pienempi kuin avohakkuissa.

- Yhdestä leimikosta kertyvä puumäärä on harvennuksessa pienempi kuin avohakkuussa.

Manuaalinen puutavaran valmistus

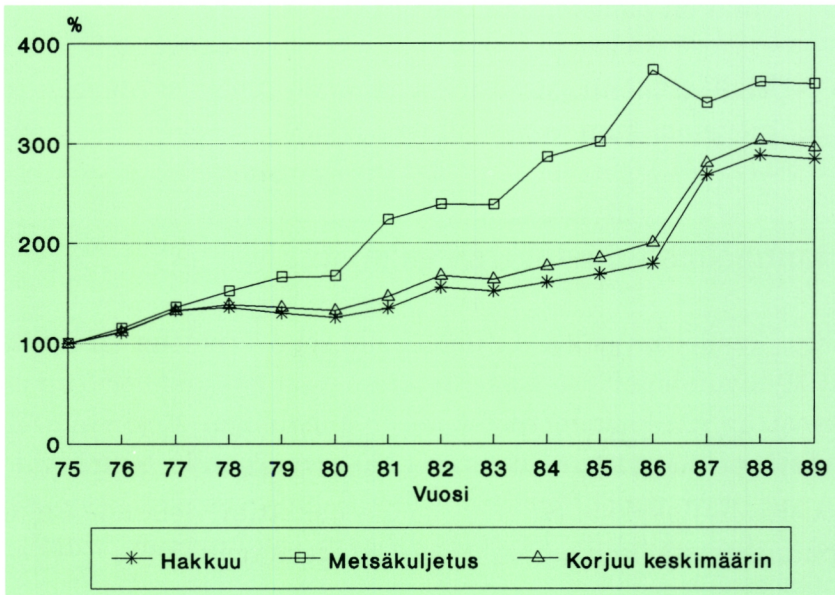
Puut kaadettiin ja katkottiin sahalla sekä karsittiin kirveellä 1940-luvun lopulle saakka. Metsässä puut lisäksi kuorittiin ja kasattiin ristikolle tai metsäpinoon kuivumaan. Ensimmäiset moottorisahat tuotiin Suomeen 1940-luvun lopulla. Seuraavalla vuosikymmenellä moottorisahat kehittyivät niin kevyiksi, että niitä alettiin käyttää yleisesti puutavaran valmistuksessa.

1960-luvulla aloitettiin koneellinen kuorinta välivarastolla tai tehtaalla. Kuorinnan koneellistaminen mahdollisti pölkkyjen vajaakarsinnan, joka soveltui pinnanmyötäistä karsintaa paremmin moottorisahatyöskentelyyn.

Kuljetuskaluston kehittyessä kuitupuun pituutta voitiin kasvattaa aluksi kolmeen metriin ja myöhemmin noin viiden metrin pituiseksi tehty kuitupuu on yleistynyt. Samoin silmävarainen katkonta on korvannut osittain määrämittakatkonnan. Hakkuumiehen tekemää kasaustyötä kevennettiin

1970-luvulla siirtymällä ajouran varteen kasauksesta vyöhykekasaukseen ja palstalle kasaukseen.

Metsässä tehtävän työn tuottavuutta on pyritty parantamaan työvaiheita vähentämällä (kuva 3/12). Teollisuuden esikäsittelylaitosten kehittyminen on mahdollistanut korjuumenetelmät, joissa puut toimitetaan oksineen ja latvoineen tai osin karsittuina tehtaalle. Tällaisia menetelmiä ovat mm. pieniläpimittaisen kokopuun siirtelykaatomenetelmä ja osa-ainespuumenetelmä.



Kuva 3/12. Hakkuun ja metsäkuljetuksen tuottavuuden kehitys vuosina 1975-1989.

Siirtelykaadossa metsuri siirtää puun sen kaatumisliikettä hyväksi käyttäen metsäkuljetusta varten kouraisuyksikköihin. Puut katkaistaan sen jälkeen noin viiden metrin ohjepituuteen. Osa-ainespuumenetelmässä pienet rungot hakataan kuten siirtelykaatomenetelmässä, mutta suuremmat puut valmistetaan tavaralajeiksi samoihin kasoihin. Näiden menetelmien laajamittaisen yleistymisen esteeksi ovat muodostuneet kuljetuskustannukset ja selluteollisuuden

tiukentuneet laatuvaatimukset. Ensiharvennuspuun korjuussa ja lyhyillä kuljetusmatkoilla näillä menetelmillä on kuitenkin edelleen käyttöedellytyksiä.

Metsätyön kehittyessä on hakkuumiehelle siirtynyt entistä enemmän perinteisesti työnjohtajalle kuuluneita tehtäviä. Harvennuksissa on yleisesti luovuttu etukäteen tehtävästä leimauksesta ja hakkuumies valikoi poistettavat puut hakkuun yhteydessä. Lisäksi hakkuumiehelle on siirretty korjuun suunnitteluun ja mittaukseen liittyviä tehtäviä.

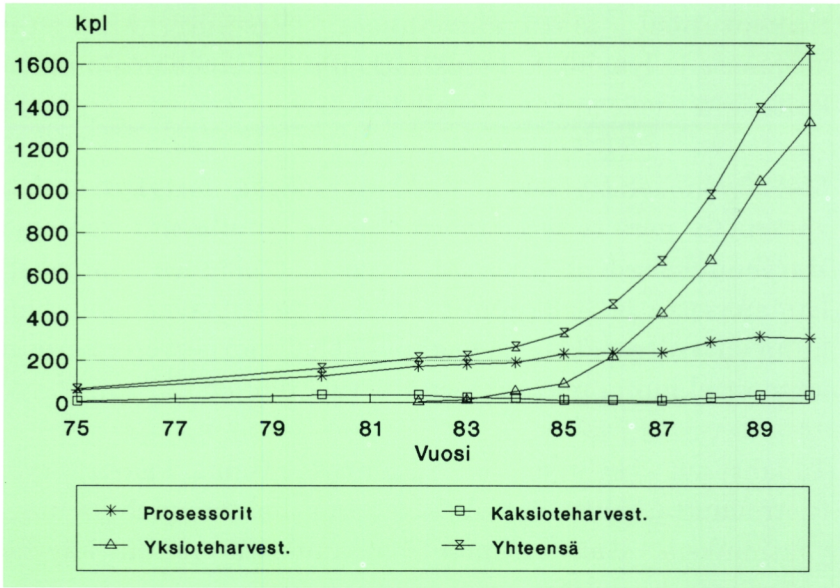
Tapahtunut kehitys on lisännyt voimakkaasti työn tuottavuutta, mutta samalla asettanut hakkuumiehille uusia vaatimuksia. Kun aiemmin hakkuutöissä voitiin käyttää pääasiassa kouluttamatonta tilapäistyövoimaa, niin nykyisin metsureilta edellytetään monipuolista koulutusta.

Koneellinen puutavaran valmistus

Hakkuutyön koneellistamisen ensikokeilut tehtiin 1960-luvun lopussa, mutta sen eteneminen oli hidasta aina 1980-luvun puoliväliin saakka. Silloin koneilla hakattiin vielä alle 30 % puumäärästä, kun osuus on tällä hetkellä noin 70 %.

Hakkuun koneellistaminen aloitettiin avohakkuista ja varttuneiden metsien harvennuksista. Nykyisin yleisin hakkuukone on keskikokoinen kuormainharvesteri (yksioteharvesteri), jonka paino on 8...10 tonnia ja nosturin ulottuvuus 9...10 metriä. Tätä hakkuukonetyyppiä käytetään sekä avo- että harvennushakkuissa aina ensiharvennuksiin saakka (kuva 3/13).

Keskikokoisen hakkuukoneen tehotuntituotos on avohakkuussa keskimäärin 21 m^3 ja harvennushakkuussa 11 m^3. Tällöin



Kuva 3/13. Käytössä olevien hakkuukoneiden määrän kehitys vuosina 1975-1990.

käsiteltyjen runkojen koko on avohakkuussa 0,300 m^3 ja harvennushakkuussa 0,130 m^3.

Keskikokoisten hakkuukoneiden rinnalle on kehitetty pienharvestereita, joiden toimintaperiaate on sama kuin keskikokoisilla hakkuukoneilla. Pienharvesterit painavat 4...5 tonnia ja niiden kuormaimen ulottuvuus on yleensä 5...7 metriä.

Pienharvestereiden tehotuntituotos on ensiharvennuksessa 50...60 % keskikokoisen harvesterin tuotoksesta. Tätä nykyä pienharvestereiden käyttäminen on perusteltua vain silloin, kun maaperän kantavuus on ongelma.

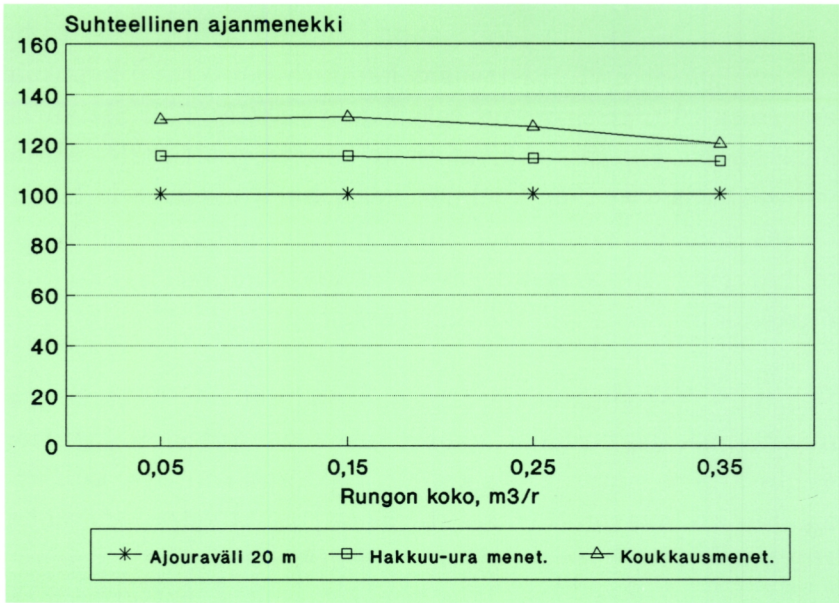
Myös maataloustraktori voidaan varustaa puutavaran valmistusta varten monitoimiosalla. Maataloustraktoriin perustuvia koneita käytetään lähinnä metsänomistajien omatoimisessa puunkorjuussa ja osa-aikaisessa urakoinnissa.

Vuoteen 1990 harvennushakkuissa edellytettiin käytettävän vähintään 30 metrin ajouraväliä. Suuren ajouravälin takia hakkuukoneet eivät ylettyneet kaikkiin poistettaviin puihin ajouralta. Aluksi ongelma ratkaistiin käyttämällä metsuria, joka kaatoi kaukana olevat puut koneen ulottuville. Muita vaihtoehtoja olivat menetelmät, joissa hakkuukone teki tarvittaessa koukkauksia tai pistouria ajouran ulkopuolelle. Menetelmät eivät kuitenkaan johtaneet korjuujäljen tai -kustannusten kannalta tyydyttävään tulokseen.

Saatujen kokemusten perusteella kehitettiin hakkuu-uramenetelmä, jossa hakkuukone tekee varsinaisten ajourien väliin niiden suuntaisesti kapean hakkuu-uran. Hakkuu-ura sijoitetaan kasvatettavaksi tarkoitettua puustoa säästäen. Hakkuu-uralla työskentelevä hakkuukone siirtää valmistamansa puutavaran niin lähelle ajouraa, että metsätraktorin kuormain ylettyy siihen. Hakkuu-uraa ei käytetä puutavaran metsäkuljetukseen.

Vuonna 1990 yksityismetsien käsittelyohjeissa hyväksyttiin puunkorjuun ajouraväliksi 20...30 metriä, mikä mahdollisti keskikokoisen hakkuukoneen työskentelyn ajourilta. Pienharvestereita käytettäessä ajourien väliin tehdään edelleen hakkuu-ura. Kapeamman 20 metrin ajouravälin käyttöönotto on parantanut edelleen hakkuutyön tuottavuutta. Menetelmä onkin nopeasti yleistymässä (kuva 3/14).

Myös hakkuukoneen kuljettajan tehtävänkuva on laajentunut viime vuosina. Nykyisin kuljettaja valitsee poistettavat puut ja usein osallistuu myös leimikon suunnitteluun. Valmistetun puutavaran määrä mitataan hakkuukoneen varusteisiin kuuluvalla mittalaitteella. Kuljettajan tehtävänä on seurata mittauksen tarkkuutta ja tehdä sen varmistamiseksi tarvittavat säädöt.



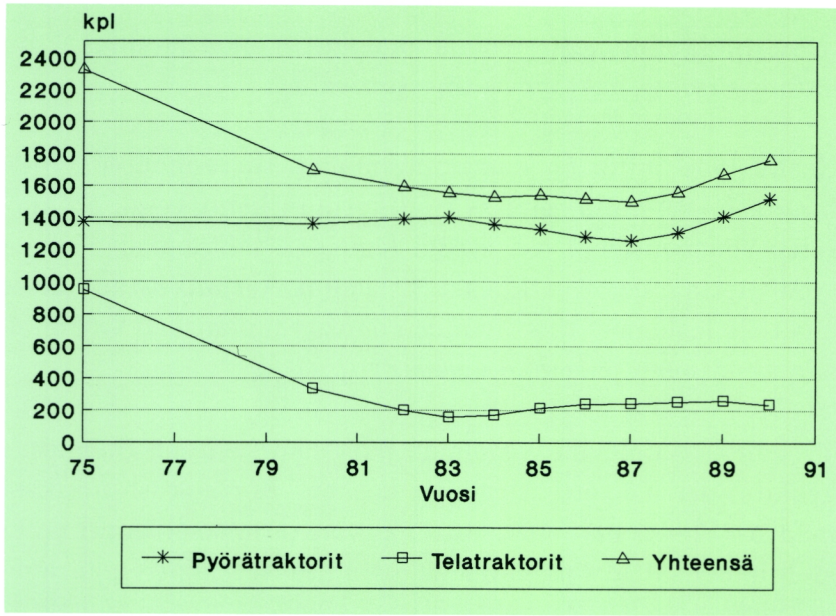
Kuva 3/14. Hakkuukoneen työmenetelmän vaikutus ajanmenekkiin.

Metsäkuljetus

Metsätraktorilla ajetaan hakkuumiehen tai -koneen avaamia ajouria pitkin. Maan kantavuuden parantamiseksi harvennushakkuissa mahdollisimman suuri osa hakkuutähteistä levitetään ajourille kasvatettavan puuston juurten suojaksi.

Nykyisin harvennuspuun metsäkuljetuksessa käytetään yleisimmin keskikokoista kuormatraktoria, jonka paino tyhjänä on 8...10 tonnia. Hydraulisen kuormaimen ulottuvuus on vähintään 9 metriä. Kuorman koko on 6...12 m^3 puutavaralajista riippuen. Keskikokoista kuormatraktoria käytetään sekä avo- että harvennushakkuissa (kuva 3/15).

Metsätraktoreiden rinnalle on kehitetty tela-alustaisia runko-ohjauksella varustettuja pientraktoreita, joiden paino tyhjänä



Kuva 3/15. Käytössä olevien metsätraktoreiden määrän kehitys vuosina 1975-1990.

on 4...5 tonnia. Pientraktoreissa on hydraulinen kuormain, jonka ulottuvuus on 4...7 metriä. Puutavaraa pientraktoreiden kuormaan mahtuu 4...6 m^3. Kuormatilan pienuuden vuoksi pientraktoreita kannattaa yleensä käyttää vain ensiharvennuksissa ja lyhyillä kuljetusmatkoilla.

Nykyisin maataloustraktoreita käytetään lähinnä metsänomistajien omatoimisessa puunkorjuussa. Puutavaran kuljetusta varten maataloustraktori on usein varustettu puutavaraperävaunulla ja hydraulisella kuormaimella tai laahusjuontovälineillä.

3.2.2 Harvennuspuun korjuukustannukset

Manuaalisen hakkuun palkat ja koneellisen hakkuun sekä metsäkuljetuksen maksut sisältävät korvauksen työpanoksesta ja työvälineen käytöstä. Koneellisessa hakkuussa työväli-

neen (hakkuukoneen) osuus maksusta on suurempi kuin manuaalisessa hakkuussa (moottorisaha).

Koska työn hinta on kasvanut muiden tuotannontekijöiden hintaa nopeammin, puutavaran korjuun kehittyessä on siirretty yhä suurempi osa työstä koneiden tehtäväksi. Vaikka työn tuottavuus on jatkuvasti kasvanut, korjuukustannukset eivät ole laskeneet tuottavuuden nousun mukaisesti työkoneisiin sitoutuvan pääoman vuoksi.

Työsuhteessa olevan työvoiman palkoista sovitaan Suomessa keskitetysti a.o. etujärjestöjen kesken. Korjuukustannuksia määritettäessä manuaalisesta hakkuusta maksettuihin palkkoihin on lisättävä palkan sivukustannukset, joiden määrä on nykyisin noin 68 % maksetuista palkoista. Koska koneyrittäjät ovat yleensä urakointisuhteessa puunkorjaajaan, vastaavat sivukustannukset sisältyvät heille suoritettavaan maksuun. Korjuukustannuksia määritettäessä on edellisten lisäksi otettava huomioon työnjohdosta, suunnittelusta ja mittauksesta johtuvat välilliset kustannukset.

Taulukossa 3-1 on esitetty korjuukustannukset mänty- ja kuusivaltaisissa harvennus- ja avohakkuissa. Sekä manuaalisessa että koneellisessa puunkorjuussa on käytetty edullisimpia tavaralajimenetelmän työ- ja mittausmenetelmiä. Laskelman kustannuksiin sisältyvät hakkuun ja metsäkuljetuksen lisäksi työnjohto-, suunnittelu- ja mittauskustannukset. Näiden kustannusten osuus on manuaalisessa korjuussa 10...15 % ja koneellisessa korjuussa 3...8 % korjuun kokonaiskustannuksista.

Esimerkkilaskelman korjuun olosuhdetiedot perustuvat Etelä-Suomesta kerättyyn pystymittausaineistoon (PMP), jossa on mukana kaikkiaan 1033 korjuulohkoa. Harvennushakkuiden PMP-aineistoa on oikaistu alueellisen suunnittelun hakkuukertymätiedoilla.

Taulukko 3-1. Korjuukustannukset eri hakkuutavoilla Etelä-Suomessa.

	Korjuukustannukset, mk/m^3	
	Manuaalinen hakkuu	Koneellinen hakkuu
Mänty		
Ensiharvennus	108	120
Muu harvennus	83	80
Avohakkuu	60	58
Kuusi		
Ensiharvennus	107	110
Muu harvennus	84	80
Avohakkuu	56	47

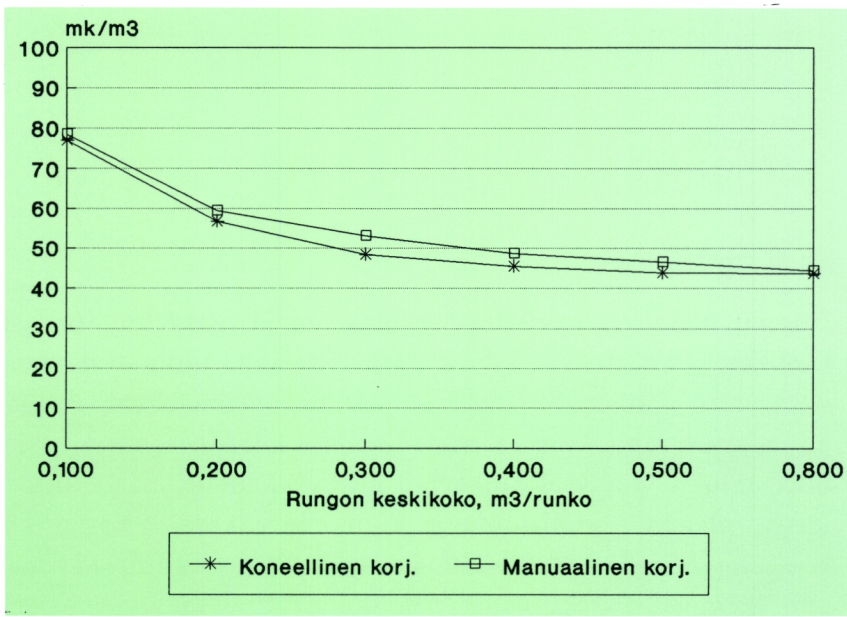
Rungon koko on merkittävin hakkuun ja metsäkuljetuksen tuotokseen vaikuttava tekijä. PMP-aineiston mukaan näyttää siltä, että kuusivaltaisissa leimikoissa poistettavat rungot olivat suurempia kuin mäntyvaltaisissa leimikoissa (taulukko 3-2), minkä vuoksi puunkorjuu oli poikkeuksellisesti kuusikossa yleensä edullisempaa kuin männikössä. Samankokoisten puiden hakkuussa on mäntyjen hakkuu selvästi edullisempaa kuin kuusten. Metsäkuljetuksen kustannuksissa ei havupuulajien välillä ole eroa.

Ensiharvennuksia lukuunottamatta koneellinen puunkorjuu on edullisempaa kuin manuaalinen. Ero koneellisten korjuuketjujen eduksi kasvaa käsiteltävien runkojen koon kasvaessa.

Taulukko 3-2. Esimerkkilaskelman rungon koko eri hakkuutavoilla.

	Rungon koko, m^3/runko	
	Mäntyvaltainen	Kuusivaltainen
Ensiharvennus	0,064	0,072
Muu harvennus	0,123	0,130
Avohakkuu	0,191	0,313

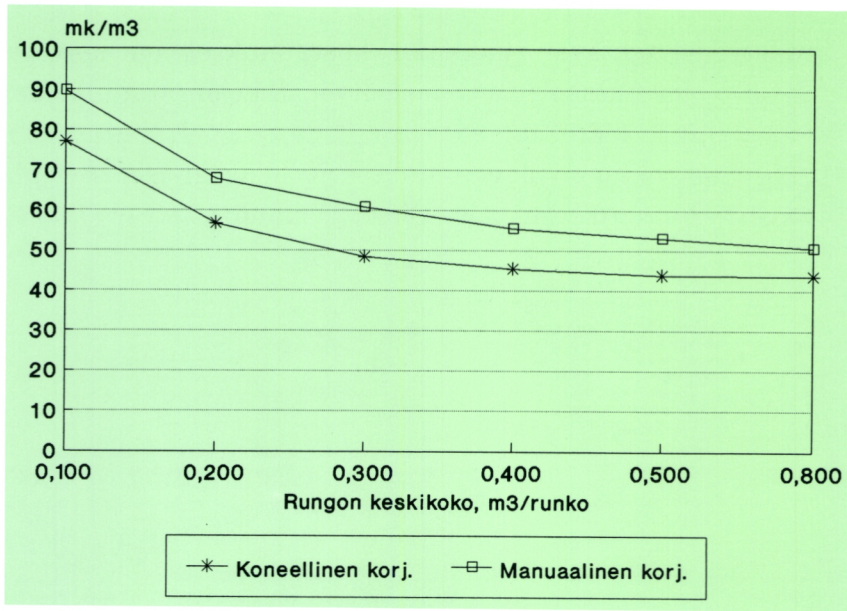
Ihmistyönä tehtävän hakkuun kustannukset on laskettu 1.5.1991 voimassaolevien metsätyöpalkkojen taulukoiden perusteella (kuvat 3/16, 3/17, 3/18 ja 3/19). Kustannukset sisältävät palkan sivukustannukset eli lakisääteiset sosiaalikustannukset, kulkemiskorvaukset ja muut välilliset työvoimakustannukset.



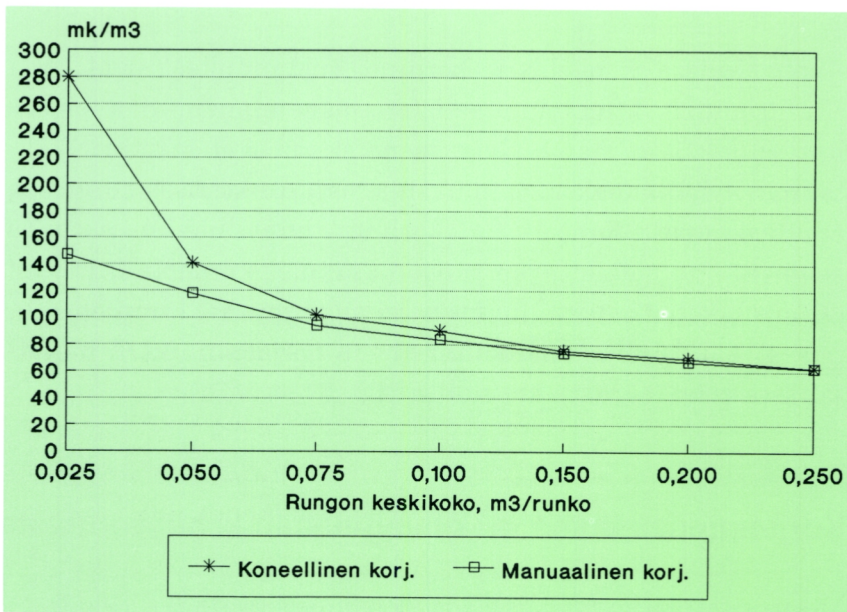
Kuva 3/16. Koneellisen ja manuaalisen korjuun kustannukset männikössä, avohakkuu.

Koneellisen hakkuun ja metsäkuljetuksen kustannukset on laskettu 1.4.1991 voimaan tulleen maksusopimuksen mukaisesti. Esitetyt laskelmat koskevat kuormainharvesteria ja metsätraktoria. Laskelmissa on otettu huomioon siirtymisestä ja telojen päällepanosta aiheutuvat kustannukset. Kuvissa on esitetty vain edullisin manuaalinen ja koneellinen korjuuketju.

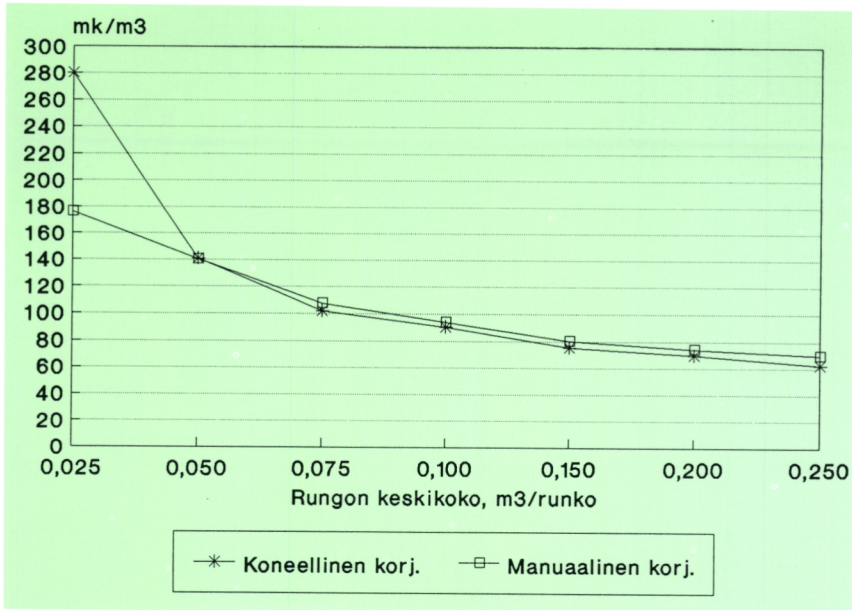
Ensiharvennusten koneellisen korjuun kustannuksia ei ole sovittu valtakunnallisesti. Laskelmassa on käytetty perustana erästä käytännössä sovellettua maksumallia.



Kuva 3/17. Koneellisen ja manuaalisen korjuun kustannukset kuusikossa, avohakkuu.



Kuva 3/18. Koneellisen ja manuaalisen korjuun kustannukset männikössä, harvennus.



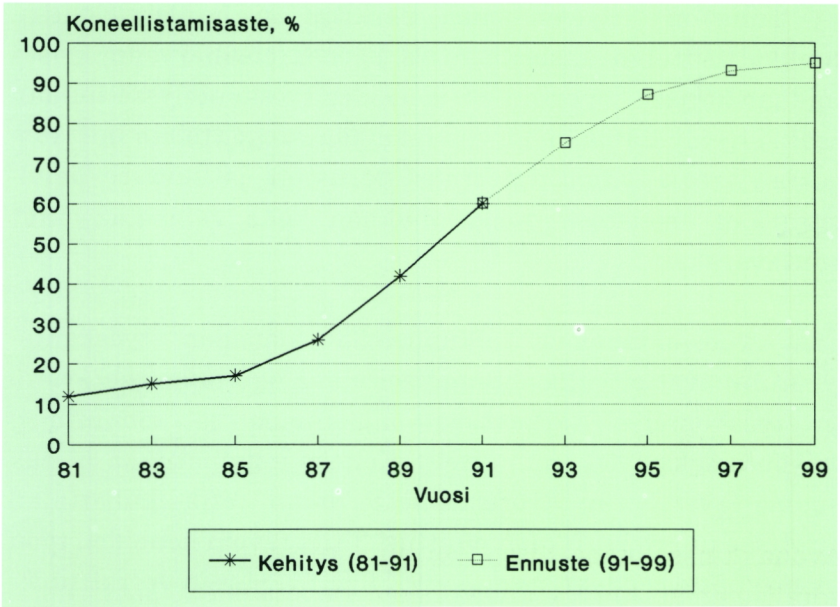
Kuva 3/19. Koneellisen ja manuaalisen korjuun kustannukset kuusikossa, harvennus.

Avohakkuissa koneellisen korjuun kustannukset ovat aina edullisemmat kuin manuaalisten menetelmien. Sen sijaan harvennuksissa manuaaliset menetelmät ovat kustannuksiltaan nykyisillä maksusopimuksilla pienirunkoisissa kohteissa edullisemmat. Koneellisen korjuun kilpailukyky paranee selvästi, kun poistettavan rungon keskikoko on noin 0,150 m^3 eli myöhemmän harvennuksen tai väljennyshakkuun olosuhteissa. Tätä nykyä olisi kannattavaa korjata n. 80 % hakattavasta puumäärästä koneellisesti.

3.2.3 Korjuumenetelmien ja -kustannusten kehitysennusteet

Harvennuksissa käytettävien korjuumenetelmien kehityksessä pääpaino on tulevaisuudessa koneellisissa menetelmissä. Manuaaliset korjuumenetelmät ovat jo lähes kehityspolkunsa päässä. Manuaalisten menetelmien kehityksen pääpaino on työtehtävien laajentumisessa ja organisoinnin

kehittämisessä. Esimerkiksi nykyistä suurempi osa metsurien työpanoksesta käytetään metsänhoidon tehtävissä. Jo vuosikymmenen lopussa koneellisilla korjuumenetelmillä korjataan kaikesta puusta noin 95 % (kuva 3/20). Ensi vuosituhannen alkupuolella koneellisen korjuun osuus on lähes 100 %.



Kuva 3/20. Korjuun koneellistamisasteen kehitys vuosina 1981-1990 ja ennuste vuosille 1991-1999.

Metsäkuljetuksessa kehitetään erityisesti kuormausvaiheen toimintoja. Lähitulevaisuudessa kuormausvaiheen työtä helpottaa kuormaimen liikkeiden automatisointi. Se vähentää kuljettajan rasitusta sekä lisää työn tuottavuutta ja työskentelyn tarkkuutta. Kuljettajalle jää enemmän aikaa oman työn suunnitteluun, mikä myös lisää työn tuottavuutta.

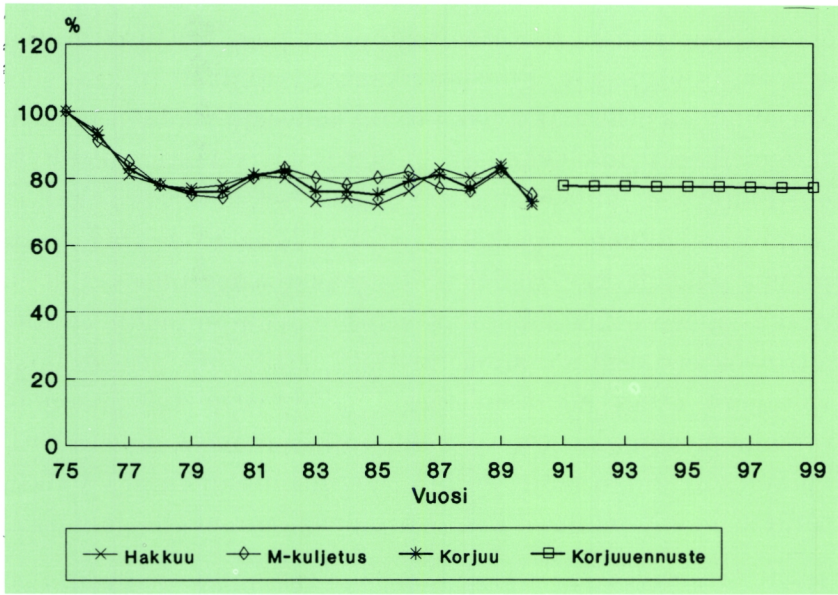
Toinen metsätraktoreiden merkittävä kehityssuunta on maasto-ominaisuuksien parantuminen. Se ei suoranaisesti paranna metsäkuljetuksen tuottavuutta, mutta laajentaa metsätraktorin käyttöaluetta ja sitä kautta parantaa metsätraktorin käytön taloudellisuutta.

Koneellisessa hakkuussa työn tuottavuuden suuri riippuvuus hakattavan rungon koosta on voimakkaan kehitystyön kohteena. Jo tällä vuosikymmenellä pienet puut valmistetaan puutavaraksi joukkokäsittelynä, jolloin työn tuottavuus pienten puiden käsittelyssä nousee noin 20...40 % nykyiseen verrattuna. Tällä on erityisen suuri merkitys ensiharvennuksissa. Joukkokäsittelyn ansiosta myös pääosa ensiharvennuksista voidaan korjata koneellisesti. Koneiden työskentelyssä tullaan lisäksi hyödyntämään koneen tekemää rungoittaista mittausta ja järeän puun apteeraus perustuu jatkuvasti päivitettävään ohjeistoon, jonka mukaan kone valmistaa puut puutavaraksi.

Ensi vuosikymmenen alkupuolella koneiden työskentelyrutiinit ovat pitkälle automatisoituja. Kuljettajan tehtävänä on työskentelyn tarkentava ohjaaminen ja toimintojen valvonta sekä työn suunnittelu. Koneen automatiikka hoitaa huomattavan osan työrutiineista ilman, että kuljettajan tarvitsee niihin juurikaan puuttua. Tällä tavoin koneiden työn tuottavuutta voidaan nostaa 20...30 % nykyiseen verrattuna.

Metsässä tehtävissä töissä (puun tuottamisen työt ja puunkorjuu) on tuottavuuskehitys viimeisen 25 vuoden aikana ollut noin 7,5 % vuodessa. Aina 1980-luvun loppuun saakka metsäkuljetuksen tuottavuuskehitys oli nopeampaa kuin tuottavuuskehitys hakkuussa. Nykyään metsäkuljetuksen tuottavuuskehitys on hidastumassa, mutta hakkuussa nopea koneellistuminen on lisännyt työn tuottavuutta selvästi.

Reaalinen kustannustaso on pysynyt puunkorjuussa liki vakiona koko 1980-luvun (kuva 3/21). Kun koneellinen hakkuu edelleen lisääntyy ja nostaa työn tuottavuutta, ongelmaksi kustannusten kehityksen kannalta nousee lisääntyvän pääoman aiheuttama kustannuspaine.



Kuva 3/21. Korjuukustannusten kehitys vuosina 1975-1990 ja ennuste vuosille 1991-1999.

Työn tuottavuuden kehitys koneellisessa puunkorjuussa näyttää myös tulevaisuudessa olevan 5...7 % vuodessa. Vaikka pääoman käyttö puunkorjuun panoksena lisääntyy, on mahdollista, että korjuukustannukset pysyvät tulevaisuudessakin reaalisesti lähes nykyisellä tasolla.

3.3 Harvennuspuun puustamaksukyky

3.3.1 Puustamaksukyvyn käsite

Toteutuneista hinnoista lähtevä tilastollinen tarkastelu ei ota huomioon sitä, että kaupallisista ja ei-kaupallisista historiallisista syistä eri puutavaralajeista maksettava hinta ei välttämättä johda samanlaiseen metsäteollisuuslajien kannattavuuteen. Yksi mahdollisuus perustellumpaan vertailuun on laskea eri tuotteista johdettu puustamaksukyky, jolla tarkoi-

tetaan tuotannon nettotuottojen summaa jaettuna raaka-aineen kulutuksella. Puustamaksukyky voidaan tulkita siksi korkeimmaksi hinnaksi, joka raaka-aineesta voidaan maksaa taloudellisesti mielekkäässä toiminnassa. Puustamaksukyky on kuitenkin huono mittari, koska se kohdistaa kaiken toimintaylijäämän raaka-aineeseen. Tästä seuraa, että puustamaksukyky saadaan korkeaksi tuotannossa, jossa raaka-aineen osuus lopputuotteen hinnasta on pieni. Tunnus on myös epälooginen siinä mielessä, että yhtä perustellusti voitaisiin ottaa käyttöön työstämaksukyvyn tai pääomastamaksukyvyn käsitteet, jotka puolestaan kohdistaisivat kaiken ylijäämän mainittuihin tuotannontekijöihin. - Vaikka tunnus on siis puutteellinen, parempaakaan ei ole olemassa.

Metsäteollisuustuotteiden puustamaksukyvyn arviointia varten tarvitaan eri tuotteiden hintasuhteet, jotka ovat mahdollisimman oikeat pitkällä aikavälillä. Mekaanisen metsäteollisuuden tuotehintojen lähtökohtana pidettiin mäntysahatavaran laatujen I-V vientihintaa (FOB), johon muiden tuotteiden hinnat suhteutettiin:

Tuote	**Indeksi**
Mäntysahatavara, laadut I-V	100
Kuusisahatavara, laadut I-V	80
Koivuvaneri	320

Vastaavasti kemiallisessa metsäteollisuudessa pohjana pidettiin sanomalehtipaperin hintaa, johon muut tuotteet suhteutettiin pitkäaikaisena keskiarvona seuraavan jaotelman mukaisesti:

Tuote	Indeksi
Sanomalehtipaperi	100
Valkaistu havusulfaatti	100
Valkaistu lehtisulfaatti	95
Paino- ja kirjoituspaperi:	
- päällystetty hiokepitoinen	150
- päällystämätön hienopaperi	145
Sisäpakkauskartonki	150

Pitkän aikavälin hintojen perusteella arvioitiin vuoden 1990 ensimmäisen neljänneksen hintatasoa vastaavat mäntysahatavaran ja sanomalehtipaperin viennin trendihinnat, joista vähennettiin kuljetus- ym. kustannukset tehtaalta satamaan. Mänty- ja kuusisahatavaran laatuja I-V koskevat tulokset muunnettiin keskimääräisiksi tehdashinnoiksi (kaikki laadut) kertoimilla, jotka laskettiin eri laatujen osuuksien ja hintojen perusteella. Männyllä laatujen I-V hinta muunnettiin keskihinnaksi kertoimella 0,864 ja kuusella 0,958. Tehdashinnat muodostuivat seuraaviksi:

Tuote	Tehdashinta mk/ yksikkö
Mäntysahatavara	896
Kuusisahatavara	786
Koivuvaneri	3728
Valkaistu havusulfaatti	2684
Valkaistu lehtisulfaatti	2550
Sanomalehtipaperi	2674
Paino- ja kirjoituspaperi	
- päällystetty hiokepitoinen	4058
- päällystämätön hienopaperi	3917
Sisäpakkauskartonki	4058

Kolmessa ensimmäisessä tuotteessa määrän yksikkönä on kuutiometri, muissa tonni.

Jotta eri metsäteollisuusprosessien vertailu olisi samalla tasolla, kaikki investointi- ja tuotantokustannukset laskettiin uusille potentiaalisille tehtaille vuoden 1990 ensimmäisen neljänneksen hintatasolla. Investointien suuruus (tehtaiden kapasiteetit) määritettiin käytännössä perustettujen uusien tehtaiden kapasiteettien perusteella tai arvioimalla uuden perustettavan tehtaan kapasiteetti. Investointi laskettiin mallilla, jossa tehdaskokonaisuus muodostetaan tehdasosastoista. Kunkin osaston investointisumma määräytyy pääkoneiden hinnan, asennuskustannusten sekä rakennustarpeen perusteella.

Päällystämättömän puuvapaan painopaperin puustamaksukyky on laskettu olettaen, että sellu pumpataan kuivaamatta sellutehtaalta paperitehtaalle. Päällystetyn puupitoisen painopaperin valmistuksessa sellu on oletettu ostoselluksi ja puustamaksukyky on laskettu omaan mekaaniseen kuidutukseen tulevalle kuitupuulle. Myös taivekartongin valmistuksessa sellu oletettiin ostoselluksi ja puustamaksukyky on laskettu omaan puolikemialliseen kuidutukseen tulevalle kuitupuulle.

Investointien pitoaika oli kaikissa investoinneissa 15 vuotta. Poistot ja korot laskettiin annuiteettimenetelmää käyttäen, jolloin korkokanta oli 12 %. Käyttöpääoman määrä ja sen aiheuttama korko laskettiin käyttäen nykyisten tehtaiden varastojen kiertonopeuksia.

Työvoiman tarve laskettiin tehdasosastoittain erityisesti sahateollisuudessa, jossa uusia kotimaisia sahalaitoksia ei ole rakennettu eikä toteutuneisiin miehityksiin voida turvautua. Sellu- ja paperiteollisuudessa työvoiman tarve on enemmän viime aikoina toteutettujen investointien kaltainen.

Mekaanisen metsäteollisuuden sivutuotteet (kuori, puru ja hake) käsiteltiin siten, että laitoksen lämmöntarve pyrittiin tyydyttämään polttamalla ensisijassa omaa kuorijätettä. Jäljelle jäänyt kuori, puru ja hake myytiin edelleen, jolloin niistä saadut tulot lisättiin päätuotteen tehdashintaan.

Yksikkökulutusluvut saatiin pääasiassa tehdastilastoista. Yleisenä trendinä on primäärienergian kulutuksen aleneminen prosessikehityksen ja lämpöenergian talteenoton ansiosta. Mekaanisessa metsäteollisuudessa automatisoinnin lisääntyminen ilmenee lisääntyneenä sähkön kulutuksena, kun taas tarkempi sahaus ilmenee käyttösuhteen paranemisena ja sitä kautta sivutuotteiden osuuden pienenemisenä.

Puustamaksukyvyt tehtaalla saatiin vähentämällä valmistuskustannukset ja laskennalliset pääomakustannukset tuotteiden tehdashinnoista. Puustamaksukyvyt muodostuivat seuraaviksi (mäntysahatavara=100):

Lopputuote	**Raaka-aineen puusta-maksukyky tehtaalla**
Mäntysahatavara	100
Kuusisahatavara	81
Koivuvaneri	231
Valkaistu havusulfaatti	51
Valkaistu lehtisulfaatti	70
Sanomalehtipaperi	95
Paino- ja kirjoituspaperi:	
- päällystetty hiokepitoinen	178
- päällystämätön hienopaperi	157
Sisäpakkauskartonki	160

Männyllä u/s-sahatavaran puustamaksukykyindeksi tehtaalla on noin 137 ja kuusella 96.

Puustamaksukyvyt ovat korkeita, koska kapasiteetin käyttöasteen oletettiin olevan kaikissa tapauksissa 100 %. Myös erillisen pääoman tuottovaatimuksen huomiotta jättäminen merkitsee sitä, että puustamaksukyvyt ovat optimistisia.

3.3.2 Puutavaralajeittainen puustamaksukyky

Kun metsäteollisuustuotteiden puustamaksukykytietoihin yhdistetään tieto siitä, kuinka paljon eri puutavaralajeja käytetään kunkin metsäteollisuustuotteen valmistukseen, voidaan puustamaksukyvyt laskea myös eri puutavaralajeille. Seuraavassa on esitetty näin lasketut puutavaralajien puustamaksukyvyt (mäntytukki=100):

	Puustamaksukyky	
Puutavaralaji	**tehtaalla**	**tien varressa**
Mäntytukki	100	88
Kuusitukki	90	78
Koivutukki	205	189
Mäntykuitu (jalosteet)	109	96
Kuusikuitu (jalosteet)	107	94
Koivukuitu (jalosteet)	96	80
Mäntykuitu (sellu)	51	38
Koivukuitu (sellu)	70	54

Puustamaksukyky tien varressa on saatu vähentämällä tehtaan puustamaksukyvystä keskimääräinen puutavaralajeittainen kuljetuskustannus sekä kuljetuksen osuus puun hankinnan yleiskustannuksista.

Huomiota kiinnittää se, että eri tuotteilla painotetun kuitupuun puustamaksukyky on korkeampi kuin vastaavan sahatukin. Tulos johtuu siitä, että Suomessa markkinasellun osuus on suhteellisen pieni, ja suurin osa sellusta jalostetaan paperi- ja kartonkituotteiksi. Kun edellä esitetyn mukaisesti koko ylijäämä kohdistetaan raaka-aineeseen, tulos on ymmärrettävä. Se on kuitenkin tulkittava oikein, mm. siten, että raaka-aineen niukkuustilanteessa sahaus lopetetaan ennen kuidutusta ja tukit ohjataan paperin raaka-aineeksi. Markkinaselluun perustuvan kuitupuun puustamaksukyky on alhainen.

Edellä olevaa ei voi tulkita niin, että paperin ja kartongin teko mahdollistaisi kuitupuulle sahatukkia korkeamman hinnan. Sellun valmistusta ja sen jalostamista on tarkasteltava erikseen, ts. kuitupuuta kuvaa markkinasellusta johdettu puustamaksukyky ja paperilla on puolestaan sellustamaksukyky.

Kuusitukin puustamaksukyky on korkeampi kuin pelkästään kuusisahatavaran perusteella laskien, koska osa kuusitukista käytetään paperin valmistukseen. Vastaavasti koivutukille puustamaksukyky on alempi kuin koivuvanerin perusteella laskettuna, koska osa koivutukista käytetään sekavaneriin, sahaukseen ja muihin tarkoituksiin.

3.3.3 Läpimitan vaikutus puustamaksukykyyn

Käytettävien runkojen läpimitalla on huomattava merkitys puustamaksukykyyn tehtaalla ja metsässä niin mekaanisessa kuin kemiallisessakin metsäteollisuudessa. Sahateollisuudessa puustamaksukyvyn paranemiseen rungon läpimitan kasvaessa vaikuttavat saannon ja sahatavaran laadun paraneminen. Sahatavaran laadun paranemiseen vaikuttaa osaltaan oksapuun osuuden pieneneminen.

Kemiallisessa metsäteollisuudessa puustamaksukyvyn paranemiseen rungon läpimitan kasvaessa vaikuttaa saannon paraneminen. Saannon paraneminen johtuu puuaineen tiheyden kasvusta sekä oksapuun ja kuoren osuuden pienenemisestä.

Kun tarkastellaan puustamaksukykyä metsässä, pitää ottaa huomioon rungon läpimitan vaikutus korjuukustannuksiin. Rungon läpimitta vaikuttaa merkittävimmin puutavaran valmistuksen kustannuksiin. Läpimitan vaikutus metsä- ja kaukokuljetuskustannuksiin on vähäinen.

Puunkorjuukustannukset on laskettu kaikissa tapauksissa käyttämällä tavaralajimenetelmää. Työskentely metsässä perustuu kuormainharvesteriin ja kuormatraktoriin. Kaukokuljetus tehdään kuorma-autolla kuljetusmatkan ollessa 100 km.

Taulukossa 3-3 on esitetty rungon rinnankorkeusläpimitan vaikutus eri puutavaralajien puustamaksukykyyn tehtaalla ja metsässä. Lähtökohtana on käytetty luvussa 3.3.2 esitettyjä puustamaksukykyjä tehtaalla, joiden on oletettu kaikkien puutavaralajien kohdalla edustavan rinnankorkeusläpimitaltaan 24 cm:n paksuisia runkoja.

Taulukko 3-3. Rinnankorkeusläpimitan vaikutus puutavaralajien suhteelliseen puustamaksukykyyn (mäntytukki 24 cm = 100). Kuitupuu on laskettu jalosteiden mukaan.

	Rinnankorkeusläpimitta, cm											
	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42
Puustamaksukyky tehtaalla												
Mäntytukki				98	99	**100**	102	104	105	108	110	113
Kuusitukki				90	89	90	90	91	93	94	94	95
Koivutukki					195	205	223	223	236	238	246	251
Mäntykuitu	98	**100**	102	104	107	109	111	113	115	116	116	115
Kuusikuitu	**100**	101	102	104	106	107	108	109	111	111	112	113
Koivukuitu	95	94	94	95	95	96	97	98	99	**100**	102	104
Puustamaksukyky metsässä												
Mäntytukki				57	60	64	66	68	70	74	78	81
Kuusitukki				42	46	49	50	51	53	55	57	58
Koivutukki					141	156	175	174	188	193	202	207
Mäntykuitu	-20	23	42	53	59	64	67	69	71	74	76	74
Kuusikuitu	-28	19	39	51	56	61	63	64	65	68	70	71
Koivukuitu	1	33	45	53	57	61	62	63	64	67	70	73

4 Harvennushakkuiden kansantaloudellinen merkitys

4.1 Metsätalous ja -teollisuus kansantalouden tuotantorakenteessa

Seuraavassa tarkastellaan metsätoimialoja (metsätaloutta ja -teollisuutta) ja metallitoimialoja (kaivannaistoimintaa, metallien valmistusta ja konepajateollisuutta) sekä niiden välisiä tuotosvirtoja. Tarkastelut tehtiin vuosille 1959, 1970, 1980 ja 1985.

Vuosina 1959 ja 1970 metsätalous, puuteollisuus ja paperiteollisuus edustivat vielä toimialoja, jotka suhteellisen pienellä välituotepanosten määrällä (verrattuna metallitoimialoihin) tuottivat materiaa kansantalouden kiertokulkuun, koska ne sijaitsivat lähempänä peruspanossektoreita.

Vuodesta 1970 alkaen metsätalouden ja -teollisuuden keskinäiset panos- ja tuotosvirrat ovat muodostuneet entistä tärkeämmiksi toimialojen muodostaessa selkeästi kiinteän toimialaryhmän. Tämä metsäteollisuuden kehitys on selitettävissä raaka-aineen tehostuneella käytöllä, ennen kaikkea sahauksen jätepuun käytöllä massanvalmistuksen raaka-aineena.

Koko kansantalouden tuotantorakenteen laajempi muutos tapahtui 1970-luvulla. Jalostusasteen nousu metsäteollisuudessa ja metsätalouden koneellistuminen käänsivät 1980-luvulle tultaessa panos- ja tuotosvirrat päinvastaiseksi aikaisempaan verrattuna. Metallitoimialojen tuotosta käytetään nyt yhä enemmän panoksena metsätoimialoilla ja siten metsäteollisuuden panoskysynnällä on entistä suurempi vaikutus metalliteollisuuden tuotantoon.

On huomattava, että vuosia 1959, 1970, 1980 ja 1985 koskevat jaotelmat eivät välttämättä kerro samasta asiasta. Metsäteollisuuden tuotanto oli 1950- ja 1960-luvuilla todennäköisesti hyvin riippumaton metalliteollisuudesta viennin suuresta osuudesta johtuen. Vuosina 1959 ja 1970 saatu tulos kertoo ensi sijassa siitä, että metalliteollisuus oli välituotekäytöltään integroituneempi muihin kansantalouden toimialoihin kuin metsäteollisuus. Metsätalouden ja -teollisuuden tuotos ei ollut merkittävässä asemassa metallitoimialojen panoshuollossa. Sitä vastoin vuosina 1980 ja 1985 metalliteollisuuden tuotanto riippui entistä enemmän metsäteollisuuden tuotannon tasosta metsäteollisuuden tuotannon kasvaneen pääomavaltaisuuden vuoksi.

Kansantalouden rakennemuutoksen yhteys metsätalouden ja -teollisuuden asemaan merkitsee seuraavaa:

(1) Kansantaloudessa 1970-luvulla tapahtuneen rakennemuutoksen seurauksena metsäteollisuuden vientimenestys heijastuu entistä voimakkaammin sekä välittömästi että välillisesti muiden toimialojen kautta koko kansantalouteen.

(2) 1960-luvulla alkaen metsätoimialojen keskinäiset kytkennät ovat voimistuneet raaka-aineen tehostuneen käytön myötä.

(3) Harvennushakkuut ovat osana metsäteollisuuden puuhuoltoa entistä kiinteämmin kytkeytyneet muuhun kansantalouteen. Metsätöiden koneellistumisen myötä hakkuut vaikuttavat välittömästi entistä voimakkaammin muuhun kansantalouteen.

4.2 Harvennushakkuut kansantaloudessa

Vuonna 1985 harvennushakkuut tuottivat kantorahatuloina ja hankintatyön arvona lähes 2 miljardia markkaa. Tämä summa muodostaa erän, joka kansantulolaskennassa luetaan harvennushakkuiden muodostamaan toimintaylijäämään. Lisäksi harvennushakkuiden arvioitiin tuottaneen palkkoina samana vuonna 374 miljoonaa markkaa.

Harvennuspuun merkitys metsätoimialojen raaka-aineena laskettiin arvioimalla, että 23 % harvennuspuusta on tukkipuuta ja loput 77 % kuitupuuta. Lisäksi oletettiin, että kaikki tukkipuu käytetään puuteollisuudessa ja vastaavasti kuitupuu massa- ja paperiteollisuudessa. Tuloksista voitiin päätellä, että koko kotimaisen puuraaka-aineen osuus puuteollisuuden kokonaispanoksen arvosta oli noin 35 %, josta harvennuspuun osuus on noin viisi prosenttiyksikköä. Vastaavasti massa- ja paperiteollisuudessa metsätalouden tuottama kokonaispanos oli noin 12 % kokonaispanoksen arvosta, josta harvennuspuun osuus on runsaat kolme prosenttiyksikköä. Noin 13 % puuteollisuuden käyttämän raakapuun arvosta saadaan siten harvennushakkuista ja massa- ja paperiteollisuussa noin 30 % käytetyn puun arvosta on peräisin harvennushakkuista.

4.3 Harvennushakkuut ja kotitalouksien tulot

Kotitalouksien tulot koostuvat palkoista ja toimintaylijäämästä, joka on peräisin maa- ja metsätaloudesta, kalastuksesta, asuntojen hallinnasta tai vuokrauksesta. Vuonna 1985 metsätalouden palkat olivat 2,2 miljardia markkaa eli noin 2,1 % koko yrittäjätoiminnan palkoista. Kun otetaan huomioon toimintaylijäämät, metsätalouden osuus kasvoi 6,8 prosenttiin kotitalouksien tuloista. Samana vuonna harvennushakkuista kotitalouksille koituvat tulot olivat noin 2,3 miljardia markkaa. Tämä summa kertyy kantorahatuloista (noin 2 miljardia)

ja palkkatuloista. Harvennushakkuiden osuus oli noin 1,7 % kotitalouksien tuloista.

Harvennushakkuista saatava kokonaistulo oli keskimäärin 75 % harvennushakkuutoiminnan kokonaistuotosta. Loppu 25 % koostui lähinnä poltto- ja voiteluaineista, kiinteän pääoman kulumisesta, kaupankäyntikuluista sekä työnantajan sosiaalivakuutusmaksuista. Näin laskettuna miljoonan markan harvennushakkuut tuottivat noin 750 000 markkaa tuloja kotitalouksille.

Harvennushakkuiden laajentamisen kansantaloudellisia vaikutuksia tarkasteltiin maksimoimalla kotitalouksien tuloja. Hakkuiden laajentamismahdollisuuksia kuvaa tieto, että vuonna 1985 Suomen metsien poistumasuunnite oli noin 24 prosenttia suurempi kuin toteutunut kokonaispoistuma. Lähes 30 prosentin lisäys sekä harvennus- että päätehakkuissa kasvattaisi kotitalouksien tuloja noin 2,3 miljardia markkaa. Tällöin miljoonan markan harvennustulojen kasvu merkitsi alle 700 000 markan kotitalouksien tulojen kasvua - siis hiukan vähemmän kuin edellä. Vasta lähestyttäessä suuria (n. 30 %) hakkuiden lisäyksiä, lisähakkuista saatava hyöty alkoi laskea vaihtotaserajoituksen alkaessa rajoittaa metsäteollisuuden tuotannon kasvua, kun vaihtotasevaje oli rajoitettu vuoden 1985 lukuihin.

Toiseksi analysoitiin tilannetta, jossa harvennushakkuita vähennetään ja vähennys korvataan tuontipuulla siten, että metsäteollisuuden tuotannon taso ei laske. Tuontipuun ja harvennuspuun puutavaralajijakaumien perusteella harvennuksista saatava puu ja tuontipuu ovat ainakin osittain toisiaan korvaavia.

Tilanteessa, jossa kaikki harvennuspuu korvataan tuontipuulla, kotitalouksien tulot laskivat 4,5 miljardia markkaa eli noin 3,4 %. Kun harvennushakkuista kantorahatuloina ja palkkoina saadut tulot olivat runsaat kaksi miljardia markkaa, harven-

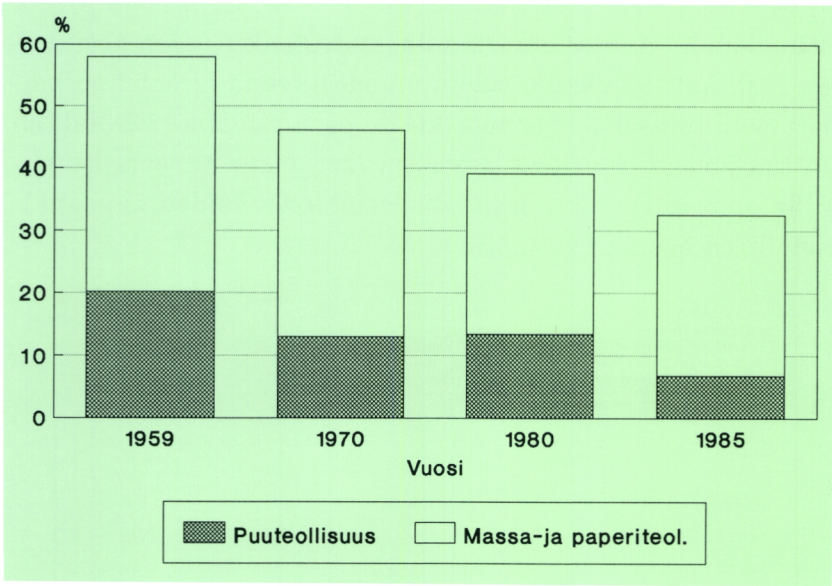
nushakkuiden välittömän ja välillisen tulovaikutuksen voitiin päätellä olevan yhteensä noin kaksinkertaisen.

Edelleen analysoitiin tilannetta, jossa metsäteollisuus ostaa ulkomailta jatkuvasti harvennushakkuita vastaavan puuerän ja samalla päätehakkuita lisätään metsäteollisuuden laajentamista vastaavasti. Tulosten mukaan päätehakkuiden merkittävä lisääminen tässä tilanteessa ei ole oikea keino kotitalouksien tulojen maksimoimiseksi. Vaihtotaserajoitus estää tässä tapauksessa entistä tuonti-intensiivisemmän metsäteollisuuden kasvun. Harvennuspuun korvaaminen tuontipuulla heikentää ratkaisevasti metsätalouden ja -teollisuuden strategista asemaa valuuttatulojen lähteenä kansantaloudessa.

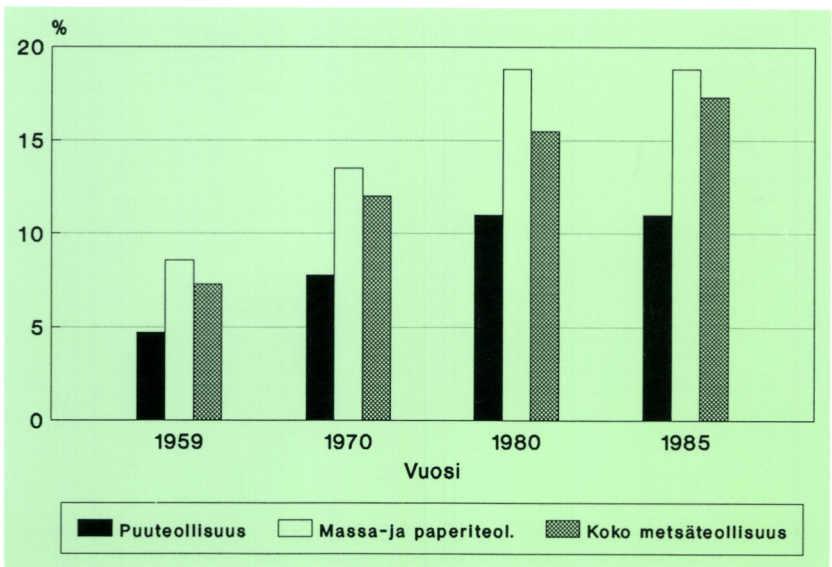
4.4 Harvennushakkuut ja vaihtotase

Metsäteollisuuden merkitystä vaihtotaseeseen voidaan kuvata sen osuudella kokonaisnettoviennistä. Nettovienti voidaan laskea toimialoittain vähentämällä kunkin toimialan viennistä viennin vaatima välillinen ja välitön tuonti. Kokonaisnettovienti on puolestaan toimialoittaisten nettovientien summa. Metsäteollisuuden osuus kokonaisnettoviennistä on laskenut (kuva 4/1), mutta eri toimialoista sen osuus on edelleen suurin. Samanaikaisesti välittömän ja välillisen tuonnin osuus metsäteollisuuden viennistä on noussut (kuva 4/2).

Käytetyllä optimointimallilla analysoitiin tilannetta, jossa kansantaloudessa maksimoidaan valuuttatuloja. Jos harvennushakkuita vähennetään lisäämällä samanaikaisesti raakapuun tuontia, hakkuuresurssin varjohinta kasvaa vähitellen yhteensä noin 30 %. Tästä voidaan päätellä, että resurssirajoitteella on olennaista merkitystä valuuttatulojen maksimoinnin kannalta. Toisaalta harvennushakkuut (tai niiden toteuttamatta jättäminen) voivat merkittävästi nostaa kotimaisten hakkuiden varjohintaa ja merkitystä valuuttatulojen kannalta.



Kuva 4/1. Metsäteollisuuden osuus kokonaisnettoviennistä vuosina 1959-1985.



Kuva 4/2. Välittömän ja välillisen tuonnin osuus metsäteollisuuden viennistä vuosina 1959-1985.

On ilmeistä, että korvattaessa kustannus- tai muista syistä kotimaisia hakkuita tuontipuulla, metsäteollisuuden perinteinen rooli kotitalouksille tuloja muodostavana ja samanaikaisesti vaihtotasetta merkittävästi parantavana toimialana saattaa joutua uudelleen arvioitavaksi. Näin harvennushakkuilla on strategista merkitystä metsäteollisuuden kansantaloudellisen aseman kannalta.

5 Yksityismetsänomistajat ja harvennushakkuut

5.1 Hakkuumahdollisuuksien käyttö

Metsänomistajien hakkuukäyttäytymistä tutkittaessa metsien käyttöä on yleensä tarkasteltu kokonaisuutena erittelemättä harvennusmetsien merkitystä. Arviot harvennusten osuudesta hakkuukertymästä ovat vaihdelleet. Tila- tai omistajakohtaista tietoa harvennushakkuiden tarpeesta ja hakkuiden kohdentumisesta harvennusmetsiin on niukasti. Harvennusmetsien osuutta tilojen hakkuumahdollisuuksista ja hakkuista selvitettiin Etelä-Suomesta metsälautakuntien 1...10 alueelta vuosina 1980-1986 kerätyn aineiston avulla. Aineistoon kuului yli 5 ha:n kokoisia tiloja. Harvennusmetsillä tarkoitetaan tässä nuoria ja varttuneita kasvatusmetsiköitä.

Harvennusmahdollisuuksia tarkasteltiin osana tilan hakkuusuunnitetta ja harvennusmetsien hakkuita tilan kaikkien hakkuiden osana. Todellisten tilakohtaisten hakkuumahdollisuuksien ja hakkuiden aikasarjojen puuttuessa jouduttiin turvautumaan välittömien hakkuumahdollisuuksien käytön tarkasteluun.

Tilan hakkuumahdollisuudet kuvattiin metsänhoidollisena suunnitteena, joka määritettiin Tapion suositusten mukaisesti talouskaudella välittömästi hakattavissa olleina määrinä. Tarkastelujakson toteutuneet hakkuumäärät kohdistettiin metsikkökuvioille. Tilan hakkuumahdollisuuksien käyttöaste määritettiin jakson toteutuneiden hakkuiden ja metsänhoidollisen suunnitteen suhteena. Tilakohtaiset käyttöasteet laskettiin 1) kaikille tilan metsille sekä erikseen 2) nuorille ja 3) varttuneille kasvatusmetsille.

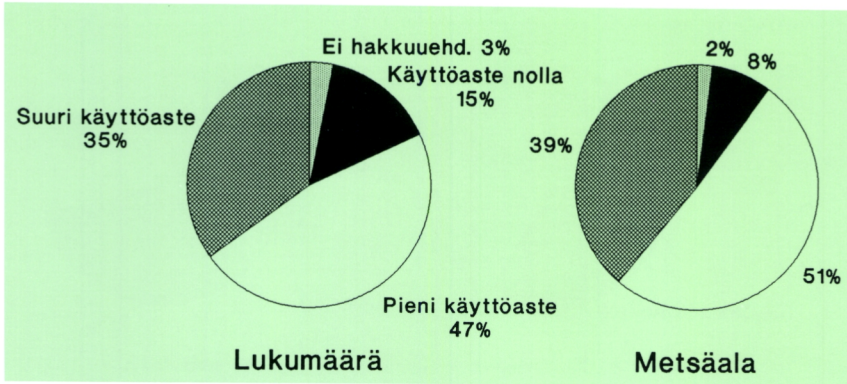
Hakkuumahdollisuuksien käyttöaste voitiin laskea tiloille, joilla oli metsänhoidollisen suunnitteen mukainen hakkuuehdotus. Hakkuumahdollisuuksien käyttöasteen keskiarvoa käytettiin hyväksi jaettaessa hakkuita tehneet tilat kahteen ryhmään. Tilat luokiteltiin niiden tarkasteltavien metsiköiden hakkuumahdollisuuksien ja hakkuiden perusteella neljään luokkaan:

I Tilat, joilla ei ollut metsänhoidollisen suunnitteen mukaisia hakkuumahdollisuuksia
II Tilat, joilla ei oltu käytetty hakkuumahdollisuuksia
III Tilat, joilla hakkuumahdollisuuksien käyttö oli keskimääräistä pienempi
IV Tilat, joilla hakkuumahdollisuuksien käyttö oli keskimääräistä suurempi

Hakkuumahdollisuuksien puuttuminen tilalla kokonaan oli harvinaista. Näitä tiloja oli vain 3 %. Hakkuita oli tehty tarkastellun viiden vuoden aikana 82 %:lla tiloista ja kokonaan hakkuumahdollisuutensa oli jättänyt käyttämättä 15 % tiloista (kuva 5/1).

Tilojen metsäala oli keskimäärin 27 ha. Hakkuita tehneillä tiloilla metsäala oli hieman keskimääräistä suurempi. Muilla tiloilla keskimääräinen metsäala oli vain noin puolet kaikkien tilojen keskiarvosta.

Toteutuneet hakkuut olivat keskimäärin 71 % kaikista metsänhoidollisen suunnitteen mukaisista hakkuumahdollisuuksista. Hakkuiden ja suunnitteen rakenne vastasivat yksityistiloilla keskimäärin hyvin toisiaan. Harvennusmetsiköiden osuus sekä suunnitteesta että hakkuumääristä oli 30 %. Ensiharvennusten osuus sekä suunnitteesta että hakkuista jäi kahdeksaan prosenttiin.

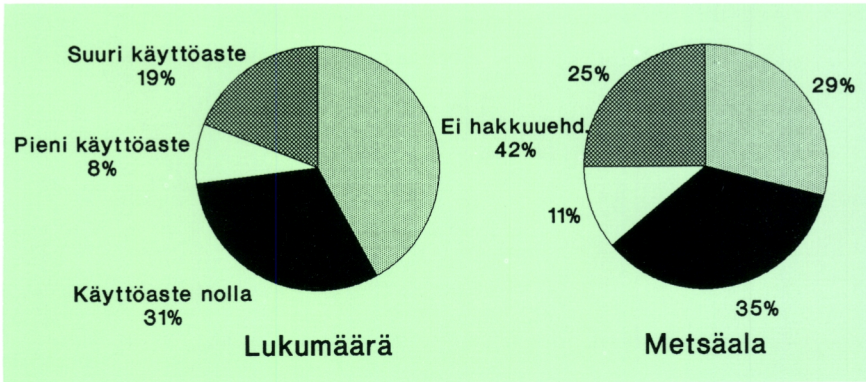


Kuva 5/1. Tilojen jakautuminen hakkuumahdollisuuksien käyttöasteryhmiin, kaikki kehitysluokat.

Hakkuiden toteutuminen

Ensiharvennusten ja muiden harvennusten toteutumista selvitettiin erikseen. Ensiharvennusten suhteen tilojen hakkuumahdollisuudet ja hakkuukäyttäytyminen poikkesivat koko tilan metsien käytöstä. Lukumäärältään suurimman ryhmän (42 %) muodostivat tilat, joilla ei ollut metsänhoidollisen suunnitteen mukaan välitöntä ensiharvennustarvetta (kuva 5/2). Nämä tilat olivat keskimääräistä pienempiä, sillä niiden osuus metsäalasta oli vain 29 %.

Noin 31 %:lla tiloista ei oltu tehty ensiharvennuksia ollenkaan, vaikka niihin oli suunnitteen mukaan tarvetta. Nämä tilat olivat hieman keskimääräistä suurempia metsäalan keskikoon ollessa noin 30 ha. Ensiharvennuksia oli tehty yhteensä vain 27 %:lla tiloista, mutta näiden tilojen osuus koko metsäalasta oli 36 %.



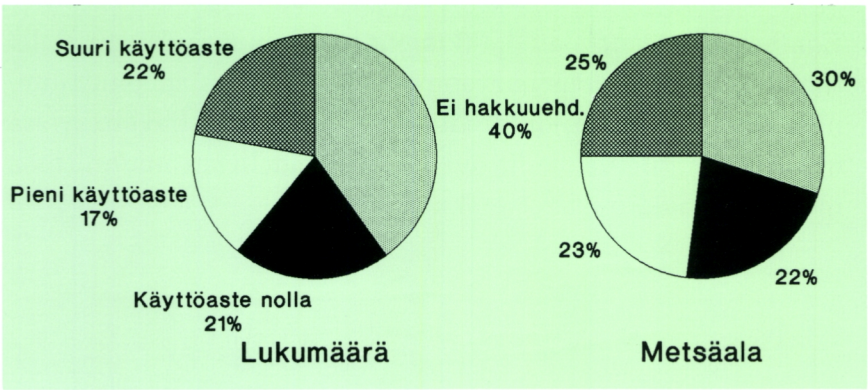
Kuva 5/2. Tilojen jakautuminen hakkuumahdollisuuksien käyttöasteryhmiin, nuoret kasvatusmetsiköt.

Ensiharvennuksia tehtiin selvästi vähemmän kuin muita hakkuita, sillä ensiharvennuksissa hakkuumahdollisuuksien käyttöaste oli vain 46 %. Tilojen hakkuusuunnitteiden ja hakkuumäärien keskiarvot poikkesivat vain vähän ensiharvennusmetsien käyttöasteryhmien välillä.

Ensiharvennusten osuus tilojen hakkuumahdollisuuksista tai hakkuista ei noussut kovin korkeaksi missään käyttöasteryhmässä. Ensiharvennusten osuus sekä hakkuusuunnitteesta että hakkuista oli suurimmillaan 18 %. Ensiharvennuksia eniten tehneessä ryhmässä myös muita hakkuumahdollisuuksia käytettiin suhteellisesti eniten hyväksi.

Lähes 40 %:lla tiloista puuttuivat varttuneiden kasvatusmetsien harvennusmahdollisuudet. Varttuneiden metsien harvennuksia oli kuitenkin tehty suurella osalla tiloista (39 %) ja vastaavasti varttuneiden metsien harvennusmahdollisuudet jätettin harvemmin kokonaan käyttämättä kuin ensiharvennusmetsissä (kuva 5/3). Myös varttuneita kasvatusmetsiä

hakanneet tilat olivat keskimääräistä suurempia. Hakkuista pidättäytyneet tilat olivat keskikokoisia. Pienimmiltä tiloilta varttuneiden kasvatusmetsien hakkuumahdollisuudet puuttuivat kokonaan.



Kuva 5/3. Tilojen jakautuminen hakkuumahdollisuuksien käyttöasteryhmiin, varttuneet kasvatusmetsiköt.

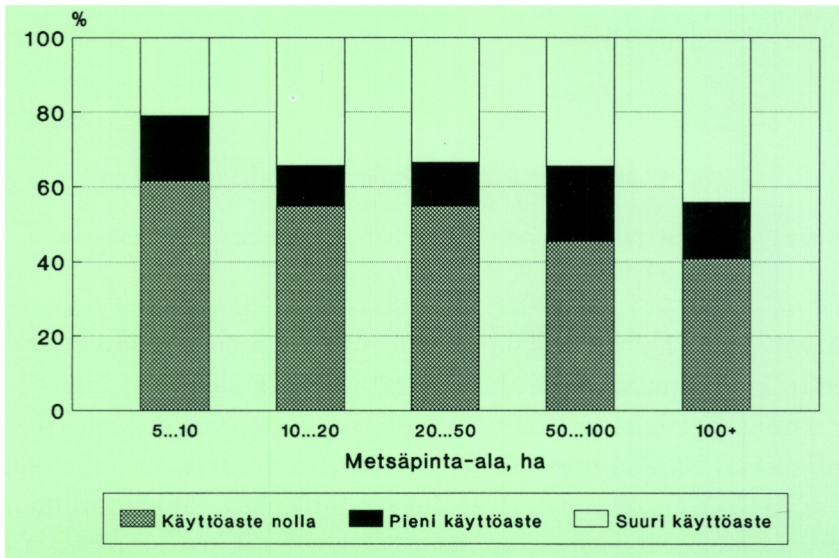
Myöhempiä harvennuksia tehtiin suhteellisesti hieman enemmän kuin ensiharvennuksia, mutta keskimääräinen harvennusten käyttöaste nousi vain 54 %:iin varttuneissa kasvatusmetsissä. Näiden metsien eri käyttöasteryhmissä suunnitteen vaihtelu oli suurempi kuin ensiharvennuksissa. Suurimmillaan myöhempien harvennusten osuus tilan hakkuusuunnitteesta oli 36 % ja hakkuista 38 %.

Niillä tiloilla, joilla ylipäätään hakattiin, tehtiin myös harvennushakkuita. Harvennusmetsien hakkuumahdollisuuksia käytettiin huonommin hyväksi kuin tilan kaikkia hakkuumahdollisuuksia. Ero oli suurin ensiharvennusmetsien kohdalla.

5.2 Tilakohtaiset tekijät harvennushakkuissa

Aiemmissa metsänomistajatutkimuksissa on todettu, että hakkuukäyttäytymiseen vaikuttavat tilan metsäpinta-ala, omistusmuoto ja tilan pääasiallinen käyttötarkoitus. Sama vaikutus havaittiin myös tässä tutkimuksessa harvennusmetsien käytössä.

Ensiharvennusmetsien hakkuuehdotus puuttui yli 40 %:lla tiloista. Yleisintä ensiharvennusmahdollisuuksien puuttuminen oli alle 20 ha:n tiloilla. Tilakoon vaikutus oli havaittavissa myös niillä tiloilla, joilla oli metsänhoidollisen suunnitteen mukainen hakkuuehdotus (kuva 5/4).

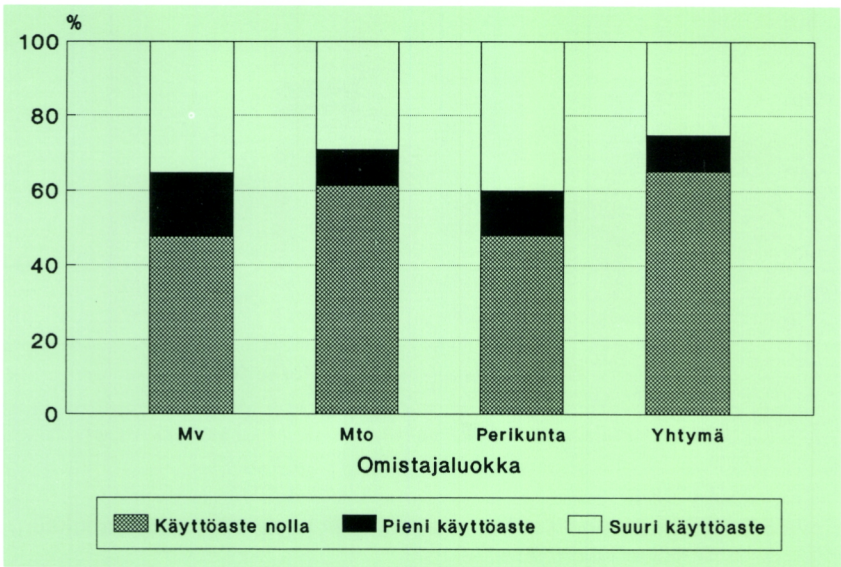


Kuva 5/4. Ensiharvennukset tilan metsäalan mukaan, % tilojen lukumäärästä.

Varttuneiden kasvatusmetsien harvennusten osalta tilakoon vaikutus oli lievempi kuin ensiharvennuksissa. Alle 20 ha:n tiloilla harvennusmahdollisuudet puuttuivat keskimääräistä useammin. Niillä tiloilla, joilla oli hakkuuehdotus, harvennushakkuita tehtiin yleisemmin kaikissa metsäalan koko-

luokissa kuin ensiharvennuksia. Tilakoon vaikutuksia arvioitaessa on syytä muistaa, että viimeisimpien tutkimusten mukaan tilojen keskikoko on edelleen laskussa.

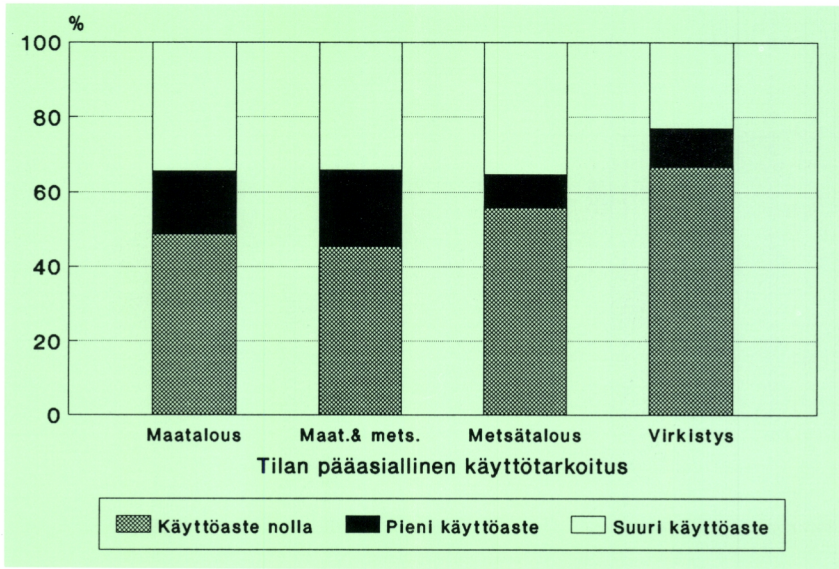
Ensiharvennusmahdollisuudet puuttuivat metsätilanomistajilta ja yhtymiltä useammin kuin perikunnilta ja maanviljelijöiltä. Maanviljelijät tekivät ensiharvennuksia hieman yleisemmin kuin muut metsänomistajat, mutta heistäkin 44 % jätti kokonaan tekemättä metsänhoidollisen suunnitteen mukaiset ensiharvennukset (kuva 5/5). Myös perikuntien metsissä tehtiin enemmän ensiharvennuksia kuin metsätilanomistajien tai yhtymien metsissä.



Kuva 5/5. Ensiharvennukset omistajaluokittain, % tilojen lukumäärästä.

Myöhemmät harvennusmahdollisuudet puuttuivat metsätilanomistajien metsissä useammin kuin muilla omistajaryhmillä. Maanviljelijät käyttivät harvennusmahdollisuuksiaan muita omistajaryhmiä paremmin. Metsänomistuksen rakennemuutoksen jatkuessa metsätilanomistajien ja yhteisomistuksessa olevien tilojen lukumäärä ja osuus metsäalasta ovat kasvaneet edelleen.

Tilan pääasiallisen käyttötarkoituksen mukaan tarkastellen harvennusmahdollisuudet puuttuivat keskimääräistä useammin pääasiassa virkistykseen tai asumiseen käytettäviltä tiloilta. Keskimäärin lähes puolella (49 %) tiloista, joilla oli ensiharvennusten hakkuuehdotus, ei oltu tehty ensiharvennuksia. Virkistyskäyttöön suuntautuneet tilat erottuivat selvästi omaksi ryhmäkseen. Myös metsätalouteen suuntautuneilla tiloilla ensiharvennuksia tehtiin vähemmän kuin maatalouteen tai tasapuolisesti maa- ja metsätalouteen suuntautuneilla tiloilla (kuva 5/6).



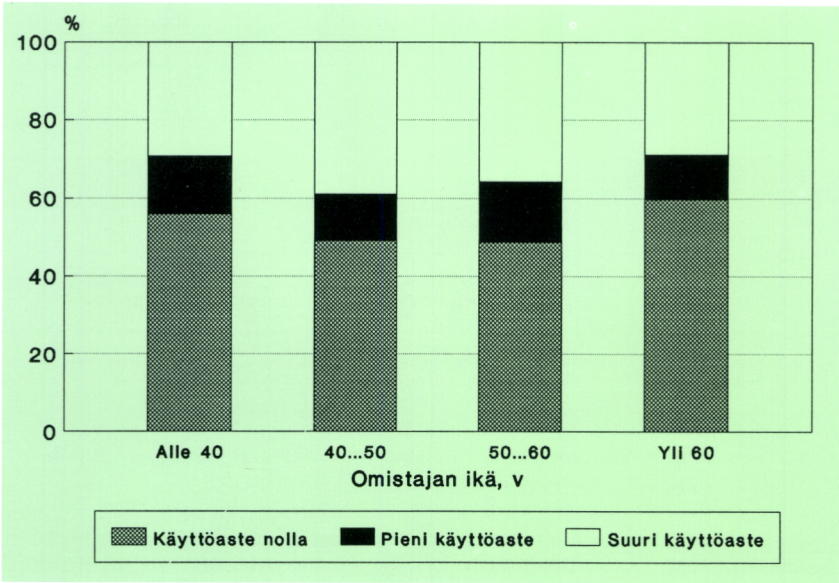
Kuva 5/6. Ensiharvennukset tilan pääasiallisen käyttötarkoituksen mukaan, % tilojen lukumäärästä.

Muita harvennuksia tehtiin kaikissa tilankäytön suuntautumisvaihtoehdoissa enemmän kuin ensiharvennuksia. Heikoimmin muita harvennushakkuita tehtiin metsätalouteen suuntautuneilla tiloilla. Tilan pääasiallisen käyttötarkoituksen kohdalla on havaittavissa kehitystä, jossa perinteinen maa- ja metsätalousvaltainen tuotantosuuntautuneisuus on vähenemässä ja muiden mainittujen käyttötarkoitusten mukaiset tilatyypit ovat lisääntymässä.

5.3 Omistajakohtaiset tekijät

Metsänomistajan ikä ja tilan hallinta-aika liittävät yleensä hakkuukäyttäytymiseen piirteitä, joille on tyypillistä aktiivisuus elinkaaren alkupuolella ja aktiivisuuden lasku elinkaaren loppupuolella. Metsäomistajien keski-ikä on koko ajan ollut nousussa samoin kuin keskimääräinen tilan hallussapitoaika.

Sekä ensiharvennuksissa että myöhemmissä harvennuksissa havaittiin lievää elinkaaren mukaista vaikutusta omistajan iän mukaan tarkastellen. Vaikutus ei kuitenkaan ollut samanlainen kuin aikaisemmissa tutkimuksissa on havaittu tilan kaikkien metsien osalta. Eniten harvennuksia tekivät 40...60 -vuotiaat metsänomistajat. Nuorimmat ja vanhimmat metsänomistajat käyttivät harvennusmahdollisuutensa hieman heikommin hyväkseen (kuva 5/7).

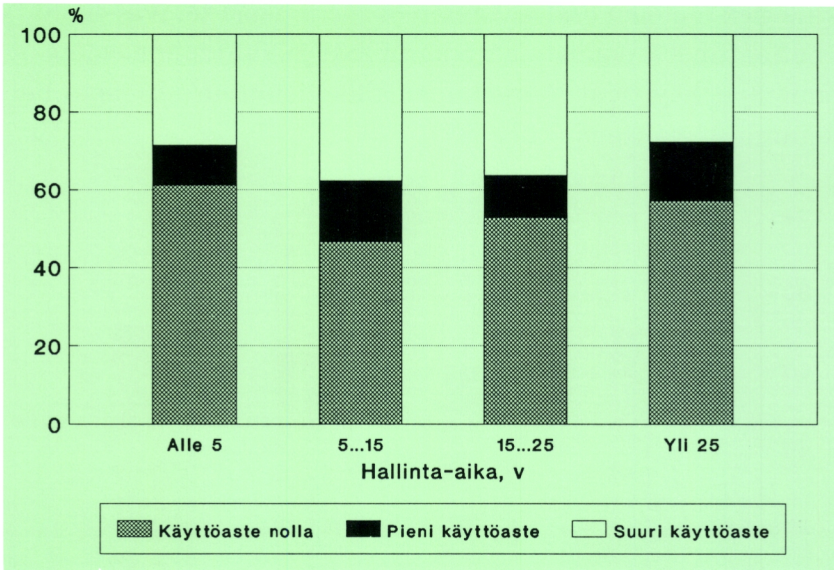


Kuva 5/7. Ensiharvennukset tilan omistajan iän mukaan, % tilan omistajista.

Selityksenä saattaa olla se, että nuoret omistajat suuntaavat hakkuut alkuvaiheessa järeämpiin ja tuottoisempiin metsiköi-

hin ja siirtyvät vasta myöhemmin harvennushakkuisiin. Vanhimmilla omistajilla oli havaittavissa yleisen hakkuukäyttäytymisen mukaisesti myös harvennusaktiivisuuden vähenemistä.

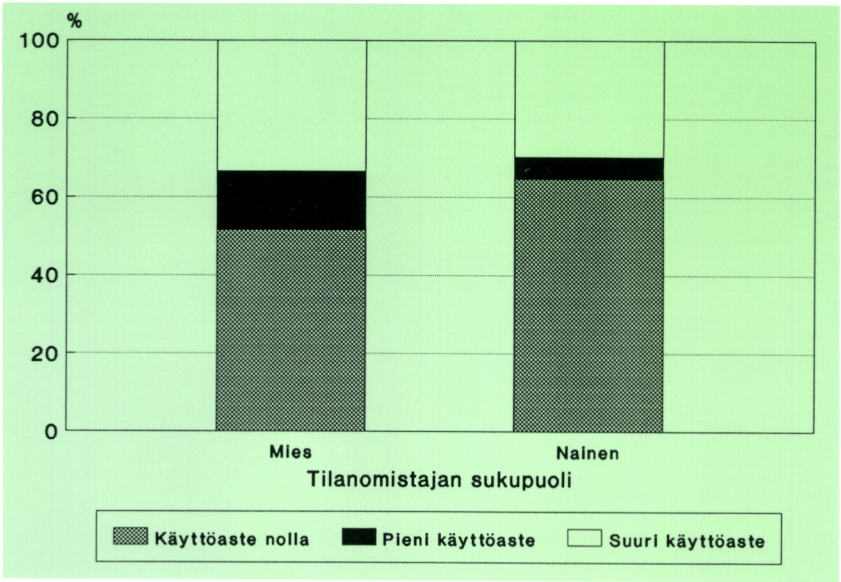
Tilan hallinta-ajalla ja hakkuumahdollisuuksien puuttumisella ei ensiharvennusten osalta ollut selvää yhteyttä. Myöhempien harvennusten hakkuumahdollisuudet sitävastoin puuttuivat keskimääräistä selvästi useammin tiloilta, jotka olivat olleet omistajallaan alle viisi vuotta. Ensiharvennuksissa havaittiin samansuuntainen kehitys tilan hallinta-ajan ja omistajan iän mukaan (kuva 5/8).



Kuva 5/8. Ensiharvennukset tilan hallinta-ajan mukaan, % tilojen omistajista.

Keskimäärin 36 % metsänomistajista oli jättänyt myöhemmät harvennukset kokonaan tekemättä. Osuus vaihteli vain vähän hallinta-ajan mukaan. Kuitenkin vähän harvennushakkuita tehneiden omistajien osuus lisääntyi tilan hallinta-ajan pidetessä.

Naisten osuus kasvaa metsänomistajakunnassa koko ajan. Naisista 52 prosentilla puuttuivat ensiharvennusmahdollisuudet metsissään, mikä oli selvästi yleisempää kuin miehillä. Myöhempien harvennusten kohdalla sukupuolten väliset erot tässä suhteessa tasoittuivat. Lähes 65 % naisista ei ollut käyttänyt ollenkaan ensiharvennusmahdollisuuksiaan, kun vastaava osuus miehillä oli 52 % (kuva 5/9).



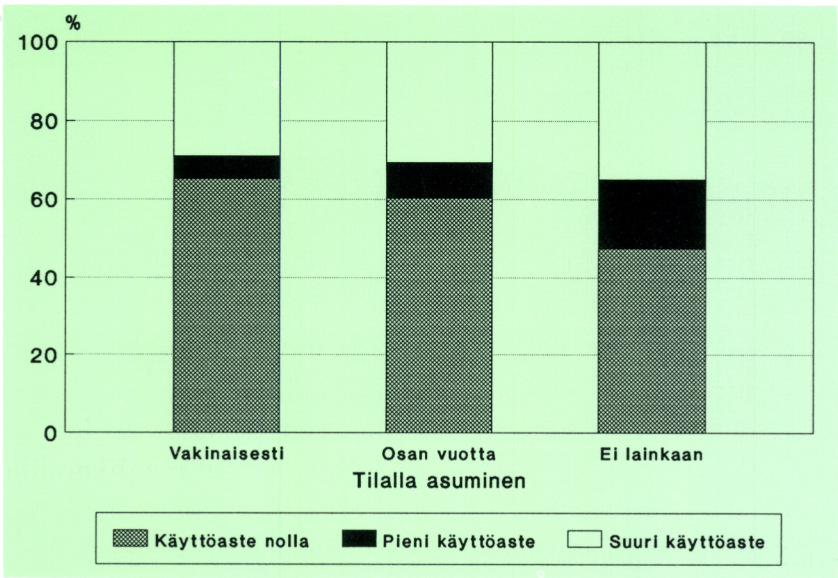
Kuva 5/9. Ensiharvennukset omistajan sukupuolen mukaan, % tilojen omistajista.

Muissa harvennuksissa sekä naiset että miehet jättivät harvennukset tekemättä suunnilleen yhtä yleisesti eli noin 35 prosentissa tapauksista. Harvennuksia tehneet miehet käyttivät hakkuumahdollisuutensa kuitenkin täysimääräisemmin hyväkseen kuin naiset.

Metsänomistajat asuvat tilallaan vakituisesti entistä harvemmin. Toisaalta myös tilan pääasialliseksi käyttötarkoitukseksi muotoutuu nykyisin yhä useammin pelkkä asuminen tai virkistys. Ensiharvennusten hakkuuehdotukset puuttuivat keskimääräistä selvästi useammin omistajilta (58 %), jotka asuivat tilallaan vain osan vuotta. Muiden harvennusten

osalta hakkuuehdotus puuttui puolestaan useimmiten omistajilta, jotka asuivat vakituisesti tilallaan (49 %).

Hakkuumahdollisuutensa jättivät ensiharvennusten osalta useimmiten käyttämättä tilallaan vakituisesti asuvat omistajat. Metsänomistajat, jotka eivät asuneet lainkaan tilallaan, tekivät eniten ensiharvennuksia (kuva 5/10). Muiden harvennushakkuiden kohdalla erot olivat samansuuntaiset, mutta suuremmat kuin ensiharvennuksissa.



Kuva 5/10. Ensiharvennukset tilalla asumisen mukaan, % tilojen omistajista.

6 Harvennusten liiketaloudellinen edullisuus

6.1 Edullisuus metsikkötasolla

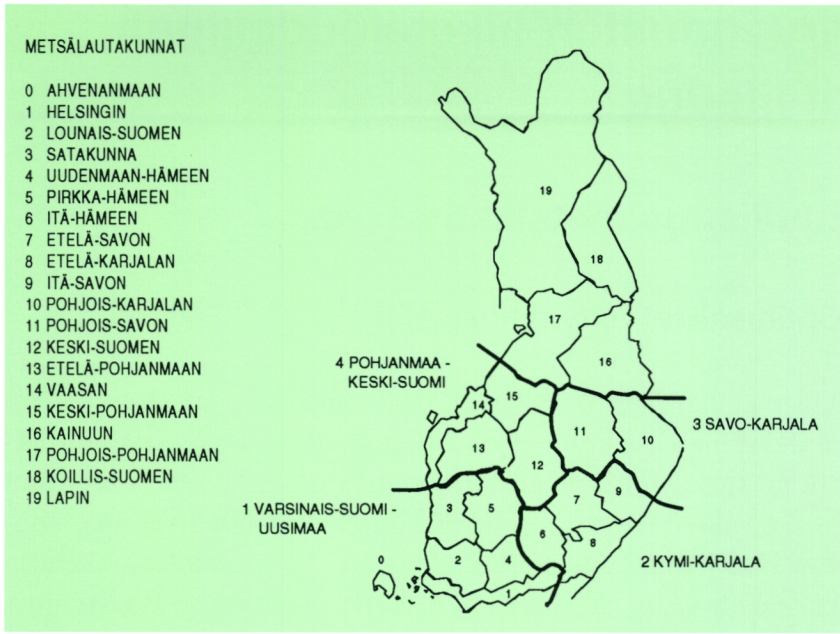
6.1.1 Optimaaliset harvennusmallit

Yleensä harvennusmalleissa päätavoitteena on ollut suurin mahdollinen hakkuukertymä kiertoajan kuluessa. Harvennuksia on tarkasteltu pelkästään metsiköstä saatavan kertymän ja sen rakenteen avulla. Harvennusten taloudelliset näkökohdat ovat jääneet vähemmälle ja esim. korjuukustannuksia ja korkokantaa ei ole juurikaan otettu huomioon. Harvennusmallit ovat tähdänneet ensisijaisesti tukkipuun tuottamiseen.

Tässä tutkimuksessa laskettujen harvennusmallien perustana olivat metsiköistä saatavat nettotulot. Tavoitteena oli laatia liiketaloudellisin perustein optimiharvennusmallit eri korkokannoilla. Lopulliset harvennusmallit esitettiin reaalikoroilla kolme ja viisi prosenttia. Harvennusmallien yhteydessä selvitettiin myös malleja vastaavat optimaaliset kiertoajat.

Laskelmien perusaineistona olivat valtakunnan metsien seitsemännen ja kahdeksannen inventoinnin (VMI7 ja VMI8) maastokoealat Etelä-Suomesta. Metsälautakuntien 1...10 alueelta oli käytössä VMI8- ja lautakunnilta 11...15 VMI7-aineisto. Aineisto oli päivitetty vastaamaan vuoden 1990 tilannetta. Metsiköiden kehityksen alueellisten erojen selvittämiseksi harvennusmallit laadittiin erikseen neljälle osa-alueelle (lautakunnat 1...5, 6...9, 10...11 ja 12...15) (kuva 6/1).

Harvennusmallit laadittiin männiköille (OMT, MT, VT ja CT) ja kuusikoille (OMT ja MT). Koska laskelmat tehtiin koko kiertoajalle, aineistoon otettiin VMI:stä mukaan vain varttuneet taimikot ja nuoret kasvatusmetsät. Koealat jaettiin metsiköitä



Kuva 6/1. Aineiston jakautuminen neljään osa-alueeseen.

vastaaviin laskentayksiköihin. Lopullisessa laskenta-aineistossa oli laskentayksiköitä keskimäärin 60 kpl/metsälautakunta.

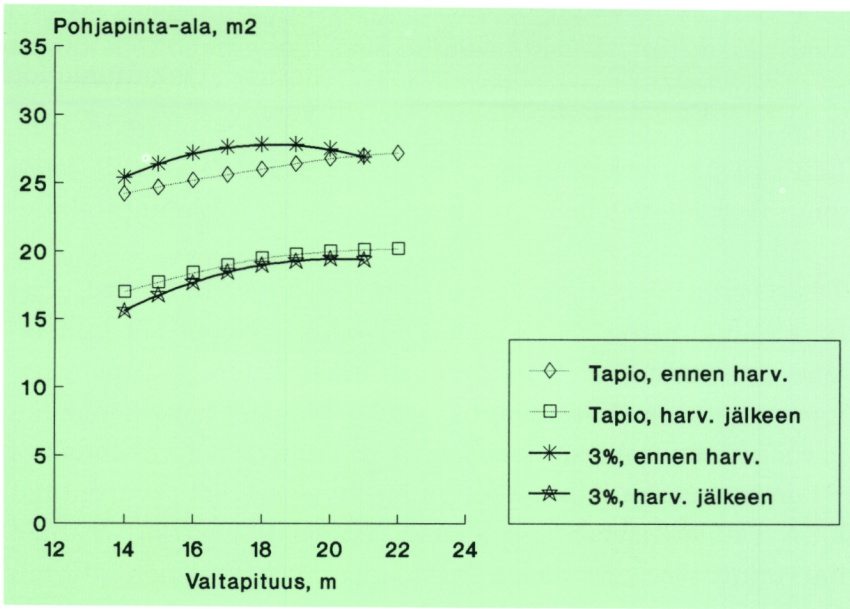
Harvennusmallien laadintaa varten MELAlla simuloitiin laskentayksiköille erilaisia käsittelyvaihtoehtoja päätehakkuuseen asti. Vaihtoehtoisia ensiharvennus- ja pohjapinta-alaharvennusvoimakkuuksia oli yhteensä kuusi. Harvennusvoimakkuudet olivat ensiharvennuksissa 0,8 , 1,0 ja 1,2 -kertaiset Tapion nykyisiin runkolukusuosituksiin verrattuna ja myöhemmissä harvennuksissa poisto-osuudet pohjapinta-alasta olivat 15, 35 ja 50 %. Kiertoaika sai vaihdella, mutta minimikiertoajaksi asetettiin 60 % Tapion vastaavasta kiertoaikasuosituksesta; maksimikiertoaikaa ei rajoitettu. Simuloiduista vaihtoehdoista jokaiselle laskentayksikölle valittiin optimitoimenpideketju tuottoarvon perusteella ilman rajoitteita. Tuottoarvolla tarkoitetaan peräkkäisistä kiertoajoista saatavien nettotulojen nykyarvoa. Optimiketjun valinta tehtiin erikseen jokaiselle korkokannalle.

Saatujen yksittäisten metsiköiden optimitoimenpideketjujen avulla laadittiin harvennusmallit. Sekä harvennusta edeltänyttä (leimausrajaa) että harvennuksen jälkeistä pohjapinta-alaa (leimaustavoitetta) kuvattiin metsikön valtapituuden avulla. Erillistä ajourista johtuvaa tasokorjausta ei malleissa ole, joten ajourat sisältyvät harvennuksen jälkeiseen pohjapinta-alaan.

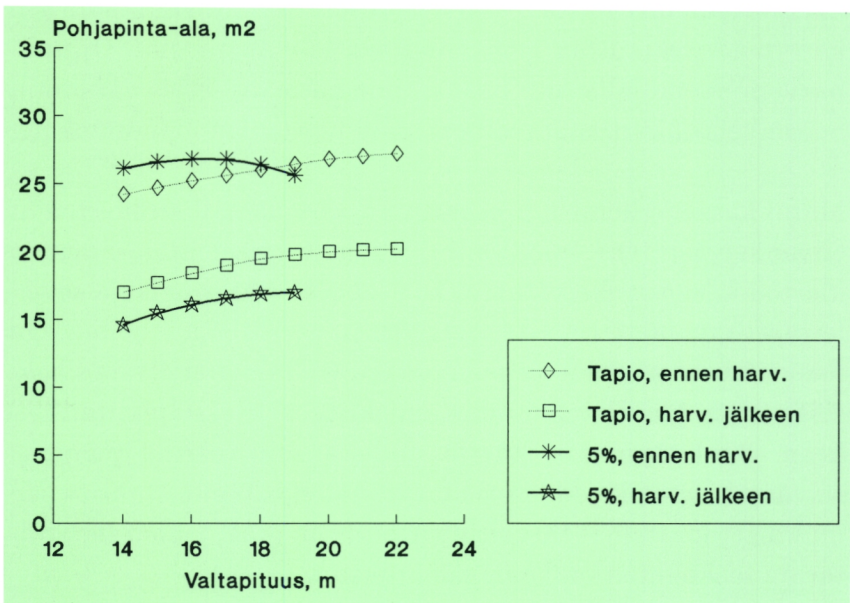
Tässä esitettävät tulokset koskevat vain alueiden Kymi-Karjala ja Pohjanmaa - Keski-Suomi VT-männikköä ja MT-kuusikkoa. Suurimmat erot optimiharvennusmallien ja Tapion nykysuositusten välillä olivat hakkuukertymissä, metsikön ikään perustuvissa kiertoajoissa ja ensiharvennuksen ajankohdassa. VT-männiköissä hakkuukertymät olivat selvästi suuremmat kuin Tapion harvennusmalleissa (kuvat 6/2 ja 6/3). Tällöin harvennusten lukumäärä kiertoaikaa kohti pieneni. Kymi-Karjalan alueella kolmen prosentin malleilla pohjapinta-ala harvennusten jälkeen on suunnilleen samalla tasolla kuin Tapion malleissa, joten kertymäero johtuu pääosin korkeammasta leimausrajasta. Viiden prosentin malleilla suureen kertymään vaikuttaa myös alhainen leimaustavoite. Optimiharvennusmalleilla on lisäksi huomattava, että varsinkin männiköissä kertymätavoite pieneni kiertoajan loppupuolella.

Männiköissä jo kolmen prosentin harvennusmallien kiertoajat olivat selvästi lyhyemmät kuin Tapion nykyiset Etelä-Suomen kiertoaikasuositukset (taulukko 6-1). Näitä kiertoaikoja sovellettaessa on oletettu, että metsiköt on perustettu viljellen. On lisäksi huomattava, että puuston ikä on Tapion nykysuosituksissa vasta toissijainen uudistamiskriteeri keskiläpimitan jälkeen. Keskiläpimitan käyttö uudistamiskriteerinä pienensi selvästi kiertoaikojen välisiä eroja. Esitetyt läpimittakriteerin mukaiset kiertoajat tarkoittavat puuston ikää, jolloin läpimittaraja laskelmien mukaan saavutettiin.

Korkokannan kasvaessa optimikiertoaika lyheni entisestään. Kymi-Karjalan alueella VT-männikön optimikiertoaika oli viiden prosentin malleilla 65 vuotta. Laadittujen harvennusmal-



Kuva 6/2. VT-männikön kolmen prosentin harvennusmallit, Kymi-Karjala.



Kuva 6/3. VT-männikön viiden prosentin harvennusmallit, Kymi-Karjala.

lien kiertoaikojen erot eri alueiden välillä olivat suurimmillaan 10 vuotta.

Taulukko 6-1. Optimiharvennusmallien kiertoajat Kymi-Karjalan ja Pohjanmaa - Keski-Suomen alueilla sekä Tapion ohjekiertoajat ja -läpimitat.

	Kiertoajat, v				
	Kiertoaikaohjeen mukaan			Tapion läpimittaohjeen mukaan	
	3 %	5 %	Tapio	cm	v
Kymi-Karjala (metsälautakunnat 6...9)					
mänty OMT	70	60			
MT	70	60	80...90	29...31	70...75
VT	75	65	90...100	27...29	70...75
CT	90	80	110...120	25...27	90...95
kuusi OMT	75	60	80...90	28...30	60...65
MT	85	60	90...100	26...28	70...75
Pohjanmaa - Keski-Suomi (metsälautakunnat 12...15)					
mänty OMT	75	60			
MT	75	60	80...90	29...31	80...85
VT	80	70	90...100	27...29	85...90
CT	100	85	110...120	25...27	105...110
kuusi OMT	80	65	80...90	28...30	65...70
MT	90	65	90...100	26...28	75...80

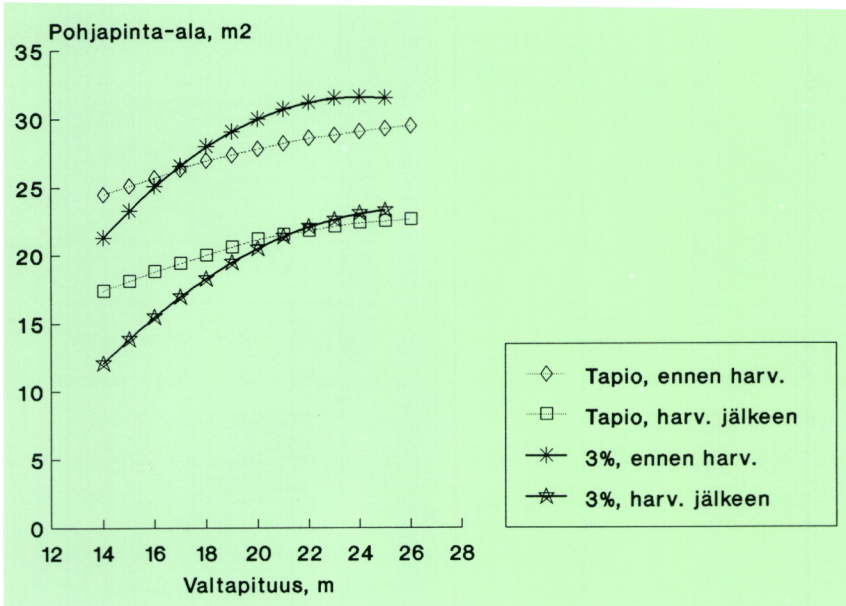
Laadittujen harvennusmallien perusteella aikaiset ensiharvennukset eivät ole kannattavia. Ensiharvennuksista saatavan puun korjuukustannukset ovat suuret ja lisäksi tämä kustannuserä kohdistuu kiertoajan alkupuolelle. Optimiharvennusmalleissa ensiharvennuksen ajankohta siirtyi myöhäisemmäksi, jolloin ensimmäisessä harvennuksessa saatava hakkuu-

kertymä suureni. Ensiharvennuksen siirtämisen edullisuus korostui korkokantaa nostettaessa. Ensimmäinen harvennus tehtiin VT-männikön ja MT-kuusikon optimiharvennusmalleilla vasta 13 metrin keskipituuden jälkeen, jolloin varsinaista runkolukuun perustuvaa harvennusmallia ei ollut. On kuitenkin muistettava, että ensiharvennuksen siirtäminen on mahdollista vain, jos puuston kasvukyky ei olennaisesti heikkene harvennuksen siirtämisestä. Tämä voidaan varmistaa sillä, että taimikon harvennus tehdään ajallaan ja riittävän voimakkaana.

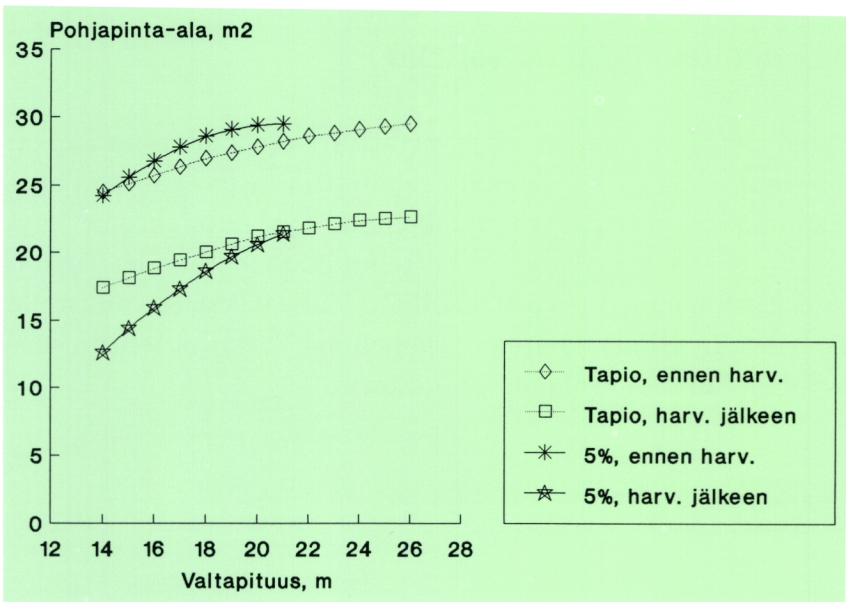
Kuusikoiden harvennusmallit poikkesivat selvästi nykyisistä suosituksista (kuvat 6/4, 6/5 ja 6/6). Puustopääoma kannatti pitää suhteellisen alhaisena kiertoajan alkupuolella. MT-kuusikolla 14 metrin valtapituusvaiheessa tehty ensiharvennus pohjapinta-alaan n. 12 m^2/ha tarkoitti runkoluvun laskemista tasolle 1000...1100 kpl/ha. Kolmen prosentin harvennusmalleilla leimaustavoiteraja saavutti myöhemmässä vaiheessa Tapion harvennusmallin tason, mutta optimiharvennusmallien minimikertymävaatimus oli koko ajan suurempi.

Harvennuksen jälkeinen nykysuosituksia alhaisempi puustopääomataso kuusikossa ei ollut yllätys, koska Pohjoismaissa pysyvillä harvennuskokeilla pohjapinta-alan pudottaminen jopa 50 prosentilla harvennuksissa ei ole vähentänyt nuoren kuusikon tilavuuskasvua. Näin voimakkaiden harvennusten jälkeen myrskytuhoriski on kuitenkin ilmeinen, mitä tässä tutkimuksessa ei otettu huomioon. Myrskytuhojen välttämiseksi harvennusmalleja voidaan soveltaa vain kuusikoissa, joissa puusto on taimikkovaiheesta lähtien hyvin hoidettu. Männiköissä suositeltavat harvennusvoimakkuudet ovat kasvutappioista johtuen lievempiä.

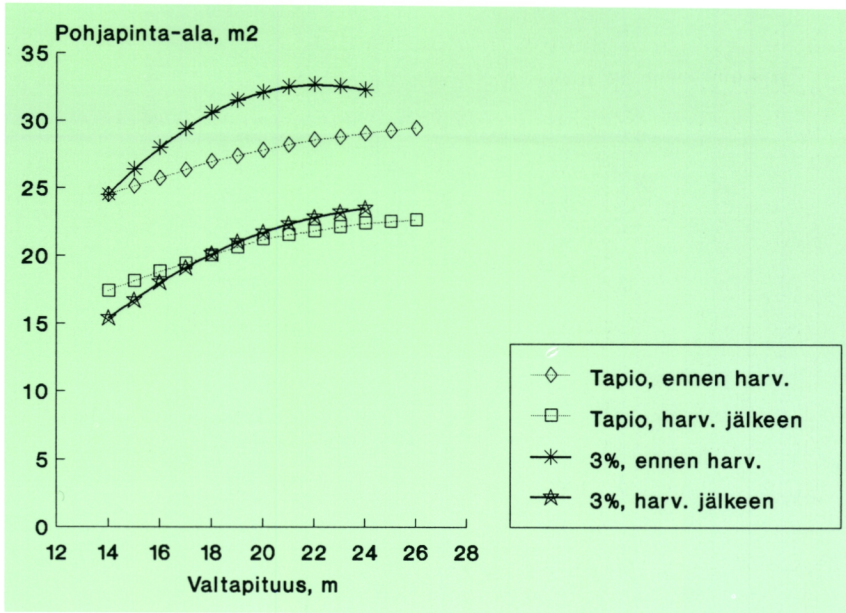
Kiertoaikojen osalta kuusikon kolme prosentin ja Tapion harvennusmallit olivat melko lähellä toisiaan, sillä eroa oli mustikkatyypin kankaalla vain 10 vuotta. Korkokannan nostaminen alensi kiertoaikaa kuusikossa voimakkaammin kuin männikössä.



Kuva 6/4. MT-kuusikon kolmen prosentin harvennusmallit, Kymi-Karjala.



Kuva 6/5. MT-kuusikon viiden prosentin harvennusmallit, Kymi-Karjala.



Kuva 6/6. MT-kuusikon kolmen prosentin harvennusmallit, Pohjanmaa - Keski-Suomi.

6.1.2 Harvennusohjelmien vertailu

Laadittuja harvennusmalleja verrattiin metsikkötasolla Tapion harvennusmalleihin. Samalla selvitettiin myös taimikon harvennuksen optimaalista ajankohtaa. Laskentajaksona käytettiin yhtä kiertoaikaa. Tarkastelun lähtökohtana oli Tapion suositusten mukainen metsänviljely, jonka jälkeiselle puustolle sovellettiin erilaisia harvennusohjelmia. Vertailut tehtiin seuraavien harvennusohjelmien suhteen:

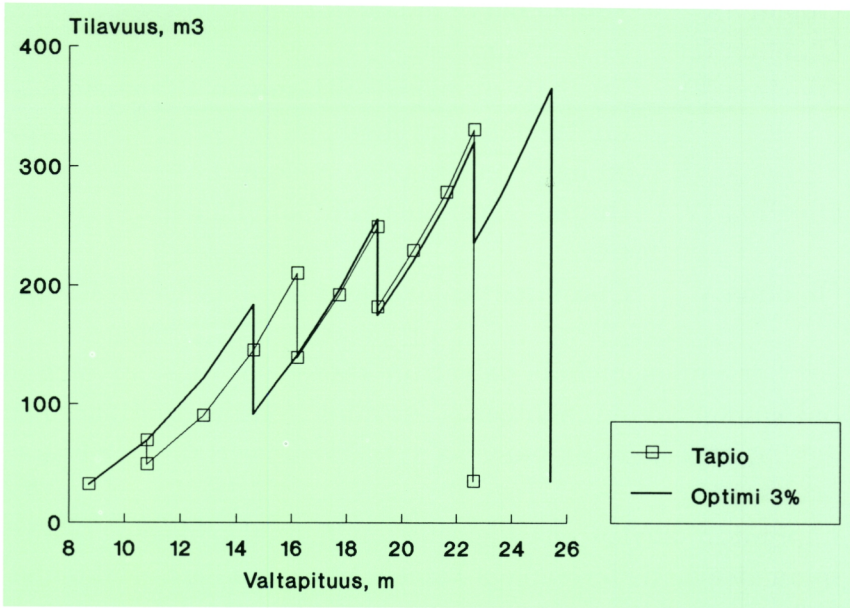
Ohjelma I	Tapion harvennusmallit.
Ohjelma II	Ei harvennuksia.
Ohjelma III	Ensiharvennuksen siirtäminen 13 metrin keskipituudelle (myöhemmät harvennukset Tapion harvennusmallien mukaan).
Ohjelma IV	Optimiharvennusmallit korolla kolme prosenttia.
Ohjelma V	Optimiharvennusmallit korolla viisi prosenttia.

Eri harvennusohjelmia verrattiin keskenään tuottoarvojen ja hakkuukertymien suhteen. Vertailut tehtiin tuottoarvojen avulla, jotta eripituiset kiertoajat saataisiin vertailukelpoisiksi.

Läpimitan käyttö ensisijaisena uudistamiskriteerinä alensi huomattavasti kiertoaikoja Tapion ikäsuosituksiin verrattuna. MT-kuusikoissa uudistamista osoittavana keskiläpimittana käytettiin 26...28 cm ja VT-männiköissä 27...29 cm (taulukko 6-1). Kymi-Karjalassa sekä VT-männikön että MT-kuusikon kiertoaika oli puuston järeyden perusteella 70...75 vuotta, joka on MT-kuusikolla 10 vuotta vähemmän kuin vastaava kolmen prosentin mallin kiertoaika. Pohjanmaa - Keski-Suomessa VT-männikön järeyteen perustuvaksi kiertoajaksi saatiin 85...90 vuotta.

Kymi-Karjalassa ensiharvennuksen siirtämisestä johtuen ensimmäinen harvennus tehtiin MT-kuusikossa kolmen prosentin harvennusmalleilla vasta n. 45 vuoden iällä 14...15 metrin valtapituusvaiheessa (kuva 6/7). Ensimmäisen harvennuksen kertymä oli huomattavasti suurempi kuin Tapion malleilla, joiden mukaan ensiharvennus tehtiin n. 11 metrin valtapituudella. Harvennuksia oli kummallakin harvennusohjelmalla MT-kuusikossa yhteensä kolme. VT-männikössä kolmen prosentin malleja sovellettaessa tehtiin kaksi harvennusta ja viiden prosentin malleilla yksi harvennus.

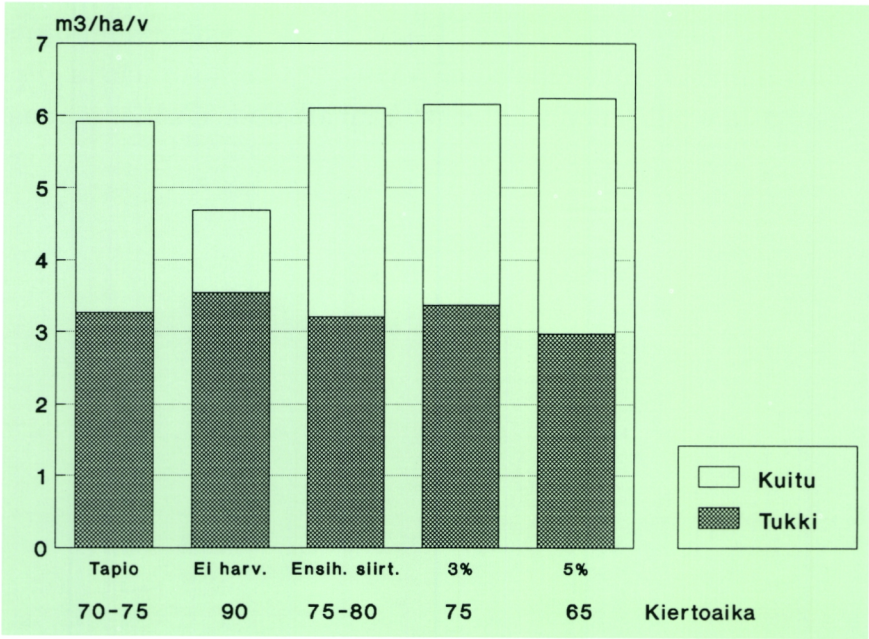
Hakkuukertymiä tarkasteltiin vuosikohtaisina, jolloin koko kiertoajan hakkuukertymä jaettiin kiertoajan pituudella (kuva



Kuva 6/7. Tilavuuden kehitys MT-kuusikossa, Kymi-Karjala.

6/8). Kuvassa on esitetty myös eri hakkuuohjelmien kiertoajat. VT-männikössä saatiin eniten käyttöpuuta viiden prosentin harvennusmalleja käytettäessä. Ero Tapion mallien ja optimimallien välillä oli kuitenkin pieni. Harvennusten poisjättämisen seurauksena oli selvästi pienimmät hakkuukertymät, mikä johtui suuresta luonnonpoistumasta ja hitaan järeyskehityksen aiheuttamasta pitkästä kiertoajasta (90 vuotta). Harventamattoman vaihtoehdon hakkuukertymän pieni kuitupuuosuus selittyy sillä, että muissa harvennusohjelmissa suurin osa kuitupuusta saadaan harvennushakkuista.

Optimimallien mukaisten harvennusten hakkuukertymät olivat selvästi suuremmat kuin Tapion mallien mukaan toimittaessa. Tähän vaikutti erityisesti ensiharvennuksen siirtyminen myöhemmäksi. Suurista hakkuukertymistä johtuen optimimallien mukaisten harvennusten yksikkökustannukset olivat pienimmät (taulukko 6-2).



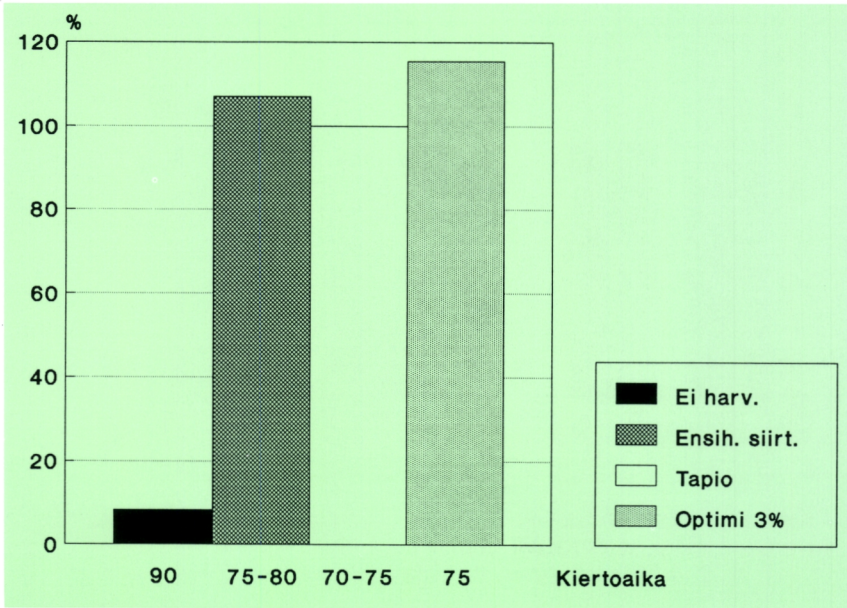
Kuva 6/8. Hakkuukertymät VT-männikössä, Kymi-Karjala.

Taulukko 6-2. Hakkuuohjelmien mukaisten harvennushakkuiden korjuukustannukset. Kymi-Karjala, VT-männikkö.

Hakkuuohjelma	Harvennus yht. mk/m^3	Ensiharvennus mk/m^3
Tapio	79,4	114,8
Ensiharvennuksen siirto	71,6	72,7
Kolmen prosentin mallit	67,7	71,9
Viiden prosentin mallit		71,5

Tuottoarvojen perusteella optimimallit olivat parhaat harvennusohjelmat VT-männikössä (kuvat 6/9 ja 6/10). Esim. kolmen prosentin korolla optimimallit antoivat Kymi-Karjalan alueella n. 15 % ja Pohjanmaa - Keski-Suomen alueella n. 20 % suuremmat tuottoarvot kuin Tapion mallit. Syinä tähän olivat mm. ensiharvennuksen siirtäminen myöhemmäksi. Myös

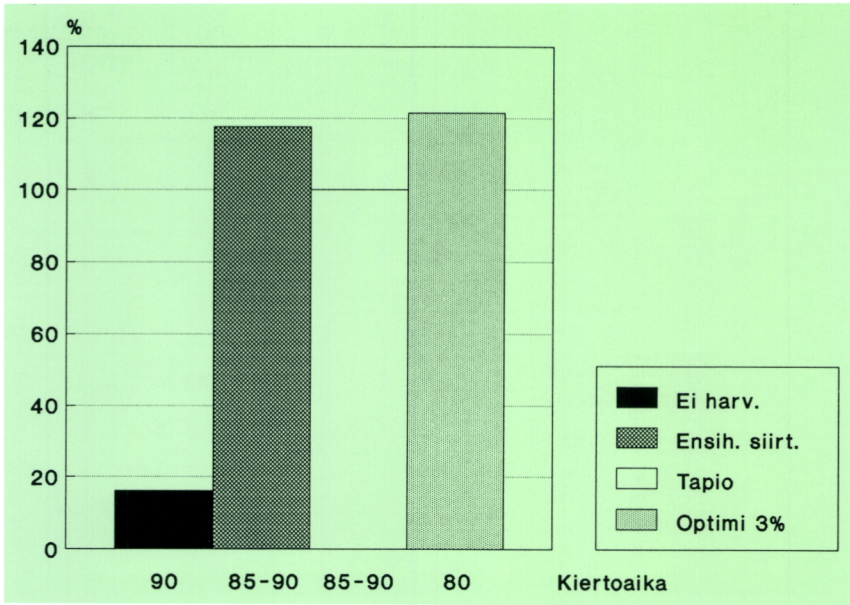
Tapion harvennusmalleja käytettäessä ensiharvennuksen siirtäminen myöhemmäksi oli käytetystä korkokannasta riippumatta edullisempi vaihtoehto kuin aikainen ensiharvennus.



Kuva 6/9. Kolmen prosentin suhteelliset tuottoarvot VT-männikössä, Kymi-Karjala.

Männikössä harvennukseton vaihtoehto oli kaikissa tapauksissa selvästi huonoin. Hakkuutulot ajoittuivat kiertoajan lopun päätehakkuuseen, minkä merkitystä lisää koron käyttö laskelmissa. Korkokannasta johtuen myös kiertoajan alussa olevien viljelykustannusten merkitys korostuu harventamattomassa vaihtoehdossa. Jos metsikön perustamiskustannukset jätetään laskelmista pois, harventamattoman vaihtoehdon edullisuus paranee muihin vaihtoehtoihin verrattuna. Vaihtoehtojen välistä edullisuusjärjestystä metsikön perustamiskustannukset eivät kuitenkaan muuta.

Harventamattoman vaihtoehdon edullisuutta vähensi myös metsikön hidastuva järeyskehitys ja suuri luonnonpoistuma. Järeyskehitys vaikutti sekä päätehakkuukertymän rakenteeseen että kiertoajan pituuteen. Männikön järeyskehitys hidas-

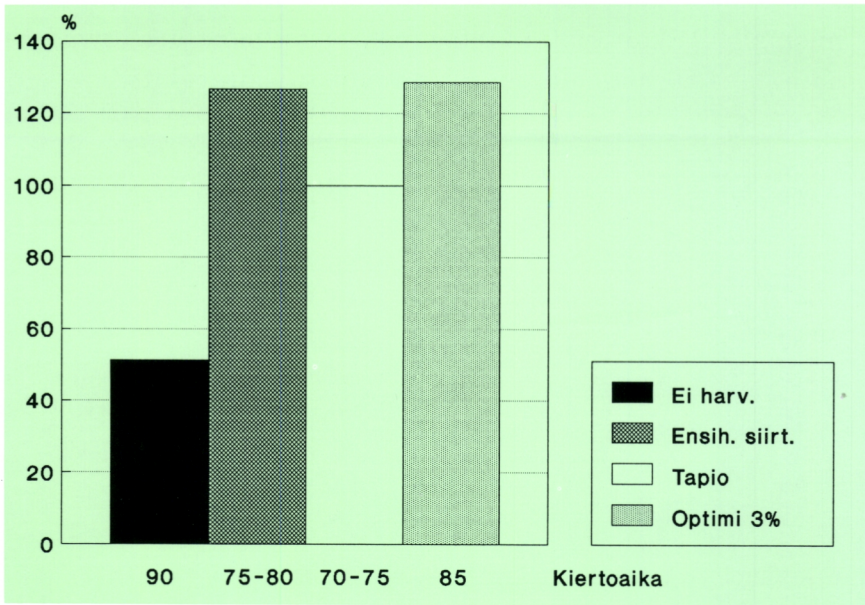


Kuva 6/10. Kolmen prosentin suhteelliset tuottoarvot VT-männikössä, Pohjanmaa - Keski-Suomi.

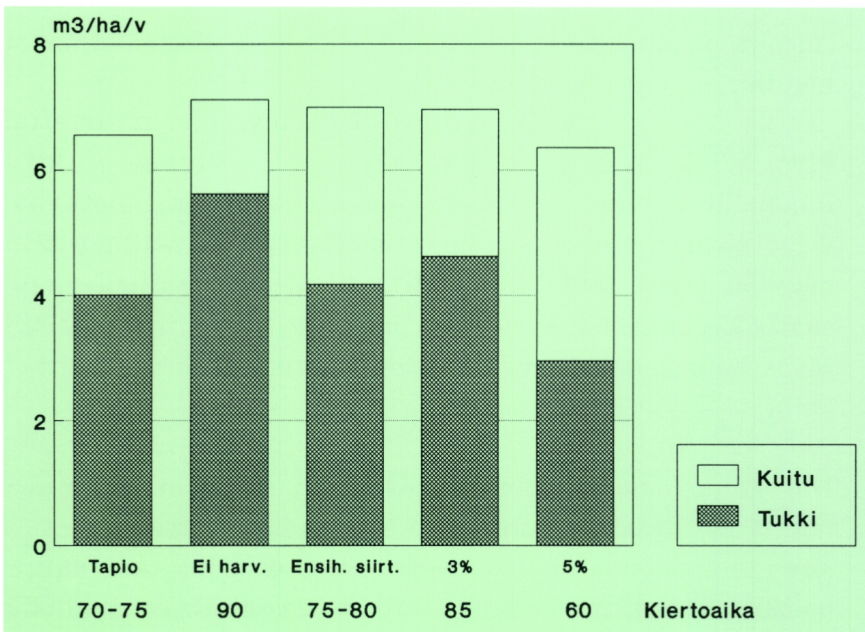
tui niin paljon, että päätehakkuu jouduttiin tekemään metsikön iän perusteella.

Myös MT-kuusikolla optimimallit ja ensiharvennuksen siirtäminen olivat tuottoarvolla mitaten parhaat vaihtoehdot (kuva 6/11). Kymi-Karjalan alueella kolmen prosentin mallin tuottoarvo oli lähes 30 % suurempi kuin Tapion mallien avulla saatu. Erot olivat suhteellisesti suuremmat kuin männiköissä. Myös kuusikoissa harventamaton vaihtoehto oli selvästi heikoin.

Harvennusten poisjättäminen ja kolmen prosentin harvennusmallit tuottivat MT-kuusikossa suurimmat hakkuukertymät, joten kuusikoissa luonnonpoistumalla ei ollut niin suurta merkitystä kuin männiköissä. Erot suhteessa Tapion malleilla saatuihin kertymiin olivat kuitenkin pienet (kuva 6/12). Viiden prosentin harvennusmalleilla hakkuukertymät olivat pienimmät. Lyhyen kiertoajan seurauksena viiden prosentin harven-



Kuva 6/11. Kolmen prosentin suhteelliset tuottoarvot MT-kuusikossa, Kymi-Karjala.



Kuva 6/12. Hakkuukertymät MT-kuusikossa, Kymi-Karjala.

nusmalleilla kuitupuun suhteellinen osuus hakkuukertymästä oli huomattavasti suurempi kuin muissa vaihtoehdoissa.

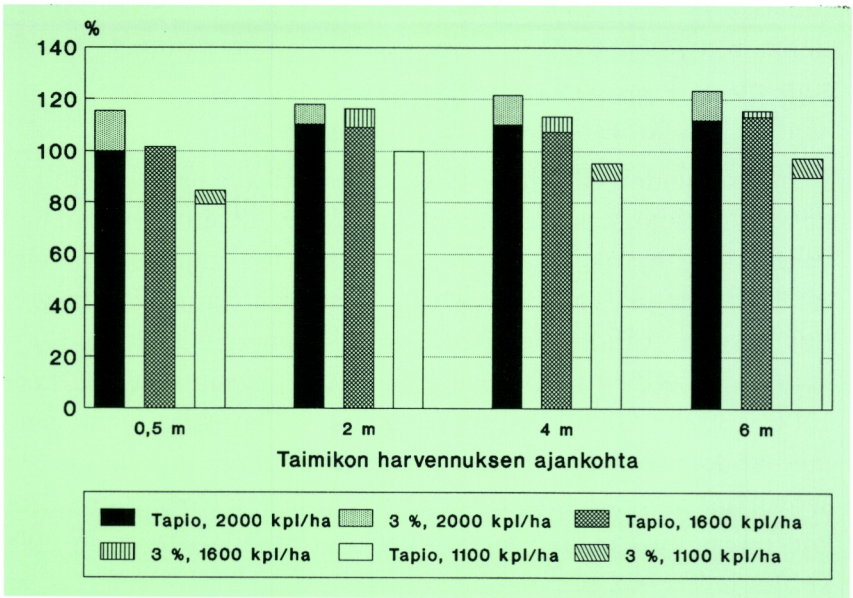
6.1.3 Taimikon harvennuksen ajankohta

Taimikonhoidon edullisuutta on tarkasteltava osana metsikön koko kiertoajan käsittelyohjelmaa. Optimaalisen taimikon harvennuksen ajankohdan ja voimakkuuden määrittämiseksi tutkittiin neljää vaihtoehtoista ajankohtaa (taimikon harvennus puolen, kahden, neljän ja kuuden metrin pituudella) ja kolmea ohjetiheyttä (tiheys taimikon harvennuksen jälkeen 1100, 1600 ja 2000 kpl/ha). Vertailussa käytettiin varttuneen metsän käsittelyssä Tapion harvennusmalleja ja kolmen prosentin harvennusmalleja. Vertailukohtana oli varhainen taimikon harvennus puolen metrin keskipituudella tiheyteen 2000 kpl/ha ja Tapion harvennusmallit.

Taimikot perustettiin istuttamalla mäntyä 2500 kpl/ha ja kuusta 2000 kpl/ha. Taimikoiden kehityksestä oletettiin, että viljely oli onnistunut hyvin ilman täydennysviljelyn tarvetta. Esitettävät tulokset koskevat ainoastaan taimikon harvennusta, jolla tarkoitetaan kasvatuskelpoisen puuston harventamista haluttuun tiheyteen. Kasvatuskelvottoman lehtipuuston poistaminen ja taimikon heinäys oletettiin tehdyksi ennen taimikon harvennusta.

VT-männikössä taimikon harvennuksen optimaalinen ajankohta oli kuuden metrin pituudella, mutta erot neljän ja kuuden metrin välillä olivat pienet (kuva 6/13). Näin myöhäinen taimikon harvennus kuitenkin edellyttää, että mahdollisesti syntyvä vesakko ei tätä ennen haittaa taimikon kehitystä. Yksi syy myöhäisen harvennuksen edullisuuteen on laskelmissa huomioitu korkokanta, jonka vuoksi taimikonhoitokustannusten merkitys on sitä pienempi mitä myöhemmin taimikon harvennus tehdään. Myöhäisessä vaiheessa ja suhteellisen lievänä

tehtyä taimikon harvennusta puoltavat myös männyn laatuseikat.

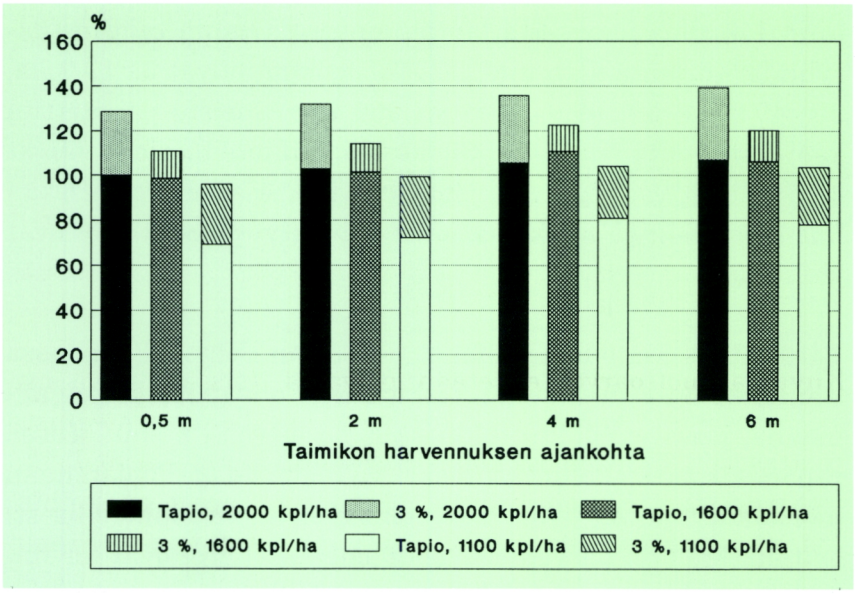


Kuva 6/13. Taimikonharvennuksen optimaalinen ajankohta VT-männikössä, Kymi-Karjala.

Kuvassa tuottoarvot esitetään pylväinä, joissa alempi osa kuvaa Tapion harvennusmallien avulla saatavaa suhteellista tuottoarvoa ja ylempi osa kolmen prosentin harvennusmalleilla saatavaa tuottoarvon lisäystä suhteessa Tapion malleihin. Taimikon harvennuksen ajankohdasta ja tiheydestä riippumatta optimiharvennusmalleilla metsikön tuottoarvo oli aina suurempi kuin Tapion malleilla. Taimikon harvennuksen ajankohtaa tärkeämpi seikka oli jäävä runkoluku. Puustopääomaa ei saa päästää liian alhaiseksi kasvutappioiden välttämiseksi. Voimakkain harvennus (runkoluku 1100 kpl/ha) oli selvästi heikoin vaihtoehto, koska pienen puustopääoman vuoksi harvennukset ja harvennustulot siirtyivät myöhempiin ajankohtiin.

Myös MT-kuusikossa metsikön tuottoarvo kasvoi siirrettäessä taimikon harvennusta myöhäisempään ajankohtaan (kuva 6/14). Paras vaihtoehto oli siirtää taimikon harvennus kuuden

metrin pituusvaiheeseen asti. Tällöinkään puustopääomaa ei saanut päästää liian alas, vaan optimaalisin tiheys oli myös kuusikossa 2000 kpl/ha. Siirtyminen tiheyteen 1600 kpl/ha alensi metsikön tuottoa suhteellisesti enemmän kuusikossa kuin männikössä, joissa luonnonpoistuman merkitys oli suurempi. Myös kuusikossa jäävä runkoluku 1100 kpl/ha merkitsi selviä tuottotappioita. Pienen luonnonpoistuman vuoksi taimikon harvennus kannattaa tehdä kuusikossa lievänä ja alentaa puuston runkolukua suhteellisen voimakkaasti vasta ensimmäisessä harvennuksessa. Näin menetellen varmistetaan ensiharvennuksen riittävä hakkuukertymä.



Kuva 6/14. Taimikonharvennuksen optimaalinen ajankohta MT-kuusikossa, Kymi-Karjala.

6.2 Edullisuus metsälötasolla

6.2.1 Harvennusohjelmat

Tutkimuksessa laadittuja harvennusmalleja testattiin myös metsälötasolla. Vertailut tehtiin tilaryhmittäin ja alueittain (metsälautakunta) suhteen. Perusaineistona olivat Satakunnan, Pohjois-Karjalan ja Keski-Pohjanmaan metsälautakuntien tilat, joilla oli metsätaloussuunnitelma.

Perusaineistosta valittiin otannan avulla lopulliseen tarkasteluun 115 tilaa jokaisesta lautakunnasta. Otanta tehtiin tilaryhmittäin pinta-alan mukaan. Tilaryhmät olivat 5...19,9 ha, 20...49,9 ha, 50...99,9 ha ja yli 100 ha. Aineisto päivitettiin kasvujen osalta vuoteen 1990, koska suunnitelmatiedot olivat 4...5 vuotta vanhoja. Aineiston päivityksessä ei voitu ottaa huomioon tehtyjä hakkuita, joten päivitetyt puustotiedot ovat yliarvioita.

Tässä otoksessa puustoisimmat tilat olivat Pohjois-Karjalassa (taulukko 6-3). Pienimmät keskipuustot olivat Keski-Pohjanmaalla, jossa varsinkin tukkiosuus oli selvästi pienin. Tässä raportissa tarkastelun kohteeksi valittiin Keski-Pohjanmaan metsälautakunta, jossa harvennusmetsiä on suhteellisesti eniten. Siten eri harvennusohjelmien väliset erot ovat selvimmin tulkittavissa.

Taulukko 6-3. Tilaryhmään 20...49,9 ha kuuluvien tilojen lähtötietoja eri metsälautakunnissa.

	Satakunta	Pohjois-Karjala	Keski-Pohjanmaa
Pinta-ala, ha	34	34	31
Tilavuus, m^3/ha	159	162	132
-tukki	66	67	42
-kuitu	86	89	83

Eri tilaryhmien puuston keskitunnuksia Satakunnan metsälautakunnan alueelta on esitetty taulukossa 6-4. Suurimmat keskipuustot olivat pienimmillä tiloilla. Koska metsälöiden keskipinta-ala on Suomessa n. 31 ha, tässä keskitytään tilaryhmän 20...49,9 ha tulosten tarkasteluun.

Taulukko 6-4. Eri tilaryhmiin kuuluvien tilojen lähtötietoja Keski-Pohjanmaan metsälautakunnassa.

	5...20 ha	20...50 ha	50...100 ha	yli 100 ha
Pinta-ala, ha	11	31	68	142
Tilavuus, m^3/ha	154	132	127	128
-tukki	32	42	42	31
-kuitu	115	83	78	88

Harvennusohjelmien vertailua varten tarvittavat simuloinnit tehtiin MELA-järjestelmällä 40 vuodelle (1990-2030). Erilaisia simulointeja oli yhteensä viisi:

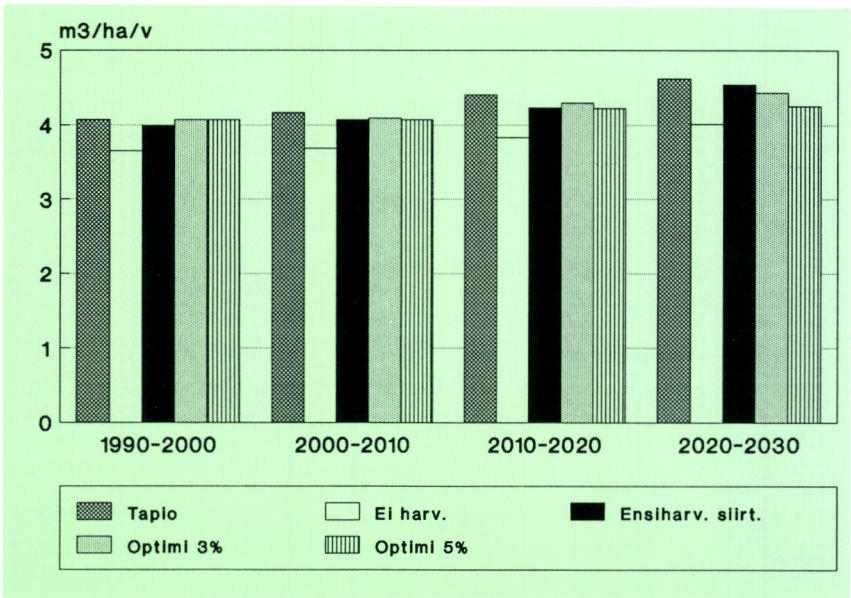
Ohjelma I Tapion harvennusmallit.
Ohjelma II Ei harvennuksia.
Ohjelma III Ensiharvennuksen siirtäminen 13 metrin keskipituudelle (myöhemmät harvennukset Tapion harvennusmallien mukaan).
Ohjelma IV Optimiharvennusmallit korolla kolme prosenttia.
Ohjelma V Optimiharvennusmallit korolla viisi prosenttia.

Optimoinneissa tavoitteena käytettiin alkutuottoarvon maksimointia kolmen prosentin korolla. Alkutuottoarvon maksimoinnilla pyrittiin mahdollisimman suuriin nettotuloihin ja hakkuukertymiin. Peräkkäisten kausien hakkuukertymien ja nettotulojen oli oltava vähintään yhtä suuret. Lisäksi lopputuottoarvo oli oltava tarkastelukauden lopussa vähintään yhtä

suuri kuin alkutuottoarvo. Tällä estettiin puustopääoman romahtaminen.

Tasaisilla tai nousevilla hakkuukertymillä ja nettotuloilla kuvataan kestävän metsätalouden periaatetta. Tämä ohjelma kuvaa hyvin sellaisen metsänomistajan käyttäytymistä, joka toimii kestävästi liiketaloudellisin periaattein.

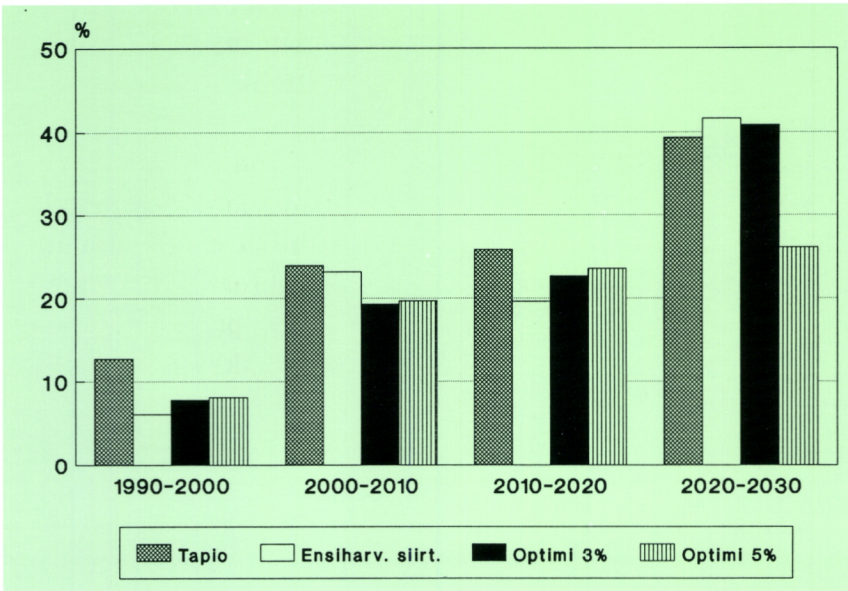
Suurimmat hakkuukertymät tarkastelujakson aikana saavutettiin Tapion ohjeilla (kuva 6/15). Ensimmäisellä kaudella hakkuukertymät olivat lähes samat kaikissa ohjelmissa lukuun ottamatta harvennuksetonta vaihtoehtoa. Tässä ohjelmassa kokonaiskertymä oli pienin, koska päätehakkuissa sama tulotavoite saavutetaan pienemmillä hakkuukertymillä kuin harvennushakkuissa.



Kuva 6/15. Hakkuukertymien kehitys vuosina 1990-2030.

Harvennusten osuus hakkuukertymästä nousi voimakkaasti tarkastelujakson loppua kohden (kuva 6/16). Koska tavoitemuuttujana oli alkutuottoarvon maksimointi, päätehakkuita tehtiin suhteellisesti eniten ensimmäisellä kaudella. Tapion

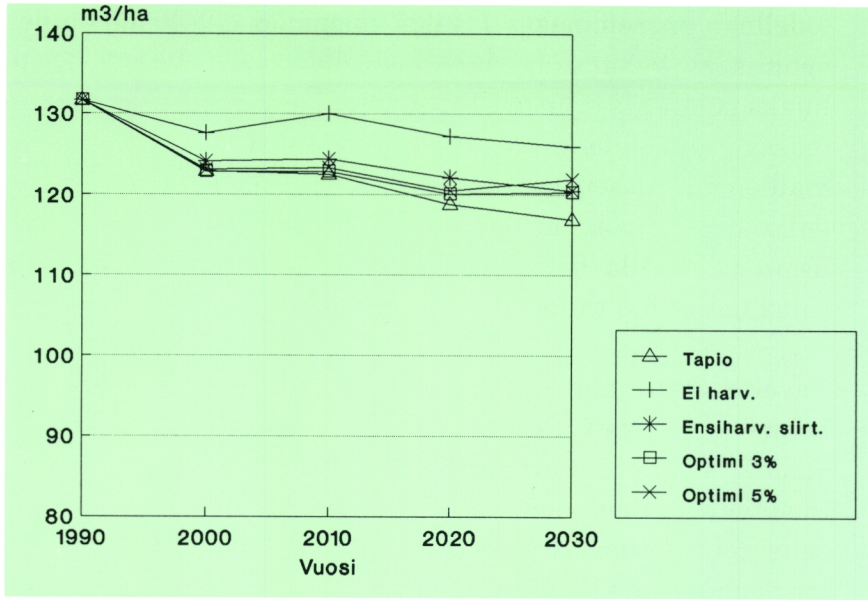
ohjeilla harvennushakkuiden suhteellinen osuus oli suurin viimeistä kautta lukuun ottamatta. Harvennushakkuiden osuus koko hakkuukertymästä oli 40 vuoden aikana keskimäärin 20...25 % ohjelmasta riippuen.



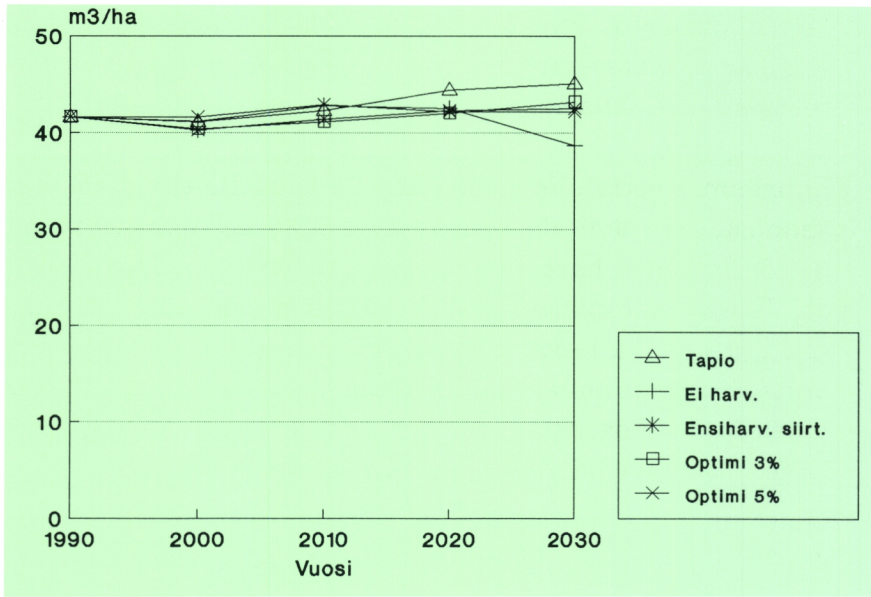
Kuva 6/16. Harvennusten osuus hakkuukertymästä vuosina 1990-2030.

Kaikissa ohjelmissa lopputilavuus oli alkutilavuutta pienempi (kuva 6/17). Suurin lopputilavuus oli harvennuksettomassa vaihtoehdossa. Koska lopputuottoarvon täytyi olla vähintään yhtä suuri kuin alkutuottoarvo, niin harventamatta jättämisen pienentäessä metsän tuottokykyä (arvokasvua) sama tuotto saavutettiin ainoastaan suuremmalla puustopääomalla. Tämä pienensi luonnollisesti hakkuumahdollisuuksia tarkastelujakson aikana. Pienin loppupuusto ja suurin tukkitilavuus tarkastelujakson lopussa saavutettiin Tapion ohjeilla (kuva 6/18). Pienin tukkitilavuus oli harvennuksettomassa vaihtoehdossa. Muissa ohjelmissa tukkipuun määrä oli 40 vuoden kuluttua lähes sama kuin alkutilanteessa.

Luonnonpoistuma oli suurimmillaan ensimmäisellä kaudella. Koska aineiston päivityksessä ei voitu ottaa huomioon tehtyjä



Kuva 6/17. Tilavuuden kehitys vuosina 1990-2030.

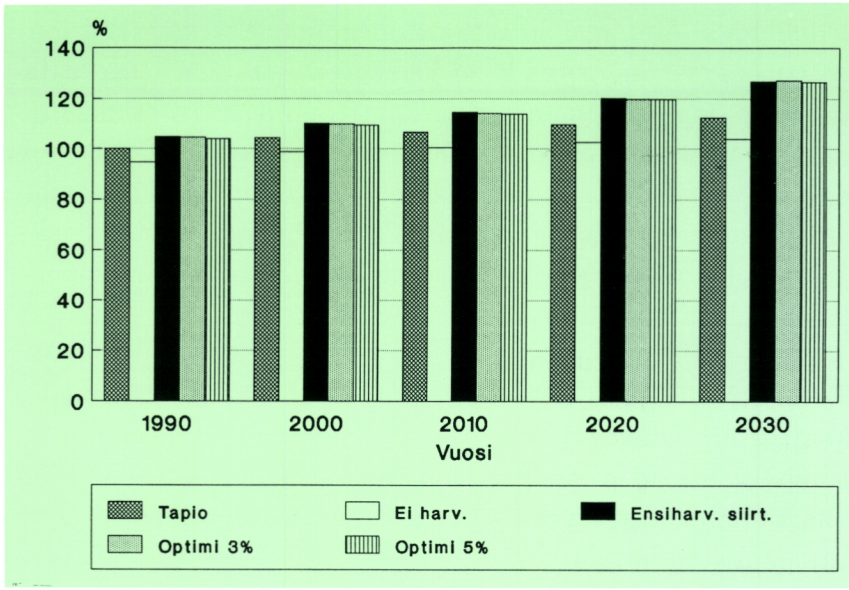


Kuva 6/18. Tukkitilavuuden kehitys vuosina 1990-2030.

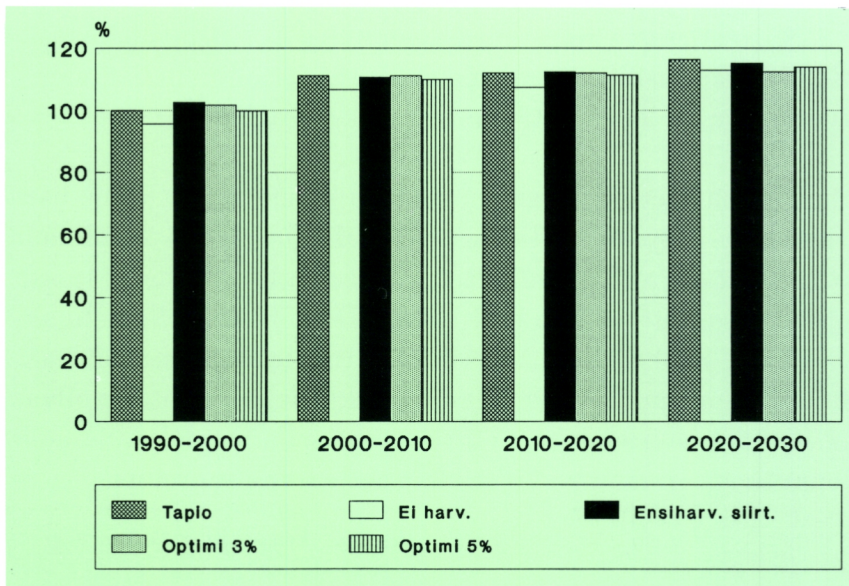
hakkuita, ensimmäisellä kaudella luonnonpoistuma nousi todellista suuremmaksi. Lisäksi ensimmäisellä kaudella harvennuskertymien osuus koko kertymästä oli pieni. Tarkastelujakson lopussa luonnonpoistuma kasvoi harvennuksettomassa vaihtoehdossa lähes nelinkertaiseksi verrattuna Tapion mallien mukaiseen metsien käsittelyyn. Tapion harvennusmalleilla luonnonpoistuman osuus oli ohjelmista pienin, koska usein toistuvilla harvennushakkuilla kerättiin luonnonpoistuma parhaiten talteen.

Tavoitemuuttujana käytetyn tuottoarvon (kolme prosenttia) kehitys on esitetty kuvassa 6/19. Suurin alkutuottoarvo oli ensiharvennuksen siirtämisohjelmassa. Tosin optimiharvennusmalleilla tuottoarvo oli lähes sama. Pienin alkutuottoarvo saavutettiin harvennuksettomassa vaihtoehdossa. Tapion harvennusmalleilla alkutuottoarvo oli n. viisi prosenttiyksikköä pienempi kuin ensiharvennuksen siirrolla saatu. Tarkastelujakson lopussa tuottoarvot olivat kasvaneet. Harvennuksettoman vaihtoehdon tuottoarvo oli yli 20 % ja Tapion vaihtoehdon 10 % pienempi kuin ensiharvennuksen siirto-ohjelmassa. Ensiharvennusten siirto -ohjelmassa ja optimimalleilla lopputuottoarvo oli lähes yhtä suuri.

Suurimmat nettotulot ensimmäisellä kaudella olivat ensiharvennusten siirtämisohjelmassa (kuva 6/20). Selvästi pienimmät nettotulot olivat harvennuksettomassa vaihtoehdossa. Muissa ohjelmissa nettotulojen erot olivat pienet koko tarkastelujakson ajan. Koska laskelmissa haettiin suurinta kestävää hakkuukertymäsuunnitetta, viimeisellä kaudella nettotulot olivat lähes 15 % suuremmat kuin ensimmäisellä kaudella. Samoin lopputuottoarvo oli yli 20 % alkutuottoarvoa suurempi.



Kuva 6/19. Tuottoarvon kehitys vuosina 1990-2030.

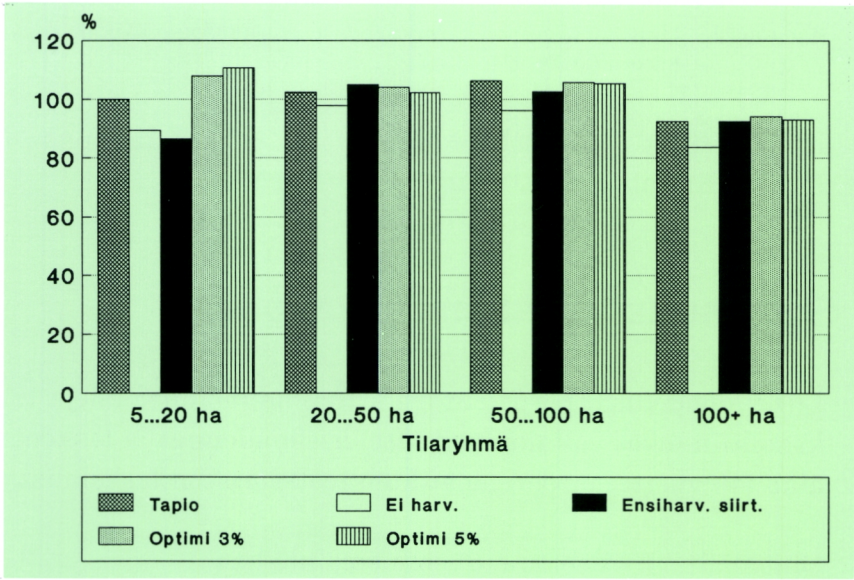


Kuva 6/20. Nettotulojen kehitys vuosina 1990-2030.

6.2.2 Tilaryhmien ja alueiden väliset vertailut

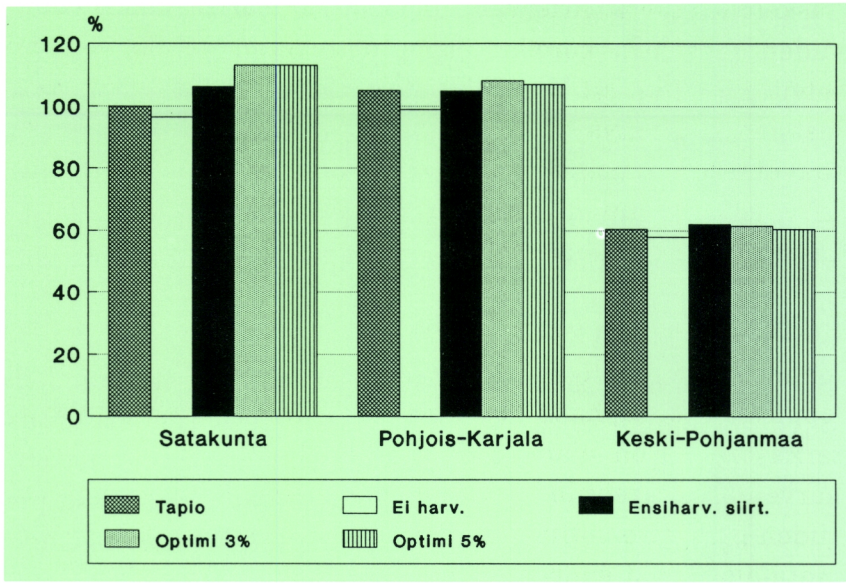
Tulokset kaikissa tilaryhmissä olivat samansuuntaisia. Erot eri ohjelmien välillä olivat pienimmät suurilla tiloilla ja vastaavasti suurimmat pienillä tiloilla. Pienillä tiloilla lähtöpuusto vaikuttaa olennaisesti ohjelmien välisiin eroihin, koska vähäisellä metsikkömäärällä ei ole käsittelyvaihtoehtoja yhtä paljon kuin isoilla tiloilla.

Suurimmat nettotulomahdollisuudet ensimmäisellä kaudella olivat pienimmässä tilaryhmässä viiden prosentin harvennusmalleilla (kuva 6/21). Ero Tapion malleilla saatuihin nettotuloihin oli yli 10 %. Muissa tilaryhmissä erot olivat hyvin pieniä. Pienimmät hehtaarikohtaiset nettotulomahdollisuudet olivat suurimmilla tiloilla.



Kuva 6/21. Tilaryhmien välinen vertailu ensimmäisen kauden nettotulojen avulla, Keski-Pohjanmaan metsälautakunta.

Satakunnassa optimiharvennusmallit antoivat selvästi suurimmat nettotulot. Nettotulot olivat yli 10 % suuremmat kuin Tapion malleilla saadut (kuva 6/22). Muissa lautakunnissa harvennusohjelmien väliset erot olivat pienet. Keski-Pohjan-



Kuva 6/22. Metsälautakuntien välinen vertailu ensimmäisen kauden nettotulojen avulla, tilaryhmä 20...49,9 ha.

maalla nettotulomahdollisuudet olivat n. 60 % Satakunnan ja Pohjois-Karjalan nettotulomahdollisuuksista.

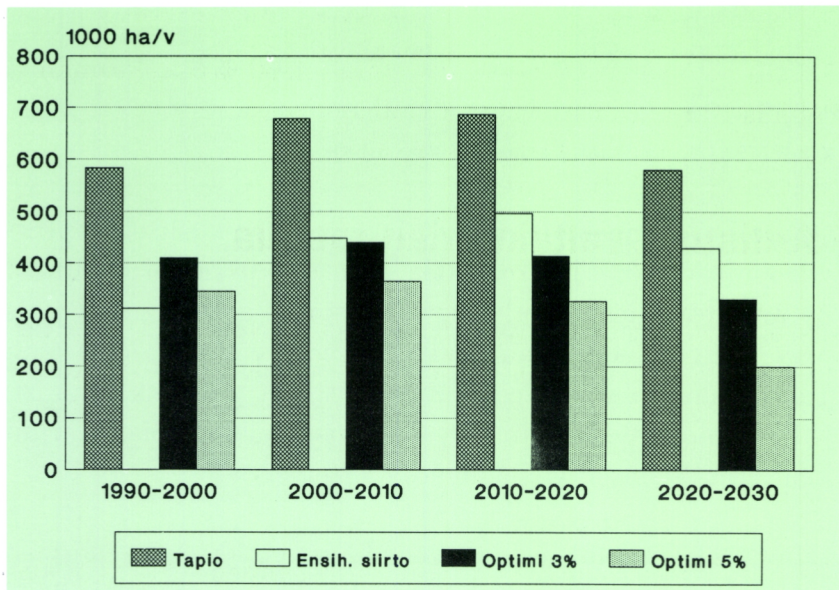
6.3 Edullisuus valtakunnan tasolla

Liiketaloudellisin perustein laadittuja harvennusmalleja tarkasteltiin myös valtakunnan tasolla. Simuloinnit ja laskenta-aika (40 vuotta) olivat samat kuin metsälötason laskelmissa:

Ohjelma I	Tapion harvennusmallit.
Ohjelma II	Ei harvennuksia.
Ohjelma III	Ensiharvennuksen siirtäminen 13 metrin keskipituudelle (myöhemmät harvennukset Tapion harvennusmallien mukaan).
Ohjelma IV	Optimiharvennusmallit korolla kolme prosenttia.
Ohjelma V	Optimiharvennusmallit korolla viisi prosenttia.

Laskelmien tavoitteeksi valittiin lopputuottoarvon maksimointi viiden prosentin korolla. Lopputuottoarvon avulla voidaan selvittää, miten eri harvennusstrategiat vaikuttavat Suomen metsien tuottokykyyn ja millä toimenpiteillä lopputavoite saavutetaan. Rajoitteena käytettiin minimikertymää 55 milj. m^3/v, joka on suunnilleen nykyinen metsäteollisuuden puunkäyttö normaalisuhdanteessa.

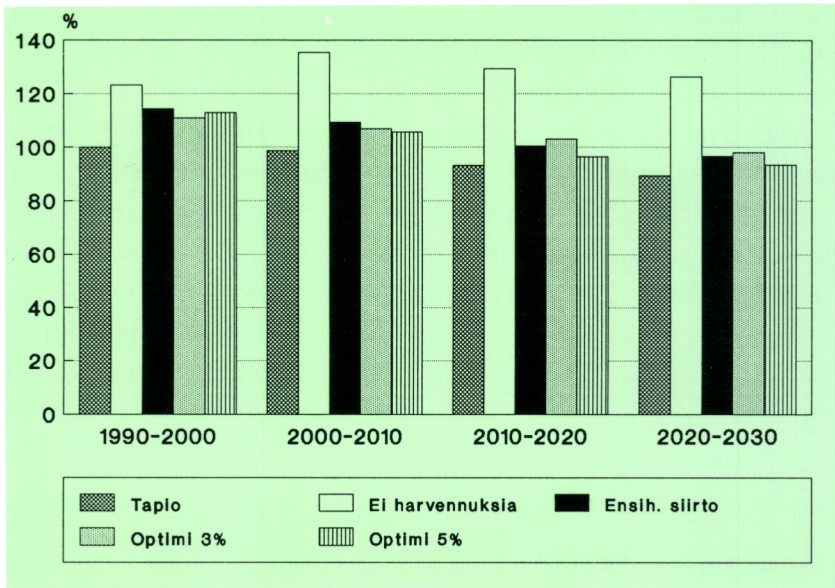
Koska kyseessä oli lopputuottoarvon maksimointi eli pyrkimys mahdollisemman hyvään metsien taloudelliseen tuottokykyyn lopputilanteessa, hakkuut olivat kaikissa vaihtoehdoissa koko tarkastelujakson ajan minimissään (55 milj. m^3/v). Eniten harvennuksia tehtiin Tapion harvennusmalleilla ja vähiten viiden prosentin optimimalleilla. Tapion malleilla harvennuspinta-alat olivat suurimmillaan lähes kolminkertaiset verrattuna optimiharvennusmallien mukaiseen metsien käsittelyyn(kuva 6/23).



Kuva 6/23. Harvennuspinta-alojen kehitys vuosina 1990-2030.

Nettotulot olivat suurimmat tänä aikana harvennuksettomassa ohjelmassa, koska hakkuut olivat pelkästään uudistushak-

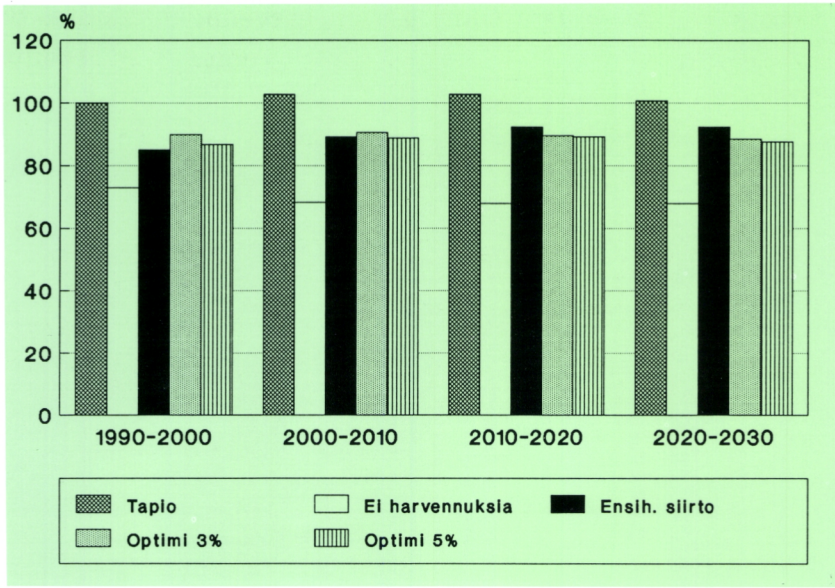
kuita (kuva 6/24). Tapion malleilla nettotulot olivat pienimmät, koska hakkuista suuri osa oli harvennushakkuita. Samasta syystä korjuukustannukset olivat Tapion ohjeilla reilusti suurimmat (kuva 6/25).



Kuva 6/24. Nettotulojen kehitys vuosina 1990-2030.

Optimiharvennusmallien mukainen metsien käsittely johti 40 vuoden aikana 5...10 prosenttia korkeampiin nettotuloihin, yli 30 prosenttia pienempiin harvennuspinta-aloihin ja alle viisi prosenttia alhaisempaan tuottoarvoon vuonna 2030 kuin Tapion harvennusmalleilla. Erot johtuivat voimakkaammista ja harvemmin tehtävistä harvennuksista, pienemmistä korjuukustannuksista ja lyhyemmistä kiertoajoista.

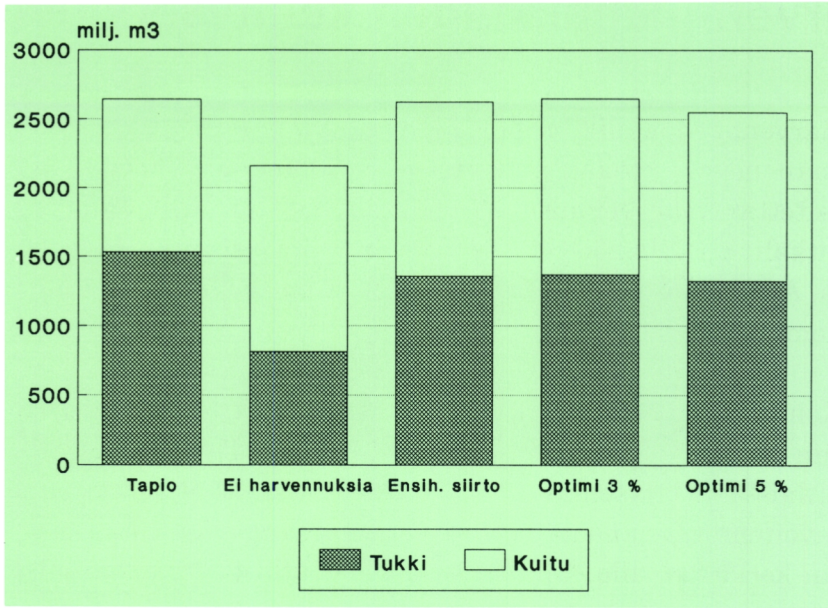
Tilavuus kasvoi 40 vuoden aikana harvennuksetonta vaihtoehtoa lukuunottamatta yli 2.5 mrd. kuutiometriin (kuva 6/26). Puustopääoma kasvoi siis lähes miljardilla kuutiometrillä. Harventamattomuus johti lähes puolen miljardin kuutiometrin tilavuustappioon, koska luonnonpoistuma nousi moninkertaiseksi verrattuna muihin ohjelmiin. Samalla tukkiosuus romahti lähes puoleen. Lopputilanteessa Tapion ohjeilla tukkitila-



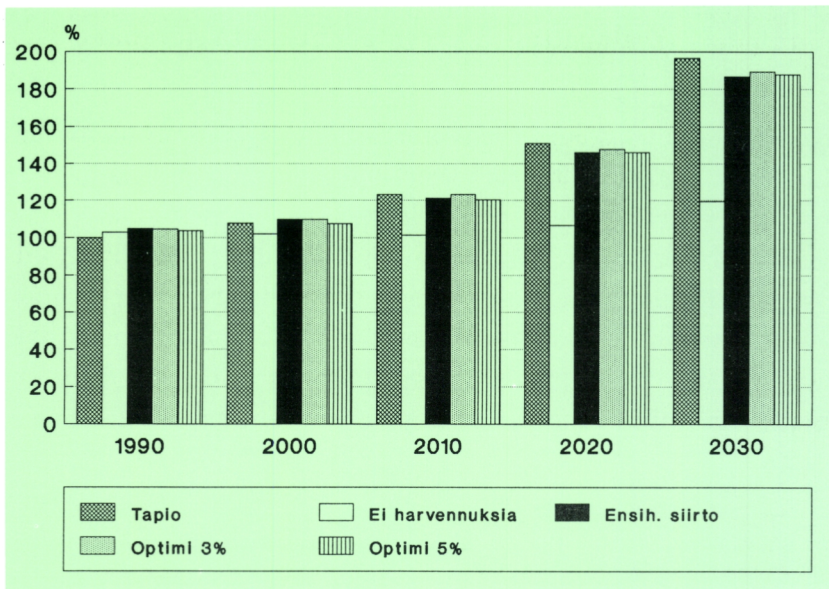
Kuva 6/25. Korjuukustannusten kehitys vuosina 1990-2030.

vuus oli selvästi suurin, mikä johtui usein toistuvista harvennuksista ja pitkistä kiertoajoista.

Suurin lopputuottoarvo saavutettiin Tapion harvennusmalleilla (kuva 6/27). Erot optimiharvennusmallien ja ensiharvennuksen siirron välillä olivat kuitenkin hyvin pienet. Esim. viiden prosentin mallien mukainen tuottoarvo oli vain n. viisi prosenttia pienempi kuin Tapion malleilla. Selvästi huonoin vaihtoehto oli kokonaan harventamatta jättäminen, joka aiheutti suuret tappiot. Lopputuottoarvo oli 140 mrd. mk pienempi kuin toimittaessa Tapion harvennusmalleilla.



Kuva 6/26. Puuston rakenne vuonna 2030.



Kuva 6/27. Tuottoarvon kehitys vuosina 1990-2030.

7 Harvennushakkuiden kehitysennusteet

Harvennushakkuille ei yleensä laadita omia kehitysennusteita, vaan ne ovat osana sovittua puuntuotanto-ohjelmaa. Tässä esitettävät harvennushakkuiden kehitysennusteet laadittiin pitkälti METSÄ 2000 -ohjelman mukaisilla laskentaperiaatteilla. Ainoastaan harvennushakkuiden osuutta tarkasteltiin tarkemmin.

Kehitysennusteita varten Suomen metsien kehitystä simuloitiin 40 vuotta (1990-2030). Optimoinnin avulla laadittiin neljä erilaista kehitysennustetta, joissa kaikissa maksimoitavana tavoitemuuttujana käytettiin alkutuottoarvoa kolmen prosentin korkokannalla. Ohjelmissa I ja II tutkittiin hakkuiden ja puuston kehitystä, kun hakkuiden oli vastattava laskelmissa sovelletun kysyntäennusteen mukaista hakkuukertymää ja kertymän rakennetta. Laskelmissa käytettiin Pöyryn metsäteollisuustuotteiden markkinoilta johdettua ensisijaisen raakapuun puutavaralajeittaista kysyntäennustetta (taulukko 7-1).

Taulukko 7-1. Puutavaralajeittainen ensisijaisen käyttöpuun kysyntäennuste vuosina 1995-2005 (1000 m^3).

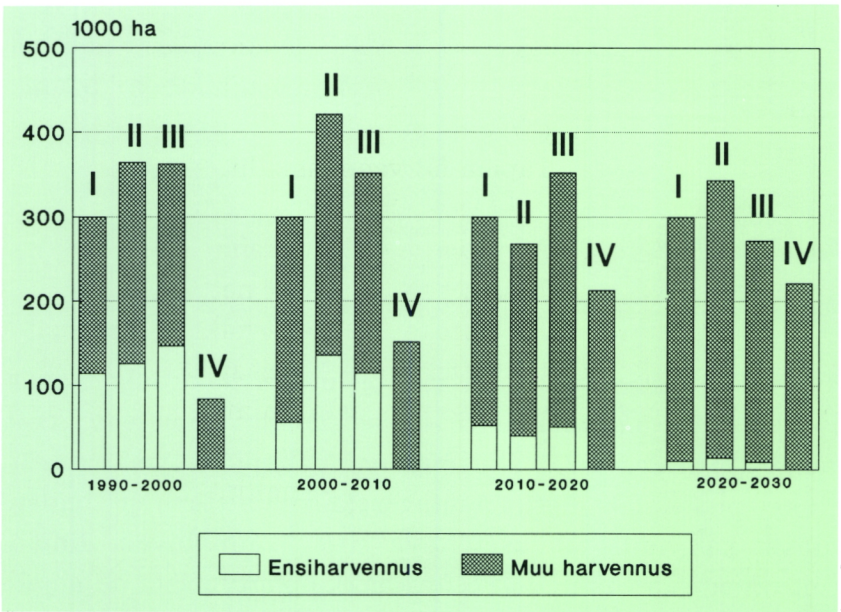
	1995	2000	2005
Kuusitukki	10293	10173	10065
Mäntytukki	9264	9162	9071
Koivutukki	1534	1400	1315
Muu lehtitukki	70	70	70
Kuusikuitu	11871	12078	13965
Mäntykuitu	14010	14953	15719
Koivukuitu	10742	11864	12955
Muu lehtikuitu	630	679	735
Yhteensä	58146	61279	63895

Laaditut ohjelmat olivat seuraavat:

Ohjelma I	Alkutuottoarvon maksimointi (3 %). Rajoitteina Pöyryn puutavaralajikohtaiset kertymätavoitteet (1995 ja 2005). Kahtena viimeisenä kautena kokonaiskysynnän kasvun oletettiin jatkuvan samana, joten kolmannella kaudella hakkuukertymärajoitteena oli 70 milj. m^3/v ja neljännellä 75 milj. m^3/v. Harvennuspinta-ala sai olla maksimissaan 300 000 ha/v. Tapion harvennusmallit.
Ohjelma II	Alkutuottoarvon maksimointi (3 %). Rajoitteina Pöyryn puulajikohtaiset kertymätavoitteet (1995 ja 2005). Kolmannella kaudella hakkuukertymärajoite 70 milj. m^3/v ja neljännellä 75 milj. m^3/v. Tapion harvennusmallit.
Ohjelma III	Alkutuottoarvon maksimointi (3 %). Tasaiset tai nousevat nettotulot. Tasaiset tai nousevat hakkuukertymät. Uudistuspinta-alat tasaiset. Lopputuottoarvo vähintään yhtä suuri kuin alkutuottoarvo. Tapion harvennusmallit.
Ohjelma IV	Alkutuottoarvon maksimointi (3 %). Samat rajoitteet kuin ohjelmassa III. Kolmen prosentin optimiharvennusmallit.

Ohjelmat I ja II olivat realistisempia kuin ohjelmat III ja IV raakapuun kysyntäennusteen vuoksi. Ohjelmassa II raakapuun kysyntäennustetta sovellettiin puulajikohtaisena. Ohjelmissa III ja IV haettiin suurimpia mahdollisia hakkuukertymiä vaarantamatta kuitenkaan tulevaisuuden puuntuotantoa. Suurin kestävä kertymäsuunnite laskettiin kahdella eri harvennusmallilla.

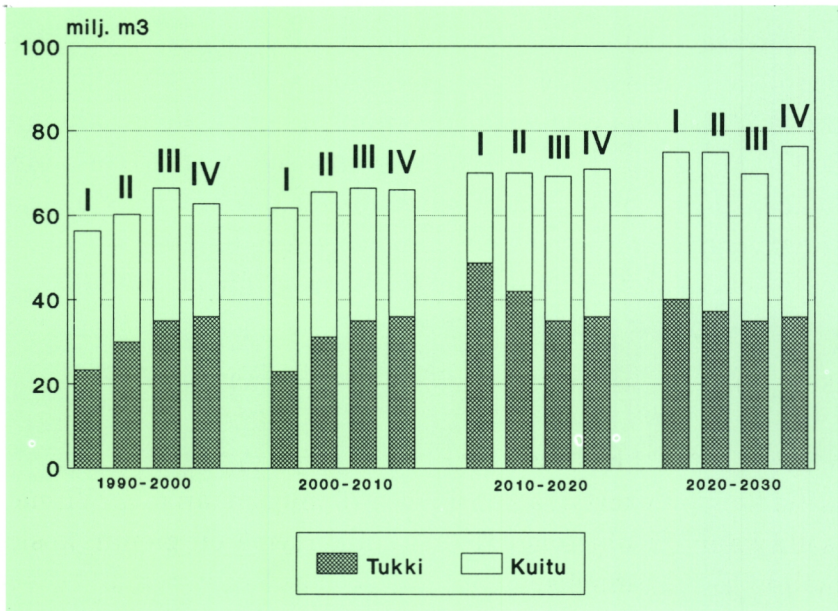
Puutavaralajikohtaista kysyntäennustetta käytettäessä harvennusalat asettuivat rajoitteen ylärajalle eli 300 000 ha/v (kuva 7/1). Ilman rajoitetta harvennushakkuuala olisi ollut yli 600 000 ha/v. Kuitukertymävaatimuksen vuoksi hakkuut kohdentuivat voimakkaasti harvennushakkuihin. Ohjelmassa II harvennuspinta-ala oli ensimmäisellä kaudella 364 000 ha/v ja toisella 421 000 ha/v, kun rajoitteena olivat puulajikohtainen kysyntäennuste.



Kuva 7/1. Harvennuspinta-alat ohjelmissa I-IV vuosina 1990-2030.

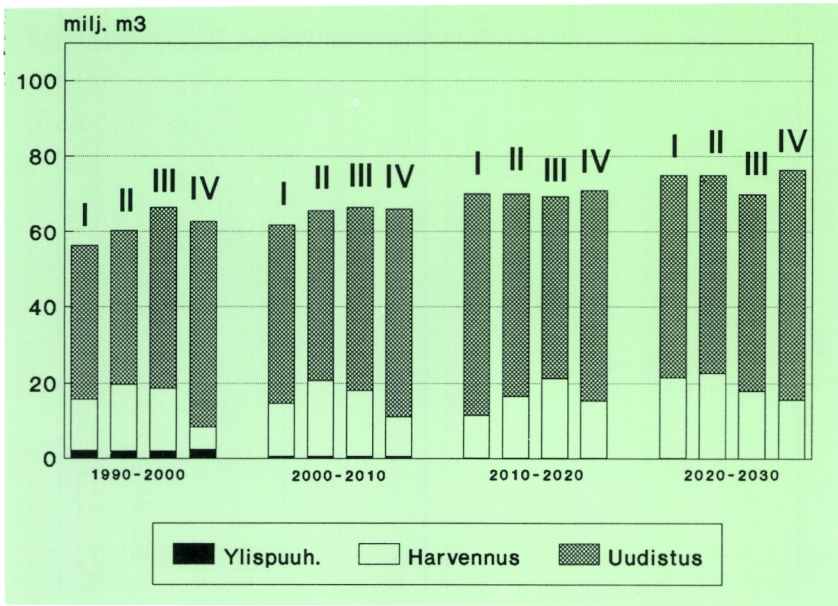
Tapion harvennusmalleilla tehtiin huomattavasti enemmän harvennushakkuita kuin kolmen prosentin optimiharvennus-

malleilla. Ohjelmassa III, jossa haettiin suurimpia kestäviä hakkuukertymiä Tapion harvennusmalleilla, harvennuspinta-alat olivat kolmena ensimmäisenä kautena yli 300 000 ha/v. Kolmen prosentin optimimalleja käytettäessä harvennuspinta-alat olivat selvästi pienimmät erityisesti tarkastelujakson alussa. Vuotuiset harvennusalat nousivat ensimmäisen kauden 84 000 hehtaarista viimeisen kauden 221 000 hehtaariin.



Kuva 7/2. Hakkuukertymien kehitys ohjelmissa I-IV vuosina 1990-2030.

Kysyntäennusteen mukaisissa ohjelmissa hakkuukertymät kasvoivat 60 miljoonasta 75 miljoonaan m^3/v vuoteen 2030 mennessä (kuva 7/2). Ohjelmassa I hakkuukertymät olivat hiukan pienemmät, koska puutavaralajikohtaisten rajoitteiden vuoksi kertymille oli asetettava tietty vaihteluväli. Ilman kuiturajoitetta tukkipuun osuus hakkuukertymästä oli ohjelmassa II huomattavasti suurempi kuin ohjelmassa I kahden ensimmäisen kauden aikana. Koska Pöyryn kysyntäennuste ulottui vain vuoteen 2005, tukkisuma alkoi purkaantua kahtena viimeisenä kautena ilman puutavaralajikohtaista rajoitetta.



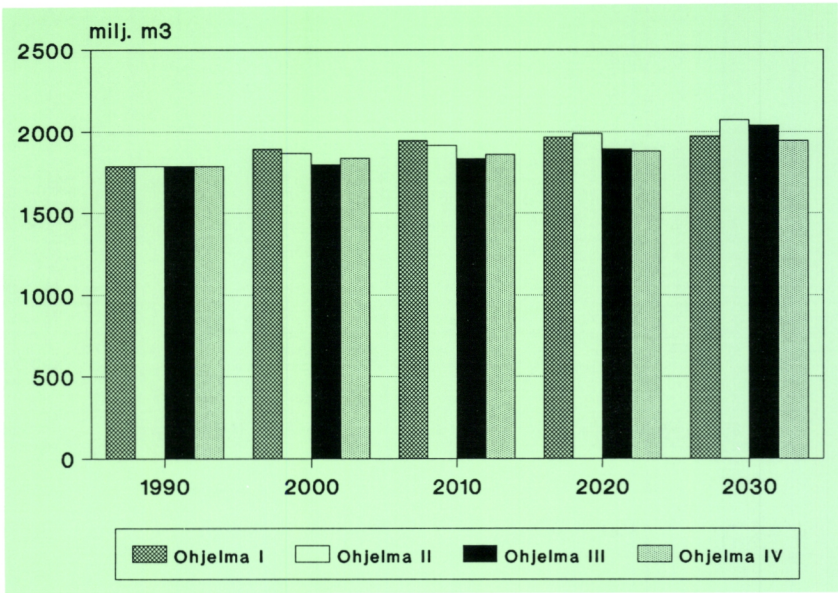
Kuva 7/3. Hakkuukertymät hakkuutavoittain vuosina 1990-2030.

Ohjelmassa III hakkuukertymien kehitys oli tasainen. Viimeisellä kaudella kertymä nousi lähes 70 miljoonaan m^3/v. Viimeisellä kaudella ohjelman III hakkuukertymä oli pienin, koska kahdella ensimmäisellä kaudella hakkuukertymät olivat suuremmat kuin muissa ohjelmissa.

Ohjelmassa I harvennushakkuukertymät olivat pienemmät kuin ohjelmassa II, koska ohjelmassa I rajoitettiin harvennuspinta-alaa (kuva 7/3). Ohjelmassa IV harvennuskertymät olivat keskimäärin pienimmät. Optimiharvennusmalleilla harvennukset tehtiin voimakkaampina ja harvemmin kuin Tapion harvennusmalleilla. Lisäksi lyhyiden kiertoaikojen vuoksi harvennushakkuita voitiin korvata avohakkuilla enemmän kuin ohjelmassa III.

Kaikissa ohjelmissa puuston tilavuus vuonna 2030 oli vähintään 150 miljoonaa kuutiometriä nykytilavuutta suurempi (kuva 7/4). Suurin lopputilavuus eli 2,075 mrd. m^3 saavutettiin

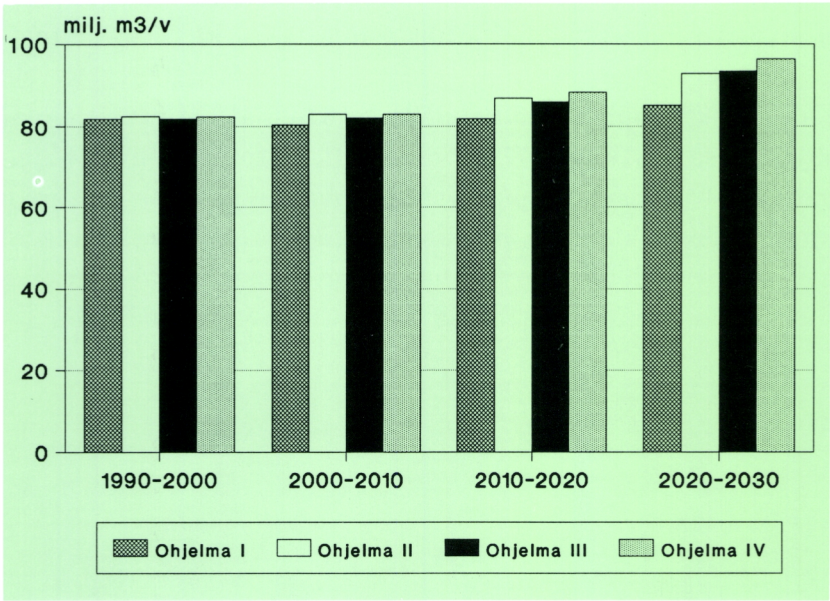
ohjelmassa II. Tasaisin tilavuuden kehitys oli ohjelmassa IV, mikä johtui suurimmista hakkuukertymistä kahdella viimeisellä kaudella.



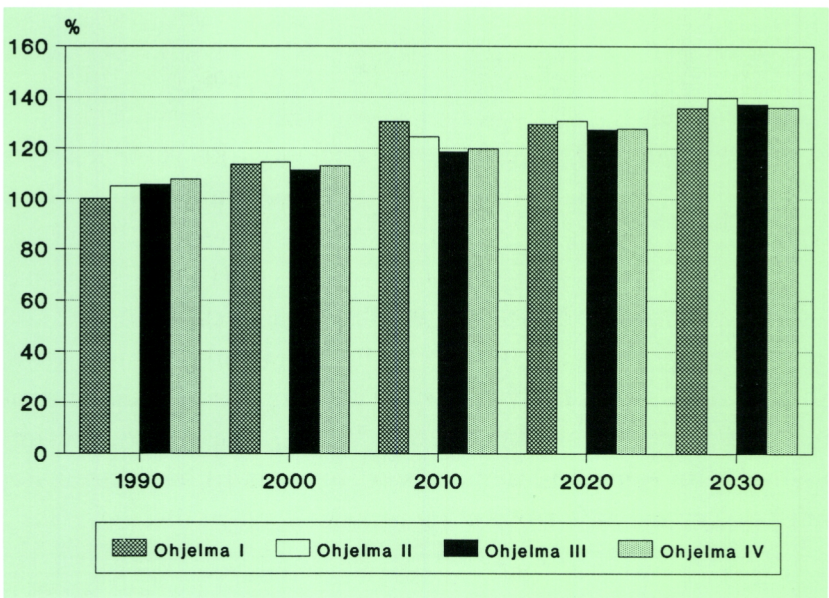
Kuva 7/4. Puuston tilavuuden kehitys ohjelmissa I-IV vuosina 1990-2030.

Suurimmista hakkuukertymistä huolimatta kasvu oli suurin ohjelmassa IV lähes koko tarkastelujakson ajan (kuva 7/5). Viimeisellä kaudella vuotuinen kasvu oli lähes kolme miljoonaa kuutiometriä suurempi kuin ohjelmassa III. Kasvun nousu ohjelmassa IV johtui suurimmista uudistushakkuista kahdella ensimmäisellä kaudella, jolloin nuoria ja kasvukykyisiä metsiä on tarkastelujakson lopussa paljon. Ohjelmassa I kasvun taso oli selvästi heikoin koko 40 vuoden aikana. Vanhojen metsien uudistamattomuudesta seuraa kasvun tason heikkeneminen muihin ohjelmiin verrattuna.

Maksimoitavana muuttujana ollut alkutuottoarvo oli selvästi suurin ohjelmassa IV, mikä johtuu mm. ensimmäisen kauden suurista päätehakkuumääristä. Lopputilanteessa tuottoarvo oli suurin ohjelmassa II (kuva 7/6). Ohjelmassa I oli pienin loppu-



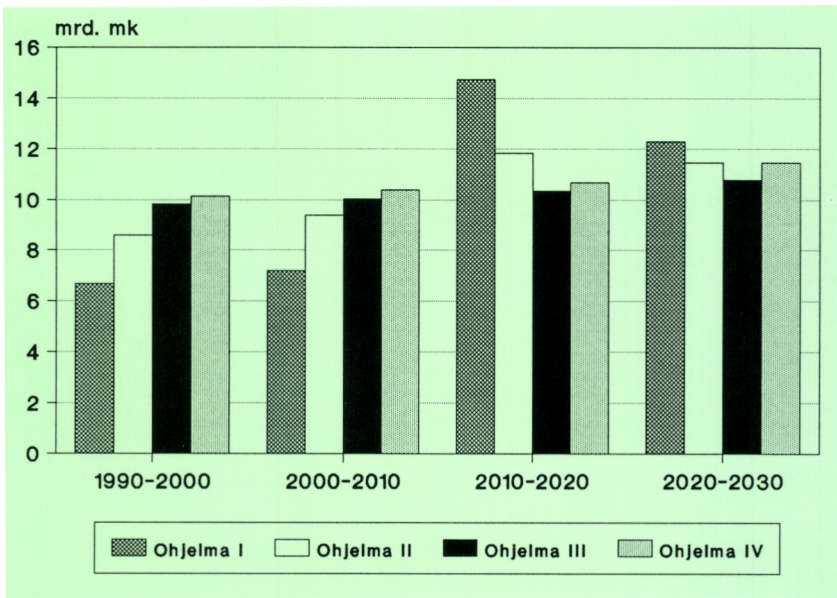
Kuva 7/5. Metsien kasvu ohjelmissa I-IV vuosina 1990-2030.



Kuva 7/6. Tuottoarvon kehitys ohjelmissa I-IV vuosina 1990-2030.

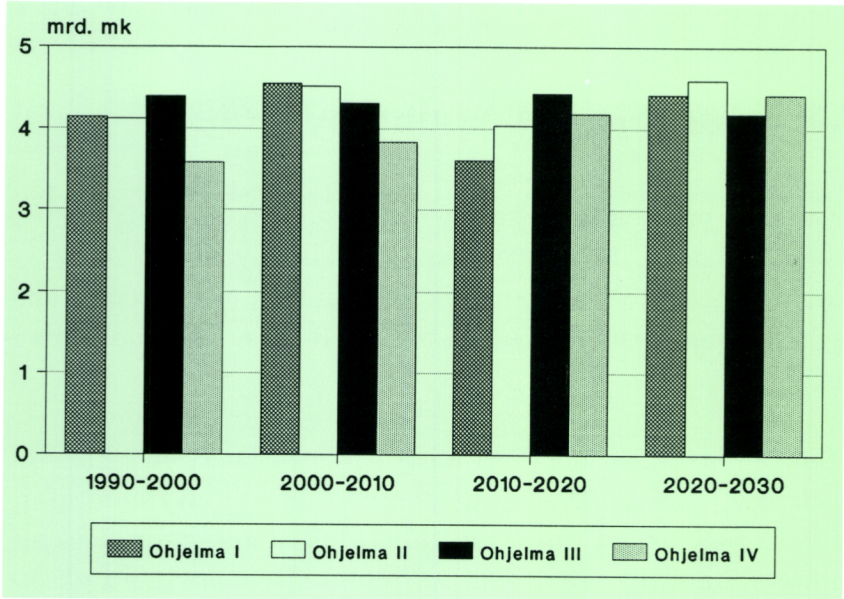
tuottoarvo, johon vaikuttaa alhaisen puuston tilavuuden lisäksi myös vanhojen metsien suuri osuus.

Kahdella ensimmäisellä kaudella suurimmat nettotulot olivat ohjelmassa IV (kuva 7/7). Pienimmät nettotulot olivat ohjelmassa I. Tukkisuman purkaantuminen näkyi myös ohjelman I nettotuloissa kahdella viimeisellä kaudella. Kolmen prosentin harvennusmalleilla nettotulot olivat koko tarkasteluajan suuremmat kuin toimittaessa Tapion harvennusmalleilla.



Kuva 7/7. Nettotulojen kehitys ohjelmissa I-IV vuosina 1990-2030.

Korjuukustannukset olivat selvästi pienimmät kahdella ensimmäisellä kaudella ohjelmassa IV (kuva 7/8). Tapion harvennusmalleilla tehdään huomattavasti enemmän harvennuksia, mikä näkyy myös korjuukustannuksissa.



Kuva 7/8. Korjuukustannusten kehitys ohjelmissa I-IV vuosina 1990-2030.

8 Päätelmät ja toimenpide-ehdotukset

8.1 Metsävarat ja raakapuun kysyntä

Maamme metsävarojen kehitys on ollut viimeisten 40 vuoden aikana nopeaa. Puuston määrä on lisääntynyt yli 20 % ja kasvu lähes 45 %. Samana aikana metsistä on hakattu koko nykypuustoa vastaava määrä puuta eli lähes 2000 miljoonaa m^3.

Nuorten ja Etelä-Suomessa myös vanhojen metsien osuus on lisääntynyt keski-ikäisten kustannuksella. **Yksityismetsien hoitosuositusten mukaan välittömästi harvennettavaa metsää on noin seitsemän miljoonaa hehtaaria eli yli 30 % metsäpinta-alasta. Näistä noin kolmannes on nuoria, ensimmäistä harvennustaan odottavia metsiä.**

Suomea ei uhkaa puupula. Metsien kasvu ylittää vuotuisen käytön yli 20 miljoonalla kuutiometrillä. Kasvuun nähden vähäinen hakkuupoistuma merkitsee ennusteiden mukaan runkopuun tilavuuden kaksinkertaistumista vajaassa 50 vuodessa. Metsävarojen runsaus tekisi mahdolliseksi luopua harvennushakkuista vaikka kokonaan, mikäli raakapuun vuotuinen käyttö ei lisäänny viime vuosien 55 miljoonasta kuutiometristä.

Tällä hetkellä harvennuspuun osuus hakkuukertymästä on noin 20 prosenttia eli 11...12 miljoonaa m^3 vuodessa. **Jos puunkäyttö säilyy metsävaroihin nähden alhaisella tasolla, ensimmäisenä menkkivaikeuksiin joutuu harvennusmetsien pienikokoinen kuitupuu, erityisesti kuusikuitupuu.** Suurin ongelma on kuusikuitupuulla. Järeää kuusta kasvaa metsissä huomattavasti enemmän kuin mitä saha- ja vaneriteollisuus pystyvät käyttämään. Kaiken lisäksi kuiduttavan teollisuuden puustamaksukyky ylittää mekaani-

sen metsäteollisuuden mahdollisuudet vanerikoivua ja hyvälaatuista mäntytukkia lukuunottamatta. **Järeän raaka-aineen runsaus ja puunkorjuun vaikeudet nuorissa ensiharvennusmetsissä tekevät pienikokoisesta kuusesta vaikeimmin markkinoitavan puutavaralajin erityisesti pystykaupalla.**

Myös kuitupuukokoisen männyn kysyntä saattaa kärsiä huonolaatuisen mäntytukin tarjonnasta. Tukkien laadun tarkempi huomioon ottaminen ohjaa tulevaisuudessa entistä enemmän heikkoa mäntytukkia kuiduttavaan teollisuuteen. Pitkällä aikavälillä varmimmin kaupaksi käyvä pienpuutavaralaji on koivukuitupuu. Krooninen vanerikoivupula ja hyvä puustamaksukyky takaavat järeän koivun käytön lähes yksinomaan vaneriteollisuudessa. Naapurimaistamme tuotava puu saattaa kuitenkin sekoittaa kotimaisen koivukuitupuun markkinoita.

Korjuukustannukset rajoittavat eniten pienikokoisen harvennuspuun käyttöä. Ensiharvennuksessa puunkorjuu maksaa noin kaksi kertaa niin paljon kuin päätehakkuussa. Lisäkustannus syntyy hakkuussa, ei maastokuljetuksessa. Lähivuosien täyskoneellisessa puunkorjuussa ei ole näkyvissä menetelmää, joka olennaisesti vähentäisi pienpuun korjuukustannuksia.

Perinteisiin hintasuositussopimuksiin perustuvat puutavaralajien hinnat eivät vastaa puun todellisia arvosuhteita. Teollisuuden lopputuotteiden hinnan ja aiheutuneiden kustannusten erotuksena saatava arvo raaka-aineen tilavuutta kohti on ns. teollisuuden puustamaksukyky. Näin lasketut arvot osoittavat, että puun hinnan järeys- ja laatuporrastus ei ole ollut riittävä.

Todellisten korjuukustannusten ottaminen mukaan laskelmiin saattaa merkitä rungon pienestä koosta aiheutuvan nollarajan syntymistä. Tämän seikan tulisi ohjata taimikonhoitoa suuntaan, jolla ensiharvennusta voitaisiin siirtää myöhäisempään

ajankohtaan, jolloin poistettavat puut ovat kookkaampia ja niistä saatava hehtaarikohtainen kertymä suurempi. Viljaville kasvupaikoille jo istutetut, oksikkaiksi kehittyvät männiköt edellyttävät tosin edelleen laadun huomioonottavaa, varhaista ja siksi kallista laatuharvennusta.

8.2 Harvennukset kansantaloudessa ja metsien käyttö

Nykyisellä puunkäytön tasolla harvennuksista luopuminen näyttää lyhyellä aikavälillä taloudellisesti edulliselta. Nettotulot kasvavat aluksi selvästi, koska kaikki puu voidaan korjata halvalla päätehakkuista. Harventamattomuus näkyy aluksi ainoastaan avohakkuupinta-alojen kasvuna. Vähitellen puuston järeysrakenne alkaa kuitenkin muuttua epäedulliseen suuntaan. Puunkorjuun kustannukset nousevat ja puuston arvo alenee. **Tulevaisuuden nettotulojen nykyarvo eli tuottoarvo on vuonna 2030 noin 140 miljardia markkaa alhaisempi harvennukset hylänneessä kuin harvennuksia käyttäneessä Suomessa.** Paluu harvennushakkuuta käyttävään metsätalouteen olisi vaikea ja kallis. Metsien harventaminen antaa mahdollisuuden joko lisätä puunkäyttöä tulevaisuudessa tai olla lisäämättä sitä, vaikka harvennus lyhyellä tähtäimellä ei olisikaan edullisin vaihtoehto.

Vaikka metsänomistuksen rakennemuutos näyttää vähentävän harvennusaktiivisuutta, harvennushakkuut tuottavat myös huomattavaa tuloa metsänomistajille. **Harvennusten välittömän ja välillisen vaikutuksen kotitalouksien tuloihin on laskettu olevan noin 4,5 miljardia markkaa vuodessa. Summa on noin nelinkertainen verrattuna pelkkiin harvennushakkuiden kantorahatuloihin.** Välillisten tulojen merkitystä lisää metsätoimialojen jatkuvasti kasvanut vaikutus muiden toimialojen, kuten esimerkiksi metalliteollisuuden tuotantoon.

8.3 Harvennusmetsien taloudellinen käsittely

Metsikön hakkuutarpeen ja -voimakkuuden arvioimiseen on käytetty harvennusmalleja 1960-luvulta lähtien. Yleensä malleissa on tarkasteltu puuntuotosta, järeytymistä ja latvusten elinvoimaisuutta. Hakkuutulojen suuruus ja ajankohta sekä korjuukustannukset ovat kuitenkin tekijöitä, jotka määräävät metsänkäsittelyn taloudellisen tuloksen.

Tässä tutkimuksessa laadittiin Metsälaskelmaa (Mela) käyttäen maan eteläpuoliskon männiköille ja kuusikoille harvennusmallit, joissa maksimoitavana tunnuksena olivat metsiköstä saatavat nettotulot. **Liiketaloudellisin perustein laadittujen mallien soveltaminen merkitsee aiempaa parempaa taloustulosta yksittäisen metsikön, metsälön ja koko Suomen metsien kehityksen kannalta.**

Uusien mallien selvimmät erot käytössä oleviin Metsäkeskus Tapion harvennusmalleihin ovat hakkuiden ajankohta, voimakkuus ja metsänkasvatuksen kiertoaika. Metsikön optimikasvatusohjelmassa taimikon harvennus on edullisinta tehdä vasta 4...6 metrin pituusvaiheessa, mikäli vesakon perkauksesta on huolehdittu. Myöhäinen käsittely on turvallinen myös taimikoita uhkaavien eläintuhojen ja puuston teknisen laadun kannalta. Ensiharvennusta edeltävä taimikon harvennus on syytä tehdä voimakkaana runkolukuun 1600...2000 kpl/ha.

Voimakasta taimikon harvennusta seuraa ensiharvennus, jonka ajankohta on mahdollisuuksien mukaan siirrettävä noin 13 metrin pituudelle. Harvennuksen siirto merkitsee suurenevaa hakkuukertymää ja järeyttä sekä alenevia korjuukustannuksia. Ensiharvennus on laadittujen mallien mukaan erityisesti kuusella voimakkaampi kuin nykysuosituksissa.

Myöhemmät harvennukset, joita on vain yksi tai kaksi, ovat myös nykykäytäntöä voimakkaampia. Voimakkaat harvennukset, puuston nopea järeytyminen ja reaalikoron mukaanotto laskelmiin lyhentää metsikön kasvatuksen kiertoaikaa. Sekä tuotoksen että rahatuottojen optimikiertoaika merkitsee kuitenkin suomalaisilla puulajeilla aina tukkipuujäreyttä, tehtiinpä puusta sitten sahatavaraa tai paperia.

8.4 Toimenpidesuositukset

1. **Harvennushakkuut ovat tarpeellisia sekä puuntuotannollisin että erityisesti taloudellisin perustein.** Harventamattomuus merkitsee 20...30 prosenttiin nousevaa kuolleisuutta eli luonnonpoistumaa metsikön elinaikana. Metsikön taloudessa tämä merkitsee huomattavaa tulonmenetystä, etenkin jos korko otetaan mukaan laskelmiin.

   Kansantaloudessa harvennuksista luopumisen haitat näkyvät vähitellen puuston arvon alenemisena ja korjuukustannusten nousuna. Vuoteen 2030 mennessä harvennuksista luopuminen alentaa Suomen metsien tuottoarvoa laskelmien mukaan noin 140 miljardia markkaa. Tämän vuoksi myös tämän päivän ylitiheät nuoret metsiköt on syytä harventaa huolimatta hakkuiden lyhyen aikavälin epäedullisesta kustannusrakenteesta.

2. Metsäteollisuuden tämänhetkinen puuntarve sekä tuontipuun määrä ja rakenne vaikuttavat siihen, että ensiharvennuspuun kysyntä jää nykykustannuksilla vähäiseksi. Tämän vuoksi **ensiharvennusten kustannuksia tulisi alentaa. Lähes ainoa keino tähän on harvennuskertymän määrän ja järeyden lisääminen ensiharvennusta siirtämällä. Tähän päästään tekemällä myöhäinen taimikonharvennus riittävän voi-**

makkaana. Käytännön metsänkäsittelysuosituksia tulisikin kehittää sellaisen taimikonhoidon suuntaan, joka aiheuttaa pienillä kustannuksilla suuria säästöjä harvennushakkuissa. Suositusten perillemenon varmistamisessa metsätalouden edistämisorganisaatioiden toimilla on keskeinen osuus.

Metsänparannusvarojen käytön tehokkuuden kannalta on perustellumpaa panostaa myöhäisen ensiharvennuksen mahdollistavaan taimikonhoitoon kuin suoraan ensiharvennusten tukemiseen.



Metsäntutkimuslaitos
Unioninkatu 40 A

00170 Helsinki
puh. (90) 857 051
telekopio (90) 625 308

Metsäteho
Fabianinkatu 9 B
PL 194
00131 Helsinki
puh. (90) 658 922
telekopio (90) 659 202

Jaakko Pöyry Oy
Martinkatu 3
PL 4
01621 Vantaa
puh. (90) 89 471
telekopio (90) 878 1818

Kannen valokuva: Metsäntutkimuslaitos, Erkki Oksanen