

19. 11. 93



# FOLIA FORESTALIA

METSÄNTUTKIMUSLAITOS  
THE FINNISH FOREST RESEARCH INSTITUTE  
HELSINKI 1993

812

Mauno Pesonen & Hannu Hirvelä

HARVENNUSMETSIEN MÄÄRÄ JA HARVENNUSHAKKUIDEN  
LIIKETALOUDELLINEN MERKITYS

*Amount of thinning forests and profitability of thinnings in Finland*

# FOLIA FORESTALIA

---

## **Julkaisija — *Publisher***

Metsäntutkimuslaitos  
*The Finnish Forest Research Institute*

## **Toimitus — *Editors***

Päätoimittaja — <i>Editor in chief:</i>	Erkki Annila
Toimittaja — <i>Editor:</i>	Seppo Oja
Toimittaja — <i>Editor:</i>	Tommi Salonen

Unioninkatu 40 A, FIN-00170 Helsinki, Finland  
tel. +358-0-857 051, fax +358-0-625 308

## **Toimituskunta — *Editorial Board***

Erkki Annila (pj. — *chairman*), Pentti Hakkila, Seppo Kaunisto, Jari Kuuluvainen, Juha Lappi, Eino Mälkönen

## **Tavoitteet ja tarkoitus — *Aim and Scope***

Sarjassa julkaistaan tutkimuksia, tilastoja ja kirjallisuuskatsauksia, joilla on ensisijaisesti kotimaista merkitystä. Julkaisukielenä on kotimainen kieli, mutta julkaisut sisältävät englanninkielisen selosteen tärkeimmistä tutkimustuloksista.

*Folia Forestalia publishes research reports, statistics and literature reviews relevant to Finnish forestry.*

## **Tilaukset — *Subscriptions***

Tilaukset ja tiedustelut pyydetään osoittamaan Metsäntutkimuslaitoksen kirjastolle.  
*Subscriptions and orders for back issues should be addressed to the Library of the Institute.*

## FOLIA FORESTALIA 812

Metsäntutkimuslaitos. Institutum Forestale Fenniae. Helsinki 1993

Mauno Pesonen &amp; Hannu Hirvelä

HARVENNUSMETSIIEN MÄÄRÄ JA HARVENNUSHAKKUIDEN  
LIIKETALOUDELLINEN MERKITYS

Amount of thinning forests and profitability of thinnings in Finland

Approved on 2.9.1993

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	3
1.1	Harvennushakkuut osana puuntuotantoa .....	3
1.2	Metsien rakenteen ja harvennushakkuiden kehitys .....	3
1.3	Tutkimuksen tavoite, aineisto ja menetelmä .....	3
2	HARVENNUSMETSIIEN MÄÄRÄ .....	5
2.1	Harvennusmetsän määritelmä .....	5
2.2	Harvennusikäiset metsät .....	6
2.3	Tapion harvennusmallien perusteella harvennettavat metsät .....	6
3	HARVENNUSHAKKUIDEN LIIKETALOUDELLINEN MERKITYS .....	7
3.1	Harvennusmallien edullisuusvertailut .....	7
3.2	Harvennushakkuut osana puuntuotanto-ohjelmaa .....	10
3.2.1	Puuntuotanto-ohjelmat .....	10
3.2.2	Puuntuotanto-ohjelmien vertailut .....	10
4	TULOSTEN TARKASTELU .....	14
4.1	Harvennusmetsien määrä .....	14
4.2	Harvennushakkuiden liiketaloudellinen merkitys .....	14
4.3	Tutkimusmenetelmän arviointi .....	15
5	JOHTOPÄÄTÖKSET .....	15
	KIRJALLISUUS — REFERENCES .....	16
	SUMMARY .....	17

Pesonen, M. & Hirvelä, H. 1993. Harvennusemetsien määrä ja harvennushakkuiden liiketaloudellinen merkitys. Summary: Amount of thinning forests and profitability of thinnings in Finland. *Folia Forestalia* 812. 18 p.

Harvennusikäisiä metsiä (20–80 vuotiaat) oli vuosina 1990–1991 Suomessa yhteensä 10,8 milj. ha, joka oli 51 % metsämaan pinta-alasta. Metsäkeskus Tapiion harvennussmallien mukaan välittömästi harvennettavaa metsää ilman hakkuille asetettavaa minimikertymää oli 6,9 milj. ha eli 33 % metsämaan pinta-alasta. Tästä kolmannes oli nuoria, ensimmäistä harvennustaan odottavia metsiä. Jos harvennuskriteerinä käytettiin lisäksi 20 m<sup>3</sup>/ha minimikertymää, harvennusemetsien määrä väheni 4,4 miljoonaa hehtaariin (21 % metsämaan pinta-alasta).

Harvennettavissa olevien metsien määrä on voimakkaasti lisääntynyt tehtyjen valtakunnan metsien inventointien aikana, vaikka harvennusikäisten metsien kokonaispinta-alassa ei ole tapahtunut suurta muutosta. Harvennusikäiset metsät ovat siten nykyään tiheämpiä ja puustoisempia kuin aikaisemmin.

Pelkkiä päätehakkuita soveltava metsätalous johti liiketaloudellisissa edullisuusvertailuissa 40 vuoden aikana 150–200 miljardin markan tappioihin lopputuottoarvolla mitattuna. Puuston tukkitilavuus olisi harvennukset laiminlyöden 40 vuoden kuluttua yli 700 milj. m<sup>3</sup> pienempi kuin toimittaessa Tapiion harvennussmallien mukaisesti. Tilavuus kohosi ilman harvennushakkuitakin 2,1 mrd. kuutiometriin, mutta oli kuitenkin yli 500 milj. m<sup>3</sup> pienempi Tapiion mallien mukaiseen toimintaan verrattuna.

Kolmen ja viiden prosentin tuottoarvoihin perustuvat harvennussmallit osoittautuivat liiketaloudellisesti paremmiksi nettotuloilla ja korjuukustannuksilla mitattuna kuin Tapiion harvennussmallit. Myös Tapiion harvennussmalleja sovellettaessa jo pelkästään ensiharvennuksen siirtämisellä saavutettiin olennaisesti paremmat tulokset. Tulokset olivat samansuuntaisia metsikkö- ja metsälötason tarkasteluihin verrattuna.

Tehdyissä puuntuotanto-ohjelmien vertailuissa ei käytetyillä harvennussmalleilla ollut vaikutusta hakkuukertymän määrään. Sen sijaan metsien rakenteen kehittymisen kannalta liiketaloudelliset harvennussmallit osoittautuivat parhaiksi. Vanhojen ja ylijäreiden metsien osuus pieniä ja metsien taloudellinen tuotto kyky parani verrattuna Tapiion harvennussmallien mukaisiin puuntuotanto-ohjelmiin. Hakkuukertymien rakenne oli myös tukkivoittoisempi.

In Finland the amount of forests between ages of 20 to 80 was 10.8 million hectares in 1990–1991 which was 51 % of forest land area. According to the thinning models of central forestry administration (Forestry Center Tapio), there were 6.9 million hectares (33 % of forest land area) to be thinned immediately if there was no minimum per hectare harvest limit. One third of this area is in the stage of the first thinning. If there was a 20 m<sup>3</sup>/ha minimum harvest limit the amount of thinning forests decreased to 4.4 million hectares (21 % of forest land area).

The amount of thinning forests has strongly increased during the history of national forest inventories though the amount of forests at the thinning age has not essentially changed. So the forests at the thinning age are at present more dense than before according to the inventory results.

The profitability calculations showed that neglecting thinnings resulted in 40 years in a loss of 150–200 milliard marks of future revenues at the end of the planning period (net present value in 2030). Further, the volume of saw timber would be 700 million m<sup>3</sup> smaller than by using the thinning models of Tapio. The total volume increased even without thinnings up to 2.1 milliard m<sup>3</sup> by the year 2030 though this was over 500 million m<sup>3</sup> smaller than when carrying out the models of Tapio.

Thinning models based on profitability calculations by three and five per cent proved to be economically better than the thinning models of Tapio when measured by the net incomes and logging costs. Also, just the postponement of the first thinning due to the Tapio's models led to considerably better results than the Tapio's models. Results were parallel to those at the stand and forest holding level.

According to the calculations, the thinning model had no impact on the development of the amount of the total removals. However, the thinning models based on the net present value of future revenues by three per cent proved to be best from the point of the development of the forest structure. The share of old and over-aged forests decreased and the financial productivity of the forests improved as compared with the timber production programs based on the Tapio's thinning models. Also, the structure of the total removals was characterized by bigger share of saw timber volume.

Keywords: thinning, amount of thinning forests, thinning model, net present value, optimization.  
FDC 651+242

Authors' address: The Finnish Forest Research Institute, Department of Forest Resources, Unioninkatu 40 A, FIN-00170 Helsinki, Finland.

ISBN 951-40-1315-8  
ISSN 0015-5543

Tampere 1993. Tammer-Paino Oy

# 1 Johdanto

## 1.1 Harvennushakkuut osana puuntuotantoa

Suomessa on laadittu useita metsäpoliittisia ohjelmia 1960-luvun alusta lähtien. Merkittävimpiä näistä ovat olleet HKLN-, Teho-, MERA- ja METSÄ 2000 -ohjelmat (Metsätalouden suunnittelukomitean ... 1961, MERA I 1964, Metsänparannuslakitoimikunnan... 1964, MERA II 1966, MERA III 1970, METSÄ 2000... 1985). Viimeisin valmistunut ohjelma oli METSÄ 2000 -tarkistustoimikunnan mietintö (METSÄ 2000... 1992).

Ensimmäisten metsäpoliittisten ohjelmien keskeisenä tavoitteena oli puuntuotannon lisääminen. Ohjelmien päätavoitteet ovat kuitenkin olennaisesti muuttuneet metsien kehittymisen myötä. Puuntuotannon lisääminen on vaihtunut huoleksi puun kysynnän lisäämisestä ja kustannusten hallinnasta (METSÄ 2000... 1992).

1950-luvulla käynnistynyt voimakas metsien uudistaminen ja laajamittainen soiden ojitus ovat johtaneet varsinkin ensiharvennustarpeen lisääntymiseen (Ensiharvennustyöryhmän... 1988). Metsien kehityksen kannalta etenkin nuorten metsien harvennushakkuiden tekeminen nähtiin välttämättömäksi jo METSÄ 2000 -ohjelmassa (METSÄ 2000... 1985). METSÄ 2000 -ohjelman ohjelman toteutumista harvennushakkuiden osalta seurattiin mm. Metsätehon tutkimuksissa (Lilleberg & Raitanen 1989).

Metsien puuvarojen vajaakäyttö ja harvennushakkuiden korkeat yksikkökustannukset ovat uhkana harvennushakkuiden toteutumiselle. Metsäteollisuuden tarvitsema puumäärä on korjattavissa yhä enenevässä määrin harvennushakkuiden edullisemmista korjuukohteista. Metsien kunnon, tuotantokyvyn säilymisen ja tulevien korjuuolosuhteiden kannalta harvennushakkuut ovat kuitenkin välttämättömiä (Harvennushakkuiden taloudellinen... 1992).

## 1.2 Metsien rakenteen ja harvennushakkuiden kehitys

Valtakunnan metsien inventointien (VMI) mukaan harvennusikäisten metsien pinta-aloissa ei ole tapahtunut suurta muutosta koko inventoinnin historian aikana (kuva 1). Harvennusikäisillä metsillä tarkoitetaan tässä 20–80 -vuotiaita metsiä. Harvennusikäisten metsien osuus laski hie-

man alle puoleen koko metsämaan alasta 1970-luvun vaihteessa. Taimikoiden (0–20 -vuotiaiden metsien) osuus on sen sijaan kasvanut ja vastaavasti uudistuskypsien (yli 80-vuotiaiden metsien) osuus pienentynyt koko maassa. Alueellisia eroja on, koska esim. Etelä-Suomessa uudistuskypsien metsien osuus on kasvanut (kuva 2). VMI7 mukaan (1977–84) alle 20-vuotiaiden metsien osuus oli 19 % ja yli 80-vuotiaiden 33 % metsämaan pinta-alasta.

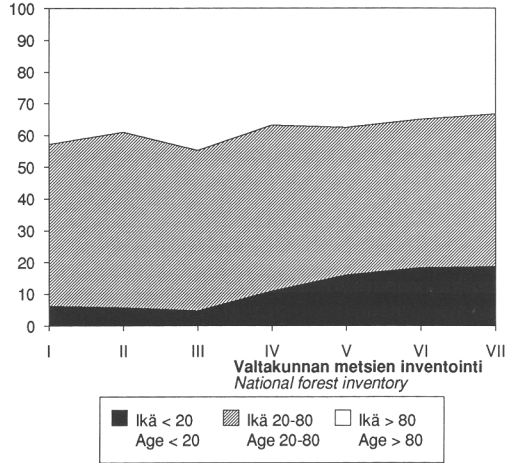
Hakkuupinta-aloja on Suomessa tilastoitu vuodesta 1964 lähtien. Yksityismetsien harvennuspinta-alat perustuvat leimaustilastoihin. Tulokset toteutuneiden pinta-alojen suhteen eivät välttämättä ole luotettavia, koska leimauksen jälkeen varsinainen hakkuu voi tapahtua suunniteltua myöhemmin tai jäädä jopa kokonaan toteutumatta.

Harvennuspinta-alat olivat suurimmillaan 1960-luvun alkupuolella. Vuonna 1964 kasvatushakkuiden pinta-ala oli yhteensä 500 000 ha (kuva 3). Vuosina 1969/1970 harvennuspinta-alat putosivat jyrkästi. Yhtenä todennäköisenä syynä putoamiseen on ylispuuhakkuiden tilastoinnin aloittaminen vuonna 1970, johon saakka ylispuuhakkuut tilastoitiin yhdessä harvennushakkuiden kanssa. Harvennuspinta-alat olivat alimmillaan 1970-luvulla, jonka jälkeen sekä harvennuspinta-alat että -kertymät alkoivat jälleen nousta. Vuonna 1989 harvennuspinta-ala oli 258 000 hehtaaria, joka oli 53 % koko hakkuupinta-alasta. Samana vuonna harvennushakkuukertymä oli runsaat 10 milj. m<sup>3</sup> (kuva 4), joka vastasi yli 20 % koko hakkuukertymästä. (Harvennushakkuiden taloudellinen... 1992)

## 1.3 Tutkimuksen tavoite, aineisto ja menetelmä

Tutkimuksen tavoitteena on selvittää harvennushakkuiden määrää sekä harvennushakkuiden liiketaloudellinen merkitys valtakunnan tasolla. Liiketaloudellista merkitystä tutkitaan kahdella tarkastelulla: 1) liiketaloudellisilla edullisuusvertailuilla eri harvennushakkuiden suhteen sekä 2) harvennushakkuilla osana puuntuotanto-ohjelmaa. Liiketaloudellisilla edullisuusvertailuilla selvitetään, onko harvennushakkuiden vaikutusta metsien kehittymiseen ja taloudelliseen tuotto-kykyyn. Puuntuotanto-ohjelmien vertailuilla tar-

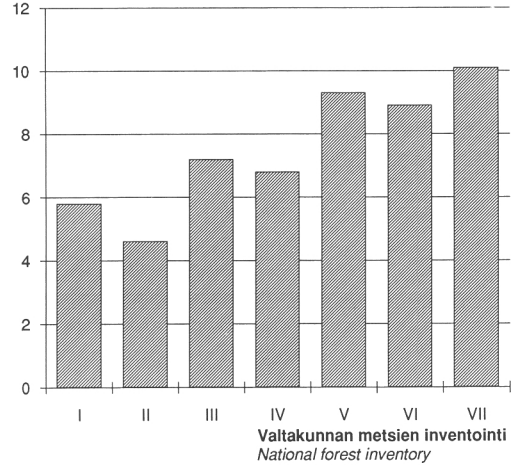
**Ikäluokittaiset pinta-alat, % metsämaasta**  
Areas by age classes, per cent of forest land



Kuva 1. Metsämaan metsiköiden ikärakenne valtakunnan metsien inventointien mukaan vuosina 1921–1984. Valtakunnan metsien inventoinnit: I) 1921–1924, II) 1936–1938, III) 1951–1953, IV) 1960–1963, V) 1964–1970, VI) 1971–1976 ja VII) 1977–1984.

Fig. 1. Age structure of the stands on forest land during 1921–1984 according to National forest inventories. National forest inventories: I) 1921–1924, II) 1936–1938, III) 1951–1953, IV) 1960–1963, V) 1964–1970, VI) 1971–1976 and VII) 1977–1984.

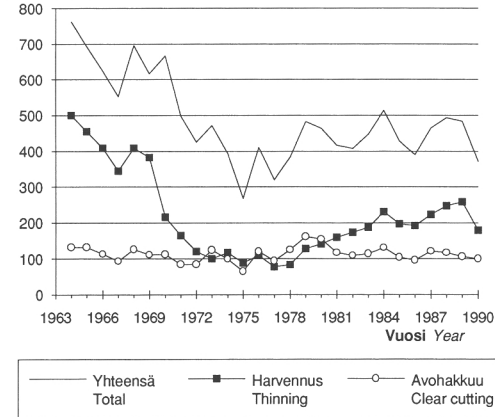
**Yli 100-vuotiaiden metsien pinta-alat, % metsämaasta**  
Areas of over 100-year old forests, per cent of forest land



Kuva 2. Yli 100-vuotiaiden metsien kehitys Etelä-Suomessa vuosina 1921–1984. Valtakunnan metsien inventoinnit, ks. kuva 1.

Fig. 2. Areas of over 100-year old forests during 1921–1984 in southern Finland. National forest inventories, see Fig. 1.

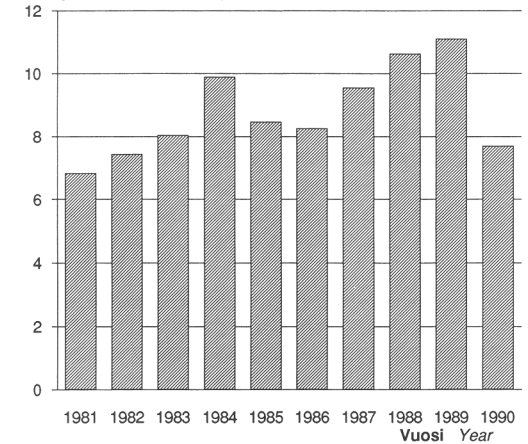
**Pinta-ala, 1000 ha**  
Area, 1000 ha



Kuva 3. Hakuupinta-alat hakkuutavoittain vuosina 1964–1990 (Harvennushakkuiden taloudellinen... 1992).

Fig. 3. Areas of cuttings by cutting method during 1964–1990 (Harvennushakkuiden taloudellinen... 1992).

**Harvennuskertymät, milj. m<sup>3</sup>/v**  
Thinning removals, million m<sup>3</sup>/yr



Kuva 4. Harvennushakkuukertymät vuosina 1981–1990 (Harvennushakkuiden taloudellinen... 1992).

Fig. 4. Removals from thinnings during 1981–1990 (Harvennushakkuiden taloudellinen... 1992).

kastellaan harvennushakkuiden merkitystä ja osuutta esitettyjen puuntuotanto-ohjelmien toteuttamisessa.

Erilaisten harvennusmallien vaikutusta harvennushakkuiden liiketaloudelliseen merkitykseen selvitetään Metsäkeskus Tapion harvennusmalleilla sekä Pesosen & Hirvelän (1992) laatimilla kolmen ja viiden prosentin tuottovaatimuksiin perustuvilla harvennusmalleilla. Ensiharvennuksen ajankohdan merkitystä tutkitaan siirtämällä ensiharvennus Tapion harvennusmalleja sovellettaessa 13 metrin keskipituudelle. Laskelmissa on mukana myös pelkästään päätehakkuita soveltava vaihtoehto.

Harvennushakkuiden osuutta tarkasteluun valittujen puuntuotanto-ohjelmien toteuttamisessa selvitetään markkinoilta johdetussa puutavaralajeittaiseen kysyntäennusteeseen perustuvassa puuntuotanto-ohjelmassa sekä hakkuumahdollisuuksia osoittavassa suurinta kestäväää hakkuukertymää tavoittelevassa ohjelmassa. Vertailut tehdään em. ohjelmissa Pesosen & Hirvelän (1992) esittämien ja Tapion harvennusmallien välillä.

Laskelmat tehtiin MELA-järjestelmällä (Siitonen 1983). Laskelmien aineistona olivat valtakunnan metsien seitsemännän (VMI7) ja kahdeksannen (VMI8) inventoinnin kertakoealat. Kahdeksas inventointi oli laskelmien aikana vielä kesken, joten VMI8-aineisto oli käytettävissä vain metsälautakuntien 1–10 alueelta. Muissa lautakunnissa käytettiin VMI7-aineistoa. Koko aineisto oli päivi-

tetty hakkuiden ja kasvun osalta vastaamaan alkuvuoden 1990 tilannetta (Siitonen 1990).

Kanto- ja hankintahintoina käytettiin vuoteen 1990 laskettuja trendihintoja (Pesonen ym. 1993). Korjuukustannuksina käytettiin Metsätehon puunkorjuun vaihtoehtolaskentajärjestelmän (SUSY) antamia kustannuksia (Eskelinen & Peltonen 1982). Metsänhoito- ja metsänuudistamiskustannuksina käytettiin Metsäkeskus Tapion tilastoimia metsälautakuntakohtaisia keskikustannuksia vuodelta 1989.

Tutkimus oli osa maa- ja metsätalousministeriön rahoittamaa ”Harvennushakkuiden taloudellinen merkitys ja toteuttamisvaihtoehdot” -hanketta, jossa olivat mukana Metsäntutkimuslaitos, Metsäteho ja Jaakko Pöyry Oy. Hankkeen tavoitteena oli selvittää harvennushakkuiden taloudellinen merkitys yksityistaloudelle, metsäteollisuudelle ja Suomen kansantaloudelle (Harvennushakkuiden... 1992).

Metsäntutkimuslaitoksen osatutkimuksen ”Harvennushakkuiden yksityistaloudellinen edullisuus” tarkoituksena oli selvittää harvennushakkuiden edullisuus metsikkö- ja metsälötasolla sekä harvennushakkuiden merkitys Suomen metsien kehitykselle. Tässä tutkimuksessa raportoidaan valtakunnan tason tulokset.

Käsi kirjoituksen ovat tarkastaneet prof. Simo Poso ja MMT Lauri Valsta. Heidän lisäksi käsi kirjoituksen ovat lukeneet prof. Kari Mielikäinen, prof. Timo Pukkala, MMK Olli Salminen, MML Yrjö Sevola ja MH Markku Siitonen. Tutkimusraportin englanninkielisen tekstin kääntämisessä avusti MMK Helena Meriluoto. Prof. Jouko Hämäläinen loi loistavat puitteet tutkimuksen toteuttamiselle. Kiitämme kaikkia edellä mainittuja.

## 2 Harvennusmetsien määrä

### 2.1 Harvennusmetsän määritelmä

Harvennusmetsiin luokiteltavat metsät voidaan määritellä mm. puuston keskitunnusten perusteella. Näitä puustotunnuksia ovat esim. puuston kehitysluokka, ikä ja keskiläpimitta. Kehitysluokkaa käytettäessä harvennusmetsiä edustavat nuoret ja varttuneet kasvatusmetsät.

Koska harvennusmetsä voidaan määritellä monella eri tavalla, myös harvennusmetsien määrä vaihtelee voimakkaasti harvennusmetsän määrittelytavasta riippuen. Tässä tutkimuksessa harvennusmetsä määriteltiin kolmella tavalla:

I) Harvennusmetsien määrää tarkasteltiin puuston ikäluokan avulla. Ikäluokkien 21–80 oletettiin edustavan harvennusmetsiä. Tämä määritelmä edusti harvennusmetsien määrän maksimia tässä tutkimukses-

sa. Kehitysluokkaa ei voitu käyttää harvennusmetsän määrittelyperusteena tässä tutkimuksessa, koska MELA-järjestelmässä kehitysluokka ei ole tulostusmuuttujana.

II) Edellistä selvästi rajatumman määritelmän mukaan harvennusmetsiä olivat ainoastaan Metsäkeskus Tapion harvennusmallien perusteella harvennettavissa olevat metsät. Tällöin harvennusmetsinä pidettiin metsiköitä, jotka ylittivät harvennusmallin leimausrajan. Tämä määritelmä kuvaa metsiköiden välitöntä harvennustarvetta.

Harvennusmetsien määrän arviointia varten simuloitiin MELA-järjestelmällä VMI-aineistolle hakkuut vuosille 1990–91. Sekä harvennus- että päätehakkuut arvioitiin Tapion metsänhoitosuosituksen pohjalta. Koska harvennusmetsien määrä saatiin maksimoimalla vuosien 1990 ja 1991 harvennuspinta-alaa, määrässä olivat mukana kaikki harvennusmallien run-

lokuku- tai pohjapinta-alakriteerin ylittäneet metsät. Runkolukusuositusten perusteella harvennettaviksi oletetut metsät tulkittiin ensiharvennusemetsiksi ja pohjapinta-alasuositusten perusteella harvennettavat muiksi harvennusemetsiksi. Runkolukuun perustuvien harvennusten toteuttamisen alarajana käytettiin 8 cm keskiläpimittaa. Muiden harvennusten alarajana oli 12 cm keskiläpimitta ja 13 m keskipituus sekä ylärajana joko 90 % Tapion uudistamisläpimitasta tai -iästä. Jos keskiläpimitta runkolukukriteerin täyttävissä metsiköissä oli yli 12 cm, metsikkö luokiteltiin muihin harvennusemetsiin.

III) Kolmannen määritelmän mukaan harvennusemetsiksi luokiteltiin harvennushakkuin käsiteltävät metsät osana puuntuotanto-ohjelmaa (esim. Metsä 2000 -ohjelma). Näissä laskelmissa esitetyt harvennuspinta-alat ja -kertymät voidaan tulkita harvennusemetsien määräksi. Tämän määritelmän mukaisia laskelmia on esitetty luvussa 3.2.

## 2.2 Harvennusikäiset metsät

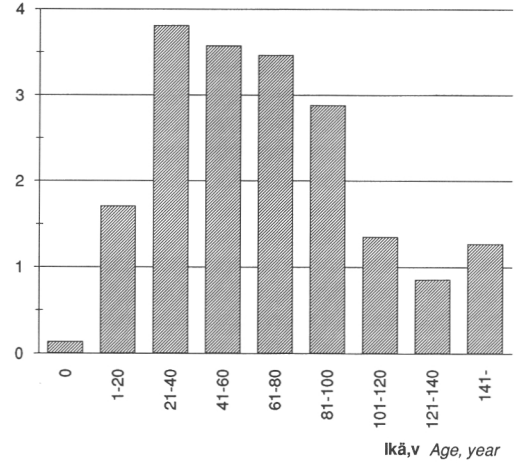
Ensimmäisen määritelmän mukaisia puuston keski-ikäen perusteella harvennettavissa olevia metsiä oli vuosina 1990–91 yhteensä 10,8 milj. ha (kuva 5), joka on 51 % koko metsämaan pinta-alasta. Tulos on harvennusemetsien teoreettinen maksimimäärä, koska metsien todellista harvennustarvetta ei ole otettu huomioon. Lisäksi osa nuorimmista harvennusemetsistä saattaa olla vielä taimikoita ja osa vanhimmista jo uudistuskypsiä metsiä. Toisaalta osa vanhempiin ikäluokkiin (yli 80-vuotiaat) kuuluvista metsistä on vielä harvennuksin käsiteltäviä metsiä varsinkin Pohjois-Suomessa, koska kiertoajat ovat siellä huomattavasti Etelä-Suomessa sovellettavia kiertoaikoja pitemmät.

## 2.3 Tapion harvennusemallien perusteella harvennettavat metsät

Metsäkeskus Tapion harvennusemallien mukaan välittömästi harvennettavissa olevia metsiä oli 6,9 milj. ha eli 33 % metsämaan pinta-alasta (kuva 6a). Ensiharvennusemetsiä tästä määrästä oli 2,2 milj. ha (32 %). Ero iän perusteella harvennettavissa olevien metsien määrään johtui pääasiassa ensiharvennusemetsien määrästä. Pelkästään ikäluokan 21–40, jonka oletetaan tässä edustavan ensiharvennusemetsien määrää olevia metsiä, edustama pinta-ala oli lähes 4 milj. ha.

Kun harvennuksen minimikertymävaatimukseksi asetettiin 20 m<sup>3</sup>/ha, harvennusemetsien

Metsämaan pinta-ala, milj. ha  
Forest land area, million ha

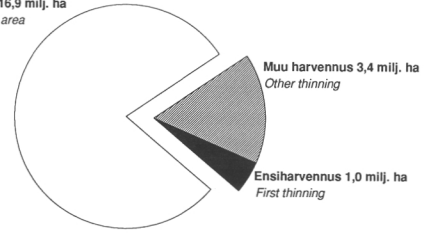


Kuva 5. Metsämaan metsien ikäluokajakauma vuonna 1990.

Fig. 5. Age class structure of forest land area in 1990.

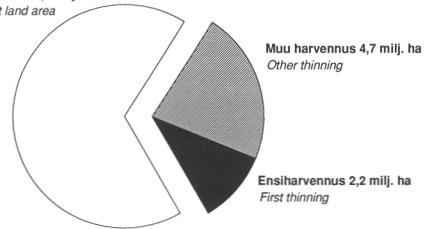
a)

Muu metsämaa 16,9 milj. ha  
Other forest land area



b)

Muu metsämaa 14,3 milj. ha  
Other forest land area



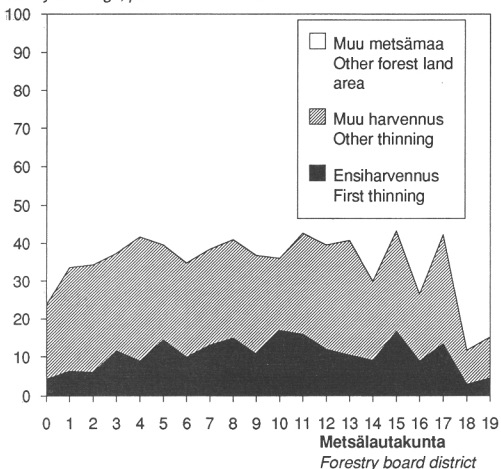
Kuva 6. Harvennusemetsien määrä metsämaalla. a) ilman hehtaarikohtaista minimikertymää, b) 20 m<sup>3</sup>/ha minimikertymällä.

Fig. 6. Areas of thinning forests on forest land. a) without minimum removal per hectare, b) with minimum removal 20 m<sup>3</sup> per hectare.

kokonaismäärä pieneni 4,4 miljoonaan hehtaariin (kuva 6b) ja ensiharvennusemetsien 1,0 miljoonaan hehtaariin. Muiden harvennusemetsien määrän pieneneminen selittyi runkolukuun ja pohjapinta-alaan perustuvien harvennusten rajana käytetyllä 12 cm keskiläpimitalla. Ilman minimi-



Harvennusemetsien pinta-ala, % metsämaasta  
Areas by thinning, per cent of forest land



Kuva 7. Harvennusemetsien alueellinen jakautuminen metsämaalla.

Fig. 7. Areas of thinning forests on forest land by forestry board district.

## 3 Harvennushakkuiden liiketaloudellinen merkitys

### 3.1 Harvennusemallien edullisuusvertailut

Harvennusten ja eri harvennusemallien vaikutusta metsien kehitykseen ja metsistä saataviin tuloihin tarkasteltiin liiketaloudellisilla edullisuusvertailuilla, kun lähtökohdaksi oli 1980-luvun loppupuolen vuosien keskimääräinen hakkuukertymätaaso (55 milj. m<sup>3</sup>/v). MELA-järjestelmällä tehtyjen laskelmien simulointiajaksi valittiin 40 vuotta (1990–2030), jonka katsottiin riittävän vertailuissa mahdollisten erojen havaitsemiseen. Vastaavaa laskentajaksoa käytettiin mm. METSÄ 2000 -ohjelman tarkistustoimikunnan (Siitonen 1990) sekä tämän tutkimushankkeen metsälötason laskelmissa (Pesonen ym. 1993).

Vertailtavina harvennusemalleina olivat Metsäkeskus Tapion ja Pesosen & Hirvelän (1992) laatimat harvennusemallit. Lisäksi tutkittiin erikseen ensiharvennuksen ajankohdan ja harvennusten laiminlyönnin vaikutusta. Tehtyjä simulointeja kutsutaan harvennusemalleiksi:

- Ohjelma I Metsäkeskus Tapion harvennusemallit
- Ohjelma II Ei harvennusemalleja
- Ohjelma III Ensiharvennuksen siirtäminen 13 metrin keskipituudelle (myöhemmät harvennukset Tapion harvennusemallien mukaan)
- Ohjelma IV Liiketaloudelliset harvennusemallit korolla kolme prosenttia

kertymävaatimusta muiden harvennusemetsien joukossa oli runkolukuun perustuvia harvennusemalleja, jotka siirrettiin määritelmän mukaisesti kuitenkin 12 cm suuremman keskiläpimitan vuoksi kuuluviksi myöhempiin harvennusemalleihin. Minimikertymän suuri vaikutus harvennusemetsien määrään osoittaa, että lähivuosien aikana on runsaasti taimikoita varttumassa ensiharvennusemalleivaiheeseen.

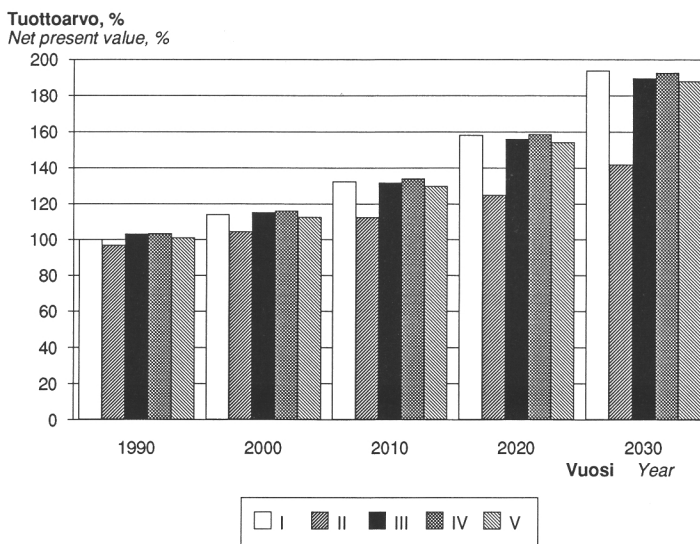
Suhteellisesti eniten (43 %) harvennusemetsiä metsämaan pinta-alasta oli Keski-Pohjanmaan metsälautakunnan alueella (kuva 7). Harvennusemalleista oli lähes puolet (40 %) ensiharvennusemalleja. Vähiten harvennusemetsiä oli Pohjois-Suomessa (Koillis-Suomen ja Lapin metsälautakunnissa).

Ohjelma V Liiketaloudelliset harvennusemallit korolla viisi prosenttia

Ohjelmissa IV ja V käytettävät mallit olivat Pesosen & Hirvelän (1992) kolmen ja viiden prosentin korkokannoilla laatimat harvennusemallit. Malleille on ominaista Tapion harvennusemalleihin verrattuna vähäisemmät harvennusemalleit ja suuremmat harvennusemalleit sekä myöhäisemmät ja voimakkaammat ensiharvennusemalleit.

Esitetyissä laskelmissa maksimoitiin metsien lopputuottoarvoa (tuottoarvo v. 2030) kolmen prosentin korkokannalla. Tällä pyrittiin mahdollisimman hyvään metsien tuotokkykyyn laskentakauden lopussa (v. 2030). Tuottoarvolla tarkoitetaan odotettavissa olevien diskontattujen nettotulojen arvoa. Teknisesti tuottoarvo laskettiin MELA-järjestelmässä diskonttaamalla tarkasteluajankohtaan tulevien toimenpidekehitysten tulot ja kustannukset sekä lisäämällä simuloinnin lopetushetkellä oleva puuston hakkuuarvon ja maanarvon nykyarvo (Jämsä 1991). Tuottoarvon laskennassa käytettiin 150 vuoden simulointiaikaa. Tuottoarvossa otetaan huomioon myös tarkasteluajankohdan (1990–2030) jälkeinen puuston kehitys, joten se on perusteltu tavoittemuuttuja erityisesti liiketaloudellisissa laskelmissa.

Tuottoarvolla mitaten harvennusemalleit olivat tarpeellisia metsien kehitykselle, sillä ilman

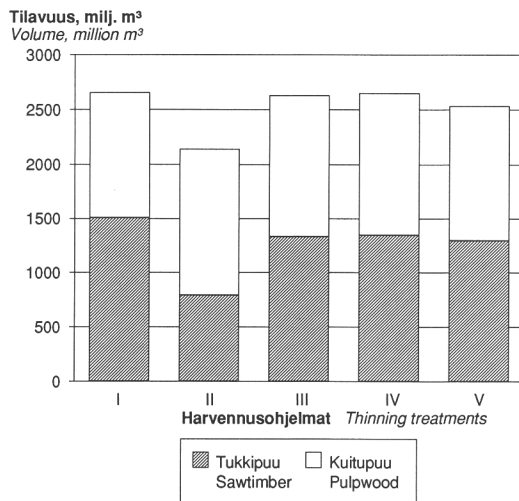


Kuva 8. Kolmen prosentin tuottoarvot harvennusohjelmittain vuosina 1990–2030. Harvennusohjelmat, ks. teksti.

Fig. 8. Net present value of future revenues by three per cent by thinning treatments during 1990–2030. Thinning treatments: I) thinning models applied in private forests (Forestry Center Tapio), II) unthinned stands, III) thinning models applied in private forests with first thinning postponed to mean height 13m, IV) thinning models based on net present value of future revenues by three per cent and V) by five per cent (Pesonen & Hirvelä 1992).

harvennuksia metsien tuottoarvo kehittyi hitaammin kuin harvennushakkuiden avulla. Ero kasvoi tasaisesti koko laskentajakson aikana (kuva 8). Jakson lopussa metsien tuottoarvo ilman harvennushakkuita oli keskimäärin 26 % pienempi kuin muissa ohjelmissa. Harvennuksia sisältäneiden ohjelmien väliset erot olivat sen sijaan pienet. Lopputilanteessa suurin tuottoarvo saavutettiin ohjelmalla I ja erot ohjelmiin III, IV ja V olivat 0,5–3,1 %.

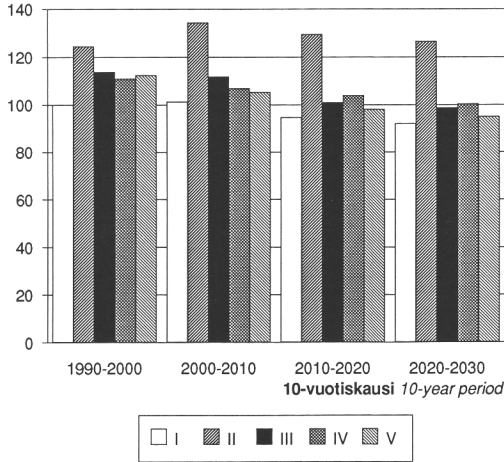
Vaikka harvennushakkuiden laiminlyönti aiheutti kymmenien prosenttien tuottoarvotappiot, myös ilman harvennuksia metsien tuottoarvo kasvoi koko tarkastelujakson ajan. Tämä johtui kuitenkin kasvuun verrattuna vähäisistä hakkuista ja siitä seuranneesta tilavuuden kasvamisesta, eikä puuston rakenteen edullisesta kehittymisestä (kuva 9). Runsaiden päätehakkuiden ja lisääntyneen luonnonpoistuman vuoksi tilavuuden lisäys oli ohjelmassa II pienempi kuin muissa ohjelmissa, sillä lopputilanteessa ohjelmassa II puuston tilavuus oli 2141 milj. m<sup>3</sup> ja muissa ohjelmissa keskimäärin 2617 milj. m<sup>3</sup>. Käytetyn harvennusmallin vaikutus sekä tuottoarvon että puuston kokonaistilavuuden kehitykseen oli pieni. Olennaista tuottoarvon kehityksen kannalta oli ensiharvennuksen nykyistä myöhäisempi ajankohta.



Kuva 9. Puuston rakenne harvennusohjelmittain vuonna 2030. Harvennusohjelmat, ks. teksti.

Fig. 9. Amount of timber and pulpwood by thinning treatments in 2030. Thinning treatments, see Fig. 8.

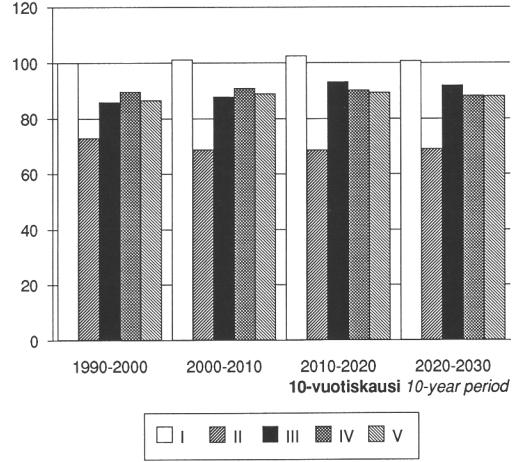
Nettotulot, %  
Net revenues, %



Kuva 10. Nettotulot harvennusohjelmittain vuosina 1990–2030. Harvennusohjelmat, ks. teksti.

Fig. 10. Net revenues by thinning treatments during 1990–2030. Thinning treatments, see Fig. 8.

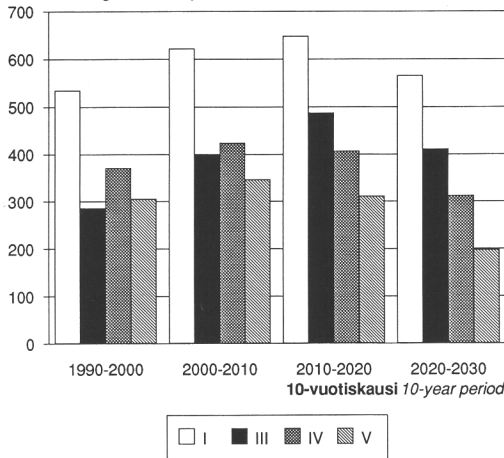
Korjuukustannukset, %  
Logging costs, %



Kuva 11. Korjuukustannukset harvennusohjelmittain vuosina 1990–2030. Harvennusohjelmat, ks. teksti.

Fig. 11. Logging costs by thinning treatments during 1990–2030. Thinning treatments, see Fig. 8.

Harvennushakkuiden pinta-ala, 1000 ha/v  
Areas of thinnings, 1000 ha/yr



Kuva 12. Harvennushakkuiden pinta-ala harvennusohjelmittain vuosina 1990–2030. Harvennusohjelmat, ks. teksti.

Fig. 12. Areas of thinnings by thinning treatments during 1990–2030. Thinning treatments, see Fig. 8.

Puuston tilavuuden lisäksi myös tukkipuun osuus tilavuudesta oli harvennuksettomassa ohjelmassa pienempi (37 %) vuonna 2030 kuin muissa ohjelmissa keskimäärin (52 %). Pelkästään päätehakkuita sisältävä ohjelma oli ainoa hakkuuohjelma, jossa puuston tukkiosuus pieneni alkutilanteesta. Tilavuuden ja tukkiosuuden pieneminen johtui päätehakkuikeisten metsien

osuuden vähenemisestä tarkastelujakson aikana. Lopputilanteessa tukkiosuus oli suurin Tapion ja kolmen prosentin tuottoarvoon perustuvia harvennuskalleja sovellettaessa. Viiden prosentin tuottoarvoon perustuvia kalleja käytettäessä puuston tilavuus oli lopputilanteessa hieman alhaisempi, koska sovellettavat kiertoajat olivat lyhyemmät kuin muissa ohjelmissa (Pesonen & Hirvelä 1992).

Nettotulot, joissa otetaan huomioon kerrallaan vain yhden kauden tulot ja kustannukset, olivat koko tarkastelujakson ajan selvästi suurimmat harvennuksettomassa ohjelmassa (kuva 10). Ohjelmassa II kaikki tehdyt hakkuut olivat päätehakkuita ja siten korjuukustannuksiltaan selvästi alemmat kuin muissa ohjelmissa (kuva 11). Lievistä ja aikaisista ensiharvennuksista johtuen korjuukustannukset olivat suhteellisesti suurimmat Tapion malleilla ohjelmassa I. Ero ohjelmien III, IV ja V, joissa ensiharvennus tehtiin vasta 13 m keskipituuden jälkeen, korjuukustannuksiin oli keskimäärin 17 %.

Ohjelman II eri kausien nettotulot olivat tasaisimmat ja pysyivät koko ajan vähintään ensimmäisen kauden tasolla. Muissa ohjelmissa nettotulotaso oli laskeva. Yksi syy tähän oli se, että harvennuksia soveltaneissa ohjelmissa harvennusten osuus kaikista hakkuista lisääntyi ajan kuluessa (kuva 12). Useista harvennuskerroista, aikaisista ensiharvennuksista ja pienistä harvennuskertymistä johtuen harvennuspinta-ala olivat selvästi suurimmat Tapion harvennuskalleilla.

## 3.2 Harvennushakkuut osana puuntuotanto-ohjelmaa

### 3.2.1 Puuntuotanto-ohjelmat

Harvennussmallien merkitystä metsien tuottokyyntä tutkittiin harvennussmallien edullisuusvertailuilla. Vertailuissa ei otettu kuitenkaan huomioon ns. kysyntätekiäjiä eli arvioita metsäteollisuustuotteiden markkinoista johdetusta raaka-aineen kysynnästä.

Harvennushakkuille ei yleensä laadita omia kehityssuunnitelmia, vaan ne ovat osana laadittuja puuntuotanto-ohjelmia (esim. METSÄ 2000 -ohjelma). Tässä tutkimuksessa harvennushakkuiden ja keskeisten puustotunnusten kehitystä vertailtiin markkinoilta johdetun Jaakko Pöyry Oy:n (Metsäteollisuuden... 1990) laatiman kysyntäennusteen sekä metsien hakkuumahdollisuuksia osoittavan suurimman kestävän hakkuukertymäärän avulla.

Tarkasteltavissa puuntuotanto-ohjelmissa käytettiin harvennussmallina nykyisiä Metsäkeskus Tapion sekä Pesosen & Hirvelän (1992) laatimia kolmen prosentin korkokantaan perustuvia harvennussmallia. Simuloinnit olivat samat kuin harvennussmallien edullisuusvertailuissa käytetyissä harvennussuunnitelmissa I ja IV. Optimoineissa maksimoitiin alkutuottoarvoa (tuottoarvo suunnittelukauden alussa) kolmen prosentin korkokannalla. Tällä pyrittiin mahdollisimman suuriin nettotuloihin ja hakkuukertymiin.

Tarkasteltaviksi otettiin seuraavat puuntuotanto-ohjelmat:

- Ohjelma I — Pöyryn puulajikohtaiset hakkuukertymätavoitteet vuosina 1990–2010.  
— Vuosina 2010–2030 kokonaiskysynnän kasvun oletettiin jatkuvan samana, joten kolmannen kauden hakkuukertymätavoitteeksi asetettiin 70 milj. m<sup>3</sup>/v ja neljännen 75 milj. m<sup>3</sup>/v.  
— Harvennussmallina käytettiin Tapion harvennussmallia.
- Ohjelma II — Hakkuukertymärajoitteet samat kuin ohjelmassa I.  
— Harvennussmallina käytettiin Pesosen & Hirvelän (1992) kolmen prosentin tuottoarvoon perustuvia harvennussmallia.
- Ohjelma III — Tasaiset tai nousevat nettotulot.  
— Tasaiset tai nousevat hakkuukertymät.  
— Tasaiset uudistuspinta-alat.  
— Lopputuottoarvo vähintään yhtä suuri kuin alkutuottoarvo.  
— Harvennussmallina Tapion harvennussmallit.

Taulukko 1. Ensisijaisen käyttöpuun puutavaralajeittainen kysyntäennuste vuosina 1995–2005 (1000 m<sup>3</sup>/v).  
Table 1. Demand forecast of industrial roundwood by timber assortments during 1995–2005 (1000 m<sup>3</sup>/yr).

	1995	2000	2005
Mäntytukki — <i>Pine log</i>	9264	9162	9071
Kuusitukki — <i>Spruce log</i>	10293	10173	10065
Koivutukki — <i>Birch log</i>	1534	1400	1315
Muu lehtitukki — <i>Other log</i>	70	70	70
Mäntykuitu — <i>Pine pulpwood</i>	14010	14953	15719
Kuusikuitu — <i>Spruce pulpwood</i>	11871	12078	13965
Koivukuitu — <i>Birch pulpwood</i>	10742	11864	12955
Muu lehtikuitu — <i>Other pulpwood</i>	630	679	735
Yhteensä — <i>Total</i>	58146	61279	63895

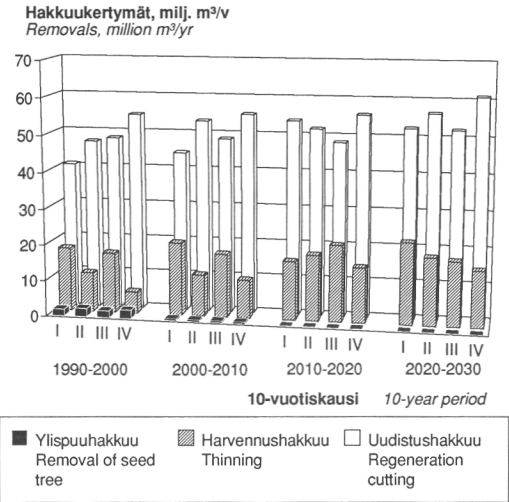
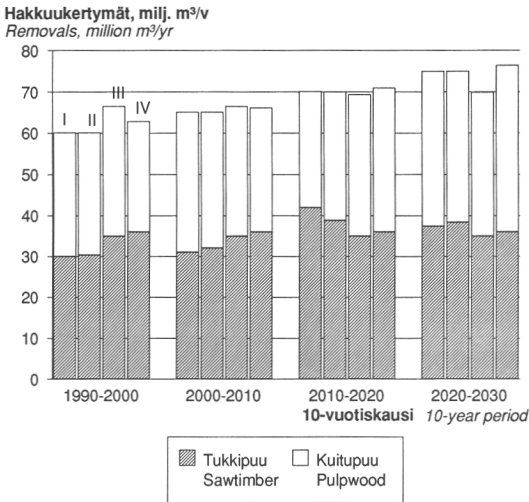
- Ohjelma IV — Rajoitteet samat kuin ohjelmassa III.  
— Harvennussmallina Pesosen & Hirvelän (1992) kolmen prosentin harvennussmallit.

Ohjelmat I ja II perustuivat metsäteollisuustuotteiden kokonaiskysynnän kasvuun ja siitä johdettuun puulajikohtaiseen raaka-aineen kysyntäennusteeseen. Ennusteelle oli olennaista, että kuitupuun kysyntä lisääntyi huomattavasti sekä lehti- että havupuun osalta ja tukkipuun kysyntä pieni havupuun osalta (taulukko 1). Kuitupuun tuonti ja kotimaisen havutukin kuidutus lisääntyivät. Ennusteessa oletettiin mm. nykyisen puutavaralajimääräitelmän ja puulajien käyttösuhteiden eri metsäteollisuustuotteiden valmistuksessa pysyvän ennallaan. (Metsäteollisuuden... 1990).

Ohjelmien III ja IV tavoitteena oli hakea hakkuumahdollisuuksien kannalta optimaalista käsittelyohjelmaa. Vastaavat puuntuotanto-ohjelmat esitti Siitonen (1990) METSÄ 2000 -tarkistus-toimikunnan laskelmissa. Olennaista on kuitenkin verrata, onko harvennussmallilla vaikutusta tuloksiin erilaisten tavoitteiden ja rajoitteiden vallitessa eli verrata ohjelmia I ja II sekä ohjelmia III ja IV keskenään.

### 3.2.2 Puuntuotanto-ohjelmien vertailut

Sekä markkinoilta johdetuissa (ohjelmat I ja II) että hakkuumahdollisuuksien näkökulmasta laadituissa (ohjelmat III ja IV) puuntuotanto-ohjelmissa hakkuukertymien kehitys oli hyvin samansuuntainen (kuva 13). 40 vuoden aikana hakkuu-



Kuva 13. Hakkuukertymät hakkuutavoittain ohjelmissa I–IV vuosina 1990–2030. a) tukki- ja kuitukertymät, b) kertymät hakkuutavoittain. Ohjelmat I–IV, ks. teksti.  
 Fig. 13. Removals by cutting method in programs I–IV during 1990–2030. a) removals by sawtimber and pulpwood, b) removals by cutting method. Timber production programs: I) based on demand forecast. Thinning models by Forestry Center Tapio, II) based on demand forecast. Thinning models by Pesonen & Hirvelä (1992), III) based on greatest allowable cut on sustained yield. Thinning models by Forestry Center Tapio, IV) based on greatest allowable cut on sustained yield. Thinning models by Pesonen & Hirvelä (1992).

kertymät kohosivat tarkastelujakson lopussa tasolle 70–77 milj. m<sup>3</sup>/v.

Harvennussmallilla ei ollut merkitystä hakkuukertymien kehitykseen, mutta hakkuukertymän rakenne vaihteli olennaisesti. Tämä näkyi tukki- ja harvennushakkuukertymien kehityksessä. Pesosen & Hirvelän (1992) harvennussmallien mukaan toimittaessa tukkipuun osuus hakkuukertymästä oli suurempi kuin Tapiion malleilla koko 40 vuoden ajan. Tapiion harvennussmallien mukaan toimittaessa (ohjelmat I ja III) harvennushakkuiden osuus hakkuukertymästä oli kahdella ensimmäisellä kaudella lähes kaksinkertainen Pesosen & Hirvelän malleihin (1992) verrattuna. Liiketaloudellisilla harvennussmalleilla harvennukset tehtiin voimakkaampina ja harvemmin kuin Tapiion harvennussmalleilla. Lisäksi lyhyiden kiertoaikojen ja nykyisten metsien rakenteen vuoksi harvennushakkuuta voitiin korvata päätehakkuilla.

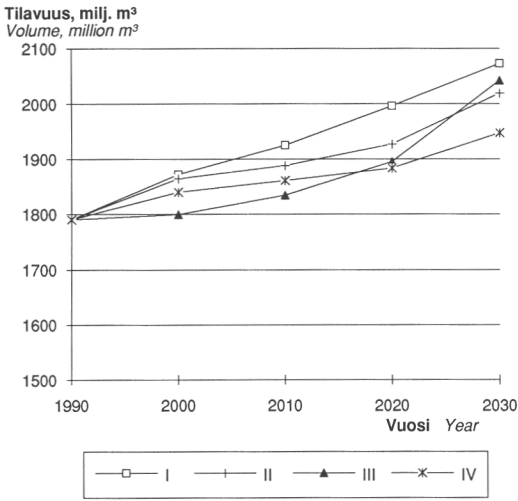
Suurinta kestävä hakkuukertymää tavoittelevissa ohjelmissa hakkuut sisälsivät kahdella ensimmäisellä kaudella enemmän tukkia kuin Pöyryn ennusteen mukaisten ohjelmien hakkuut. Samoin tukki-kertymien kehitys oli ohjelmissa III ja IV tasaisempi kuin ohjelmissa I ja II.

Samantasoisista hakkuukertymistä oli seurauksena, että kokonaistilavuuksien kehitys oli hyvin samansuuntainen kaikissa ohjelmissa. Puuston

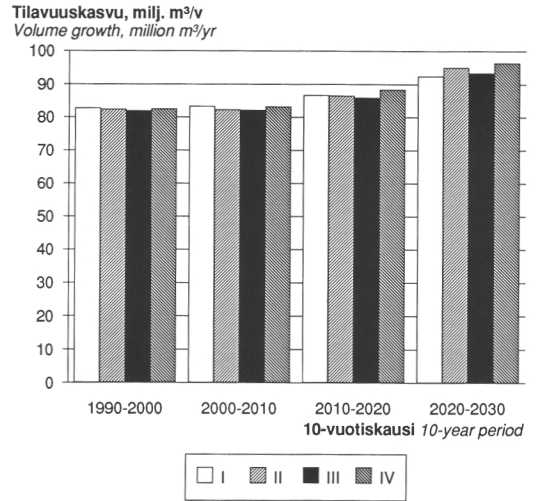
tilavuus oli kaikissa ohjelmissa vuonna 2030 vähintään 150 miljoonaa kuutiometriä nykytilavuutta suurempi (kuva 14). Suurin lopputilavuus (2073 milj. m<sup>3</sup>) saavutettiin Tapiion harvennussmalleilla ohjelmassa I.

Nousevista hakkuukertymistä huolimatta kasvu kohosi kaikissa ohjelmissa tarkastelujakson lopussa yli 90 milj. m<sup>3</sup>/v tasolle (kuva 15). Kasvu oli suurin ohjelmassa IV lähes koko tarkastelujakson ajan. Viimeisellä kaudella puuston vuotuinen kasvu oli ohjelmassa IV lähes neljä miljoonaa kuutiometriä suurempi kuin ohjelmassa I. Kasvun nousu ohjelmassa IV johtui runsaista päätehakkuista, jolloin nuoria ja kasvukykyisiä metsiä oli tarkastelujakson lopussa paljon. Vastaavasti vanhenevasta metsien ikärakenteesta johtui, että puuston kasvu oli pienin toimittaessa Tapiion mallien mukaan.

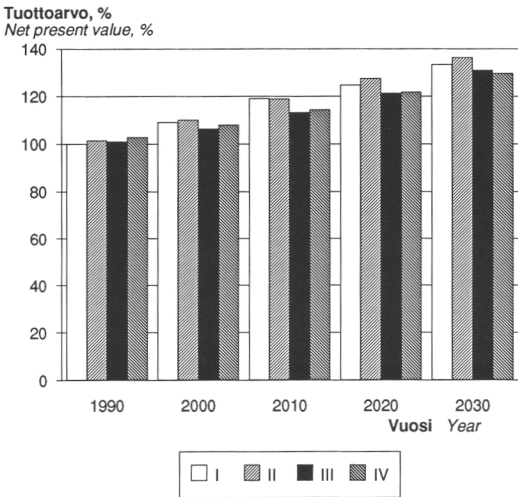
Suurin alkutuottoarvo saavutettiin toimittaessa kolmen prosentoin malleilla ohjelmassa IV (kuva 16). Puuntuotanto-ohjelmien väliset erot olivat kuitenkin pienet, joten harvennussmallilla ei ollut olennaista vaikutusta tuottoarvon kehitykseen. Vuonna 2030 tuottoarvo oli kuitenkin suurin myös kolmen prosentoin malleilla ohjelmassa II ja ero kasvoi koko tarkastelujakson ajan. Lopputilanteessa tuottoarvo oli keskimäärin 33 % suurempi kuin alkutilanteessa. Nousevista hakkuukertymistä huolimatta metsien tuottokyky



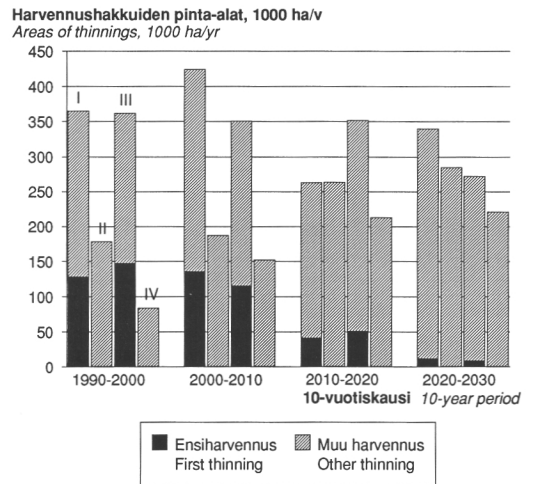
Kuva 14. Tilavuus ohjelmissa I-IV vuosina 1990–2030. Ohjelmat I-IV, ks. teksti.  
 Fig. 14. Volume in programs I-IV during 1990–2030. Programs I-IV, see Fig. 13.



Kuva 15. Tilavuuskasvu ohjelmissa I-IV vuosina 1990–2030. Ohjelmat I-IV, ks. teksti.  
 Fig. 15. Volume growth in programs I-IV during 1990–2030. Programs I-IV, see Fig. 13.



Kuva 16. Kolmen prosentin tuottoarvot ohjelmissa I-IV vuosina 1990–2030. Ohjelmat I-IV, ks. teksti.  
 Fig. 16. Net present value of future revenues by three per cent in programs I-IV during 1990–2030. Programs I-IV, see Fig. 13.

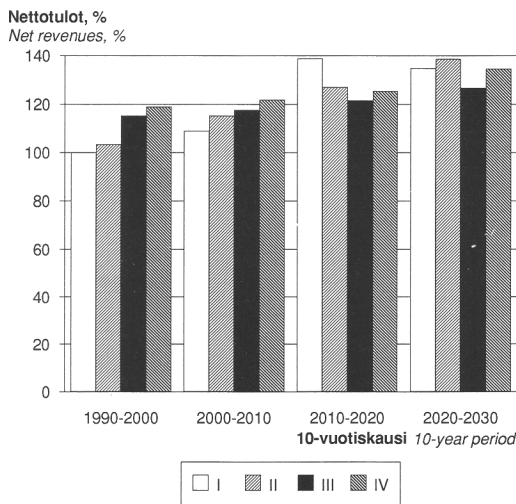


Kuva 17. Harvennushakkuiden pinta-ala ohjelmissa I-IV vuosina 1990–2030. Ohjelmat I-IV, ks. teksti.  
 Fig. 17. Areas of thinnings in programs I-IV during 1990–2030. Programs I-IV, see Fig. 13.

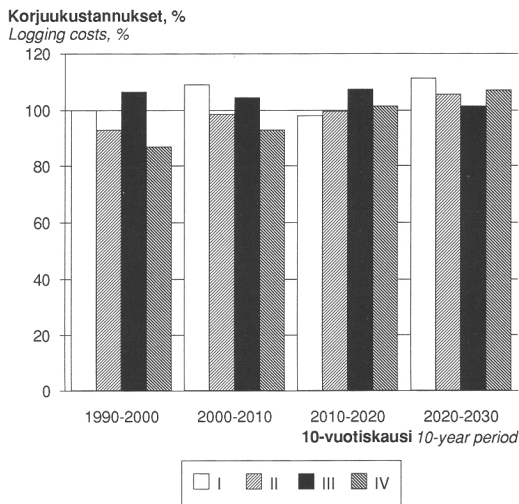
kasvoi 40 vuoden aikana kaikissa käsittelyohjelmissä.

Tapion harvennussmallien mukaan toimittaisessa harvennuspinta-ala olivat huomattavasti suuremmat kuin kolmen prosentin harvennussmallilla (kuva 17). Tulos oli siis sama kuin liiketaloudellisissa edullisuusvertailuissa. Pöyryn kysyntäennusteen mukaisissa ohjelmissä harvennuss-

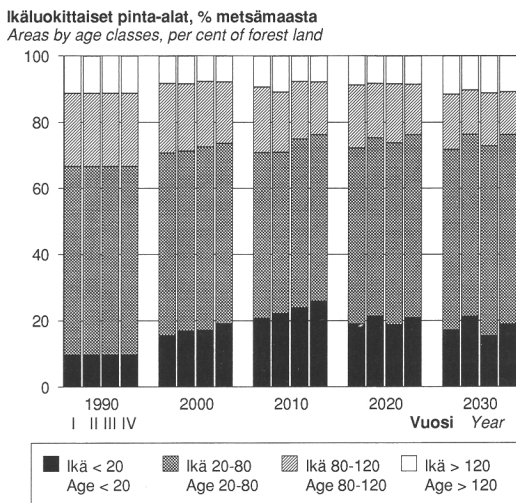
pinta-ala olivat Tapion malleilla kahdella ensimmäisellä kaudella (1990–2000 ja 2000–2010) yli kaksinkertaiset kolmen prosentin malleihin verrattuna. Ohjelmassa III, jossa haettiin suurimpia kestäviä hakkukertymiä Tapion harvennussmallilla, harvennuspinta-ala olivat kolmena ensimmäisenä kautena yli 300 000 ha/v. Kolmen prosentin harvennussmallia käytettäessä harven-



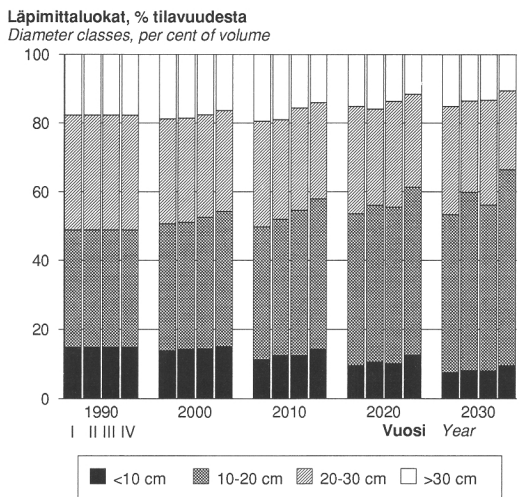
Kuva 18. Nettotulot ohjelmissa I–IV vuosina 1990–2030. Ohjelmat I–IV, ks. teksti.  
 Fig. 18. Net revenues in programs I–IV during 1990–2030. Programs I–IV, see Fig. 13.



Kuva 19. Korjuukustannukset ohjelmissa I–IV vuosina 1990–2030. Ohjelmat I–IV, ks. teksti.  
 Fig. 19. Logging costs in programs I–IV during 1990–2030. Programs I–IV, see Fig. 13.



Kuva 20. Ikäluokittaiset pinta-alat metsämaalla ohjelmissa I–IV vuosina 1990–2030. Ohjelmat I–IV, ks. teksti.  
 Fig. 20. Areas by age classes on forest land in programs I–IV during 1990–2030. Programs I–IV, see Fig. 13.



Kuva 21. Lämpimittaluokittaiset osuudet puuston tilavuudesta ohjelmissa I–IV vuosina 1990–2030. Ohjelmat I–IV, ks. teksti.  
 Fig. 21. Volume by diameter classes in programs I–IV during 1990–2030. Programs I–IV, see Fig. 13.

nuspinta-alat olivat selvästi pienimmät erityisesti tarkastelujakson alussa. Vuotuiset harvennus-  
 alat nousivat ensimmäisen kauden 84 000 hehtaaria viimeisen kauden 221 000 hehtaariin.

Tapion harvennusmallien mukaan toimittaessa suuret harvennuspinta-  
 alat, ensiharvennusten korkeat yksikkökustannukset ja usein toistuvat harvennuskerrat johtivat pienempiin nettotulo-

hin ja suurempiin korjuukustannuksiin kuin muut ohjelmat (kuvat 18 ja 19).  
 Kahdella ensimmäisellä kaudella suurimmat nettotulot antoi ohjelma IV. Nettotulot kohosivat tarkastelujakson lopussa tasolle 10,8–11,8 mrd. mk/v. Korjuukustannukset vaihtelivat 3,6–4,6 mrd. mk/v välillä laskelmat kattavien 40 vuoden aikana.

Kolmen prosentin harvennussalleja käyttäneis-

sä puuntuotanto-ohjelmissa (II ja IV) vanhojen metsien osuus väheni olennaisesti enemmän kuin Tapion malleja soveltaneissa ohjelmissa (kuva 20). Tämä näkyi myös puuston järeyskehityksessä (kuva 21). Tarkastelujakson lopussa jä-

reimmän läpimittaluokan osuus oli pienin ohjelmissa III ja IV. Läpimittaluokan 10–20 cm osuus kasvoi kaikissa ohjelmissa koko tarkastelujakson ajan.

## 4 Tulosten tarkastelu

### 4.1 Harvennuspuiden määrä

Harvennuspuiden voidaan määrittellä monella eri tavalla. Tässä tutkimuksessa harvennuspuiden määrää tarkasteltiin metsien ikärakenteen ja Metsäkeskus Tapion harvennuspuiden mukaan harvennettavissa olevien metsien näkökulmasta. Harvennusikäisiä puita (20–80 vuotta) oli vuosina 1990–1991 Suomessa 10,8 milj. ha, joka on 51 % metsämaan pinta-alasta. Harvennusikäisten metsien määrässä ei ole tapahtunut olennaisia muutoksia koko inventointihistorian aikana.

Kehitysluokkamäärittelyn mukaan (nuoret ja varttuneet kasvatuspuut) harvennuspuiden määrä vuosina 1977–84 Suomessa 46 % metsämaan pinta-alasta (Kuusela ym. 1986). VMI5:n mukaan harvennuspuiden osuus oli vain 42 % (Kuusela 1970). VMI7:n mukaan Etelä-Suomessa oli nuoria ja varttuneita kasvatuspuuta 50 %, joten ainakin kehitysluokan perusteella harvennuspuiden määrä on lisääntynyt voimakkaasti (Kuusela & Salminen 1983). Etelä-Suomessa harvennuspuiden määrä on viimeisimpien inventointitietojen mukaan lisääntynyt jo 61 % metsämaan pinta-alasta (VMI8 — ennakkotieto, Sakari Salminen, Metsäntutkimuslaitos, suull. 1993).

Tässä tutkimuksessa Tapion harvennuspuiden mukaan välittömästi harvennettavaa metsää ilman hakkuille asetettavaa minimikertymää oli 6,9 milj. ha eli 33 % metsämaan pinta-alasta. Tästä kolmannes oli nuoria, ensimmäistä harvennustaan odottavia puita. Jos harvennuskriteerinä käytettiin lisäksi 20 m<sup>3</sup>/ha minimikertymää, harvennuspuiden määrä väheni 4,4 miljoonaan hehtaariin (21 %). Hännisen (1974) mukaan yksityismetsissä sovellettavien harvennuspuiden ohjepohjapinta-alan ylittäviä havupuuvaltaisia puita oli 36 % Etelä-Suomessa. Puiden määrä pieneni kuitenkin voimakkaasti minimipoistumatason kasvaessa. Vertailua saatuihin tuloksiin nähden vaikeuttaa se, että Hännisen (1974) tulokset olivat harvennuksen jälkeisen pohjapinta-alan ylittäviä puita. Tässä tutkimuksessa saadut tulokset olivat sen

sijaan harvennuspuiden leimausrajan ylittäviä puita. Vuokilan (1969) tutkimuksissa harvennuksen jälkeisen tavoitetasoa ylittäviä havupuupuita oli vain 26 % metsämaan pinta-alasta.

Jos harvennettavissa olevien metsien määrää tarkasteltaisiin Pesosen & Hirvelän (1992) laatimien harvennuspuiden mukaan, määrä olisi olennaisesti pienempi. Tähän vaikuttaa Tapion malleja suuremmat harvennuspuidet ja -kertymät. Näissä malleissa ei ole mukana myöskään nykymuotoista jo 10 metrin pituusvaiheesta tehtävää ensiharvennusta.

Harvennettavissa olevien metsien määrä on siis voimakkaasti lisääntynyt, vaikka harvennusikäisten metsien määrässä ei ole tapahtunut olennaisia muutoksia. Harvennusikäiset puita ovat siten tiheämpiä ja puustoisempia kuin aikaisemmin.

### 4.2 Harvennushakkuiden liiketaloudellinen merkitys

Pelkästään puita soveltava metsätalous johti tehtyjen laskelmien mukaan 40 vuoden aikana 150–200 miljardin markan tuottoarvotappioihin lopputuottoarvolla mitattuna. Tuottoarvo kohosi kuitenkin myös tässä vaihtoehdossa yli 40 % alkutilanteeseen verrattuna. Puuston tukkutilavuus olisi näin menetellen 40 vuoden kuluttua yli 700 milj. m<sup>3</sup> pienempi kuin toimittaessa Tapion harvennuspuiden mukaisesti. Tilavuus kohosi ilman harvennushakkuita 2,1 mrd. kuutiometriin, mutta oli yli 500 milj. m<sup>3</sup> pienempi Tapion mallien mukaiseen toimintaan verrattuna.

Tapion harvennuspuiden osoittautuivat tukkipuun tuotosta ja lopputuottoarvoa maksimoivaksi harvennuspuiden ohjelmaksi. Parhaan lopputuottoarvon hintana olivat kuitenkin pienimmät nettotulot, korkeimmat korjuukustannukset ja suurimmat harvennuspinta-alat laskentakauden aikana.

Pesosen & Hirvelän (1992) laatimat kolmen ja viiden prosentin harvennuspuiden osoittautuivat



liiketaloudellisesti paremmiksi nettotuloilla ja korjuukustannuksilla mitattuna kuin Tapion harvennusmallit. Lisäksi pelkästään ensiharvennuksen siirtämisellä (muut harvennukset Tapion mallien mukaan) saavutettiin olennaisesti paremmat tulokset kuin toimittaessa Tapion malleilla. Tulokset olivat samansuuntaisia myös metsikkö- ja metsälötarkasteluissa (Pesonen & Hirvelä 1992, Pesonen ym. 1993).

Harvennushakkuita osana puuntuotanto-ohjelmaa vertailtiin neljässä eri ohjelmassa. Liiketaloudellisesti parhaiksi osoittautuneita Pesosen & Hirvelän (1992) kolmen prosentin ja nykyisiä voimassa olevia Tapion harvennusmalleja verrattiin keskenään markkinoiden ja hakkuumahdollisuuksien lähtökohdista. Tulokset olivat hyvin samansuuntaisia edullisuuslaskelmiin verrattuna. Kolmen prosentin harvennusmallit osoittautuivat parhaiksi mm. tuottoarvolla, kasvulla ja korjuukustannuksilla mitattuna. Harvennuspinta-alat ja harvennusten osuus hakkuukertymästä olivat olennaisesti pienemmät kuin toimittaessa Tapion malleilla.

Hakkuukertymien kehitykseen ei tehdyissä laskelmissa käytetyillä harvennusmalleilla ollut vaikutusta. Sen sijaan metsien rakenteen kehittymisen kannalta liiketaloudelliset harvennusmallit osoittautuivat parhaiksi. Vanhojen ja ylijäreiden metsien osuus pieneni ja metsien taloudellinen tuottokyky parani verrattuna Tapion harvennusmallien mukaisiin puuntuotanto-ohjelmiin. Hakkuukertymien rakenne oli myös tukkivoittoisempi liitaloudellisilla harvennusmalleilla.

### 4.3 Tutkimusmenetelmän arviointi

Tehtyjen laskelmien mukaan hakkuumahdollisuuksien näkökulmasta hakkuukertymien taso voisi kohota lähes 80 milj. m<sup>3</sup>/v tasolle vuoteen

2030 mennessä. Samantasoiin tuloksiin on päätenyt myös Siitonen (1990). Pöyryn laatima metsäteollisuus tuotteiden markkinoilta johdettu kysyntäennuste näyttää olevan nykyiseen kysyntätilanteeseen nähden olevan selkeä yliarvio. Jopa liiketaloudellisissa edullisuuslaskelmissa käytetty 55 milj. m<sup>3</sup>/v hakkuukertymä taso näyttää lyhyellä aikavälillä liian suurelta. Tosin Seppälän (1993) tuoreimpien ennusteiden mukaan teollisuuden puunkäyttö voisi kohota 62,5 milj. m<sup>3</sup>/v tasolle vuoteen 2010 mennessä. Metsien rakenne muuttuu tehtyihin laskelmiin nähden tukkivoittoisempaan ja iäkkäämpään suuntaan. Myös metsien tuottokyky alemmalla puunkäyttötasolla on tehtyihin laskelmiin nähden huonompi.

Valtakunnan tason laskelmissa ei ole otettu huomioon metsälön koon ja metsänomistajien tavoitteiden vaikutusta. Pelkästään metsälön koolla on todettu olevan suurimpiin kestäviin alueisiin hakkuukertymäarvioihin yli 10 prosentin alentava vaikutus, jos kaikki metsänomistajat hakkaisivat kestävästi (Pesonen & Soimasuo 1993). Kun metsänomistajan metsien käytölle asettamat vaihtelevat tavoitteet otetaan huomioon, ero valtakunnallisiin laskelmiin on todennäköisesti tätäkin suurempi.

Käytetyissä simulointilaskelmissa on olennaista myös käytettyjen mallien luotettavuus. Pahimpia epäkohtia laskelmissa olivat puuston kasvun ennustaminen voimakaiden harvennusten jälkeen (Ojansuu ym. 1991). Myös luonnonpoistuma- ja kasvumallin liittäminen toisiinsa nähtiin tarpeelliseksi, vaikka tutkimuksessa MELAan liitetty Hynysen (1991) laatima luonnonpoistumamalli lisäsi tulosten luotettavuutta (Pesonen & Hirvelä 1992). Tukkiisuuden määrittäminen nykyiseen laatuvaatimuskäytäntöön nähden vaatii myös lisätutkimusta.

## 5 Johtopäätökset

Tehokas puuntuotannon lisääminen 1960-luvun alusta lähtien on johtanut metsien puuvarojen vajaakäyttöön. Metsien kasvu on lisääntynyt ja hakkuumäärät ovat pysyneet entisellään. Normaalisuhdanteessa hakkuukertymät ovat olleet viime vuosina 20–25 milj. m<sup>3</sup>/v metsien kasvua pienemmät. Vanhojen metsien osuus on lisääntynyt varsinkin Etelä-Suomessa voimakkaasti. Tällaisessa tilanteessa harvennushakkuiden toteutuminen on uhattuna.

Puunkäytön nykyisellä tasolla harvennuksista luopuminen näyttää lyhyellä aikavälillä houkuttelevalta vaihtoehdolta. Pelkkiä pätehhakkuita tekemällä puuston tilavuus kasvaa yli kahteen miljardiin kuutiometriin seuraavan 40 vuoden aikana. Vähitellen puuston järeysrakenne alkaa muuttua epäedulliseen suuntaan olettaen, että teollisuuden puunkäyttö pysyy laskelmissa esitetyllä tasolla. Harventamattomuudesta seuraa 150–200 miljardin tuottoarvotappiot 40 vuoden kuluttua.

Samalla korjuukustannukset alkavat nousta ja korjuulosuhteet vaikeutua.

Harvennuksista luopumisesta seuraisi tulomenetyksiä sekä kotitalouksille että kansantaloudelle. Harvennusten välittömien ja välillisten vaikutusten kotitalouksien tuloihin on laskettu olevan noin 4,5 mrd. markkaa vuodessa (Haltia 1991). Summa on noin nelinkertainen harvennushakkuiden kantorahatuloihin verrattuna.

Jos puunkäyttö säilyy nykyisellä tasolla, mekkivaikeuksiin joutuu ensimmäisenä ensiharvennuksista kertyvä pienikokoinen kuitupuu. Puun arvon ylittävät korjuukustannukset saavat aikaan sen, että eri puolelle Suomea saattaa syntyä kantohinnan nolla-alueita. Varsinkaan ensiharvennusleimikoille ei ehkä löydy ostajia. Yhtenä vaihtoehtona pienikokoisen puun käytön lisäämiselle on esitetty puun energiakäyttöä (Hakkila 1992).

Nykymuotoisen ensiharvennuksen korkeat korjuukustannukset vaikeuttavat olennaisesti nykyisiin Tapion harvennusmalleihin perustuvien harvennusten toteuttamista. Pelkästään ensiharvennuksen siirtäminen 13 metrin keskipituudelle alentaa korjuukustannuksia ja parantaa taloudellista lopputulosta olennaisesti. Samansuuntaisia

tuloksia on saatu tutkimuksen metsikkö- ja metsälötason raporteissa (Pesonen & Hirvelä 1992, Pesonen ym. 1993). Vastaavin tuloksiin on päätyntä myös Valsta (1992).

Nykykäytäntöä voimakkaampien harvennusten soveltamisella saavutetaan taloudellisesti paras lopputulos metsikkö- ja metsälötason sekä metsävarojen kehittymisen näkökulmasta. Liiketaloudellisin perustein laadittuja harvennusmalleja ei kuitenkaan voi soveltaa välttämättä sellaisenaan kaikkiin nykymetsiin. Mallien soveltaminen edellyttää huolellista ja nykyistä myöhäisempää taimikonhoitoa. Näissä malleissa metsikön ensimmäinen kaupallinen harvennus tehdään nykyistä myöhemmin ja myöhempiä harvennuksia on 1–3.

Harvennushakkuut ovat tarpeellisia sekä puuntuotannollisin että erityisesti taloudellisin perustein. Metsäteollisuuden nykyinen puuntarve vaikuttaa siihen, että ensiharvennuspuun kysyntä jää nykykustannuksilla vähäiseksi. Harvennushakkuiden kustannuksia on pienennettävä muuttamalla ensiharvennuksen ajankohtaa. Käytännön harvennusmalleja on kehitettävä taloudellisin perustein tehtävillä laskelmilla.

## Kirjallisuus — References

- Ensiharvennustyöryhmän muistio. 1988. Maa- ja metsätalousministeriö. Moniste. 57 s.
- Eskelinen, A. & Peltonen, J. 1982. Puunkorjuun vaihtoehtolaskentajärjestelmä puunhankinnan suunnittelussa. Metsätehon katsaus 20. Helsinki. 4 s.
- Hakkila, P. (toim.). 1992. Metsäenergia. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 422. 51 s.
- Haltia, O. 1992. Harvennushakkuut, metsätalous ja -teollisuus Suomen kansantaloudessa. Summary: Thinnings, Forestry and Forest Industry in the Finnish Economy. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 417. 48 s + liitt.
- Harvennushakkuiden taloudellinen merkitys ja toteuttamisvaihtoehdot. 1992. Maa- ja metsätalousministeriö. Helsinki. 121 s.
- Hynynen, J. 1991. Luonnonpoistuman ennustaminen metsikkötason mallilla. Metsänvarvointitieteen pro gradu -tutkielma. Helsingin yliopisto, maatalous-metsätieteellinen tiedekunta. 47 s.
- Hänninen, T. 1974. Harvennusestojen puustoisuus ja hakkuumahdollisuudet Suomen eteläpuoliskossa. Summary: The stocking and cutting possibilities in the thinning and accretion forests in the southern half of Finland. Folia Forestalia 208. 32 s.
- Jämsä, J. 1991. Harvennushakkuiden liiketaloudellinen edullisuus metsälötasolla. Metsätalouden suunnittelun syventävien opintojen tutkielma. Joensuun yliopisto. 76 s.
- Kuusela, K. 1970. Suomen eteläpuoliskon metsävarat 1964–68 ja niiden kehittyminen. Summary: Forest resources in southern half of Finland in 1964–68 and their development. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 71(1). 69 s.
- , Mattila, E. & Salminen, S. 1986. Metsävarat piirimetsälautakunnittain Pohjois-Suomessa 1982–1984. Summary: Forest resources in North Finland by Forestry Board districts, 1982 to 1984. Folia Forestalia 655. 86 s.
- & Salminen, S. 1983. Metsävarat Etelä-Suomen kuden pohjoisimman piirimetsälautakunnan alueella 1979–1982 sekä koko Etelä-Suomessa 1977–1982. Summary: Forest resources in the six northernmost Forestry Board Districts of South Finland, 1979–1982, and in the whole of South Finland, 1977–1982. Folia Forestalia 568. 79 s.
- Lilleberg, R. & Raitanen, A. 1989. Etelä-Suomen harvennusestojen määrä ja korjuulosuhteet vuosina 1988–2000. Summary: The amount of thinning forests in southern Finland — harvesting conditions 1988–2000. Metsätehon tiedotus 401. 19 s.
- MERA metsätalouden rahoitusohjelma I. 1964. Metsätalouden Rahoitustoimikunta. 33 s.
- MERA metsätalouden rahoitusohjelma II. 1966. Metsätalouden Rahoitustoimikunta. 52 s.
- MERA metsätalouden rahoitusohjelma III. 1970. Metsätalouden Rahoitustoimikunta. 62 s.

- Metsä 2000-ohjelman pääraportti. 1985. Talousneuvosto. Metsä 2000-ohjelmajaosto. 189 s.
- Metsä 2000 -ohjelman tarkistustoimikunnan mietintö. 1992. Maa- ja metsätalousministeriö. 116 s.
- Metsänparannuslakitoimikunnan mietintö. 1964. Maa- talousministeriö. 110 s.
- Metsätalouden suunnittelukomitean mietintö. 1961. Silva Fennica 110 (1961). Suomen metsätieteellinen seura. 191 s.
- Metsäteollisuuden markkinat, kilpailukyky ja raakapuun kysyntä. 1990. Jaakko Pöyry Oy. 53 s.
- Ojansuu, R., Hynynen, J., Koivunen, J. & Luoma, P. 1991. Luonnonprosessit metsälaskelmassa (MELA) — Metsä 2000- versio. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 385. 42 s.
- Pesonen, M. & Hirvelä H. 1992. Liiketaloudelliset harvennusmallit Etelä-Suomessa. Summary: Thinning models based on profitability calculations for southern Finland. Folia Forestalia 800. 35 s.
- , Jämsä, J. & Hirvelä, H. 1993. Harvennushakkuiden liiketaloudellinen edullisuus metsälötasolla. Summary: Profitability comparisons of thinnings at the forest holding level. Folia Forestalia 802. 23 s.
- & Soimasuo, J. 1993. Metsätalouksikön koon vaikutus alueelliseen hakkuusuunnitteeseen. Käsikirjoitus. 36 s.
- Seppälä, H. 1993. Metsäteollisuus 2010. Arvio Suomen metsäteollisuudesta ja sen puunkäytöstä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 454. 56 s.
- Sii-tonen, M. 1983. A long term forestry planning system based on data from the Finnish national forest inventory. Julkaisussa: Forest inventory for improved management. Helsingin yliopiston metsänarvioimistie- teen laitoksen tiedonantoja 17: 195–207.
- 1990. Suomen metsävarat 1990 ja metsien kehitys- mahdollisuudet 1990–2030. Selvitys Metsä 2000 - ohjelman tarkistustoimikunnalle. Metsäntutkimuslai- tos. 56 s.
- Valsta, L. 1992. An optimization model for Norway spruce management based on individual tree growth models. Tiivistelmä: Kuusikon käsittelyn optimointi puit- tisiin kasvumalleihin pohjautuen. Acta Forestalia Fennica 232. 20 s.
- Vuokila, Y. 1969. Harvennusmenetelmät ja harvennus- metsiköt etenkin koneellisen puunkorjuun kannalta. Harvennuspuiden korjuun koneellistamistoimikunta. Moniste.

*Total of 31 references*

## Summary

### Amount of thinning forests and profitability of thinnings in Finland

The aim of the study is to analyze the amount of thinning forests and the profitability of thinnings at national level in Finland. The profitability is viewed with the following observations: 1) profitability comparisons by different thinning models and 2) thinnings as a part of the production program. The different profitability comparisons were made to explain the possible impacts of thinning models on the development and the productivity of forests. When concerning the thinnings as a part of the timber production program, the significance and proportion of thinnings in the realization of the timber production programs was examined.

The calculations were carried out with MELA-software (Siitonen 1983). Calculations were based on the temporary sample plots of the 7th and 8th National Forest Inventory. The whole data were updated to correspond the level of cuttings and growth at the beginning of year 1990 (Siitonen 1990).

In Finland the amount of forests between ages of 20 to 80 was 10.8 million hectares in 1990–1991 which was 51 % of total forest land area. According to the thinning models of central forestry administration (Forestry Center Tapio), there were 6.9 million hectares (33 % of forest land area) to be thinned immediately if there was no minimum per hectare harvest limit. One third of this area

is in the stage of the first thinning. If there was a 20 m<sup>3</sup>/ha minimum harvest limit the amount of thinning forests decreased to 4.4 million hectares (21 % of forest land area).

The amount of thinning forests has strongly increased during the history of national forest inventories though the area of forests at the thinning age has not essentially changed. So the forests at the thinning age are nowadays more dense than before according to the inventory results.

The profitability calculations showed that neglecting thinnings resulted in 40 years in a loss of 150–200 milliard marks of future revenues at the end of planning period (net present value in 2030). Further, the saw timber volume would be 700 million m<sup>3</sup> smaller than by using the thinning models of Tapio. The total volume increased even without thinnings up to 2.1 milliard m<sup>3</sup> by the year 2030 though this was over 500 million m<sup>3</sup> smaller than when carrying out the models of Tapio.

The thinning models of Tapio seemed to maximize saw-timber production and the net present value of the the future revenues at the end of the planning period. However, the greatest net present value at the end of the planning period led to the smallest net incomes, the highest logging costs and the highest thinning areas during the

calculation period.

Thinning models based on profitability calculations by three and five per cent by Pesonen & Hirvelä (1992) proved to be economically better than the thinning models of Tapio when measured by the net incomes and logging costs. Also, just the postponement of the first thinning of Tapio's models led to considerably better results than the Tapio's models. These results were parallel to those at the stand and forest holding level (Pesonen & Hirvelä 1992, Pesonen et al. 1993).

The thinnings as a part of a timber production program were compared in four different programs. The three per cent models (Pesonen & Hirvelä 1992) which proved to be economically best ones were compared with Tapio's thinning models. The comparisons were based on the demand of roundwood and the allowable cut. Results

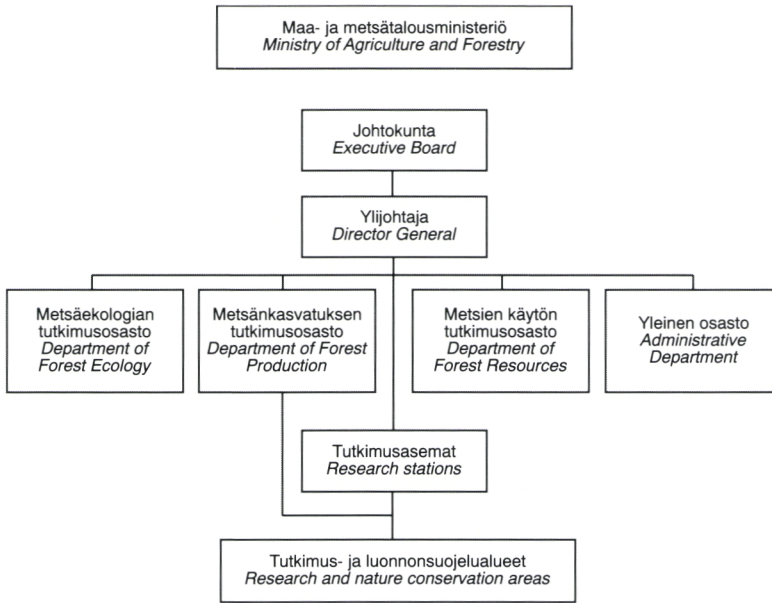
were parallel to the profitability calculations. The three per cent thinning models proved to be best when measured with the net present value, increment and logging costs. The thinning areas and the share of the thinnings of total removals were considerably smaller than those of the Tapio's models.

According to the calculations, the thinning model had no impact on the development of the total removals. However, the thinning models by three per cent of Pesonen & Hirvelä (1992) proved to be best from the point of the development of the forest structure. The share of old and over-aged forests decreased and the financial productivity of the forests improved as compared with the timber production programs based on the Tapio's thinning models. The structure of the total removals was characterized by a bigger proportion of saw timber volume.





METSÄNTUTKIMUSLAITOS — *THE FINNISH FOREST RESEARCH INSTITUTE*



**Metsäntutkimuslaitos — *The Finnish Forest Research Institute***

Unioninkatu 40 A, FIN-00170 Helsinki, Finland

tel. +358-0-857 051, fax +358-0-625 308, telex 121298 metla sf

Ylijohtaja — *Director General*

Eljas Pohtila

Hallintojohtaja — *Administrative Director*

Tero Oksa

Tiedotuspäällikkö — *Head of Information*

Marja Ruutu

**Metsäekologian tutkimusosasto — *Department of Forest Ecology***

Tutkimusjohtaja — *Research Director* Eero Paavilainen

**Metsänkasvatuksen tutkimusosasto — *Department of Forest Production***

Tutkimusjohtaja — *Research Director* Jari Parviainen

**Metsien käytön tutkimusosasto — *Department of Forest Resources***

Tutkimusjohtaja — *Research Director* Risto Seppälä

**Tutkimusasemat — *Research Stations***

Joensuu

Parkano

Kannus

Punkaharju

Kolari

Rovaniemi

Muhos

Suonenjoki



- No 801 Mäkinen, Harri & Uusvaara, Olli: Lannoituksen vaikutus männyn oksikuuteen ja puuaineen laatuun.  
Effect of fertilization on the branchiness and the wood quality of Scots pine.
- 1993
- No 802 Pesonen, Mauno, Jämsä, Jari & Hirvelä, Hannu: Harvennushakkuiden edullisuusvertailu metsälötasolla.  
Profitability comparisons of thinnings at the forest holding level.
- No 803 Hakila, Pentti & Kalaja, Hannu: Ketjukarsinta ensiharvennusmännikön korjuuratkaisuna.  
Flail delimiting in the first commercial thinning of Scots pine.
- No 804 Saarilahti, Martti: Mikroaaltosondin soveltuvuus hakekuorman käyttöarvon mittaukseen.  
Measuring of the chip load properties using microwave sounding.
- No 805 Salminen, Olli: Männikön ja kuusikon liiketaloudellinen vajaatuuotisuus.  
Profitability of growing understocked Scots pine and Norway spruce stands.
- No 806 Verkasalo, Erkki: Koivupuutavaran vikaantuminen pitkittyneessä metsävarastoinnissa ja sen vaikutus viulun saantoon, laatuun ja arvoon.  
Deterioration of birch timber during prolonged storage in the forest and its effect on the yield, quality and value of rotary-cut veneer.
- No 807 Rossi, Seppo, Varmola, Martti & Hyppönen, Mikko: Pellonmetsitysten onnistuminen Lapissa.  
Success of afforestation of old fields in Finnish Lapland.
- No 808 Juntunen, Marja-Liisa & Suomäki, Hanna-Leena: Ikääntyvät metsäkoneyrittäjät ja hakkuun koneellistuminen.  
Aging forest machine contractors and the mechanization of wood harvesting.
- No 809 Heikkilä, Risto, Lilja, Arja & Härkönen, Sauli: Rauduskoivutaimien toipuminen latvan katkeamisen jälkeen.  
Recovery of young *Betula pendula* trees after stem breakage.
- No 810 Kaunisto, Seppo, Moilanen, Mikko & Issakainen, Jorma: Apatiitti ja flogopiitti fosfori- ja kaliumlannoitteina suomänniköissä.  
Apatite and phlogopite as phosphorus and potassium fertilizers in peatland pine forests.
- No 811 Kaitera, Juha & Jalkanen, Risto: Surmakka Rikkilehdon männikössä Sallassa.  
*Gremmeniella abietina* on Scots pine in Rikkilehto stand in Salla, northern Finland.
- No 812 Pesonen, Mauno & Hirvelä, Hannu: Harvennusmetsien määrä ja harvennushakkuiden liiketaloudellinen merkitys.  
Amount of thinning forests and profitability of thinnings in Finland.