HARVENNUSPUUN KORJUUN KONEELLISTAMISTOIMIKUNTA

HARVENNUSMENETELMÄT
ja
HARVENNUSMETSIKÖT
etenkin koneellisen puunkorjuun kannalta

YRJÖ VUOKILA
Metsäntutkimuslaitos

HELSINKI 1969

HARVENNUSMENETELMÄT JA HARVENNUSMETSIKÖT

etenkin koneellisen puunkorjuun kannalta

Y r j ö V u o k i l a

Helsinki 1969

ALKUSANAT

Kun harvennushakkuiden koneellistamista tutkivan (HAKO-) toimikunnan taholta pyydettiin esillä olevan kaltaista selvittelyä, epäröin aluksi siitä syystä, että tietomme kasvatus- ja harvennushakkuista laajana menetelmäryhmänä ovat toistaiseksi perin puutteelliset. Kun kuitenkin suostuin ottamaan tehtävän vastaan, se johtui etenkin kahdesta näkökohdasta. Ensiksikin käytännön metsätaloudessa on tietojen - vaikkapa puutteellistenkin - tarve mitä suurin. Toiseksi halusin selvittää myös itselleni nykytilanteen yksityiskohdin voidakseni tulevan tutkimustyön suunnittelussa lähteä koko olemassa olevan tietouden pohjalta ja näin säästää turhia kustannuksia.

Tätä monistetta ei ole tarkoitettu sanan varsinaisessa merkityksessä tieteelliseksi tutkimukseksi. Se on lähinnä käsitteitä selventävä sekä tiedon "jyväsiä" keräävä, yhdistelevä ja analysoiva, perimmäisenä motiivina harvennushakkuiden koneellistamisen ja siinä tarvittavien koneiden suunnittelussa esiintyvä tiedon tarve. Se lähtee paljolta "mitä tiedämme"-pohjalta, eikä aina voi vastata tyhjentävästi esille otettuihin ongelmiin. Se voi lähtökohtansa vuoksi esittää kuitenkin myös sellaisia päätelmiä, jotka eivät ole vielä tieteellisesti aukottomasti todistettuja ja joissa tästä syystä on henkilökohtaisen, tosin tutkimustyöhön nojautuvan vakaumuksen leima. Näin se antaa ehkä aihetta keskustelulle, joka vie tärkeää asiaa edelleen eteenpäin. Se on kirjoitettu myös tavanomaista vapaammalla kielellä, onpa harjoitettu tahallista toistoakin, jos sen on katsottu helpottavan lukijan työtä.

Vaikka huomattava osa aineistosta ja tutkimustuloksista onkin vanhaa, ennen julkaistua, sisältyy tekstiin myös melkoinen määrä uutta tietoa. Niinpä harsintaharvennuksista ja ns. radikaaleista käsittelyistä on esitettävänä uusia kehityssarjoja ja vertailevia tutkimustuloksia. Näissä laskelmissa on avustanut metsänhoitaja J o u k o L a a s a s e n a h o . Nykyharvennusmetsiköiden suuralueittainen analysointi on niin ikään uutta tietoutta. Se perustuu valtakunnan metsien inventointiaineistoihin, jotka

professori K u l l e r v o K u u s e l a on asettanut käytettäväkseni. Tältä osin on aineiston käsittelystä vastannut ohjeitteni mukaan metsätieteen ylioppilas M a t t i Y l i n e n . Piirrokset ovat rouva I r m a N y l a n d e r i n tunnettua käsialaa. Kustannuksista on vastannut HAKO-toimikunta.

Samalla kun kiitän yllä mainittuja, esitän toivomukseni, että suoritettu työ hyödyttäisi - paitsi harvennushakkuiden koneellistamisesta kiinnostuneita - metsäammattimieskuntaa, metsäteollisuutta ja asianharrastajia yleisemminkin.

Helsingissä, maaliskuussa 1969

Yrjö Vuokila

Sisällysluettelo

	Sivu
1. Johdanto	5
2. Erilaiset harvennushakkuumenetelmät	6
21. Biologiset harvennukset	7
211. Puunluokitus	7
212. Biologinen ala- ja yläharvennus	8
213. Kontrolloidut biologiset harvennukset	10
214. Biologiset harvennukset ja koneellistaminen	11
22. Biologis-ekonomiset harvennukset	15
221. Vapaa harvennus	15
222. Harsintaharvennus	17
223. Radikaali harvennus	23
224. Biologis-ekonomiset harvennukset koneellistetun puunkorjuun kannalta	26
23. Puunkorjuuteknilliset harvennukset	28
231. Systemaattiset menetelmät	30
232. Käytäväharvennus yhdistettynä konventionaaliseen yksilöharvennukseen	31
3. Harvennushakkuiden vaikutus kasvuun ja tuotokseen	34
31. Luontainen harventuminen	34
32. Voimakkaat biologiset alaharvennukset	41
33. Harsintaharvennukset	50
34. Radikaalit harvennukset	54
35. Puunkorjuuteknilliset harvennukset	61
36. Harvennushakkuut ja lannoitus	63
37. Koneiden aiheuttamat kasvu- ja tuotostappiot	65
4. Harvennushakkuut ja -metsiköt kasvu- ja tuotostaulukoiden mukaan	69
41. Poistettavat puumäärät	70
411. Keskivahvat ja voimakkaat biologiset alaharvennukset	70
412. Keskivahvat ja voimakkaat harsintaharvennukset	73
413. Radikaalit harvennukset	74
414. Käytäväharvennus	80
42. Harvennuspoistuman rakenne	81
421. Keskivahvat ja voimakkaat biologiset alaharvennukset	82
422. Keskivahvat ja voimakkaat harsintaharvennukset	82

Sivu

423. Radikaalit harvennukset..... 88
424. Käytäväharvennus..... 91
43. Liikkumistila metsikössä..... 91
5. Harvennusmetsiköt valtakunnan metsien inventointien mukaan..... 96
51. Laskelmien perusteet..... 96
52. Pinta-ala..... 98
53. Keskikuutiomäärä..... 104
54. Kuutiomäärän vaihtelu..... 110
55. Runkoluku- ja pituussarjat..... 129
6. Lopputoteamuksia..... 140
Kirjallisuutta..... 144

1. JOHDANTO

Metsätöiden rationalisointi puun korjuuta koneellistamalla on Suomessa - ja itse asiassa vielä muuallakin - toistaiseksi rajoittunut päätehakkuisiin, joissa koko jäljellä oleva puusto tai valtaosa siitä poistetaan yhdellä kerralla. Tällaisissa puunkorjuutehtävissä hakkuukertymä on niin suuri ja järeä sekä koneiden liikkuminen niin esteetöntä, ettei synny juuri epäilystä siitä, etteikö koneellistamisella saavutettaisi merkittäviä kustannussäästöjä konventionaalisiin korjuumenetelmiin verrattuna, kunhan vain koneiden "täystyöllisyys"on taattu ja koneet mitoitettu mainittua tehtävää ajatellen.

Harvennushakkuiden koneellistamisen edullisuus ei ole yhtä itsestään selvä. Harvennushakkuuhan on meillä usein toistuva kasvattava toimenpide, jossa ainakin nykyisin vain toissijaisesti kiinnitetään huomiota välittömään kannattavuuteen. Tästä syystä hakkuukertymä on niukanlainen ja sen järeysrakenne korjuuteknillisesti epätaloudellinen. Oman pulmansa muodostaa vielä harvennusmetsiköiden tiheys, joka puuston varhaisessa kehitysvaiheessa vaatii kulkuteiden avaamista korjuukoneille ja myöhemmässäkin vaiheessa saattaa eri tavoin haitata koneiden työskentelyä. Kookkaiden koneiden liikkuminen metsässä voi sitä paitsi aiheuttaa mekaanisia runkovaurioita korjuun jälkeen jäävälle puustolle tai saada aikaan vahinkoa välillisesti juuristovaurioiden kautta.

Ennen kuin harvennushakkuiden koneellistamiseen voidaan ryhtyä tai siihen soveltuvia koneita suunnitella on selvitettävä monia ongelmia. Näitä ovat mm. seuraavat.

1. Mitkä ovat ne harvennusmenetelmät, jotka soveltuvat koneellistettuun puunkorjuuseen puuston eri kehitysvaiheissa?
2. Mitä tällaisten menetelmien soveltaminen vaikuttaa puuston kasvuun, kehitykseen ja tuotokseen kiertoajan pituisena aikana?
3. Mitkä ovat ne puumäärät, jotka voidaan poistaa erilaisin kasvatushakkuumenetelmin ja erilaisissa harvennusmetsiköissä (ilmaistuina kiintomittoina hehtaaria kohden)?
4. Minkä kokoisia poistettavat puut ovat?

5. Mikä on koneiden liikkumistila harvennusmetsiköissä puuston eri kehitysvaiheissa?

Käsillä oleva selvittely pyrkii vastaamaan näihin ja moniin muihin niihin liittyviin kysymyksiin taustan luomiseksi harvennushakkuiden yhteydessä käytettävien korjuukoneiden suunnittelulle ja korjuumenetelmien kehittämiselle yleensä.

Etsittäessä vastausta esitettyihin kysymyksiin on rajoittavana tekijänä käytettävissä olevien tietojen puutteellisuus. On luonnollista, ettei esim. varsinaisten puunkorjuuteknillisten harvennushakkuumenetelmien vaikutuksesta puuston kehitykseen voi olla yksityiskohtaisia tietoja käytettävissä siitä yksinkertaisesta syystä, ettei menetelmiä ole toistaiseksi sovellettu käytännössä, eikä juuri koemittakaavassakaan. Ulkomailtakaan ei ole tietoja saatavissa niin paljon kuin tarvittaisiin. Vastaukset eräisiin kysymyksiin voidaan siis antaa vain melkoisin varauksin ja virherajoin. Pohjois-Suomen osalta ovat kasvu- ja tuotostiedot yleensäkin niin puutteelliset, että tarkastelu joudutaan suorittamaan suuremmassa määrin kuin olisi toivottavaa eteläsuomalaisin perustein. Toisaalta on syytä todeta, että maan pohjoisosassa harvennushakkuiden koneellistaminen tuskin vielä onkaan merkittävä ongelma, sillä hakkuukypsien metsiköiden runsaus pakottaa keskittämään huomion päätehakkuisiin.

2. ERILAISET HARVENNUSHAKKUUMENETELMÄT

Harvennushakkuumenetelmiä ja näiden erilaisia muunnoksia on aikojen kuluessa kehitetty ja esitetty lukuisa määrä. Niiden tyhjentävä esittely on tuskin mahdollista tai edes tarpeellista tässä yhteydessä. Tärkeintä on, että erilaisia lähtökohtia edustavat menetelmäryhmät tulevat esille ja näistä nimenomaan ne, joita on sovellettu tai voidaan ajatella sovellettaviksi pohjoismaissa, eritoten Suomessa. Edelleen on menetelmiä valittaessa ajateltava niiden soveltuvuutta koneellistettuun puunkorjuuseen.

21. Biologiset harvennukset

Todennäköisesti laajimmin tunnettu menetelmäryhmä ovat ns. biologiset harvennukset. Ne lienevät myös ainoita, jotka on tarkoin määritelty. Määritelmät tosin vaihtelevat jossain määrin maasta toiseen, mutta erot ovat enimmäkseen toisarvoisissa yksityiskohdissa. Suomessa on harvennuskokeissa sovellettu omaa biologista harvennusasteikkoa, joka perustuu kuitenkin olennaisilta osiltaan kansainvälisesti hyväksyttyyn vastaavaan luokitukseen.

Biologisissa harvennuksissa on lähtökohtana puiden erilaistuminen latvuskerroksiin sekä latvuksensa ja runkonsa teknillisen laadun mukaisiin puuluokkiin. Päämääränä on kasvattaa kiertoajan loppuun mahdollisimman järeä ja arvokas puusto. Päähuomio on aina kiinnitettävä jätettäviin eikä poistettaviin puihin (1). Taustaajatuksena on tällöin vielä se, että näin saatu loppupuusto kykenee saamaan aikaan rodullisesti korkeatasoisen uuden puusukupolven luontaisen uudistumisen kautta.

Biologisia harvennuksia suoritettaessa, mikä tapahtuu varsin lyhyin väliajoin, ei kiinnitetä olennaista huomiota poistettavien puiden arvoon. Taloudellisuusperiaate tulee näkyviin siten, että erotetaan voimakkuudeltaan erilaisia harvennusasteita, meillä Suomessa lievä, vahva ja erittäin vahva harvennus. Sama "taka-ajatus" lienee siinä, että erotetaan ala- ja yläharvennus, vaikka kummankin määritelmät nojautuvat täysin biologisiin seikkoihin.

211. P u u n l u o k i t u s

Suomessa sovellettu biologinen puunluokitus on L a u r i I l v e s s a l o n (2) esittämä. Tämän luokituksen lyhyt esittely on tarpeen biologisten harvennusmenetelmien ymmärtämiseksi.

Luokituksessa erotetaan 4 latvuskerrosta:

1. latvuskerros, päävaltapuut,
2. " lisävaltapuut,
3. " välipuut,
4. " aluspuut.

Kussakin latvuskerroksessa voivat esiintyä seuraavat puuluokat.

Normaalit puut, kaikin puolin moitteettomat puuyksilöt (n).

Vajaalatvuksiset puut(a).

Latvus yhdeltä puolelta puristunut (a_1).

" kahdelta " " (a_2).

" tupsumainen (a_3).

Huonorunkoiset puut (b).

Runko oksikas, susipuut (b_1).

" haarainen (b_2).

" mutkainen (b_3).

Vioittuneet ja sairaat puut (c).

Kuolleet puut (+).

Luokissa a, b ja c ilmaistaan loppuun liitetyllä merkillä

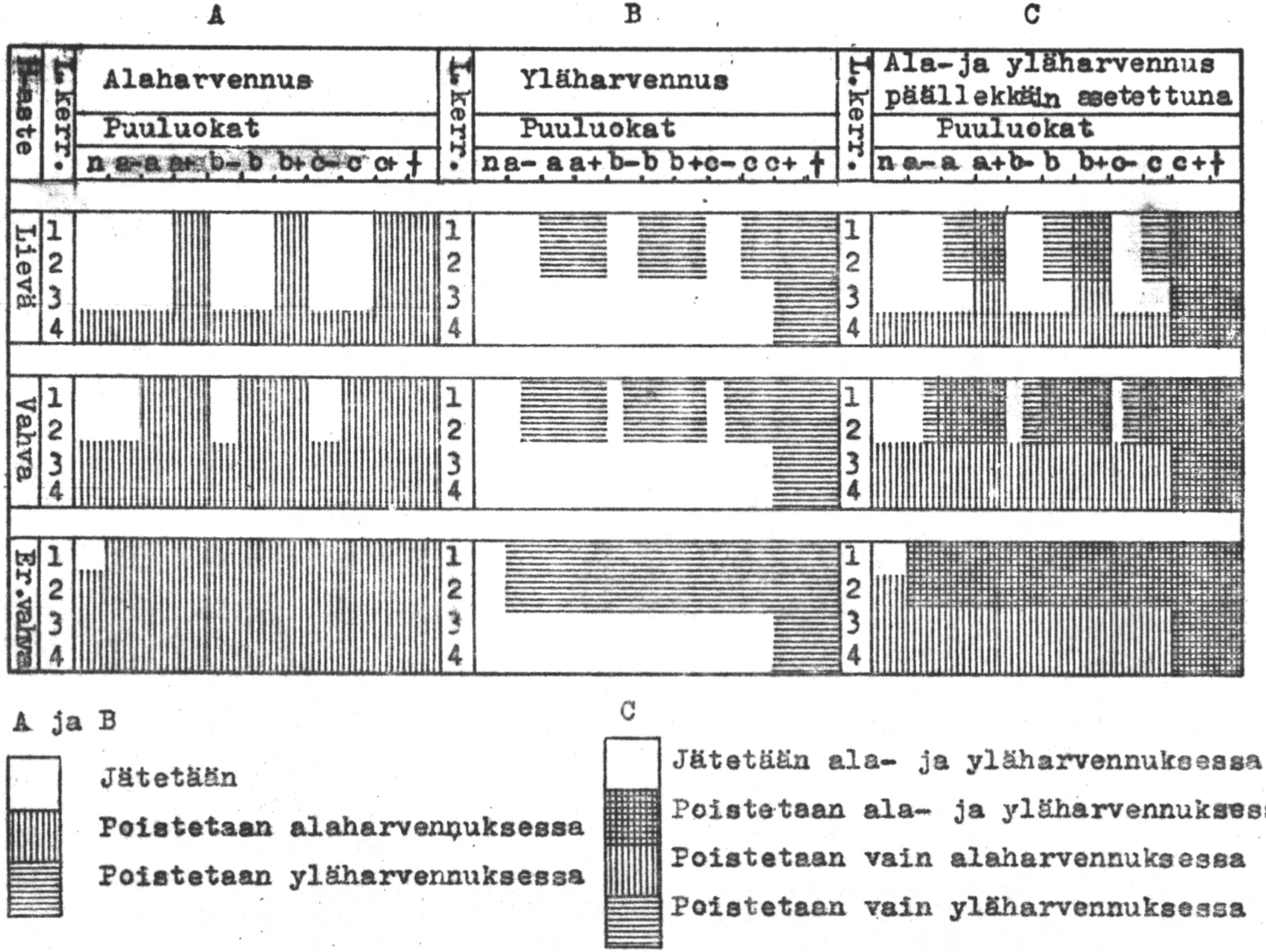
+, että ominaisuus on vahvasti edustettuna ja

-, että " " lievästi "

212. Biologinen ala- ja yläharvennus

Kuva 1, joka on laadittu Yli-Vakkurin (3) tapaan, tuo havainnollisesti esille, mitkä puuluokat poistetaan ala- ja yläharvennuksissa suomalaisen biologisen puunluokituksen mukaan. Piirroksesta voidaan tehdä eräitä yleisiä päätelmiä.

Havaitaan, ettei biologinen alaharvennus tässä alkuperäisessä muodossaan estä puuttumista vallitseviin (1. ja 2.) latvuskerroksiin. Niinpä vahva alaharvennus jättää vain vallitsevien latvuskerrosten normaalit sekä latvuksensa (a), runkonsa (b) ja terveystilansa (c) puolesta lievästi puutteelliset puut. Mikäli tätä ohjetta noudatettaisiin kirjaimellisesti, muodostuisi vahva alaharvennus menetelmäksi, joka poistaisi puita varsin huomattavasti myös "ylhäältä käsin", ts. vallitsevasta puustosta. Erityisesti on syytä korostaa, että erittäin vahvassa alaharvennuksessa poistetaan kaikki muut paitsi normaalit päävaltapuut. Erittäin vahva alaharvennus on jopa muodollisesta voimakkaampi toimenpide kuin vastaava yläharvennus.



Kuva 1. Biologisen ala- ja yläharvennuksen vertailu (Yli-Vakkurin mukaan).

Biologinen yläharvennus on lievässä ja vahvassa asteessa jossain määrin, ei kuitenkaan kovin paljon, voimakkaampi kuin vastaava alaharvennus. Kaiken kaikkiaan on kuitenkin vastaavien ala- ja yläharvennusten voimakkuusero vähäinen ja tulkinnaltaan subjektiivinen. Varsinainen periaatteellinen ero on loppujen lopuksi se, että yläharvennuksissa jätetään pääosa vallittujen latvuskerrosten puita, kun taas alaharvennuksissa ne poistetaan. Tämä ei juuri vaikuta käsittelyn voimakkuuteen, mutta antaa kyllä metsiköille käsittelyn jälkeen erilaisen ulkonäön. Yläharvennuksissa vallittujen puiden säästäminen motivoidaan sillä, että ne varjostuksellaan "suojaavat vallitsevien puiden runkoja ja maata". Periaate omaksuttiin meille aikanaan sellaisenaan keskieurooppalaisista lähteistä.

213. K o n t r o l l o i d u t b i o l o g i s e t h a r v e n n u k s e t

Biologiset harvennukset, jotka nojautuvat selostettuun puunluokitukseen, ovat osoittautuneet käytännössä erittäin subjektiivisiksi. Ennen muuta on erittäin vaikeata - eikä sitä ole tosimielessä yritettykään - määritellä, milloin tietty puutteellisuus (a, b tai c) puussa on pieni tai suuri. Kuitenkin tämän seikan tulkinnasta riippuu harvennuskäsittelyn voimakkuus, sillä harvennusasteet eroavat toisistaan juuri tältä osin. Asteikon tunnontarkka noudattaminen voi sitä paitsi johtaa suoranaisiin järjettömyyksiin. Metsikössä, jonka hoitotoimenpiteet on varhemmin suuremmassa tai pienemmässä määrin laiminlyöty, voi tuloksena olla äärimmäistapauksessa avohakkuu. Näin tapahtuisi erittäin vahvassa alaharvennuksessa, jos hoidon laiminlyönti on aiheuttanut jokaisen puun latvukseen puutteellisuuksia.

Menetelmän subjektiivisuus on havaittu kaikkialla maailmassa. Kysymystä pohti monien muiden ongelmien ohella myös IUFRO:n asettama työryhmä, joka jätti raporttinsa Münchenissä pidetylle järjestön 14. kongressille (4). Vaikka mielipiteitä esitettiin myös puhtaan biologisen linjan säilyttämisen puolesta, näyttää yleisenä suuntana olevan siirtyminen ns. kontrolloituihin biologisiin harvennuksiin. Tämä merkitsee sitä, että poistettavia puita valittaessa tosin noudatetaan biologisia perusteita mutta poistuman määrä

saadaan eri harvennusasteissa kvantitatiivisten kriteerien avulla. Seuraavat kvantitatiiviset kriteerit ovat yleisimmin käytettyjä:

1. Jäljelle jäävä pohjapinta-ala (m^2/ha).
2. " " runkoluku (kpl/ha).
3. Puuston tiheysindeksi, esim. runkoluku x keskipituus x keskiläpimitta (Lexen).
4. Poistuman pohjapinta-alan tai kuutiomäärän suhde vastaaviin mittaustunnuksiin ennen tai jälkeen harvennuksen.

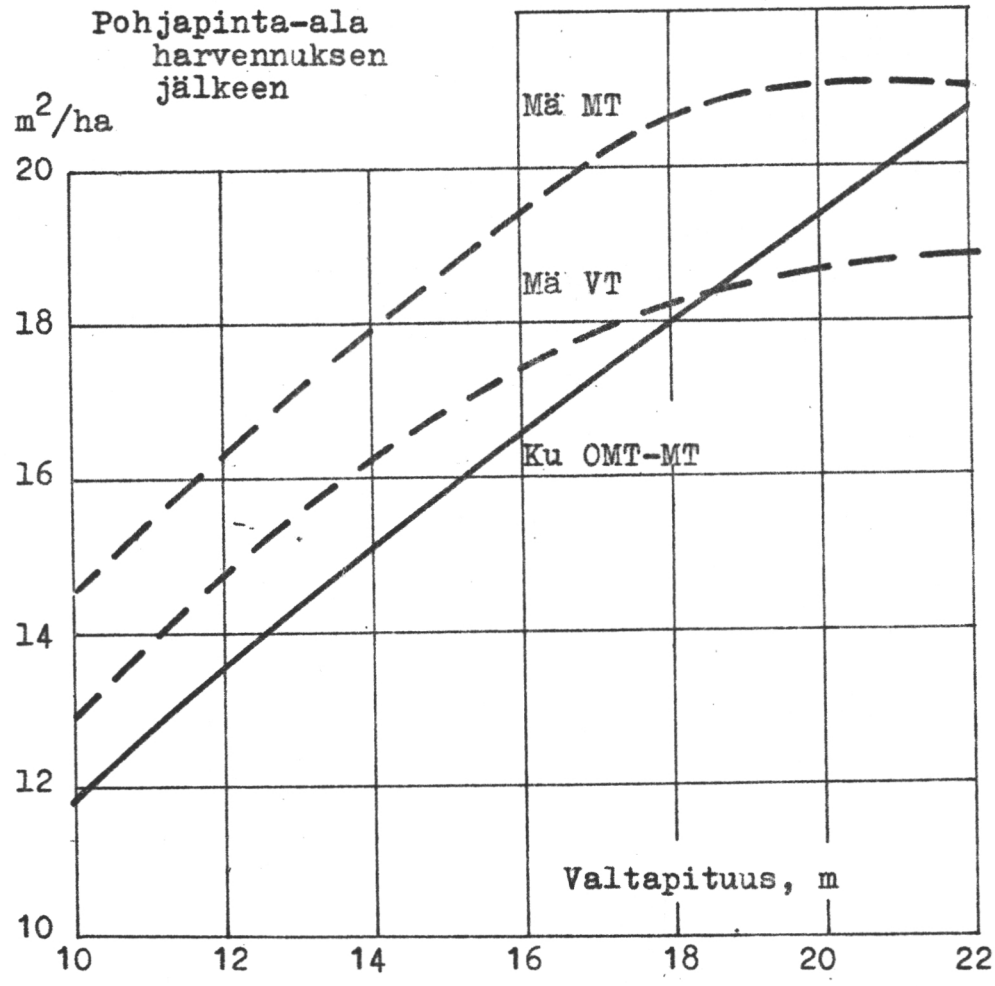
Puhtaan biologisen harvennuksen subjektiivisuuteen kiinnitti huomiota jo M i e t t i n e n (5) 20- ja 30-lukujen vaihteessa. 1950-luvulla siirryttiinkin metsäntutkimuslaitoksen metsänarvioimisen tutkimusosastossa vihdoin harvennuskokeissa kontrolloituihin biologisiin menetelmiin, millä pohjalla kokeet pääosaltaan ovat vielä nykyisinkin.

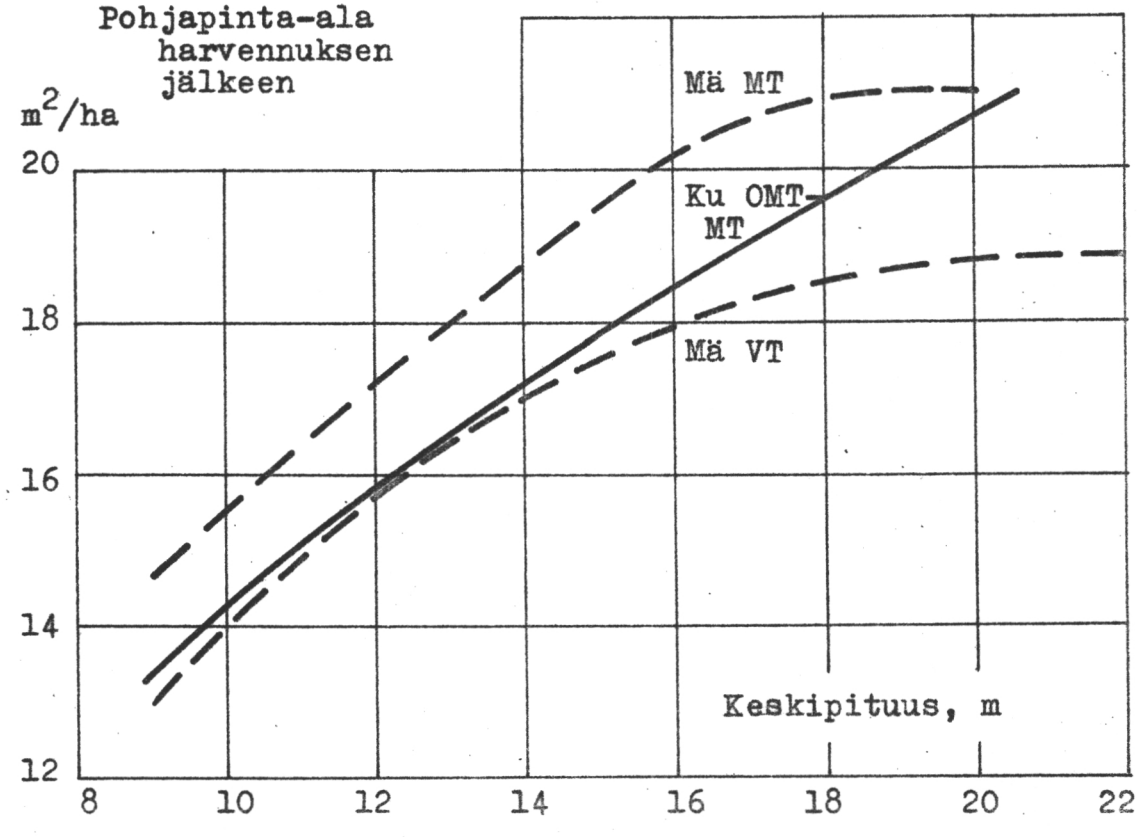
Käytännön metsätaloudessa sovelletaan maassamme tällä hetkellä harvennushakkuumenetelmää, joka kuuluu kontrolloituihin biologisiin alaharvennuksiin. Tosin puunluokitusta tuskin tietoisesti käytetään leimauksen perusteena, mutta biologisen alaharvennuksen perusidea, alhaalta käsin harventaminen, on tunnistettavissa, jopa jyrkentynytkin niin, että harvennukset ovat muodostuneet yhä enemmän vallitsevia latvuskerroksia säästäviksi K a l e l a n (6) kehittämän teorian mukaisesti. Harvennuksen voimakkuuden kontrolloiminen tapahtuu pohjapinta-alakäyrien avulla, jotka esittävät puuston pohjapinta-alan harvennuksen jälkeen. Ohjepohjapinta-alat, joita käytännössä sovelletaan, on laatinut N y y s s ö n e n nojautuen omiin (7) ja V u o k i l a n (8) tutkimuksiin. Kuvat 2 ja 3 esittävät kyseisiä ohjepohjapinta-aloja.

Tässä yhteydessä on kuitenkin todettava, että talousmetsiköiden yleisen vajaapuustoisuuden vuoksi ohjepohjapinta-alat merkitsevät lukuisissa tapauksissa tasoa, jonka vaatiminen merkitsisi harvennushakkuista pidättäytymistä.

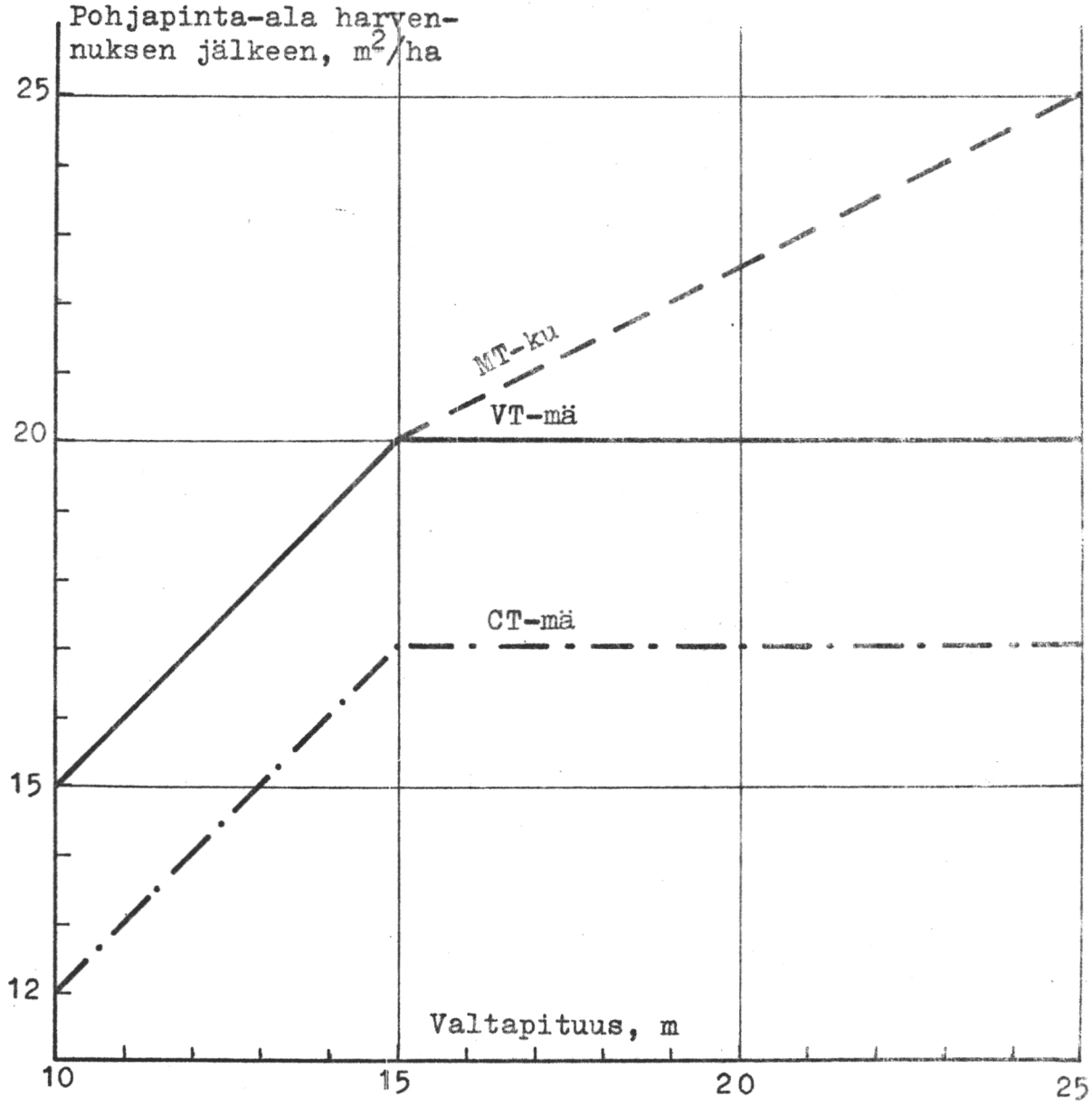
214. B i o l o g i s e t h a r v e n n u k s e t j a k o n e e l l i s t a m i n e n

Biologiset harvennukset ovat puhtaasti ja niistä johdetut kontrolloidut biologiset harvennuksetkin perimmältään metsänhoidollisia. Leimaus tapahtuu metsikön ns. metsänhoidollisen





Kuva 2. Helsingin yliopiston metsänarvioimistieteen laitoksen ohjepohjapinta-alat.



Kuva 3. Keskusmetsälautakunta Tapion soveltamat ohjepohjapinta-alat.

tilan "vaatimalla" tavalla kiinnittämällä vasta toissijaisesti huomiota taloudellisiin näkökohtiin, tuskin lainkaan puunkorjuuteknillisiin seikkoihin. Näin ollen herää kysymys, sopivatko biologiset harvennukset ja koneellistettu puunkorjuu lainkaan yhteen.

Vastaus on suoralta kädeltä kielteinen, kun kysymyksessä on biologinen y l ä h a r v e n n u s sen klassisessa merkityksessä. Tässä menetelmässähän pyritään säilyttämään pääosa vallittujen latvuskerrosten puita, jotta vallitsevat puut karsiutuisivat hyvin oksistaan ja jotta "maa tulisi suojatuksi". Vielä verraten myöhäiselläkin iällä on metsikössä siten runsaasti vallittuja puita, jotka "tihentävät" metsikön ja estävät puunkorjuukoneiden toimintaa. On varmaa, että koneet tällaisessa tapauksessa rikkoisivat täysin puuston yläharvennusrakenteen. Biologinen yläharvennus on aivan ilmeisesti mahdollinen vain konventionaalisin puunkorjuumenetelmin toimivassa metsätalousyksikössä.

Biologinen a l a h a r v e n n u s ei sitä vastoin aseta esteitä puunkorjuun koneellistamiselle. Erittäin vahva alaharvennus, jos se suoritetaan kansainvälisten ohjeiden mukaisesti runsaspuustoisissa metsiköissä, johtaa runsaisiin hakkuukertymiin pinta-alayksikköä kohden ja sellaiseen kertymän rakenteeseenkin, joka tehnee koneellistamisen kannattavaksi. Kaikista harvennusmenetelmistä alaharvennus on sitä paitsi runkolukua nopeimmin vähentävä, mikä on koneellistamisen kannalta myönteinen tekijä. Alaharvennusmetsikössä on tästä syystä koneilla enemmän liikkumistilaa kuin vastaavassa kehitysvaiheessa olevissa, muilla tavoin käsitellyissä metsiköissä.

Varsinainen koneellistamista vaikeuttava tekijä suomalaisessa alaharvennuskäytännössä ei siis ole itse harvennusmenetelmä vaan hakkuun liian usein tapahtuva toistuminen, mistä syystä kerrallaan voidaan poistaa koneellistamista ajatellen liian pieniä puumääriä. Mikäli harvennushakkuut toistuvat varttuneella iällä esim. 5-8 vuoden väliajoin, ovat vain lievähköt hakkuut mahdollisia, jos puupääoma halutaan säilyttää esim. edellä esitettyjen ohjepohjapinta-alojen määrittämällä tasolla. Toisaalta harvennusten välisen ajan lyhyys kuuluu osana alaharvennusmenetelmän metsänhoidollista puolta korostavaan luonteeseen. Negatiivista on alaharvennuksessa koneellistamisen kannalta myös se, että poistettavien puiden leimausta ei voitane jättää koneen käyttäjän ratkaistavaksi, ei ainakaan merkittävässä määrin.

22. Biologis-ekonomiset harvennukset

Biologis-ekonomiset harvennukset eroavat biologisista siinä, että niitä suunniteltaessa ja suoritettaessa kiinnitetään huomiota tietoisesti myös taloudellisiin näkökohtiin. Vanhemmissa, lähinnä saksalaista perua olevissa biologis-ekonomisissa menetelmissä on taloudellisten näkökohtien huomioon ottaminen suhteellisen varovaista, suoranaisesti peiteltyä, josta syystä biologinen harkinta on yleensä päätöksenteossa etualalla. Viimeaikaisissa pohdiskeluissa on painotus ollut siirtymässä entistä enemmän taloudelliselle taholle, jolloin biologiset näkökohdat tulevat esille lähinnä välittömien taloudellisten tavoitteiden saavuttamista rajoittavina tekijöinä.

Biologis-ekonomisina pidettäviä harvennusmenetelmiä on aikojen kuluessa esitetty suuri määrä ja tietyistä vielä erilaisia vivahteita. Niiden yhdisteleminen eri lähtökohtia edustaviksi menetelmäryhmiksi olisi väkinäistä ja epävarmaa jo yksin siitä syystä, ettei niitä ole useinkaan selostettu riittävän yksityiskohtaisesti. Seuraavassa edustaa tätä ryhmää kolme menetelmää, jotka selvimmin eroavat toisistaan ja joilla on ehken enimmän sanottavaa koneellistamista pohdiskelevalle aikakaudelle.

221. V a p a a h a r v e n n u s

Termi "vapaa harvennus" yhdistetään saksalaisen H e c k i n (9) nimeen. Seuraavassa on tätä nimitystä käytetty sellaisista menetelmistä, joissa korkeimpaan mahdolliseen taloudelliseen tulokseen pyritään suorittamalla harvennukset niin, että niissä suositaan laadullisesti parhaita yksilöitä. Tämä merkitsee vallitsevienkin puiden poistamista, jopa varsin voimakkaastikin, mikäli nämä estävät jo varhaisessa vaiheessa etsittyjen valioiden kehitystä.

Vapaan harvennuksen taloudellinen päämäärä saavutetaan siten lähinnä laatuvalinnan avulla ja tuloksen kriteerinä on päätehakkuussa tai -hakkuissa poistettavan puuston arvo. Vapaa harvennuskaan ei siis kiinnitä päähuomiota siihen, että harvennuspoistuma olisi rakenteeltaan ja arvoltan tietyn laista vaan tavoitteena on mahdollisimman korkealaatuinen puusto hakkuun jälkeen ja kiertoajan lopussa.

Vapaa harvennus on peruspuuston, eräänlaisten laatuvalioiden, yksilöhoitoa. Toisarvoista on, millä tavalla puustoa käsitellään

valiopuiden väleissä. H e c k i n vapaan harvennuksen tavoite on hänen omilla sanoillaan määriteltynä seuraava: "Erzielung vereinbar grösster, namentlich wertvollster Holzmasse auf dem Hektar durch Erziehung einer tunlich grossen Zahl ziemlich langschäftiger und senkrechter, zweischnüriger und astreiner Stämme mit verhältnismässig bestbezahltem Durchmesser bei mässigem Bestandsalter". [1] Iskulauseena on: "Frei Bahn den Tüchtigsten".[2]

Kun huomio on korkean teknillisen laadun taholla, on luonnollista, että vapaa harvennus korostaa karsimisen merkitystä osana kasvatusmetsikön hoitoa.

Jossain määrin yksinkertaistaen voitaneen väittää, että harvennushakkuumenetelmä, josta käytetään nimitystä t a n s k a l a i n e n harvennus (10), on olennaisilta osiltaan vapaata harvennusta. Tanskalainen harvennus taas lienee likimain sama kuin ns. a k t i i v i n e n h a r v e n n u s (11). Niin ikään ns. v a l i n t a h a r v e n n u s (12) on katsottava perusteiltaan siinä määrin vapaata harvennusta muistuttavaksi, että nämä menetelmät voidaan suppeassa tarkastelussa samaistaa.

Tuorein vapaan harvennuksen tulkinta on ruotsalainen (13) ja kuuluu seuraavasti: "Den fria gallringen ingriper i alla kronskikt. Gallringsträden har emellertid genomsnittligt mindre diameter än det kvarvarande beståndet. Man arbetar med ett system av jämnt fördelade framtidsträd, huvudstammar, vilkas utveckling man fortlöpande söker främja genom att ge dem ökat utrymme. På en huvudstamm ställer man kraven att den skall vara utrustad med både stark tillväxtenergi och god kvalitet. Dessa egenskaper är emellertid kontroversiella. De snabbväxande träden i ett likåldrigt bestånd tillhör det övre kronskiktet. Den bästa kvaliteten återfinnes däremot hos de mera långsamt växande träden i de lägre kronskikten. Den åsyftade kompromissen uppnås om man kräver att huvudstammarna skall väljas bland de härskande träden".[3]

Siteeratun ohjeen mukaisesti muodostuu moderni (ruotsalainen) vapaa harvennus sellaiseksi, että hakkuu kohdistuu puuston kaikkiin

---

1) Vapaasti suomennettuna tavoitteena on: "... saavuttaa korkein ja nimenomaan arvokkain mahdollinen puumäärä hehtaaria kohden kasvattamalla suurin mahdollinen määrä pitkä- ja suorarunkoisia sekä oksistaan puhdistuneita ja korkea-arvoisia runkoja kohtuullisen pitkän kiertoajan puitteissa."

2) Vapaasti: "Tilaa kelvollisimmille".

3) "Vapaa harvennus kohdistuu kaikkiin latvuskerroksiin.(ks.seur.sivu)

osiin. Tämäntapaisesta harvennushakkuusta on Ruotsissa (14) käytetty aikaisemmin myös nimitystä "g e n o m g a l l r i n g" . Biologiset näkökohdat eivät estä pääpuita valittaessa sitä, että näiksi nimetään päävaltapuiden ohella myös lisävaltapuita. Ratkaisu riippuu kussakin tapauksessa vaihtoehtoisten puiden teknillisestä laadusta ja kasvukyvystä pitkällä tähtäyksellä. Kookkaimpiin ja kasvuisimpiin kuuluva päävaltapuu voidaan poistaa, jos sen teknillinen laatu on heikohko. Toisaalta teknillisesti hyvälaatuinen puuyksilö ei voi tulla kysymykseen pääpuuna, jos sillä ei biologisen asemansa vuoksi ole metsikkökokonaisuudessa tulevaisuutta. Tässä ohjeessa on onnistuneesti tuotu esille se biologinen pelivara, jonka puitteissa harvennushakkuissa yleensäkin voidaan toimia.

222. H a r s i n t a h a r v e n n u s

Sanalla "harsinta" on huono kaiku ei vain Suomessa vaan myös muissa pohjoismaissa, mahdollisesti vähän kaikkialla. Tämä johtunee siitä, että harsiminen samaistetaan ns. määrämittaharsinnan (=talonpoikaisharsinnan) kanssa, mikä yleisen käsityksen mukaan on metsää hävittävä ja sellaisena tuomittava.

On kuitenkin olemassa myös metsänhoidollista harsintaa. Sikäli kuin on kysymys kasvatushakkuista, voidaan käyttää myös nimitystä harsintaharvennus, niin outolta kuin se särähtääkin suomalaisen metsäammattimiehen korvassa. Harsintaharvennus on suomalainen vastine harvennusmenetelmälle, jonka alkuperäinen nimi on "Plenterdurchforstung". Tämä on keskieurooppalaista alkuperää ja yhdistetään B o r g g r e v e n (15) nimeen.

Harsintaharvennusta on kuitenkin perusteiltaan monta erilaista tyyppiä ja astetta. Se alkoi verraten varovaisena ja biologisia näkökohtia korostavana ja on muuttunut nykyaikaan tultaessa yhä

Harvennuspuiden läpimitta on kuitenkin keskimäärin pienempi kuin jäljelle jäävien puiden. Tavoitellaan sellaista systeemiä, jossa tasa-asentoisesti sijaitsevien tulevaisuudenpuiden, pääpuiden, kehitystä pyritään jatkuvasti edistämään antamalla niille lisää kasvutilaa. Pääpuulle asetetaan vaatimukseksi, että se omaa sekä voimakkaan kasvukyvyn että hyvän laadun. Nämä ominaisuudet ovat kuitenkin keskenään ristiriitaisia. Nopeasti kasvavat puut kuuluvat tasaikäisissä metsiköissä ylimpään latvuskerrokseen. Paras laatu tavataan taas hitaammin kehittyvissä puuyksilöissä alemmissa latvuskerroksissa. Tavoiteltu kompromissi saavutetaan, kun pääpuut valitaan vallitsevien puiden joukosta."

enemmän ekonomista päämäärää tähdentäväksi. Käsitteestä harsintaharvennus voi itse asiassa olla yhtä monta tulkintaa kuin on sen käyttäjiäkin.

Harsintaharvennusten yleisenä periaatteena, joka erottaa ne selvästi esim. vapaasta harvennuksesta, on sen näkökohdan korostaminen, että harvennusten tulisi olla, jokaisen erikseen, myös taloudellisesti tuottavia, eikä vain kasvattavia. Tähän pyritään poistamalla myös järeimpiä puuyksilöitä. Niinpä esim. B o r g g r e v e (15) toteaa: "...die stärksten Stämme zunächst den grössten Nutzwert haben, also das meiste Geld bringen..." [1]

Harsintaharvennus, jo alkuperäisessä muodossaan Borggreven esittämänä, kiinnitti huomiota myös hakkuutulojen varhaisuuteen ja tämän seikan merkitykseen koko kiertoajan taloudellisen tuloksen muodostumisessa. Tämä tapahtui maankorkoteorian perustein. Toisena vaihtoehtona oli tällöin metsien käsittely, joka kasvatushakkuista luopuen nojautui pelkkiin päätehakkuisiin avohakkuita käyttäen. Juuri tähän kiinnitti huomiota Borggreven oppien tunnetuin kannattaja ja edistäjä pohjoismaissa, ruotsalainen W a l l m o (16).

Harsintaharvennus on, niin ikään jo Borggreven ajoilta alkaen, varttuneiden metsiköiden käsittelymenetelmä. Aikaisintaan se voi hänen mukaansa alkaa vasta 50 vuoden iällä. Sitä ennen on käsittely lievää alaharvennusta, jossa vain selvät susipuut voidaan poistaa.

Borggreven harsintaharvennuksen johtava periaate on lyhyesti esitetty hänen seuraavassa lauseessaan: "Die Hauungen sollen also unter Steigerung der üblichen Umtriebsalter von ca. 100 bis auf ca. 140-160 Jahre - bedingungsweise noch mehr - gerade und wesentlich auf vorwachsende, die Herrschaft nehmende Stämme gerichtet werden".[2] H e c k i n (9) mukaan erään Borggreven oppilaan määritelmä poistettavista puista on seuraava: "Immer dann einen Stamm fellen, wenn er einen oder gar mehrere an Schaft, besonders hinsichtlich der Astreinheit wertvoller geartete Nachbarn an dem zu

---

1) "...järeimmillä puilla on suurin käyttöarvo, ts. ne tuovat enimmän rahaa..."

2) "Hakkuut on kohdistettava rohkikasvuisimpiin, valta-asemassa oleviin puihin, mikä pidentää kiertoajan n. 100 vuodesta n. 140-160 vuoteen, mahdollisesti enemmänkin."

erhaltenden und weiter auszubildenden Teil ihrer Krone handgreiflich schädigt oder beengt." [1]

Harsintaharvennus borggreveläisessä mielessä nojautuu siten myös samankaltaisiin perusteisiin kuin vapaa harvennus. Eroa on lähinnä siinä, että edellisessä nimenomaisesti korostetaan päävaltapuiden poistamista ja että hakkuiden välitön kannattavuus otetaan jo tavoitteena huomioon. Myöhemmin on taloudellisten näkökohtien korostaminen astunut etusijalle. Tästä on hyvänä esimerkkinä t a n s k a l a i n e n harsintaharvennus (17), joka voidaan sopeuttaa joustavasti kulloinkin vallitseviin menekkiolosuhteisiin. Rajoitetuissa menekkioloissa on periaatteena: "...removing only those trees which will produce saleable products and only where smaller trees with good growth possibilities can take over the space." [2] Käsittely johtaa kaikissa olosuhteissa seuraavaan tulokseen: "A characteristic of the selection thinning method is that trees which will form the stand in later years will be completely different from the ones which will dominate the unmanaged stand where natural selection takes place They will also differ from the trees which will be crop trees in a forest stand thinned by the crown thinning method." [3] Merkillinen piirre on kuitenkin se, että hakkuut tapahtuvat joka vuosi, jos kysymys on hyvät menekkimahdollisuudet omaavasta metsäalueesta.

Muihin harvennusmenetelmiin verraten em. harvennusmenetelmästä mainitaan, että poistettavat rungot ovat järeämpiä ja että suurempi osa puista saavuttaa käyttöpuun mitat. Toisaalta kiertoaika pitenee, mitä pidetään vain etuna, ja päätehakkuussa oleva puumäärä vähenee ja sen järeysaste heikkenee. Menetelmän soveltamisessa katsotaan

---

1) "Puu on aina silloin poistettava, kun se merkittävällä tavalla vahingoittaa tai supistaa yhden tai useamman runkonsa puolesta arvokkaan naapuripuun säilyvää ja kehittyvää osaa latvuksesta."

2) "...poistetaan vain sellaisia puita, joista saadaan myyntikelpoista puutavaraa ja joiden lähettyvillä on pienempiä, hyvän kasvukyvyn omaavia puita, jotka voivat käyttää hyväkseen vapautuneen kasvutilan".

3) "Harsintaharvennuksen tunnusomainen piirre on se, että puut, jotka muodostavat metsikön myöhemmällä iällä, ovat kokonaan toisia kuin ne, jotka ovat vallitsevina hakkuin käsittelemättömissä metsiköissä, missä luontainen valinta määrää poistuman. Ne ovat myös erilaisia kuin sellaisen metsikön päätehakkuussa olevat puut, jota on käsitelty yläharvennuksin."

olevan seuraavat rajat: "This method is dangerous as it can easily lead the less conscientious forest manager to diminish both the forest capital and forest productivity. This is especially true when the method results in cutting to a diameter limit in which the criterion for the removal of the tree is placed entirely on a certain dimension instead of the development possibilities for the entire forest." [1] Varoitetaan siis määrämittaperiaatteesta ja korostetaan riittävän kasvavan pääoman ja puuston korkean teknillisen laadun säilyttämisen välttämättömyyttä.

Suomessa harsintaharvennuksen ajatus on aika ajoin pulpahtanut esille, vaikka biologinen alaharvennus on ollut vallitseva kasvatushakkuumenetelmä. Pyrkimättä esittämään kaikkia eri aikoina esitettyjä kannanottoja palautettakoon seuraavassa mieliin tyyppiesimerkkinä O s a r a n (18) harsintaharvennusta voimakkaasti suosiva kanta 1930-luvulta. Osara aloittaa kysymällä: "Ovatko nämä meidän ns. metsänhoidolliset hakkauksemme laadultaan sellaiset, että ne kestävät arvostelun?" Metsänhoidolla hän sanoo nim. pyrittävän tietyn taloudellisen ohjelman perille viemiseen. Edelleen kirjoittaja on valmis otaksumaan, että selitys miltei kaikkea hoitoa vaille jääneitten metsiemme ihmeelliseen riittävyyteen on suurelta osalta saatavissa siitä, että metsiä on parhaasta päästä hakattu ylhäältä käsin. Väittääpä hän, että monet talonpoikaisittain järkevästi hoidetut metsät, joissa johtavana periaatteena on ollut hakkuu ylhäältä käsin, ovat maamme korkeatuottoisimpia metsiä.

Osara, sen enempää kuin muutkaan harsintaharvennuksen puolesta puhujat, ei ole missään tapauksessa määrämittaharsinnan kannattaja. Hänen mukaansa päättömästi jatkettuna sellainen vie metsän turmioon. Itse asiassa on hänen mukaansa aina hakattava molemmista suunnista tavalla, joka yksittäistapauksissa ja varsinkin erilaatuisilla kasvupaikoilla vaihtelee suuresti. Tärkeätä on säilyttää puuston määrä alati riittävän suurena, siis kasvava pääoma korkeana. Kaiken kaikkiaan Osara korostaa sitä, että hänen kaavailemallaan tavalla metsiä käsitellen saadaan tuntuvia rahatuloja jo nuorella iällä.

---

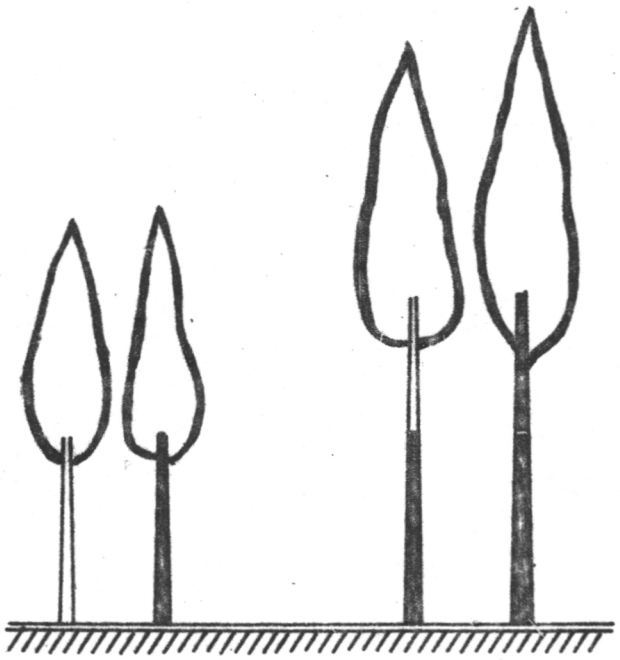
1) "Tämä menetelmä on vaarallinen, koska se voi helposti johtaa siihen, että vähemmän tunnontarkka metsäammattimies vähentää liiallisesti sekä kasvavaa pääomaa että tuottokykyä. Tämä pätee etenkin siinä tapauksessa, että menetelmä johtaa määrämittahakkuuseen, jolloin poistettavien puiden valintaperusteena on yksinomaan puun saavuttama koko eikä koko metsän kehittämismahdollisuus."

Viime aikoina on V u o k i l a (19) kuvannut kasvatushakkuumenetelmää, joka olennaisilta osiltaan on harsintaharvennusta mutta josta hän on käyttänyt myös nimitystä t a l o u d e l l i n e n h a r v e n n u s . Tämä menetelmä on, kuten harsintaharvennus yleensä, varttuneiden metsiköiden käsittelymenetelmä, joka nojautuu puuston nuoruusvaiheessa lievästi alaharventaen aikaan saatuun korkeaan puustopääomaan. Menetelmän ensi soveltamisen ajankohta on silloin, kun puusto alkaa saavuttaa merkittävässä määrin tukkipuun mitat. Metsäammattimiehelle on tämän menetelmän mukaan annettava oikeus poistaa vallitsevimpiakin puuyksilöitä, jos näin menetellen on saavutettavissa viereisten kehityskelpoisten ja hyvälaatuisten puiden avulla korkein arvokasvu ns. siirtymäilmiön muodossa.

Menetelmä lähtee siten puuryhmien käsittelyn periaatteesta ja pyrkii kasvattamaan jokaisen puun sen biologisen aseman säätämissä rajoissa mahdollisimman arvokkaaseen hintaluokkaan. Ennen muuta on menetelmän mukaan vältettävä puiden poistamista silloin, kun ne ovat juuri siirtymässä jonkin hinta- tai mittakynnyksen yli, jolloin niiden arvo hyppäyksellisesti nousee. Tällaisia kynnyksiä ovat varttuminen pinotavaraa tuottavasta puusta tukkipuuksi, 1-tukkisen puun siirtyminen 2-tukkisten luokkaan jne. Menetelmän perusluonnetta valaisevat oheiset kaksi piirrosta (kuvat 4 ja 5), joissa puuryhmien käsittelyn ongelma-asettelu on tuotu ilmi.

Taloudellinen harvennus kirjoittajan esittelemässä muodossa on kuitenkin vain osaksi hakkuuta ylhäältä käsin. Jokaisessa harvennushakkuussa on sen mukaan myös alaharvennusmomentti, koska jatkuvasti lukuisat puuston vallitun osan yksilöt saavuttavat taloudellisen kypsyytensä. Edelleen on olennaista, että puupääoma pysytetään suurena ja arvokasvuprosentti mahdollisimman korkeana. Taloudellista harvennusta voidaan suorittaa sekä lievänä että voimakkaana, ts. aivan sama-asteisina kuin alaharvennustakin. Tavoitteena on oltava se, että poistoprosentit ovat molemmissa menetelmissä samaa suuruusluokkaa. Näin vältetään metsikköä liiallisesti rasittavat harsintaotteet ja pidetään puustopääoma korkealla tasolla.

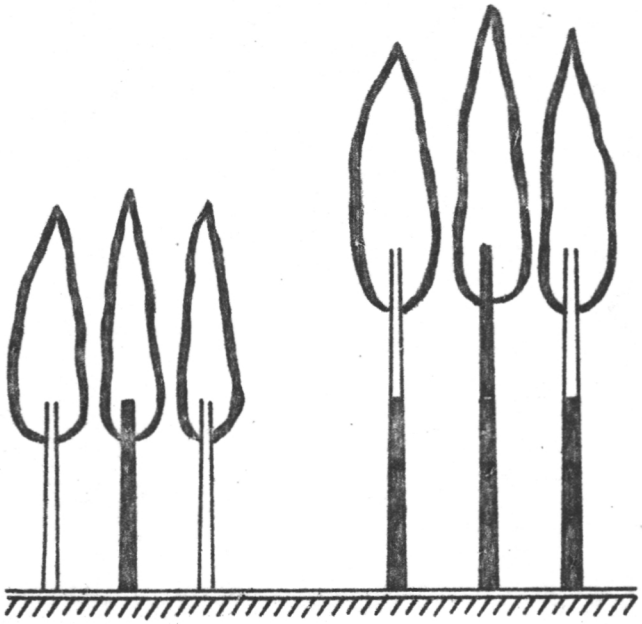
Jotta menetelmä muodostuisi mahdollisimman kannattavaksi liiketaloudellisessa mielessä, on pyrittävä siihen, että yhden kookkaamman puun poistaminen merkitsee yleensä useamman kuin yhden pienemmän puun varttumista siirtymäkynnyksen yli ja että metsikön uudistaminen



Puupari:	Puupari:
toinen tukkipuu	toisesta 2 tukkia
toinen pinopuu	toisesta 1 tukki

Kumpi poistetaan?

Kuva 4. Taloudellisen harvennuksen ongelmanasettelu kahden puun ryhmässä esimerkkien valossa.



3 puun ryhmä:	3 puun ryhmä:
1 tukkipuu	1 puusta kaksi tukkia
2 pinopuuta	2 puusta 1 tukki

Mitä poistetaan?

Kuva 5. Taloudellisen harvennuksen ongelmanasettelu kolmen puun ryhmässä esimerkkien valossa.

tapahtuu likimain normaalin kiertoajan kuluttua. Ennen muuta on pyrittävä mahdollisimman monien puuyksilöiden kasvattamiseen tukkipuun suuruusluokkaan, koska tällä hetkellä ja ilmeisesti tulevaisuudessakin tukkipuun kantohinta on korkein. Mikäli hintasuhteet muuttuvat, se saattaa vaikuttaa menetelmän soveltamisen yksityiskohtiin, muttei pääperiaatteisiin.

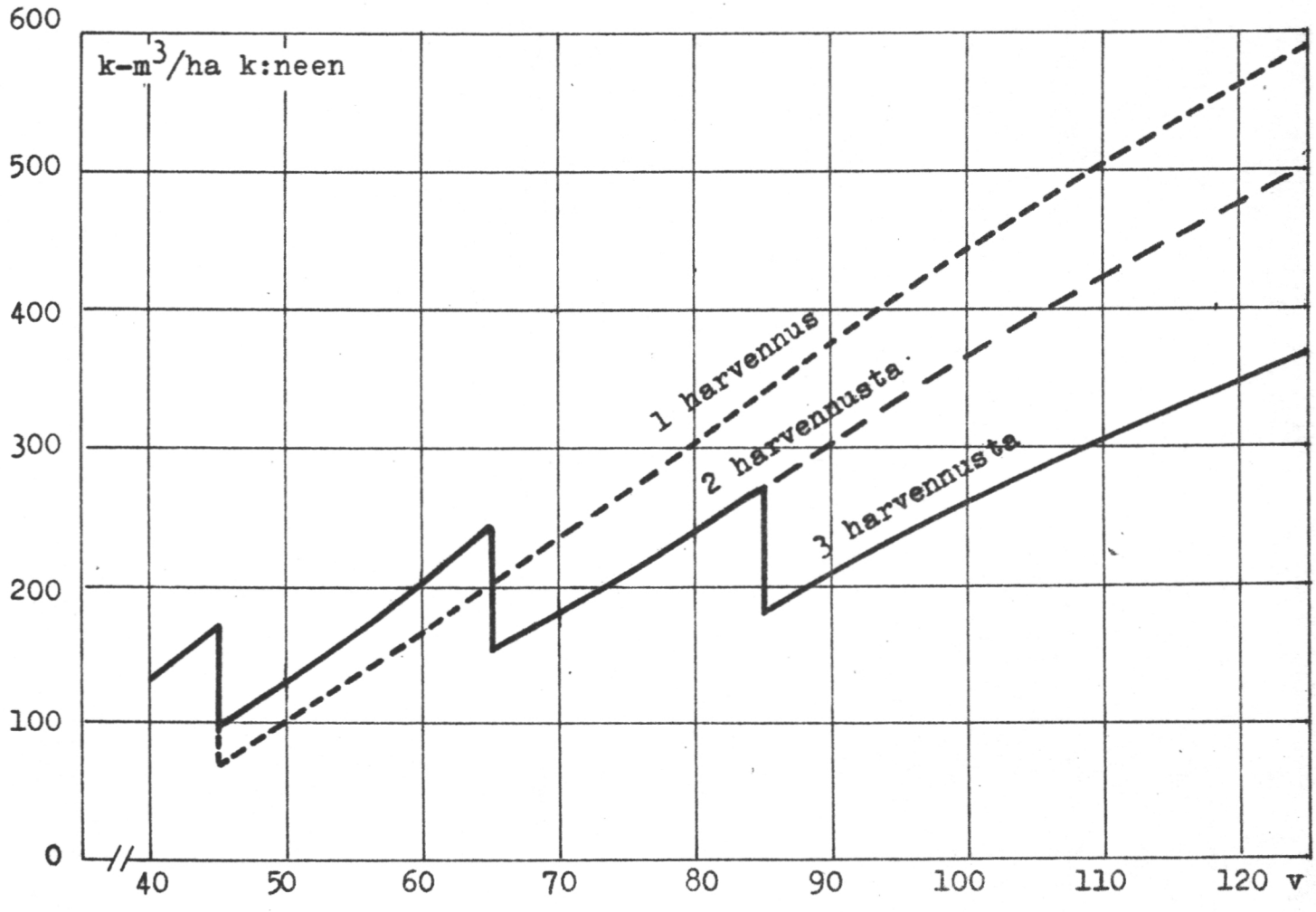
223. R a d i k a a l i h a r v e n n u s

Harsintaharvennus tähtää hakkuun kannattavuuden parantamiseen poistuman järeyden välityksellä. Tämän lähtökohdan ohella on olemassa kaksi toisilleen vastakkaista keinoa taloudellisten päämäärien saavuttamiseksi puuston kasvatusvaiheessa. Toinen näistä on sama, joka oli voimakkaasti esillä mm. B o r g g r e v e n aikaan Saksassa ja pohjoismaissakin (vrt. s. 18), nim. harvennushakkuista luopuminen. Taimiston hoitotoimenpiteen lisäksi suoritetaan tällöin vain päätehakkuu, välttämättömästi avohakkuuna, ja tyydytään luontaisen harventumisen aiheuttamaan kuutiotappioon.

Toinen, voimakasta kehityskauttaan läpikäyvä vaihtoehto on menetelmä, josta tässä kirjoituksessa käytetään nimitystä r a d i k a a l i h a r v e n n u s . Tämä nimitys, jota ei tiettävästi ole varhemmin käytetty, viittaa menetelmään, jossa metsikön kasvatushakkuut - taimiston hoito mukaan luettuna - keskitetään 1-4 käsittelykertaan. Näistä toimenpiteistä muodostuu luonnollisesti erittäin voimakkaita, radikaaleja, ja ne voivat toistua vain pitkin väliajoin. Radikaali harvennus voidaan suorittaa joko "alhaalta käsin" tai esim. harsintaperiaatetta noudattaen.

Pohjoismaissa on enimmän kiinnostusta radikaaliin harvennukseen esiintynyt Ruotsissa (20). Sitä koskevat kestokokeet ja niiden analysointi on siellä pantu jo alulle, mutta kestänee vielä pitkään, ennen kuin luotettava vastaus moniin ilmenneisiin ongelmiin saadaan.

Radikaalien harvennusten luonnetta havainnollistaa kuva 6, joka on ollut ruotsalaisen F r i e s i n (21) taloudellisten laskelmien pohjana. Kolmen harvennuksen ohjelmassa ovat harvennukset kuvan tarkoittamissa kasvuolosuhteissa 45,65 ja 85 vuoden iällä. Kahden harvennuksen ohjelmasta jää näistä viimeinen pois, ja yhden harvennuksen ohjelmassa suoritetaan äärimmäisen voimakas toimenpide 45 vuoden iällä.



Kuva 6. Kuutiomäärän kehitys kolmen erilaisen radikaalin harvennusohjelman mukaisena Etelä-Norrlannin kasvupaikkaluokassa mänty h_{100} = 24 (Friesin mukaan).

Radikaalien harvennusten voimakkuutta kuvastanee edellistä paremmin kuitenkin ns. Åtvidabergsförsöket, jota C a r b o n n i e r (13) on selostanut. Tässä kestokoesarjassa on kaksi radikaalia harvennusohjelmaa, molemmat alaharvennustyyppiä. Kysymyksessä on kuusikko hyvällä kasvupaikalla. Metsikkö on perustettu istuttaen osaksi keväällä 1929, osaksi keväällä 1930 käyttäen 2+1-vuotisia taimia. Käsittelyohjelma on radikaalien harvennusten osalta seuraava:

III	Kolme harvennusta: vuonna	1961	1971	1985
	Runkoluku harv. jälkeen, kpl/ha	1500	900	600
IV	Yksi harvennus			
	Runkoluku harv. jälkeen kpl/ha	800		

Kolmen harvennuksen ohjelmassa lienee ensimmäinen toimenpide voimakkain. Toisessa poistetaan 40 % ja kolmannessa 33 % runkoluvusta. Kun on suoritettu vain yksi harvennus, lienee jäljelle jäänyt vain noin kolmannes alkuperäisestä runkoluvusta.

Norjassa on radikaaleihin harvennuksiin ottanut kantaa B r a a t h e (22). Hän on päätellyt, että norjalaisissa kuusikoissa, joissa istutusväli on korkeintaan 2.0-2.2 m, tarvitaan kaksi radikaalia harvennusta, kun taas tiheämmin istutetuissa metsiköissä vaaditaan kolme. Braathen kannanotto on kuitenkin varovainen, ja hän tuo esille - kuten itse asiassa monet muutkin - koko joukon varauksia, jotka antavat aihetta tutkimuksiin ennen menetelmän laajaa käytännöllistä sovellutusta.

Radikaalien harvennusten luonnetta valaisee myös saksalaisen A b e t z i n (23) esittämä suunnitelma eurooppalaisen harvennuskoesarjan perustamiseksi. Kansainväliseen kestokoesarjaan tulisivat hänen ehdotuksensa mukaan kuulumaan mm. seuraavat käsittelytavat.

Valtapituus, m	Käsittelyohjelma 1	2	3
	Runkoluku harv. jälkeen, kpl/ha		
5.0	3000	3000	3000
10.0	2580	2580	1600
12.5	2100	1600	
15.0	1600		900
17.5	1200	900	
20.0	900		
22.5	700	700	700

Kun hakkuun ajankohta on sidottu valtapituuteen, ovat harvennusohjelmat sovellettavissa saman periaatteen mukaisesti kaikilla kasvupaikoilla.

Suomessa on käytettävissä vain V u o k i l a n (19) esittämä radikaali ohjelma eteläsuomalaisille männiköille. Tämä etenkin luontaisesti syntyneille metsiköille tarkoitettu käsittelyohjelma on seuraava.

Valtapituus, m	Runkoluku harv. jälkeen, kpl/ha
1-2	2300-2100
10	1400-1100
15-16	1000- 700

Tämä radikaali harvennusohjelma perustuu V u o k i l a n kasvu- ja tuotostaulukoiden (24) runkolukusarjojen teoreettiseen tarkasteluun, eikä sitä ole ehditty käytännössä kokeilla sen enempää kuin muitakaan tähän mennessä esitettyjä ohjelmia. Käsittelyohjelma liittyy olennaisena osana hänen esittämäänsä taloudellisen harvennuksen (harsintaharvennuksen) ajatukseen. Pyrkimyksenä on kasvattaa kaikki 2300-2100 puuyksilöä ainakin ohutpuun minimimittaan, 1400-1100 puuta paperipuun kokoon ja 1000-700 runkoa tukkipuiksi, jolloin miniminä on 18'x5"-tyvitukki. Harvennukset on pyritty sijoittamaan kehitysvaiheisiin, jolloin kaikki puut ovat sivuuttaneet kulloinkin kysymyksessä olevan siirtymäkynnyksen. Hakkuu ylhäältä käsin on sallittua, jos siten voidaan välttää eräiden puuyksilöiden poistaminen ennenaikaisesti, ts. ennen kuin ne ovat siirtyneet niiden biologisen aseman edellyttämään korkeimpaan mahdolliseen hintaluokkaan.

V u o k i l a (25) on sittemmin esittänyt myös toisen radikaalin käsittelyohjelman, johon sisältyy 4 käsittelykertaa. Tätä ohjelmaa selostetaan kuitenkin yksityiskohdin myöhemmin (vrt. s. 74), minne tässä voidaan viitata.

Kaiken kaikkiaan on radikaali käsittelymenetelmä vielä teoreettisessa kehittelyvaiheessa ja puutteellisesti tutkittu. Tähänastiset kokemukset oikeuttavat kuitenkin tiettyyn optimismiin menetelmän soveltuvuudesta käytännön metsätalouteen.

224. B i o l o g i s - e k o n o m i s e t h a r v e n n u k s e t k o n e e l l i s e n p u u n k o r j u u n k a n n a l t a

Puunkorjuun koneellistamisen kannalta esitetyt biologis-ekonomiset menetelmät ovat ilmeisen eriarvoisia. Tämä ei olekaan ihmeteltävää, sillä ovathan eräät näistä menetelmistä kehittyneet paljon

ennen kuin kasvatushakkuiden koneellistamista osattiin edes kuvitella, toiset taas syntyneet koneaikakauden kynnyksellä ja sitä tavallaan enteillen.

V a p a a h a r v e n n u s on yksilöhoitoa, joka johtaa kuitenkin siihen, että poistuman rakenne on järeämpi kuin vastaavan asteen biologisessa alaharvennuksessa. Yksilöhoito aiheuttaa sen, että harvennuksen suunnittelu ja hakkuissa suosittavien puiden paikallistaminen ovat suurta biologis-metsänhoidollista ammattitaitoa vaativia. Tämä ei voi olla vaikuttamatta haitallisesti puunkorjuun koneellistamiseen, joka vaatii selväpiirteisyyttä, mieluimmin systemaattisuutta. Vapaan harvennuksen periaatetta noudattaen käsitelty metsikkö on myös tiheähkö, sillä valiopuiden väliin jäävässä metsikön osassa käsittely on lievähköä, jos sitä suoritetaan lainkaan. Eduksi jää siis puunkorjuun kannalta vain poistopuiden kohtalainen järeys. Koska poistettavat puut ovat vapaan harvennuksen teorian mukaan kuitenkin teknillisesti heikkolaatuisia, ei niiden arvo vastaa kokoa.

H a r s i n t a h a r v e n n u s , mikäli siihen liittyy aina myös alaharvennusmomentti, on puunkorjuun koneellistamisen kannalta myönteisiä menetelmiä. Vaikka harsintaharvennukset suoritettaisiin lievähköinäkin, on poistuman rakenne kuitenkin samanasteiseen alaharvennukseen verrattuna edullisempi. Kun puuta poistetaan myös alhaalta käsin, on koneilla liikkumatilaa likimain saman verran kuin alaharvennusmetsiköissä. Merkittävänä negatiivisena piirteenä on nytkin kuitenkin pidettävä sitä, että poistettavien puiden leimaaminen on suurta metsäammattimiestaitoa vaativa. Sitä ei tästä syystä voida jättää koneen käyttäjän tehtäväksi. Kun samaa on sanottava lähes kaikista kysymykseen tulevista menetelmistä, menettää tämä näkökohta kuitenkin merkitystään.

R a d i k a a l i h a r v e n n u s ottaa uusimpana menetelmänä parhaiten huomioon koneellistamisen näkökohdat. Sitä suoritettaessa poistuma muodostuu tavanomaista suuremmaksi ja järeämmäksi, jos kohta se voi sisältää - jos toimenpide tapahtuu väärässä puuston kehitysvaiheessa - myös paljon hakkuutähteitä ja vähäarvoista puuta. Kuitenkin on todettava, että vain yhden radikaalin harvennuksen ohjelma on sellainen, että se tekee mahdolliseksi koneiden esteettömän työskentelyn ilman kulkuteiden avaamista. Kahden tai useamman radikaalin harvennuksen ohjelmia toetutettaessa jää ainakin ensim-

mäisen harvennuksen jälkeen niin paljon puita, että puunkorjuukone voi toimia vain kulkuteiltä käsin. Toinen harvennus lienee yleensä jo sellainen, että koneella on riittävästi vapaata liikkumistilaa metsikössä. Liikkumisen vaikeus pätee tietenkin mihin tahansa muuhun menetelmään nähden. Se rasittaa kuitenkin enimmän juuri radikaalia harvennusta, koska menetelmä muilta osin täyttää lähes ihanteellisesti puunkorjuun koneellistamisen tarpeet.

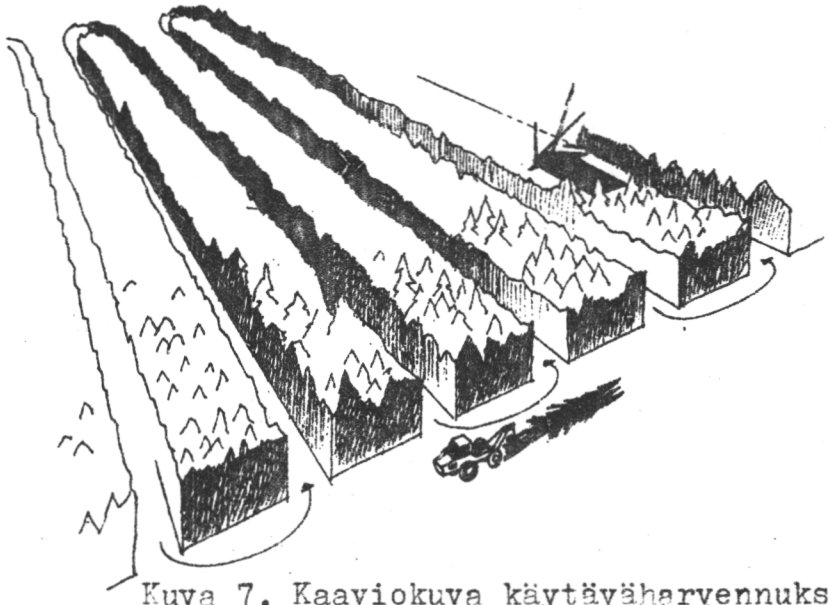
23. Puunkorjuuteknilliset harvennukset

Vaikka radikaalin harvennuksen ajatus onkin syntynyt hakkuiden koneellistamisen innoittamana, sitä ei voida kuitenkaan pitää varsinaisesti puunkorjuuteknillisenä menetelmänä. Pikemminkin se on konventionaalisten harvennusmenetelmien eräs ääritapaus, missä hakkuun voimakkuutta lisäten pyritään puunkorjuun näkökohtien huomioon ottamiseen.

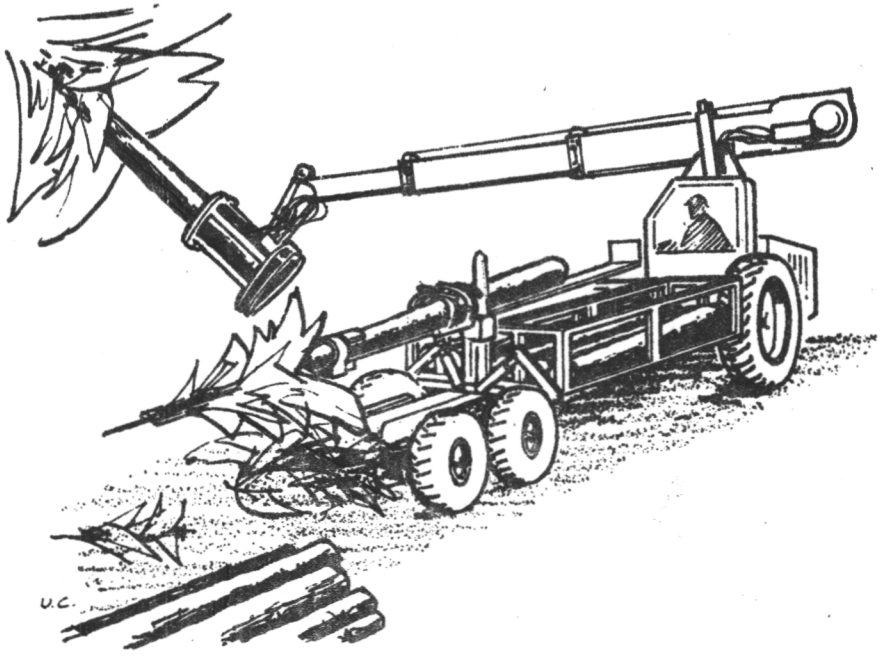
Varsinaiset puunkorjuuteknilliset harvennusmenetelmät ovat toistaiseksi erittäin nuoria, oikeastaan vielä kokeiluasteella. Vanhimmat puunkorjuuteknilliset harvennukset lienevät venäläisiä, sillä Neuvostoliitossa tiedetään tämäntapaisia harvennuksia suoritetun jo v. 1958 (27). Ruotsissa ovat ensimmäiset käytännössä suoritetut, mutta kuitenkin vielä kokeenomaiset harvennukset v:lta 1961 (28). Saksassa on vastaavia kestokokeita ainakin v:lta 1963 (29). Suomessa on koetoiminta pääsemässä vasta alkuun, eikä varhempaa sovellutusta käytännössäkään liene tapahtunut.

Juuri tällä hetkellä ollaan kehityksessä tietynlaisessa saumakohdassa siinä mielessä, että ns. monitoimikoneet (vrt. kuva 8) tekevät parhaillaan tuloaan kasvatusvaiheen metsien käsittelyyn. Nämä koneet, jotka kaatavat, karsivat ja kuljettavat puut kokonaisina metsästä, asettavat omat vaatimuksensa harvennushakkuumenetelmälle. Parhaillaan on kehitettävänä eri puolilla maailmaa monitoimikoneita, jotka olisivat käyttökelpoisia harvennushakkuiden suorituksessa. Tästä syystä esim. pitkän ajan vaativissa kestokokeissa on syytä lähteä lähinnä monitoimikoneiden ja vähäisemmässä määrin konventionaalisten tai osittain mekanisoitujen puunkorjuumenetelmien linjalta.

Puunkorjuuteknillisten harvennusmenetelmien tunnusomaisena piirteenä on, silloin kun ne esiintyvät puhtaassa muodossaan, poistettavien puiden valinnan systemaattisuus. Poistettavat puut eivät



Kuva 7. Kaaviokuva käytäväharvennuksesta.
(Ska vi gallra? s. 56)



Kuva 8. Kaaviokuva monitoimikoneesta.
(Ska vi gallra? s. 44)

määräydy niiden biologisen aseman, koon tai arvon perusteella, vaan yksinomaan sijaintinsa mukaan. Harvennusohjeet ovat tällöin niin yksinkertaiset, että harvennusoperaatio voidaan jättää kokonaisuudessaan koneen käyttäjän suoritettavaksi, vaikka hänellä ei olisikaan metsäammattimiehen koulutusta.

Puunkorjuuteknilliseen harvennukseen liittyy olennaisesti käytäväperiaate (26). Metsikköön hakataan tietynlevyisiä käytäviä (vrt. kuva 7), jotka toimivat koneiden työskentelyreitteinä ja joilla samalla on harvennusvaikutus. Puunkorjuuteknillinen harvennus voi olla pelkästään tällaisten käytävien avaamista. Sen täydennyksenä voidaan kuitenkin käyttää myös muita systemaattisia valintamenetelmiä. Tällöin saatetaan käytäviä hakata vain siinä määrin kuin se on koneiden työskentelyn kannalta välttämätöntä.

231. Systemaattiset menetelmät

Puunkorjuuteknillinen harvennusmenetelmä on, kuten edellä todettiin, puhtaimmillaan silloin, kun poistettavien puiden valinta tapahtuu systemaattisesti.

Tällaista menetelmää voidaan kutsua *käytäväharvennukseksi*, jos hakkuu rajoittuu yksinomaan käytävien avaamiseen harvennuksen kohteena olevaan metsikköön. Milloin kysymyksessä on keinollisesti perustettu metsikkö, voidaan puhua myös *riviharvennuksesta*.

Käytävä- ja riviharvennussysteemejä voidaan kehittää suuri joukko riippuen siitä, kuinka voimakkaasti halutaan metsikköä käsitellä ja kuinka usein halutaan metsikköön palata kiertoajan kuluessa. Esimerkkinä mainittakoon tässä yhteydessä vain eräs saksalainen koe, jossa ensimmäisellä kerralla poistettiin joka toinen istutusrivi (29).

Systemaattisina menetelminä on pidettävä myös sellaisia, joissa käytävien välistä maastoa käsitellään systemaattista yksilövalintaa noudattaen. Esimerkkinä tästä menetelmäryhmästä mainittakoon jälleen saksalainen koesarja (29), jossa erään käsittelyn avulla pienennettiin runkoluku neljännekseen alkuperäisestä siten, että poistettiin joka toinen istutusrivi ja jäljelle jäävistä riveistä vielä joka toinen puu. Vaivatta voisi keksiä lukuisan määrän muita tällä periaatteella olevia harvennusohjeita. Tässä yhteydessä esimerkki riittänee.

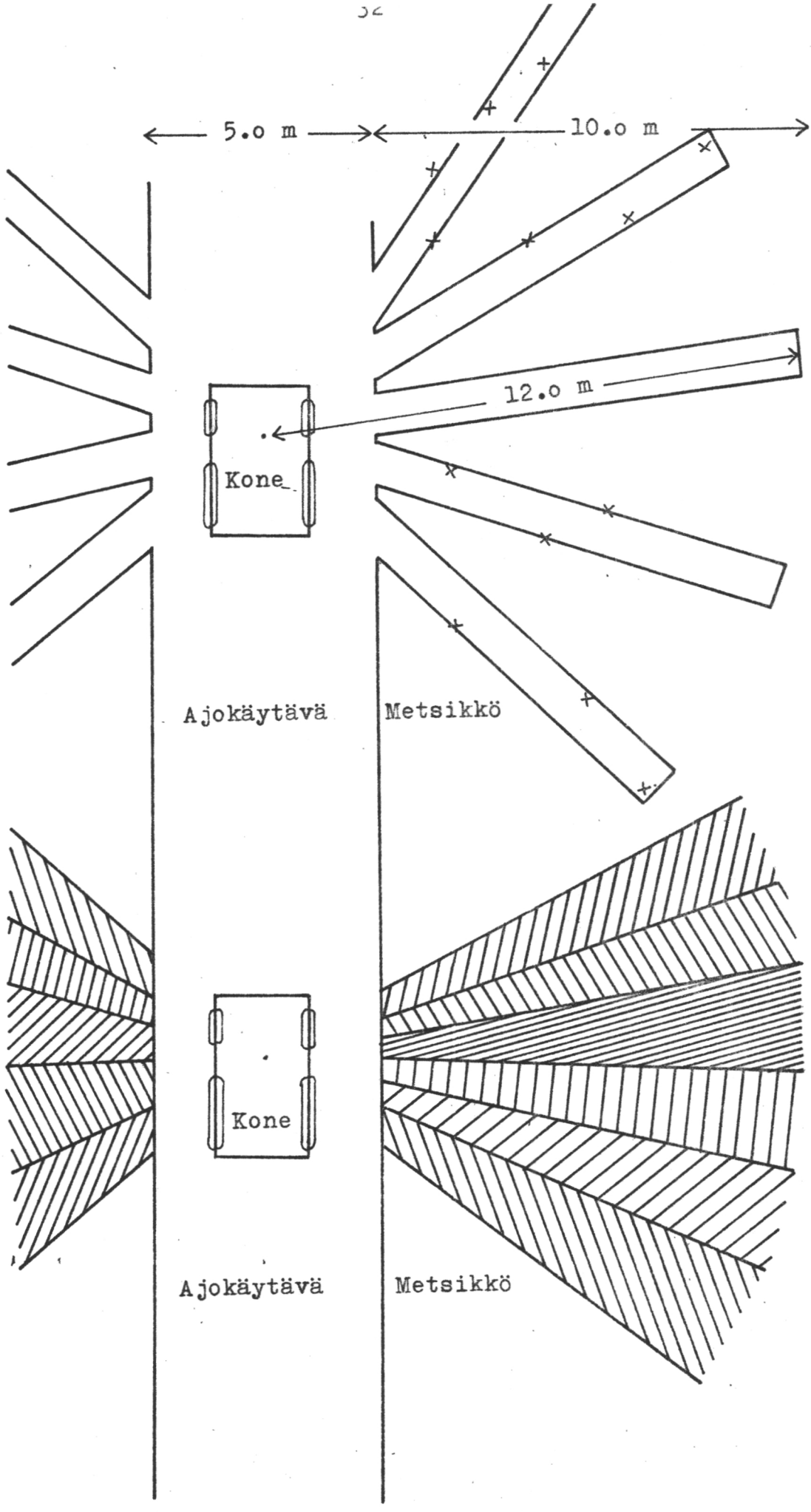
Vielä on eräänä vaihtoehtona mainittava A b e t z i n (23) kuvassa 9 esitetty geometrinen valinta käytävien välisessä maastossa, jolloin koneen käyttäjällä ei liioin ole ratkaisuvaltaa poistettavien puiden suhteen. Geometrinen valinta lienee tullut harkittavaksi lähinnä siitä syystä, että sitä sovellettaessa jää kömpelöiden koneiden liikkumistarve vähäiseksi, kun kone voi työskennellä pitkään yhdestä asemapaikasta käsin.

Systemaattiset harvennusmenetelmät siinä mielessä kuin ne on edellä ymmärretty merkitsevät puunkorjuun näkökohtien asettamista ainoaksi näkökohdaksi puuston käsittelyssä. On kuitenkin syytä epäillä, etteivät edellä lyhyesti kosketellut menetelmät ole vältämättä puunkorjuun kannalta ihanteellisia. On näet muistettava, että hakkuukertymään tulee näin menetellen ehkä paljonkin käyttökelvotonta puuta tai vähäarvoista puutavaraa. Näin tapahtuu, jos hakkuu sattuu puuston kehityksen sellaiseen vaiheeseen, jolloin pienikokoista puuta kertyy runsaasti. Lähinnä tämä ongelma on siten taimistoja ja nuoria metsiköitä koskeva. Ohje poistettavan puun minimikoosta saattaisi jossain määrin vähentää kyseistä negatiivista piirrettä vähänkin varttuneemmissa metsiköissä, mutta ei puuston varhaisiällä.

232. K ä y t ä v ä h a r v e n n u s y h d i s t e t t y n ä k o n v e n t i o n a a l i s e e n y k s i l ö h a r v e n n u k s e e n

Systemaattiset puunkorjuuteknilliset harvennukset ovat eräänlaista "puukorjuuteknillistä harsintaa", joka saatetaan tulkita yksityismetsälain vastaiseksi. Monista muistakin syistä näyttää todennäköiseltä, että niin pitkälle menevä ja yksipuolinen puukorjuuteknisten näkökohtien soveltaminen ei tule ainakaan lähitulevaisuudessa saamaan maassamme kannatusta. On pyrittävä löytämään menetelmiä, jotka ottavat tasapuolisemmin huomioon muutkin kuin puunkorjuun tarpeet.

Tällainen kompromissi saavutettaneen silloin, kun käytäväperiaate yhdistetään varhemmin (kappaleet 21 ja 22) selostettuihin biologisiin tai biologis-ekonomisiin menetelmiin. Käytävät palvelevat tässä yhdistelmässä vain koneiden kulkureitteinä, jotka sijaitsevat niin harvassa kuin mahdollista ja jotka avataan ensimmäisen harvennuksen yhteydessä. Näin vain ensimmäinen harvennuskäsittely



Kuva 9. Esimerkkejä säteettäisestä ja geometrisestä valinnasta koneellistetuissa harvennushakkuissa (Abetzin mukaan).

on nykytyylistä siinä mielessä poikkeava, että osa harvennuskertymästä saadaan systemaattisen valinnan perusteella. Myöhemmissä käsittelyissä suoritetaan leimaus samaan tapaan kuin tähänkin asti. Tosin koneellistaminen aiheuttaa ilmeisesti sen, että harvennukset ovat voimakkaampia kuin nykyisin, mahdollisesti radikaaleja, ja ne siten myös toistuvat nykyistä harvemmin.

Tässä yhteydessä herää kysymys, kuinka tiheässä käytävien tulisi tällaisessa tapauksessa olla. Vastaus riippuu koneellistamisasteesta ja -menetelmästä. Jos lähdetään siitä olettamuksesta, että hakkuussa käytetään ns. monitoimikoneita, voidaan nykyisin jo esittää varsin luotettavasti arviot koneiden toimintasäteestä, vaikka kyseiset koneet ovatkin vielä kehittelyn alaisina. Tässä ansaitsee tulla mainituksi saksalaisen A b e t z i n (23) kannanotto: "Wenn auch die heutigen Prototypen dieser Erntemaschinen noch nicht im Durchforstungsbetrieb eingesetzt werden können, ist doch die Entwicklung geeigneter maschinen nicht mehr utopisch. Derartige Durchforstungsmaschinen können den Baum von einer Rückgasse aus auf 10 m Entfernung mit einem hydraulisch gesteuerten Arm erreichen" [1] Tämä merkitsee n. 20 m:n etäisyyttä käytävien välillä, mahdollisesti vähän enemmänkin. Kuitenkin on esim. ruotsalaisissa käytäväharvennuskokeissa väli ollut merkittävästi pienempi, 10 m:n molemmin puolin. Tällöin ei liene monitoimikoneiden käyttö ollut harkittavana.

Toinen ongelma on käytävän leveys. Kun kysymyksessä on riviharvennus, käytävän leveys on sama kuin istutus- tai kylvöväli kaksinkertaisena. Luontaisesti syntyneissä metsiköissä on leveys kuitenkin valittavissa. Tähänastisissa kokeissa on käytävän leveys vaihdellut yleensä rajoissa 3.5-5.0 m. Itse asiassa näillä molemmilla ääriarvoilla lienee oma sovellutusalueensa. Monitoimikoneet tarvitsevat A b e t z i n (23) mukaan 5 m:n käytävät (rungosta runkoon), kun taas osittain mekanisoidussa, enemmän konventionaalisia koneita käyttävässä puunkorjuussa tullaan toimeen 3.5 m:n levyisin käytävin. Jos käytävät hakataan tämän päivän suomalaisiin viljelymetsikköihin, muodostunee niiden leveydeksi n. 4 m. Monitoimikonei-

1) Vaikka (monitoimi) koneiden tämänhetkisiä prototyyppejä ei voidakaan vielä käyttää harvennushakkuissa, ei käytäntöön soveltuvien monitoimikoneiden kehittäminen ole enää utopiaa. Sellaiset harvennuskoneet voivat (tulevaisuudessa) ulottua hydraulisesti toimivien laitteiden avulla juontotieltä käsin aina 10 m:n etäisyydellä olevaan puuhun.

den käyttö tulevaisuuden harvennushakkuissa vaatisi oikeastaan jo nyt istutus- ja kylvövälin suurentamista 2.5 m:iin ainakin suunniteltujen kulkureittien osalta. Istutusvälin tämänkaltainen suurentaminen voisi olla tosin yleisestikin harkinnan arvoinen.

3. HARVENNUSHAKKUIDEN VAIKUTUS KASVUUN JA TUOTOKSEEN

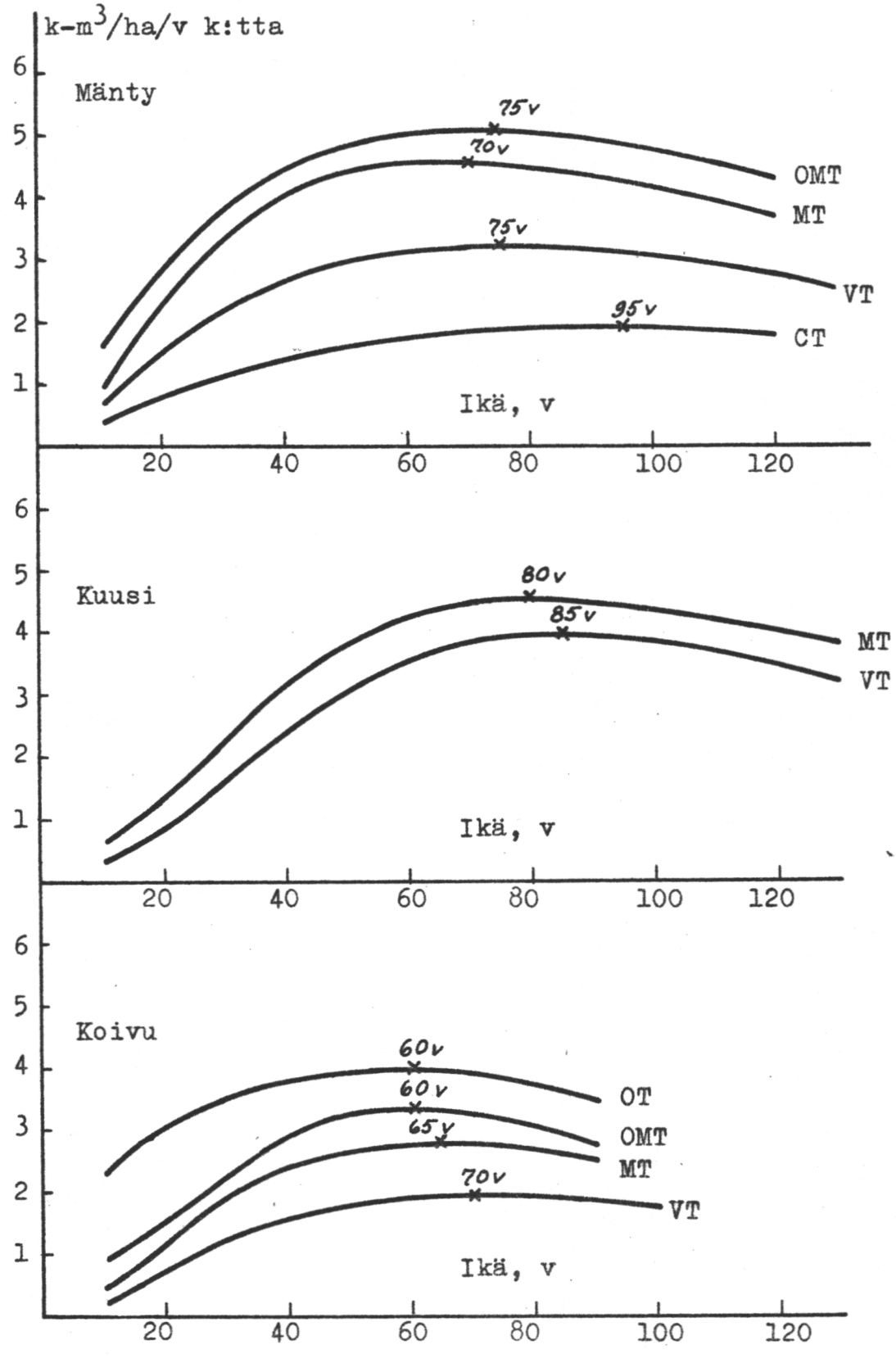
Tietyn harvennushakkuumenetelmän käyttökelpoisuutta ja edullisuutta muihin vaihtoehtoihin verrattuna arvosteltaessa on eräänä peruslähtökohtana menetelmän vaikutus puuston kasvuun ja tuotokseen. Kasvulla tarkoitetaan tällöin kiintomittoina ilmaistua kuutiokasvua pinta-alayksikköä kohden. Tuotos taas yhdistetään yleisesti puutavaralajeihin ja erityisesti niistä merkityksellisimpään, tukkipuun kuutiotuotokseen pinta-alayksikköä kohden.

Aiheen laajuuden vuoksi pyritään seuraavassa valottamaan kysymystä vain niiden harvennusmenetelmien osalta, joita on edellä voitu pitää koneellistamisen kannalta edullisimpina. Tästä pääperiaatteesta poiketen kosketellaan kuitenkin aluksi sellaista vaihtoehtoa, että harvennushakkuita ei suoriteta lainkaan, vaan kiertoajan koko hakkuukertymä saadaan päätehakkuussa. Kysymyksessä on tavallaan ääritapaus harvennushakkuiden koneellistamisen kannalta, koska harvennuskertymät siirretään tällöin päätehakkuun ajankohtaan.

31. Luontainen harventuminen

Kun harvennushakkuita ei suoriteta lainkaan, menetetään osa kiertoajan kokonaiskasvusta siitä syystä, että puita kuolee, eikä tätä kuollutta, kuivaa puuta yleensä kannata korjata talteen. Luontainen harventuminen aiheuttaa siten sekä kasvu- että tuotostappioita. Riippuu metsätaloutta harjoittavan yrityksen talouskokonaisuudesta, voidaanko tätä kasvu- ja tuotostappiota pitää niin pienenä, että se voidaan hyväksyä.

Suomessa luontaisesti syntyneiden täystiheiden metsiköiden harventuminen tunnetaan I l v e s s a l o n (30) kasvu- ja tuotostaulukoiden ansiosta. Kuvassa 10 on esitetty mainittujen taulukoiden perusteella elävän puuston keskimääräisen vuotuisen kuutiokasvun kehitys metsikön iän funktiona. Käyriin on merkitty myös ne iänkohdat, jolloin kasvukäyrä kulminoi. Nämä ikäluvut osoittavat



Kuva 10. Eri ikävaiheisiin mennessä elävänä säilyneen puuston määrä keskimäärin vuotta kohden luonnontilaisissa metsiköissä (Ilvessalon mukaan). Piirroksen käyrille merkityt ikävuodet tarkoittavat kulminointihetkeä.

kiertoaikaa, jonka kuluessa saadaan enimmän elävää puuta, jos harvennushakkuita ei suoriteta lainkaan. Voidaan nähdä, että kiertoajat muodostuisivat tältä pohjalta lähdettäessä lyhyehköiksi, ei kuitenkaan sellaisiksi, että ne voitaisiin tulkita yksityismetsälain vastaisiksi.

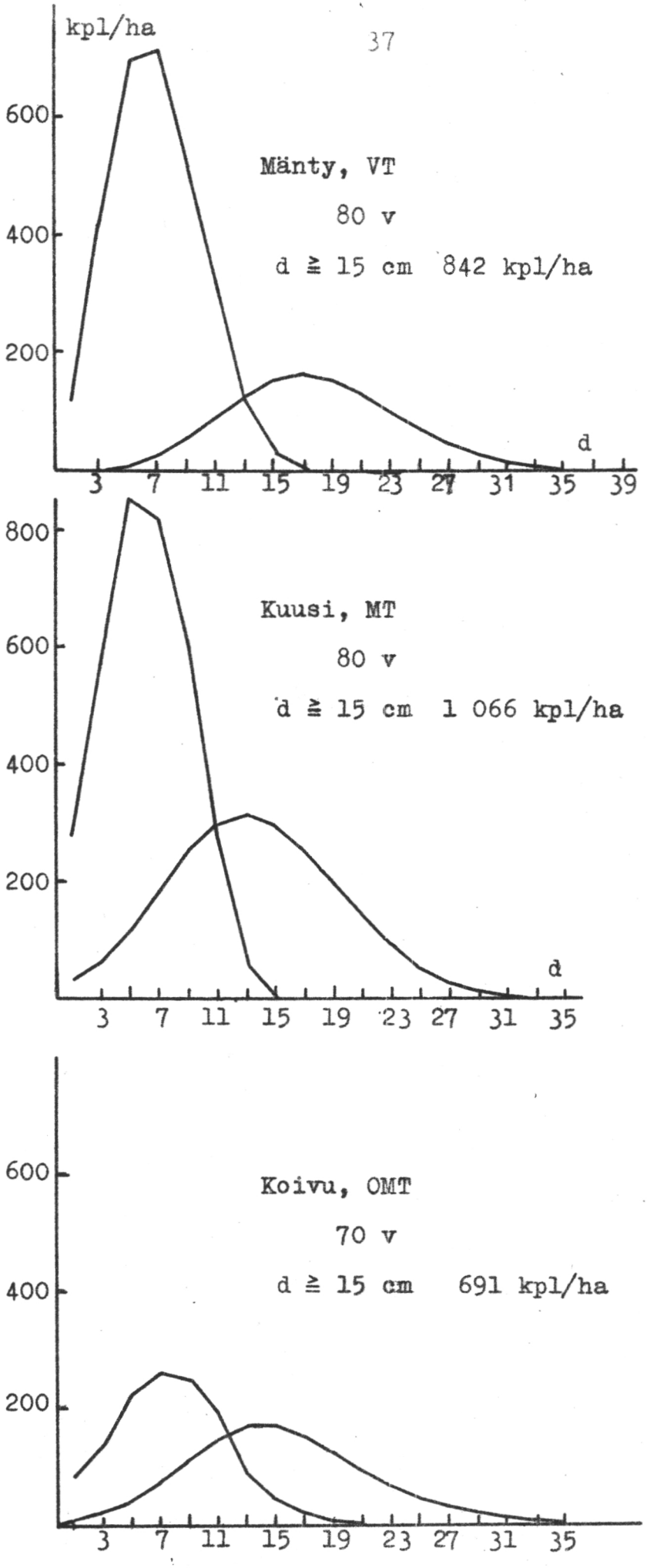
Käyrien kulminointiarvot merkitsevät sitä, että eri metsätyypeillä ja eri puulajeilla syntyvät seuraavat luontaisesta harventumisesta aiheutuvat kasvutappioprosentit harvennusten laiminlyönnin vuoksi.

Metsätyyppi	Puulaji		
	Mänty	Kuusi	Koivu
	Kasvutappio, %		
OT			41
OMT	27	17	32
MT	28	24	32
VT	31		33
CT	28		

Kuusella kasvutappio on prosentuaalisesti pienin, koivulla suurin nousten noin kolmannekseen kiertoajan kuluessa tuotetusta puumäärästä.

Kun luontainen harventuminen tapahtuu lähes yksinomaisesti "alhaalta käsin", edellä esitetyt kasvutappioprosentit eivät anna käsitystä itseharventumisen tuotosvaikutuksesta. Tuotostappiosta muodostuu kuva vertailemalla kuolleen puuston runkolukusarjaa kiertoajan lopussa jäljellä olevan puuston vastaavaan jakautumaan. Tämän vertailumahdollisuuden tarjoaa kuva 11, jossa on esimerkkejä eri puulajeista eri kasvupaikoilta. Piirrokset, joissa vasemmanpuoleinen, korkeampi jakautuma kuvaa luontaisen poistuman ja oikean puoleinen, matalampi kiertoajan lopussa jäljellä olevan puuston runkolukusarjaa, nojautuu Ilvessalon äsken mainittuihin kasvu- ja tuotostaulukkoihin. Todettakoon kuitenkin, että poistuman runkolukusarja on vain järeimmältä osaltaan oikea, sillä tiedot alle 50-vuotisten metsiköiden luontaisesta harventumisesta puuttuvat.

Kuvassa 10 esitettyjen kiertoaikojen kuluessa luontainen harventuminen ulottuu vain vähäisessä määrin tukkipuustoon. Jos pidetään tukkipuuston alarajana niinkin ohutta rinnankorkeusläpimittaa kuin 15 cm, eri metsätyypeillä ja puulajeilla menetetään itseharvenemisen kautta seuraavat runkomäärät hehetaarilla.



Kuva 11. Esimerkkejä luontaisen kokonaispoistuman ja kiertoajan lopussa jäljellä olevan elävän puuston runkolukusarjoista (Ilvessalon mukaan).

Puulaji	Metsätyyppi	Kiertoaika	Tukkipuurunkojen (d≧ 15 cm) menetys, kpl/ha
Mänty	OMT	60	25
	MT	70	45
	VT	80	36
	CT	100	6
Kuusi	OMT	80	13
	MT	80	-
Koivu	OT	60	65
	OMT	70	56
	MT	80	39

Luontainen harventuminen kohdistuu siis I l v e s s a l o n mukaan luonnonmetsiköissä valtaosaltaan runkoihin, joilla ei ole joko käyttöarvoa lainkaan tai joista saadaan vain pinotavaraa. Mikäli tarkoituksena on menekkisuhteiden vuoksi kasvattaa ilman hoitotoimenpiteitä vain tukkipuukokoa olevia puuyksilöitä, ei luontainen harventuminen näytä olevan erityisen merkittävä este, jos kiertoajat ovat asetelmassa esitetyn kaltaisia.

Niiden yksilöiden lukumäärä, jotka saavuttavat tukkipuun koon, muodostuu luontaisesti syntyneissä luonnontilaisissa metsiköissä suureksi. Seuraava asetelma osoittaa, kuinka monta rinnankorkeudelta yli 15 cm:n paksuista elävää puuyksilöä saadaan edellisessä asetelmassa esitettyjen kiertoaikojen kuluessa, jotka tältäkin osin edustavat maksimaalia tasoa.

Puulaji	Metsätyyppi	Rinnankorkeudelta yli 15 cm olevien puiden kokonaistuotos, kpl/ha
Mänty	OMT	868
	MT	900
	VT	842
	CT	738
Kuusi	OMT	1040
	MT	1066
Koivu	OT	713
	OMT	691
	MT	641

Nämä ovat korkeita tuotoslukuja, jos niitä verrataan alaharvennuksin hoidettujen metsiköiden vastaaviin lukuihin. Harvennuksista luopumalla päästään kaikesta päätellen likimain korkeimpaan mahdolliseen tukkipuuston runkolukuun kiertoajan kuluessa, ellei satu poikkeuksellisia luonnontuhoja. Näiden vaara on kuitenkin juuri käsittelemättömissä metsiköissä pienimmillään.

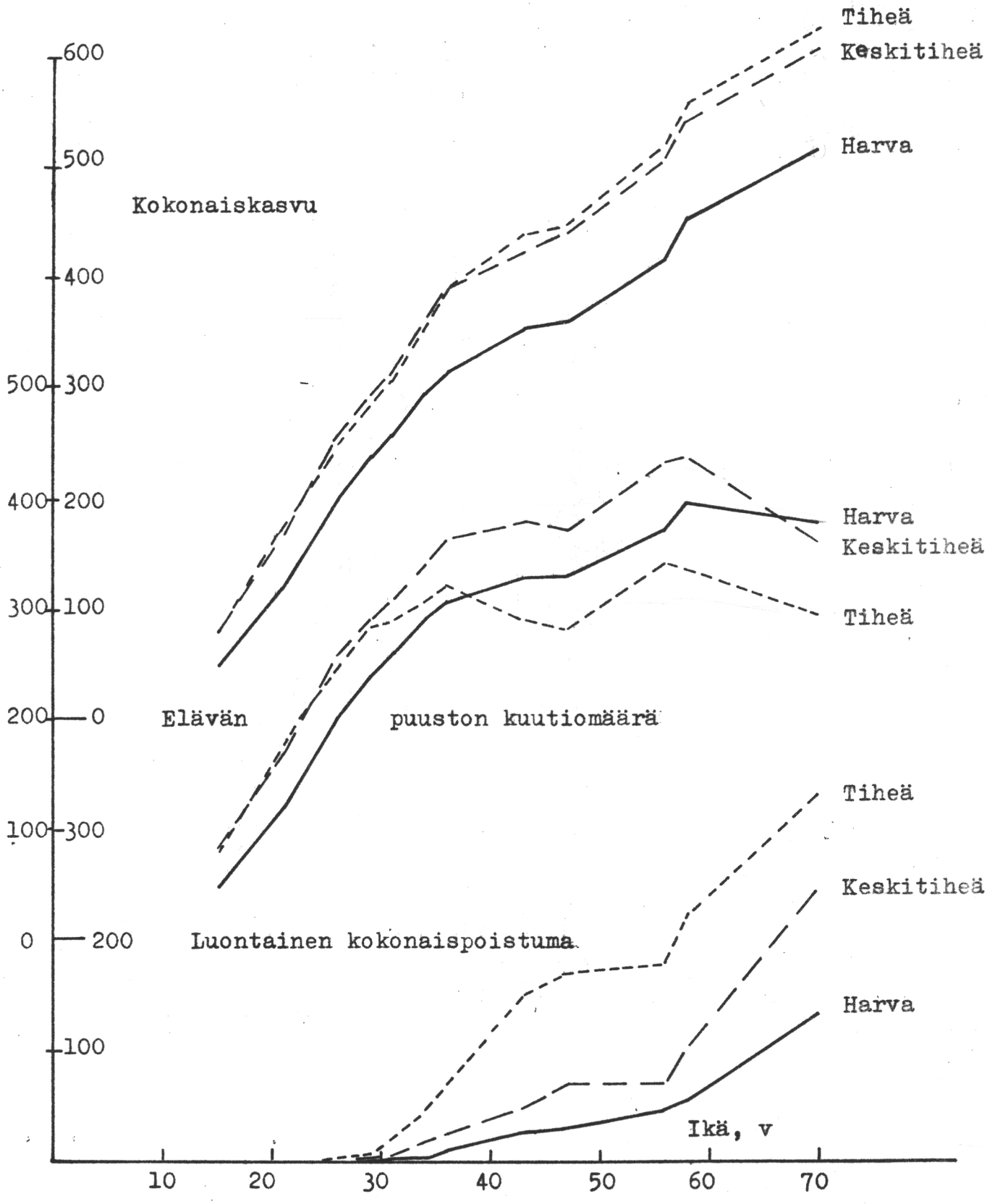
Kaiken kaikkiaan edellä esitettyjen lukujen valossa tuntuisi tietyissä menekkioloissa hyvinkin järkevältä luopua harvennushakkuista ja keskittyä vain päätehakkuisiin. Laajemmissa puitteissa, esim. koko valtakuntaa koskevana, sellainen menettely yht'äkkisenä johtaisi kuitenkin hakkuumäärien voimakkaaseen supistumiseen. Tämä puolestaan aiheuttaisi monenlaisia vaikeuksia maan talouselämälle, teollisuudelle, työväestölle ja muillekin metsätaloudesta elatuksensa saaville väestönosille.

Harvennushakkuista luopuminen on joutunut viime aikoina uuteen vaiheeseen, kun ollaan siirtymässä enenevässä määrin metsänviljelyyn, missä puuston alkutiheys voidaan valita halutunlaiseksi.

Kotimaisia tietoja luontaisen harventumisen määrästä tiheydeltään vaihtelevissa viljelymetsiköissä ei ole käytettävissä. Tästä syystä on turvauduttava ulkomaisiin kokeisiin. Erityisen mielenkiintoisia ovat eräiden pitkäaikaisten venäläisten istutusvälikokeiden tulokset, joista tietoja on saatu ruotsalaisten vierailijoiden (31) välityksellä. Näistä otettakoon tässä esimerkiksi eräs istutuskoesarja, jonka tiheimmässä osassa alkurunkoluku on ollut 8900 kpl/ha, keskitiheässä 4900 kpl/ha ja harvassa meikäläisittäin tyypillinen määrä 2200 kpl/ha. Kysymyksessä on männikkö kasvupaikalla, joka vastannee meikäläistä käenkaali-mustikkatyyppiä.

Kokeen eräät tähänastiset tulokset nähdään kuvassa 12. Siinä on syytä kiinnittää huomiota erityisesti kahteen alimpaan viivasarjaan. Alempi näistä kuvaa luontaisen kokonaispoistuman määrää ja ylempi elävän puuston kuutiomäärää eri ikävaiheissa. Kuten odottaa saattaa, luontaisen harventumisen määrä on sitä suurempi, mitä tiheämpi on istutusväli. Ero harvan ja keskitiheän puuston välillä on kuitenkin suhteellisen vähäinen, ja molemmissa näyttää luontainen harventuminen voimistuvan n. 55 vuoden iällä. Harvassa puustossa on luontainen kokonaispoistuma ollut 70 vuoden ikään mennessä 26 %, keskitiheässä 41 % ja tiheässä 53 %. Mielenkiintoisin lienee kuitenkin havainto, että 70 vuoden iällä on harvimman istutusvälin koealalla enimmän elävää puuta, jos kohta ero keskitiheään on vähäinen. Tiheimpään istutetussa metsikössä on elävän puuston määrä selvästi pienin mainitussa kehitysvaiheessa, mitä voidaan näin hyvällä kasvupaikalla pitää jo normaalina uudistamisajankohtana.

2200 tainta hehtaarilla, mikä vastaa istutusväliä 2.1x2.1 m, on liian suuri runkoluku siinä tapauksessa, että harvennushakkuita



Kuva 12. Kokonaiskasvun, elävän puuston kuutiomäärän ja luontaisen kokonaispoistuman kehitys eri tiheysasteen istutusmetsiköissä erään venäläisen koesarjan perusteella.

ei voida suorittaa. Sehän merkitsee sellaisten taimien istuttamista kallein kustannuksin, jotka kuolevat hyötyä tuottamatta. Kun näin on, on lähellä ajatus, että istutusetäisyytenä käytettäsiin n. 2.5x2.5 m (1600 kpl/ha), koska tämä väli sopii parhaiten myös täyskoneellistetun puunkorjuun kulkuteiden mittoihin siinä tapuksessa, että harvennushakkuita kaikesta huolimatta suoritetaan ennen uudistusikää. Toisaalta tällä istutusvälillä tuskin esiintyisi merkittävää luontaista harventumista.

Mainittu taimimäärä, 1600 kpl/ha, lienee suositeltava myös siinä tapauksessa, että metsänkasvatuksen tarkoituksena on tuottaa vain tukkipuuta. Vaikka näistä taimista edellä suoritetun tarkastelun perusteella vain n. 1000 kpl voi saavuttaa vaaditun minimikoon, muodostaa sen ylittävä määrä, 600 kpl, reservin mahdollisten luonnontuhojen varalta. Ellei merkittäviä tuhoja tarvitse pelätä, silloin istutusväli 3 x 3 m (1100 kpl/ha) voi tulla kysymykseen, etenkin kun sekin sisältää vähäisen riskireservin.

32. Voimakkaat biologiset alaharvennukset

Biologiset harvennukset ovat päätavoitteeltaan metsänhoidollisia. Tästä syystä niiden täytyy toistua usein, keskimäärin ehkä 5 - 10 vuoden väliajoin, jotta hoidon kohteena oleva puusto, ts. päätehakkuussa jäljellä oleva osa siitä, ei joutuisi käsittelyn puutteesta kärsimään.

Kun usein toistuvat biologiset harvennukset - Suomessa aina alaharvennustyyppiä - ovat voimakkaita, seurauksena on, että kasvava puupääoma on keskimäärin merkittävästi pienempi kuin siinä tapauksessa, että käsittely on lievää tai että voimakas käsittely toistuu harvoin. Keskeinen kysymys on tällöin seuraava: kykeneekö usein toistuvien voimakkaiden alaharvennusten pienentämä puupääoma lisäämään kasvuaan niin, että käsittelyn voimakkuudesta huolimatta saadaan sama kasvu kuin lievemmin käsitellyissä ja tästä syystä runsaspuustoisemmissa metsiköissä? Lyhyemmin esitettynä ongelma on seuraava: missä määrin kuutiokasvu hehetaaria kohden riippuu puupääoman suuruudesta?

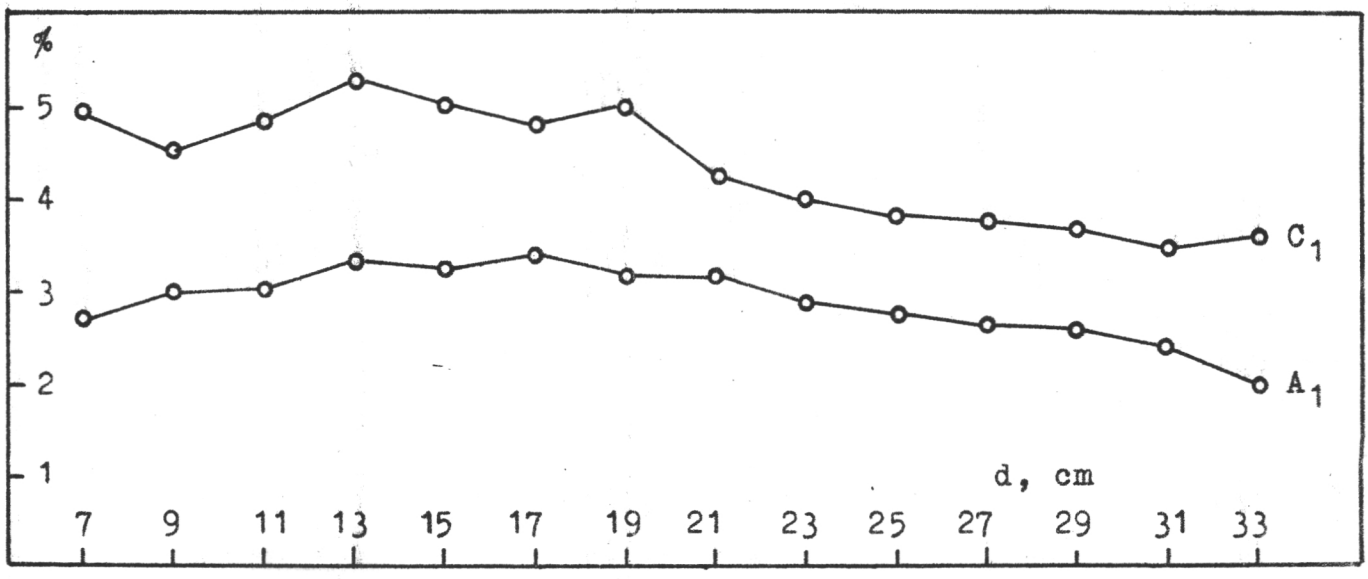
Kysymyksessä on ongelma, jossa eri tutkijoiden saavuttamat tulokset menevät pahasti ristiin. Kaikille vaihtoehtoisille vastauksille esitettyyn ongelmaan löytyy tukea kirjallisuudesta. Tutkimustulosten kirjavuuteen on osaltaan vaikuttamassa se, että kokeita

on suoritettu erilaisin puulajein ja vaihtelevissa ilmastollisissa olosuhteissa. Yksistään tästä syystä on vastausta etsittäessä annettava pääpaino niille tutkimuksille, jotka on suoritettu meikäläisin puulajein ja maamme ilmastoa vastaavissa olosuhteissa.

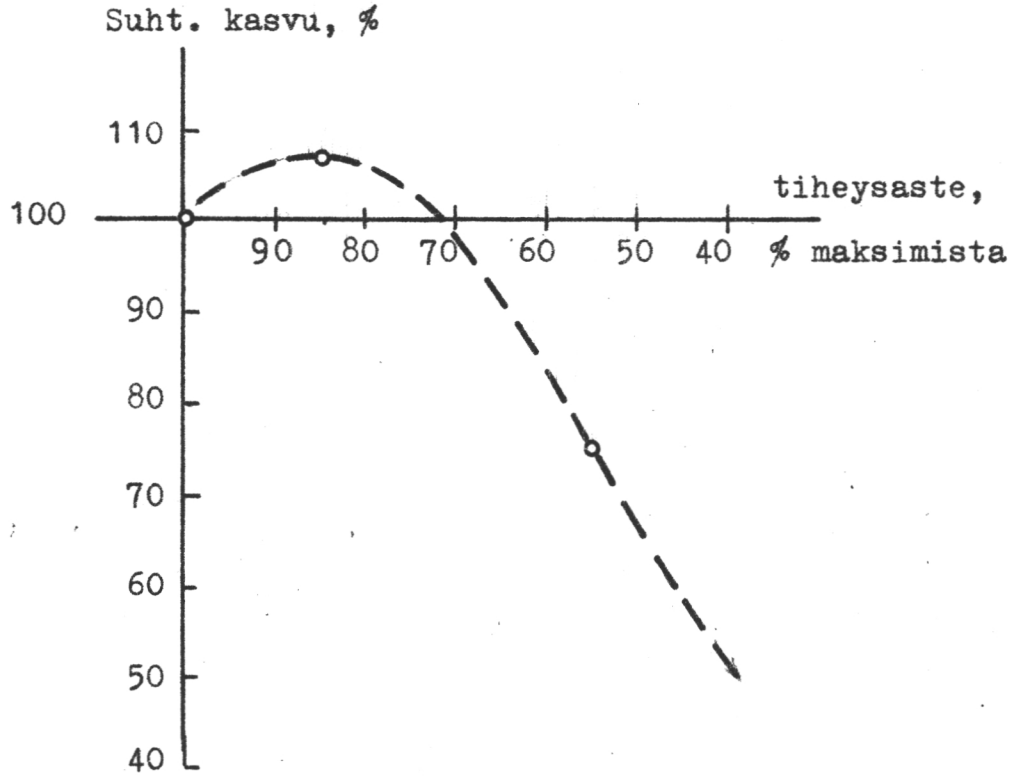
Usein esitetään sellainen väittämä, että metsänhoito lisää kuutiokasvua. Näin saattaa tapahtuakin esim. valtakunnallisissa puitteissa, mutta aivan toisista syistä kuin mistä nyt on kysymys. Toisaalta löytyy myös tutkimuksia, joiden mukaan harvennushakkuut todella lisäisivät kuutiokasvua hehtaaria kohden, mikä merkitsisi sitä, että pienempi pääoma kasvaisi absoluuttisesti enemmän kuin suurempi pääoma. Positiivinen tulos johtuisi tämän käsityskannan mukaan tehokkaasta valinnasta, joka jättää kasvuisimmat yksilöt jäljelle. Suomen oloissa tämä toive on osoittautunut paikkansa pitämättömäksi. On voitu osoittaa, että metsikön suurimmat puut, joita alaharvennus suosii, eivät ole suhteellisesti ottaen kasvuisimpia, vaan suurin kasvuprosentti on keskivahvoissa läpimittaluokissa. Tästä on osoituksena mm. oheinen N y y s s ö s e n (7) tutkimustulos (kuva 13), jonka aineisto on eteläsuomalaisista männiköistä. Tulos on yhtäpitävä V u o k i l a n (24) myöhemmän selvittelyn kanssa. Toiveet biologisten alaharvennusten positiivisen yksilövalinnan kuutiokasvua kohottavasta vaikutuksesta eivät siis ole perusteltuja.

Nykyisen tietämyksen mukaan harvennushakkuilla, erityisesti juuri voimakkailla alaharvennuksilla, voi olla hehtaarikohtaista kuutiokasvua parantava vaikutus vain siinä tapauksessa, että harvennus suoritetaan äärimmäisen ylitiheissä metsiköissä, missä suuren puulukumäärän ja huonon itseharvenemisen vuoksi kasvu muuten tyrehtyy. Tällaisia metsiköitä ovat meillä mm. ns. kuusirikeiköt, joita ruotsinkielessä vastaa "stavagranskog" (32). Alusta alkaen hoidetuissa metsiköissä on perustelluinta odottaa positiivista vaikutusta nuoreikkovaiheessa. Tämä ilmiö, josta on merkkejä havaittu kuusikoissa, johtuu asianomaisten tutkijoiden mukaan hakkuutähteiden, karikkeen ja maahan jäävien juurien typpilannoitusvaikutuksesta (33,34,35).

Tällaisin varauksin vallitsee nykyisin likimain yksimielisyys siitä, että luonnontilainen metsikkö tuottaa korkeimman mahdollisen kuutiomäärän hehtaaria kohden kiertoajan kuluessa, jos laskelmissa otetaan huomioon sekä elävä että kuollut puusto. Tämän on



Kuva 13. Eri läpimittaluokkien keskimääräiset kuutiokasvuprosentit toistuvasti harvennetuissa (A_1) ja toistuvasti harsituissa (C_1) eteläsuomalaisissa 60–100-vuotiaissa puolukkatyypin männiköissä (Nyyssösen mukaan).

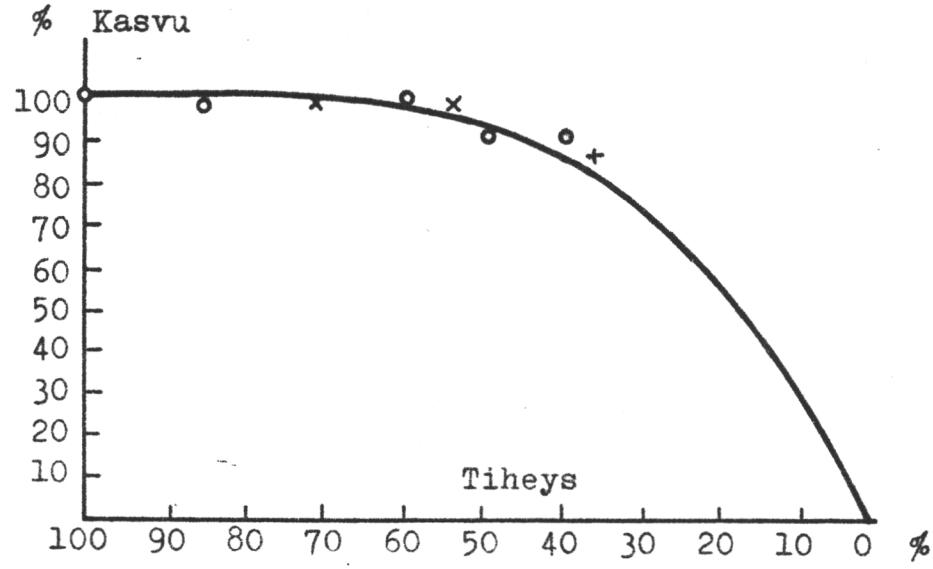


Kuva 14. Esimerkki tiheyden vaikutuksesta kuutiokasvuun hehtaaria kohden, kun luonnontilaisen metsikön tiheyttä ja kasvua merkitään 100:lla (Assmannin mukaan).

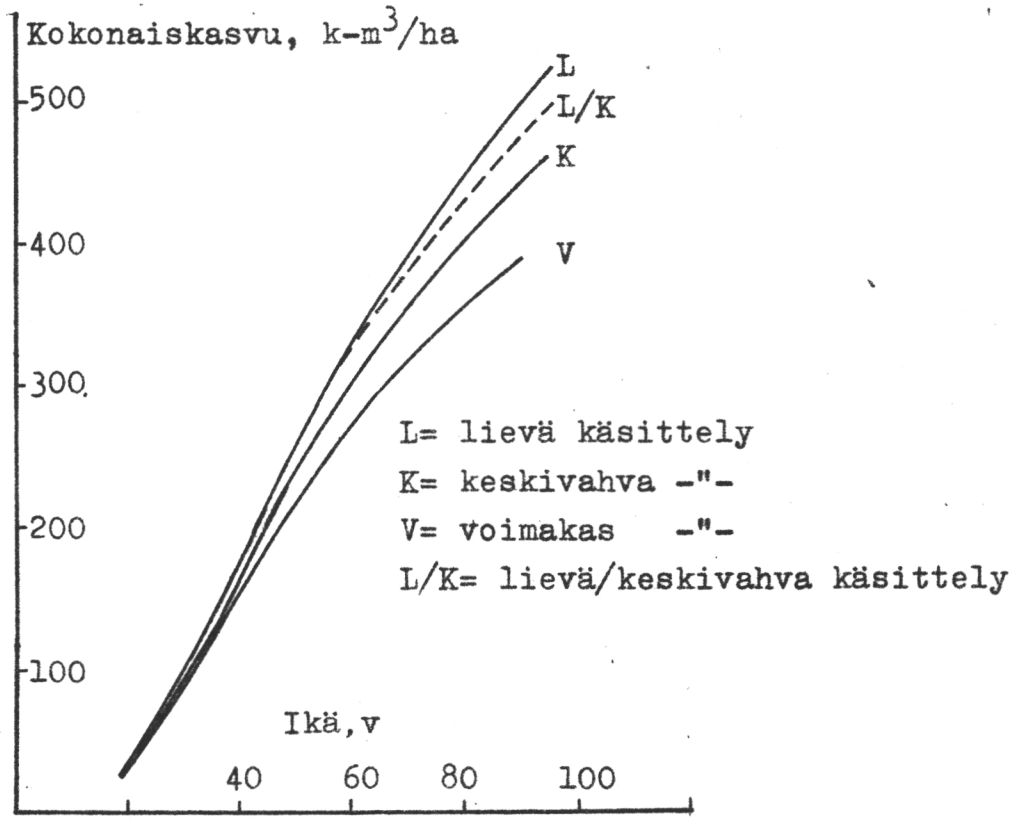
P e t t e r s o n (36) ilmaissut käytännön metsänkäsittelyn ohjeena siten, että metsästä saadaan korkein mahdollinen kuutiokasvu hehtaaria kohden, jos harvennushakkuut ovat niin lieviä, että ne vastaavat luontaista harventumista, ts. että harvennuksissa poistetaan vain ne puut, jotka muuten kuolisivat pystyyn. Vain saksalainen A s s m a n n (37) on esittänyt toisenlaisia käsityksiä viime aikoina. Hänen mukaansa on aina olemassa tietty optimipohjapinta-ala, joka johtaa korkeimpaan mahdolliseen kuutiokasvuun, ja tätä tiheämmissä ja harvemmissa puustoissa kuutiokasvu on alhaisempi. Assmannin käsitystä havainnollistaa kuva 14. Tällaisen kulminaatiopisteen olemassaoloa ei Assmann ole kuitenkaan todistanut muuten kuin graafisesti. Useat Assmannin esittämät pistesarjat voisi joku toinen tasoittaa toisin, nim. ilman optimipohjapinta-alaa osoittavaa kulminaatiokohtaa.

Edellä kuvattu suhteellisen suuri yksimielisyys ei merkitse kuitenkaan sitä, että puupääoman pienenemisen vaikutuksesta kuutiokasvuun oltaisiin muilta osin samaa mieltä. Päinvastoin on mitä erilaisimpia käsityksiä siitä, missä määrin kuutiokasvu hehtaaria kohden pienenee puupääoman alentuessa luonnontilaisten metsiköiden arvoista. Varsin yleinen näyttää olevan käsitys, että puupääomaa voidaan tästä maksimiarvosta melkoisesti pienentää harvennushakkuiden avulla kuutiokasvun alenematta. Tämä merkitsisi sitä, että varsin voimakkaatkaan harvennushakkuut eivät alentaisi hehtaaria kohden ilmaistua kuutiokasvua. Kenties pisimmälle on tämän käsityskannan puolesta mennyt M ø l l e r (38), jonka mukaan etenkin kuusi- ja pyökkimetsiköissä kuutiomäärä voidaan pienentää puoleen maksimista (= luonnontilaisen metsikön tiheydestä) kuutiokasvun alenematta. Møllerin päätelmän taustana oleva piirros on esitetty kuvassa 15.

On todennäköistä, että myös Suomen oloissa kuusi on suhteellisen reaktiokykyinen niin, että kasvutappiot muodostuvat sillä omista puulajeistamme pienimmiksi, kun puupääomaa hakkuin vähennetään. Kuitenkin myös kuusella syntynee kasvutappioita. Niiden suuruutta havainnollistaa mm. eräs ruotsalainen harvennuskoesarja C a r b o n n i e r i n (13) mukaan. Tässä koesarjassa harventamattomalla vertailualalla oli kasvu 10 % suurempi kuin toistuvasti harvennetuilla aloilla. Monet muutkin pohjoismaiset kuusikkotutkimukset (39,40,41) ovat päätyneet samansuuntaiseen tulokseen.



Kuva 15. Tiheyden vaikutus kuutiokasvuun hehtaaria kohden (Møllerin mukaan).



Kuva 16. Eteläsuomalaisen männikön kokonaiskuutiokasvun kehitys III kasvupaikkaluokan eri käsittelyasteissa (Vuokilan mukaan).

Kotimaisen aineiston nojalla, V u o k i l a n tutkimusten (24) mukaan, on voitu todeta, että meikäläinen mänty joka tapauksessa reagoi huonosti harvennushakkuiden aiheuttamaan kasvutilan avartumiseen. Jos männikköä alaharvennetaan usein ja keskivahvasti, syntyy mainitun tutkimuksen mukaan n. 10 %:n kasvutappio lievään käsittelyyn verrattuna kiertoajan kuluessa. Jos usein toistuva käsittely on voimakasta, kasvutappion suuruus on peräti 15 - 23 %. Kasvutappion syntymistä kiertoajan kuluessa havainnollistaa myös kuva 16.

Kun suoritetaan toistuvia voimakkaita alaharvennuksia, on siis pakko varautua siihen mahdollisuuteen, että näin aiheutetaan merkittävän (10-20 %) suuria kasvutappioita kiertoajan kuluessa. Kuutiokasvu on selvääkin selvemmin riippuvainen kasvavan pääoman suuruudesta ja vain vähäisessä määrin - jos lainkaan - puuston käsittelytavasta. Suomen metsien kasvukyvyn kohottaminen käykin tästä syystä lähinnä pääomaa korottamalla, mikä merkitsee pidättäytymistä voimakkaista hakkuista siellä, missä on vajaapuustoisuutta.

Tutkimustyössä ja myös käytännössä lienee kuitenkin kohdistettu aivan liikaa huomiota kuutiokasvuun hehtaaria kohden ja käytetty tätä käsittelymenetelmien edullisuutta tarkasteltaessa ratkaisevana näkökohtana. On tosin johdonmukaista, että saavutuksia mitataan biologisin mitoin käsittelyn noudattaessa biologisia perusteita. Käytännön taloustoiminnassa yhtä hyvin yksittäisissä metsälöissä kuin valtakunnallisissakin puitteissa ei kiintokuutiometreinä ilmaistu kasvutappio tai kasvunlisäys ole kuitenkaan välttämättä merkittävän negatiivinen tai positiivinen piirre. Liike- ja kansantaloudellisessa mielessä kasvutappion voi korvata hakkuutulojen varhaisuus tai enentyneet hakkuukertymät, eikä kiintomittoina ilmaistu kasvun paremmuus välttämättä merkitse liiketaloudellista etua. Harvennushakkuiden tavoitteet riippuvat myös yrityskokonaisuudesta, vaihtoehtoisten sijoitusten mahdollisuudesta, omistajan varallisuusasteesta yms. seikoista, joilla ei tarvitse olla metsän kanssa mitään tekemistä. Metsää voidaan tuskin enää pitkään tarkastella erillisenä biologisena tuotantoprosessina, joka noudattaa omia, yrityskokonaisuudesta poikkeavia periaatteita ja tavoitteita.

Aimo askel liiketaloudellisten kriteerien suuntaan otetaan, jos harvennushakkuiden vaikutus puutavaralajien, ennen muuta tukkipuun, kokonaistuotokseen kiertoajan kuluessa otetaan tarkastelun

pohjaksi. Tästä on enää pieni askel rahamäärien tarkasteluun, joka on kuitenkin ekonomistien, eikä kasvu- ja tuotostutkijan aluetta. Voimakkaiden biologisten alaharvennusten vaiktusta tukkipuun kokonaistuotokseen voidaankin nykyisin tarkastella eteläsuomalaisista männiköistä kerätyn tutkimusaineiston tarjoamalta pohjalta. Tarkastelua varten viitataan kuviin 17 ja 18, jotka on otettu V u o k i l a n (24) kasvu- ja tuotostaulukkojulkaisusta.

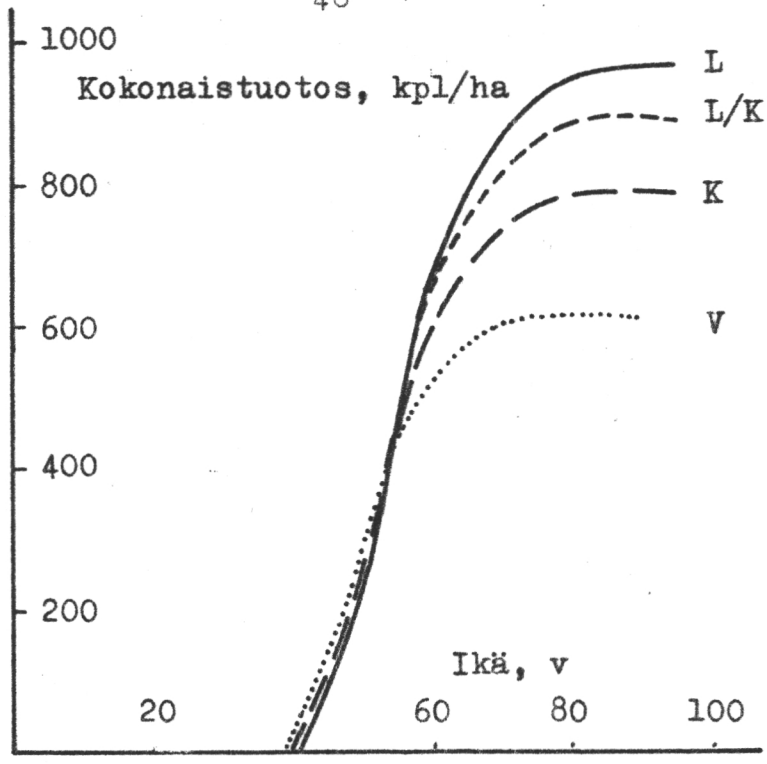
Kuvissa on esitetty kiertoajan kuluessa tuotettujen tukkirunkojen lukumäärä ja tukkipuun kokonaiskuutiotuotos eriasteisia biologisia alaharvennuksia sovellettaessa puolukkatyypillä. Kuvista nähdään, että lievän käsittelyn (L) käyrät ovat käytännössä sovellutuskelpoisten kiertoaikojen kohdalla korkeimmalla ja muut käyrät sitä alemmalla tasolla mitä voimakkaammasta käsittelystä on kysymys, ts. että voimistuva käsittely merkitsee tuotostappiota. Käsittelyasteista vastaa ns. keskivahva käsittely (K) suurin piirtein varhemmin esitettyä Keskusmetsälautakunta Tapion suositusta. Voimakas käsittely (V) lienee taas lähinnä se, josta koneellistetun puunkorjuun suunnittelijat ovat kiinnostuneita. Lievän käsittelyn on edellytetty poistavan aina kerrallaan 10 %, keskivahvan 15 % ja voimakkaan 20 % puuston pohjapinta-alasta. Käsittelyasteessa L/K aloitetaan lievin harvennuksin ja keski-iältä alkaen siirrytään keskivahvoihin harvennuksiin.

Seuraava asetelma osoittaa, kuinka suuri on tukkipuun kuutiotuotostappio voimakkaammissa käsittelyasteissa, kun niitä verrataan lievään käsittelyyn.

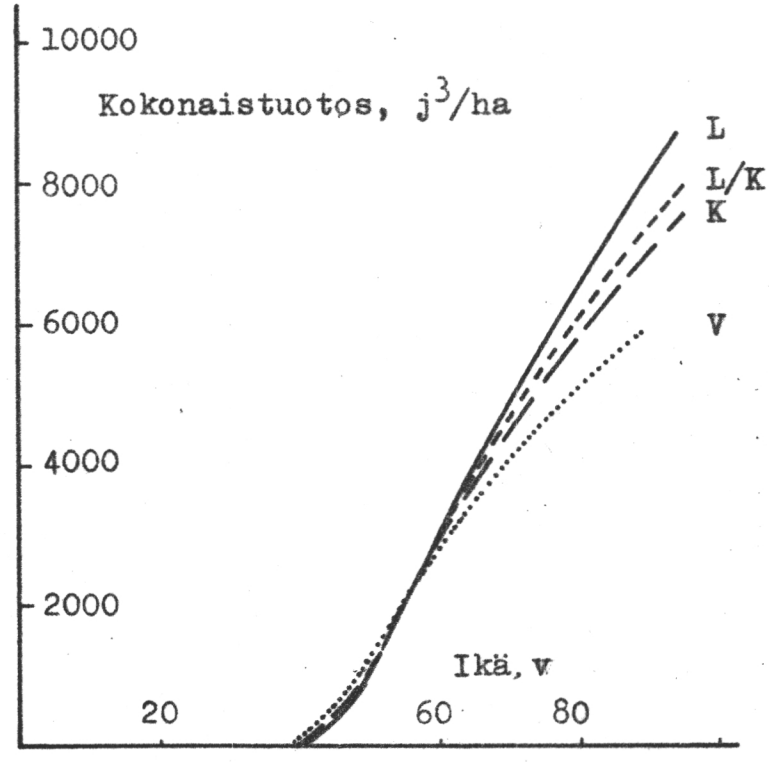
Metsätyyppi	OMT	MT	VT	CT+	CT-
	Tappio lievään käsittelyyn verrattuna, %				
Keskivahva aste	9	12	14	14	16
Voimakas "	17	23	27	24	27
Lievä/ Keskivahva "	5	9	10	13	15

Keskivahva käsittely merkitsee siis 9 - 16 %:n ja voimakas käsittely 17 - 27 %:n tappiota tukkipuun tuotoksessa lievään käsittelyyn verrattuna.

Tuotostappiot näyttävät syntyvän lähinnä sitä tietä, että voimakkaampien alaharvennuskäsittelyiden kohteena olevissa metsiköissä tukkipuun mitat ylittävien puuyksilöiden lukumäärä jää pienemmäksi kuin lievemmin puustoa käsiteltäessä. Tästä antaa käsityksen seuraava asetelma.



Kuva 17. Tukkipuurunkojen kokonaistuotoksen kehitys Etelä-Suomen III kasvupaikkaluokan männiköiden eri käsittelyasteissa (Vuokilan mukaan).



Kuva 18. Tukkipuun kokonaiskuutiotuotoksen kehitys Etelä-Suomen III kasvupaikkaluokan männiköiden eri käsittelyasteissa (Vuokilan mukaan).

Käsittely-aste	Metsätyyppi OMT	MT	VT	CT+	CT-
	Tappio lievään käsittelyyn verrattuna, kpl/ha				
Keskivahva	149	163	178	169	162
Voimakas	284	331	356	302	295
Lievä/Keskivahva	23	57	77	124	141
	Tappio lievään käsittelyyn verrattuna, %				
Keskivahva	15	17	18	20	23
Voimakas	29	34	37	37	42
Lievä/Keskivahva	2	6	8	15	20

Keskivahvan käsittelyn seurauksena saadaan tukkirunkoja 15 - 23 % (149-178 kpl/ha) vähemmän kuin lievästi harventaen. Vastaavat vaihtelurajat voimakkaalle käsittelylle ovat 29 - 42 % (284-356 kpl/ha). Vertailupohjaksi mainittakoon, että lievän käsittelyn vallitessa, siis maksimitasolla, saadaan tukkipuita OMT:llä 991, MT:llä 985, VT:llä 974, CT:llä 826-706 kpl/ha. Tukkirungon minimivaatimuksena on tällöin 18' x 5":n tyvitukki.

Suoritettu vertailu osoittaa, että biologinen alaharvennusmenetelmä on todella metsänhoidollinen eikä liiketaloudellinen. Poistettavia puita valittaessa ei ajatella kunkin puun senkertaista ja tulevaa käyttöarvoa, vaan sen kokoa naapuripuihin verrattuna. Tämä merkitsee sitä, että etenkin voimakkaissa harvennuksissa poistetaan varhaisessa kehitysvaiheessa runsaasti yksilöitä, jotka voisivat varttua tukkipuun mittoihin. Aivan samaan tapaan jää muissakin kehitysvaiheissa siirtymäilmiö, siis rungon järeyden kehityksestä aiheutuva hyppäyksellinen arvonnousu puutavaralajista toiseen siirryttäessä, käyttämättä hyödyksi. Voimakkaasti käsitellyissä metsiköissä ei enää 60 v:n iän jälkeen synny uusia tukkipuita hakkuissa poistettujen tilalle, kun lievässä käsittelyssä siirtyminen pinotavarakoosta tukkipuun mittoihin jatkuu paljon myöhäisemmälle iälle.

Esitetyt luvut koskevat mäntyä ja maan eteläistä osaa. Kun tuotostappioiden syynä on biologisen alaharvennuskäsittelyn perusidea, ilmennee tappio samankaltaisena ja -suuruisena myös muiden puulajien muodostamissa metsiköissä. Voitaisiin mahdollisesti kuvitella, että kuusikoissa, missä puuston pituusporrastus on voimakkaampaa ja puiden elpymiskyky parempaa kuin männiköissä, tappiot olisivat esitettyä jonkin verran suurempia ja koivikoissa päinvastaisesta syystä pienempiä.

Harvennushakkuiden koneellistaminen usein toistuvia biologisia alaharvennuksia soveltavassa metsätaloudessa johtaa siis suuriin kasvu- ja tuotostappioihin, sillä koneellistamisen kannattavuuden turvaamiseksi lienee sovellettava käsittelyastetta, jota on edellä kutsuttu voimakkaaksi käsittelyksi. Mikäli koneellistaminen yleistyisi suuralueittaiseksi, jopa valtakunnalliseksi, seuraukset olisivat koko talouselämän kannalta varsin negatiiviset. Kuitenkaan ei suoritettu tarkastelu merkitse sitä, etteikö aivan tietyissä puitteissa toimivassa metsätalousyksikössä koneellistaminen usein toistuvin voimakkain biologisin alaharvennuksin voisi olla harkinnan arvoinen vaihtoehto, jos varhaiset harvennustulot painavat ratkaisussa riittävän paljon.

33. Harsintaharvennukset

Kun sana "harsinta" mainitaan, se tuo suomalaisen metsäammattimiehen mieleen ehkä ensimmäiseksi hävittävän käsittelytyylin ja siitä aiheutuvat suuret kasvu- ja tuotostappiot. Hänelle harsinta on samaa kuin määrämittaharsinta eli talonpoikaisharsinta.

Määrämittaharsinta on äärimmäistapaus ja sellaisena tuomittava. Harsintaa on kuitenkin monenasteista aivan kuin on alaharvennustakin. Ainoa oikea lähtökohta metsänhoidollista harsintaharvennusta ja biologista alaharvennusta kasvu- ja tuotosmielessä vertailtaessa on sellainen, että molemmissa menetelmissä oletetaan poistettavan sama tai likimain sama kuutiomäärä hehtaaria kohden, toisessa alhaalta päin ja toisessa tämän lisäksi myös ylhäältä päin. Äärimmilleen viedyn ja hivuttavan määrämittaharsinnan vertaaminen tavanomaista voimakkuusastetta oleviin biologisiin alaharvennuksiin on asiaton, väärä ja tendenssimäinen lähtökohta.

Kielteinen asennoituminen kaikkeen, mikä ei ole alaharvennusta, on johtanut siihen, ettei harsintaharvennus eri asteissaan - eräitä pieniä poikkeuksia lukuun ottamatta - ole sisältynyt tutkimusohjelmiin. Tilanne on aivan sama kuin metsätyyppiteorian alalla, missä systeemiä sen alkuperäisessä ja niukasti tutkitussa muodossa on pidetty niin oikeana ja valmiina, että tutkimustyö on lyöty laimin. Niinpä emme tänä päivänä ole metsätyyppiopin sen enempää kuin harsintaharvennuksenkaan alalla sen viisaampia kuin vuosikymmeniä sitten, jolloin tutkimustyö tyrehtyi alkuunsa. Tästä syystä on

harsintaharvennuksen kasvu- ja tuotosvaikutusten analysoinnissa turvauduttava paljon enemmän hypoteeseihin ja teoreettisiin laskelmiin kuin olisi suotavaa.

Nyttemmin on kuitenkin käytettävissä eräitä laskelmia, joiden avulla voidaan vertailla keskenään toisaalta usein toistuvin biologisin alaharvennuksin ja toisaalta samanasteisin harsintaharvennuksin käsiteltyjen metsiköiden kasvua ja tukkipuun tuotosta. Nämä laskelmat, joista seuraavassa esitetään eräitä ennakkotietoja, ovat V u o k i l a n ja J o u k o H ä m ä l ä i s e n käynnissä olevasta tutkimuksesta. Ensiksi mainittu tutkija vastaa tutkimuksen kasvu- ja tuotoslaskelmista ja jälkimmäinen näiden pohjalla tapahtuvista liiketaloudellisista analyyseistä.

Vaikka ns. varovaisuusperiaate ei liene tutkimustyössä yleisesti suositeltava lähtökohta, on mainituissa laskelmissa sovellettu ongelman ja sen tutkimisen "arkaluontoisuuden" vuoksi harsintaharvennuksen osalta aina epäedullisinta vaihtoehtoa silloin, kun laskelman perusteissa on ollut tulkinnan varaa. Näin on menetelty etenkin puuston kehitysennustelussa. On oletettu, että harsintaharvennuksen jälkeisen puuston kasvureaktio on samanlainen kuin alaharvennusmetsiköissä, vaikka esim. kuva 13 osoittaa ja myös nyt kysymyksessä olevaa tutkimusta varten mitattu aineisto todistaa harsintaharvennuksen aiheuttavan jäljelle jäävässä puustossa voimakkaamman kasvureaktion kuin alaharvennus. Näin on harsintaharvennuksen vaikutus kasvuun ja tuotokseen tahallisesti aliarvioitu, jottei tästä käsittelystä missään tapauksessa annettaisi liian myönteistä kuvaa. Näinkin menetellen on tuloksena ollut, että harsintaharvennus on kasvu- ja tuotosvaikutuksiltaan ainakin samanarvoinen, jopa edullisempi kuin biologinen alaharvennus.

Laskelmia on suoritettu vain eteläsuomalaisille puolukkatyypin männiköille ja kuvissa 17 ja 18 näkyvistä harvennusasteista keskivahvalla (K) asteelle, lievän ja keskivahvan yhdistelmäasteelle (L/K) ja voimakkaalle (V) asteelle. Kunkin voimakkuusasteen puitteissa on lisäksi erotettu kaksi harsinta-astetta, toinen lievemmin ja toinen voimakkaammin kookkaimpiin puihin kohdistuva. Palautettakoon vielä mieliin, että harsintaharvennus yleisesti ja myös näissä laskelmissa aloitetaan vasta varttuneella iällä puuston alkukäsittelyn oltua samanasteista alaharvennustyyppiä. Harsintaharvennus on nyt selostetuissa sarjoissa alkanut 46 - 49 vuoden iällä.

Seuraavassa asetelmassa esitetään aluksi pohjapinta-alan ja kuutiomäärän kokonaiskasvu alaharvennuksin ja varttuneelta iältä alkaen samanasteisin harsintaharvennuksin käsitellyissä puolukka-tyypin männiköissä maan eteläisessä osassa.

Käsittelyn voimakkuus (Kiertoaika)	Alaharvennus	Harsintaharvennus lievempi	Harsintaharvennus voimakkaampi
	Pohjapinta-alan kokonaiskasvu, m^2/ha k:tta		
Lievä/ Keskivahva (95v)	46.3	46.8 (+ 1.1%)	47.1 (+ 1.7%)
Keskivahva (95v)	42.3	42.7 (+ 0.9%)	43.0 (+ 1.7%)
Voimakas (89v)	36.4	36.7 (+ 0.8%)	36.8 (+ 1.1%)
	Kokonaiskuutiokasvu, k-m^3/ha k:tta		
Lievä/ Keskivahva (95v)	495.1	490.9 (- 0.8%)	490.9 (- 0.8%)
Keskivahva (95v)	467.1	462.2 (- 1.0%)	462.2 (- 1.0%)
Voimakas (89v)	389.1	385.9 (- 0.8%)	384.3 (- 1.2%)

Erot vastaavien harsinta- ja alaharvennuskäsittelyiden välillä ovat vain 1 %:n suuruusluokkaa, pohjapinta-alan osalta harsinta-harvennuksen ja kuutiokasvun osalta alaharvennuksen eduksi. Nämäkin erot selittyvät siten, että harsintaharvennukset ovat metsikkömallissa olleet hieman voimakkaampia kuin alaharvennukset. Sama poistoprosentti pohjapinta-alasta merkitsee näet harsintaharvennuksessa suurempaa osuutta kuutiomäärästä kuin alaharvennuksessa. Täten on hyvin varovaisestikin harsinnan vaikutuksen huomioon ottaen päädytty siihen tulokseen, ettei harsinta- ja alaharvennuksen välillä ole millään luotettavuustasolla arvioitavissa olevaa eroa puuston kuutiokasvussa kiertoajan kuluessa. Asiaan ei vaikuta mitään sekään, onko harsinta lievempää vai voimakkaampaa puuttumisessaan puuston järeimpään osaan.

Tällainen tulos on täysin pääteltävissä jo aikaisemmin esitetyn (kuva 13) N y y s s ö s e n piirroksen pohjalla. Kun suurimpien puiden kasvuprosentit ovat keskimäärin mieluummin pienempiä kuin suurempia keskivahvoihin puihin verrattuna, ei ensiksi mainittujen poistaminen harvennushakkuissa (= harsintaharvennus) voi pienentää kuutiokasvua hehtaaria kohden suhteessa päinvastaiseen menettelyyn (= alaharvennus), jos harvennuspoistuman määrä on molemmissa tapauksissa samaa suuruusluokkaa. Pikemminkin olettaisi, että harsintaharvennus lisäisi jossain määrin kuutiokasvua hehtaaria kohden.

Esitetyt päätelmät ovat yhtäpitäviä niiden vähäisten vastaavien tulosten kanssa, joita on saatavissa esim. pohjoismaista. Erityisen merkille pantava on C a r b o n n i e r i n (13) kannanotto, jonka mukaan harvennustapa ei vaikuta kuusikon kuutiotuottoon kiertoajan kuluessa. Harvennustapoihin Carbonnier tällöin sisällyttää biologisen ala- ja yläharvennuksen lisäksi vapaan harvennuksen, joka kasvu- ja tuotosvaikutusten osalta lienee varsin lähellä harsintaharvennusta; onhan molemmille tyypillistä kookkaimpien puiden poistaminen.

Kaikki edellä esitetty on omiaan vahvistamaan sitä käsitystä, että tietyssä kehitysvaiheessa olevan puuston kuutiokasvu hehtaaria kohden kiintokuutiometreinä ilmaistuna on ennen muuta kuutiomäärän funktio. Puuston rakenne vaikuttaa siihen vain vähän, jos lainkaan.

Tukkipuun tuotos jakaantuu harsintaharvennuksissa toisin kuin vastaavissa alaharvennuksissa kiertoajan eri osiin. Tästä antaa käsityksen seuraava asetelma, joka perustuu V u o k i l a n selostettuihin laskelmiin.

Käsittelyn voimakkuus (Kiertoaika)	Alaharvennus	Harsintaharvennus	
		lievempi	voimakkaampi
	Poistetaan harvennushakkuissa, j^3 (% kokonaistuotoksesta)		kiertoajan
Lievä/ Keskivahva (95v)	2972 (38)	3557 (44)	3867 (47)
Keskivahva (95v)	2515 (33)	3108 (41)	3342 (43)
Voimakas (89v)	2084 (35)	2486 (42)	2713 (45)

Asetelmasta nähdään, että harsintaharvennuksissa poistetaan sekä absoluuttisesti että suhteellisesti enemmän tukkipuuta harvennusvaiheessa kuin alaharvennuksissa. Kuitenkin nähdään toisaalta, että harsintaharvennuskin on laskelmissa käsitetty varsin "lievänä" siinä mielessä, että siinäkin poistoprosentti jää aina alle 50. Edelleen havaitaan, ettei harvennusten voimistaminen lisää vaan vähentää kertyvää tukkipuumäärää.

Tältä pohjalta lähtien tukkipuun kokonaistuotos eri käsittelytapoja noudatettaessa on seuraavan asetelman mukainen.

Käsittelyn voimakkuus	Alaharvennus	Harsintaharvennus	
		lievempi	voimakkaampi
	Tukkipuun kokonaiskuutiotuotos, j^3 (ero alaharvennukseen verrattuna, %)		
Lievä/ Keskivahva	7917	8019 (+ 1.3)	8146 (+ 2.9)
Keskivahva	7551	7652 (+ 1.3)	7761 (+ 2.8)
Voimakas	5902	5964 (+ 1.1)	6023 (+ 2.1)

Päin vastoin kuin yleensä väitetään ja uskotaan, varttuneessa vaiheessa olevassa metsikössä suoritettu harsintaharvennus ei suinkaan vähennä tukkipuun kokonaistuotosta samanasteiseen alaharvennuskäsittelyyn verrattuna, vaan tarkoituksellisen varovaisen laskelman mukaan lisää sitä. Lisäys on sitä suurempi mitä voimakkaammin otetaan ylhäältä käsin. Voimakkuudessa on tietenkin tietty yläraja, jonka ylittämisen jälkeen voi tulla näkyviin negatiivinen vaikutus.

Todellisuudessa, metsäammattimiehen taidolla suoritetuissa harsintaharvennuksissa, voitaneen päästä etenkin voimakkaassa käsittelyasteessa merkittävästi edullisempaan kiertoajan kokonaistuotokseen kuin mitä asetelmassa on esitetty. Vaikka kiintomittoina ilmaistua kasvutappiota ei voidakaan välttää usein toistuvissa voimakkaissa harsintaharvennuksissa sen paremmin kuin vastaavissa alaharvennuksissakaan, voidaan puuryhmä puuryhmältä ja puu puulta tarkkaan harkiten ja sen mukaan vaihdellen joko alhaalta tai ylhäältä päin puita poistaen todennäköisesti välttää suuri osa tuotostappiosta, joka aiheutuu alaharvennuksissa siitä, että kaavamaisuutta noudattaen poistetaan puita ennenaikaisesti, ts. ennen kuin ne saavuttavat biologisen asemansa edellyttämän korkeimman mahdollisen yksikköhintaluokan. Pyrkimyksenä tulisi olla, että myös voimakkaassa käsittelyasteessa saataisiin kiertoajan kuluessa sama tai ainakin likimain sama määrä tukkipuuyksilöitä kuin lievässä. Tämä ei liene mahdollista muuten kuin että johdonmukaisesti vältetään sellaisten puiden poistamista, jotka eivät vielä ole saavuttaneet tukkipuun vähimmäismittaa. Kun hakkuusta on kuitenkin saatava tietty määrä puuta, on tällöin poistettava aika ajoin myös kookkaampia puita, jotka estävät äsken mainittujen pienten puiden varttumista tukkipuukokoon.

Harsintaharvennus näyttäisi olevan biologista alaharvennusta selvästi edullisempi vaihtoehto sekä puuntuotosta että hakkuiden koneellistamista ajatellen. Jos nykyistä käytäntöä, usein toistuvia harvennushakkuita, jatketaan, täytynee harsintaperiaatteen muodossa tai toisessa tulla kuvaan mukaan tuotostappioiden torjumiseksi ja koneellistamisen kannattavuuden parantamiseksi.

34. Radikaalit harvennukset

Radikaali harvennus on käsitteenäkin siinä määrin uusi, ettei sen vaikutuksesta kasvuun ja tuotokseen voida toistaiseksi esittää samaa luotettavuustasoa edustavia tuloksia kuin pitkään käytännössä

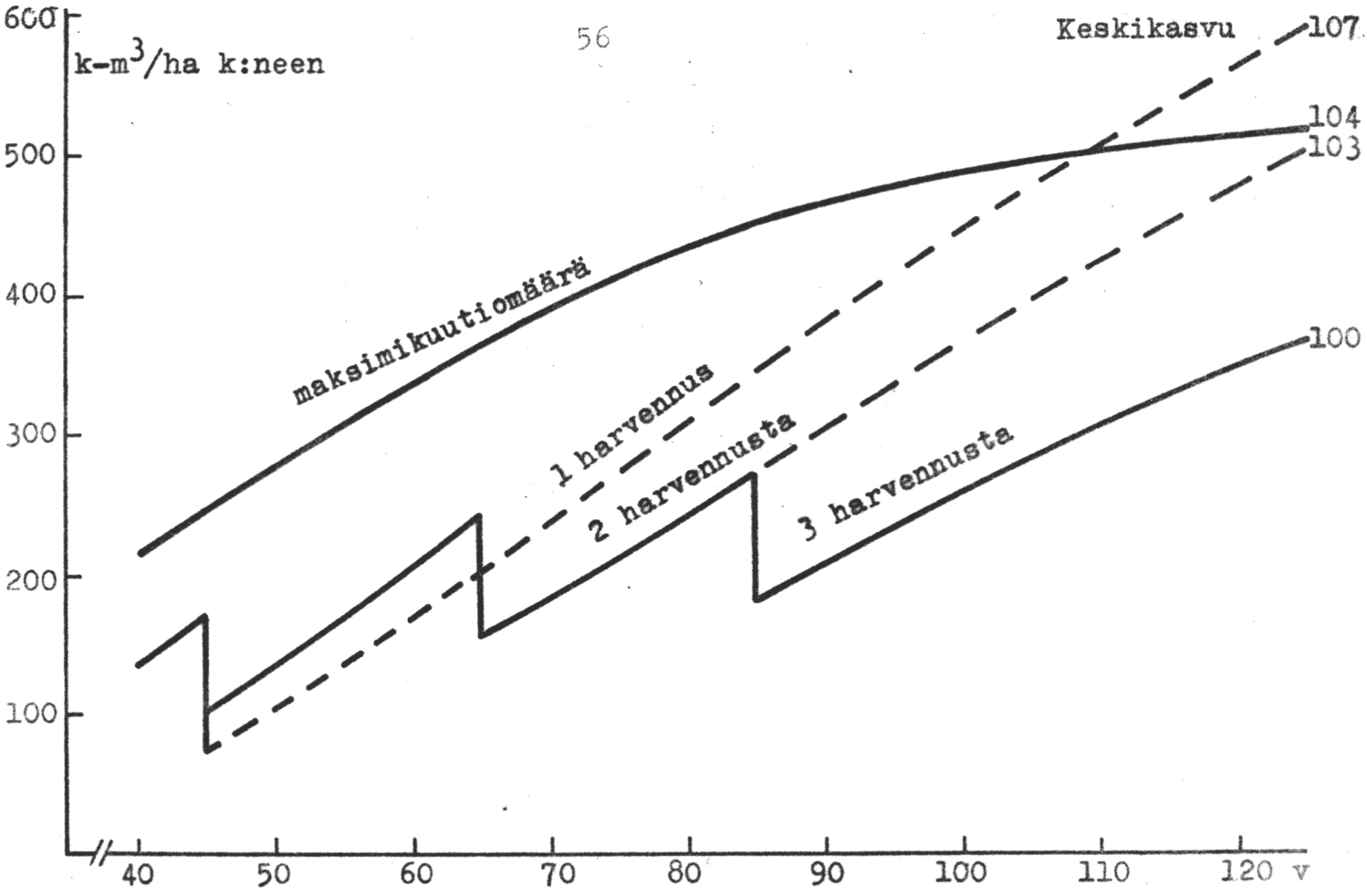
sovelletuista menetelmistä. Useimmat tulokset perustuvat teoreettisiin malleihin, joita ei ole ehditty kokeilla luonnossa. Suurin epävarmuustekijä radikaalien harvennusten vaikutuksia tarkasteltaessa on voimakkaista käsittelyistä mahdollisesti aiheutuva puuston vastustuskyvyn heikkeneminen luonnontuhoja vastaan. Tähänastiset tutkimukset lähtevät siitä olettamuksesta, ettei katastrofaalisia luonnontuhoja synny. Yleensä tämä pitäneekin paikkansa, mutta etenkin varttuneiden puustojen radikaaleissa käsittelyissä on luonnontuhon mahdollisuus, esim. myrskyvahingot, otettava paikallisena tekijänä paikallisten kokemusten perusteella huomioon.

Tutkimustuloksia on saatavissa lähinnä ruotsalaisista ja kotimaisista lähteistä. Kun nämäkin ovat luvultaan vähäisiä, selostetaan seuraavassa tulokset tutkimus tutkimukselta.

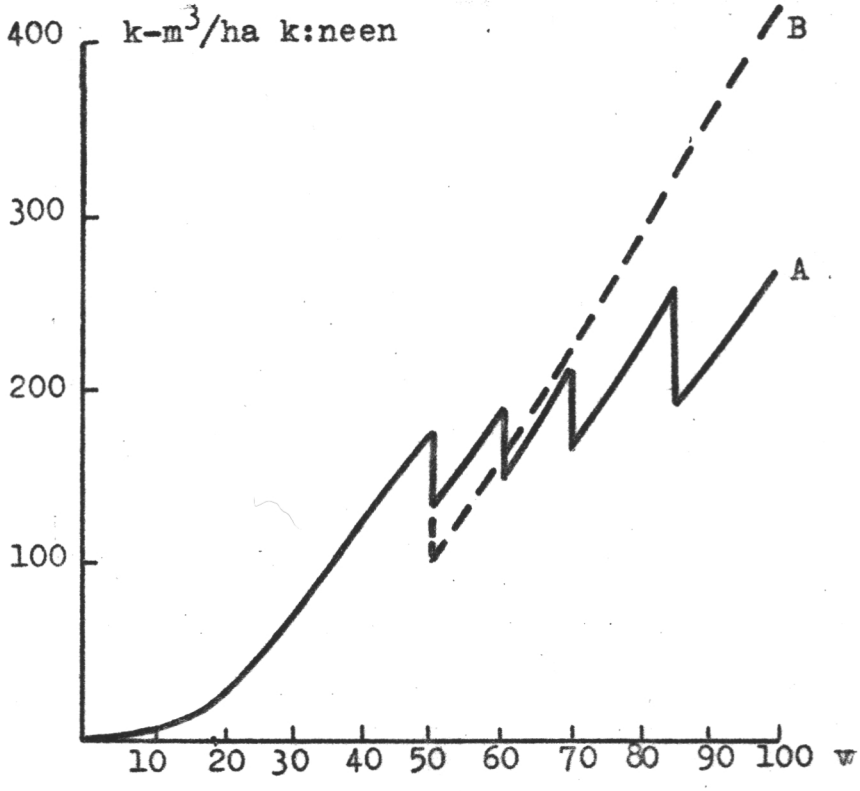
Ensimmäiseksi tarkasteltakoon ns. Åtvidaberg-koetta, jota C a r b o n n i e r (13) on selostanut. Tuloksia on käytettävissä vasta ensimmäiseltä 5-vuotiskaudelta kahden radikaalin harvennusohjelman ensi vaiheen toteuttamisen jälkeen. Toisessa ohjelmassa jäi 36-vuotisessa kuusikossa jäljelle harvennuksen jälkeen 1500 runkoa hehtaarille ja toisessa ainoastaan 800, minkä määrän on suunniteltu säilyvän päätehakkuuseen saakka. Mittausten tulos on ollut yllättävä. Runkoluvun alentaminen 3500:sta 800:aan ja pohjapinta-alan 36 m^2:stä 15 m^2:iin ei ole alentanut kuutiokasvua ensimmäisenä 5-vuotiskautena tämän radikaalin harvennuksen jälkeen. Vaikka kuusi olisikin puulajeista nopein reagoija, tuntuu tulos lähes uskomattomalta. Syynä radikaalille käsittelylle edulliseen tulokseen voi olla se, ettei runkomuodon mahdollista huononemista ole kaikesta päättäen voitu tässä vaiheessa ottaa riittävästi huomioon.

Ainakaan Åtvidaberg-koe ei tue sellaista olettamusta, että radikaali harvennus lisäisi luonnontuhoja, sillä esim. lumenmurtojen määrä on ollut suurin käsittelemättömillä ja lievästi harvennetuilla koealoilla. Radikaalisti käsitellyillä koealoilla on ollut toistaiseksi havaittavissa vain satunnaisia (1-2) lumenmurtotapauksia.

F r i e s (21) on A n d e r s s o n i n (42) kasvututkimuksiin nojautuen esittänyt piirroksen (vrt. kuva 19) kolmen radikaalin harvennusohjelman vaikutuksesta kuutiokasvuun. Sen mukaan norrlantilaisessa männikössä 45 vuoden iällä suoritetun ainoan radikaalin harvennuksen jälkeen kuutiomäärä lisääntyy jyrkästi ja ylittää luonnontilaisen metsikön kuutiomäärän n. 105 vuoden iällä. Itse asiassa tämä merkinnee, että jo ennen tätä ikävuotta ja var-



Kuva 19. Kuutiomäärän kehitys eräitä radikaaleja ohjelmia sovellettaessa norrlantilaisissa männiköissä (Friesin mukaan).



Kuva 20. Kuutiomäärän kehitys kahden harvennusohjelman mukaisesti norrlantilaisissa männiköissä (Anderssonin mukaan).

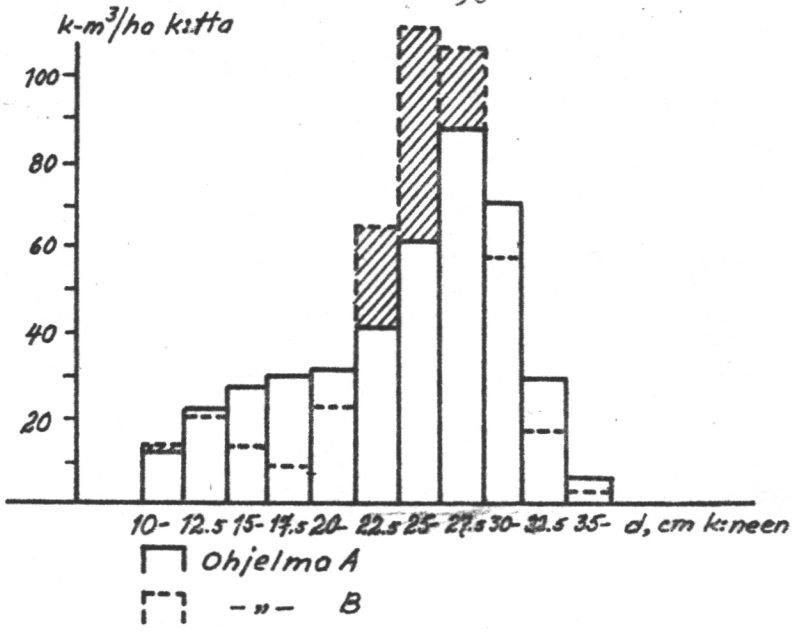
sinkin sen jälkeen esiintyy luontaista harventumista, vaikka teoreettinen malli ei ole ottanut sitä huomioon. Kahden radikaalin harvennuksen systeemissäkin saavutetaan likimain maksimaali "elävä" kuutiomäärä 120 vuotta ylittävällä kiertoajalla. Kolmen radikaalin harvennuksen kohteeksi joutuneessa metsikössä on loppuhakkuussa mukana oleva kuutiomäärä kuitenkin merkittävästi pienempi kuin muissa vaihtoehdoissa.

Jos kolmen radikaalin harvennuksen ohjelmalla saatavaa kiertoajan keskimääräistä vuotuista kasvua merkitään luvulla 100, on kahden harvennuksen vastaava suhdeluku 103, luonnontilaisen 104 ja yhden harvennuksen 107. Tämän kaavamaisen laskelman mukaan siis vain kolmen radikaalin harvennuksen systeemi aiheuttaa kasvutappiota, sekin vain niukkaa. Yhden ja kahden harvennuksen ohjelmat tuottaisivat siis maksimaalin kiintokuutiomäärän kiertoajan kuluessa.

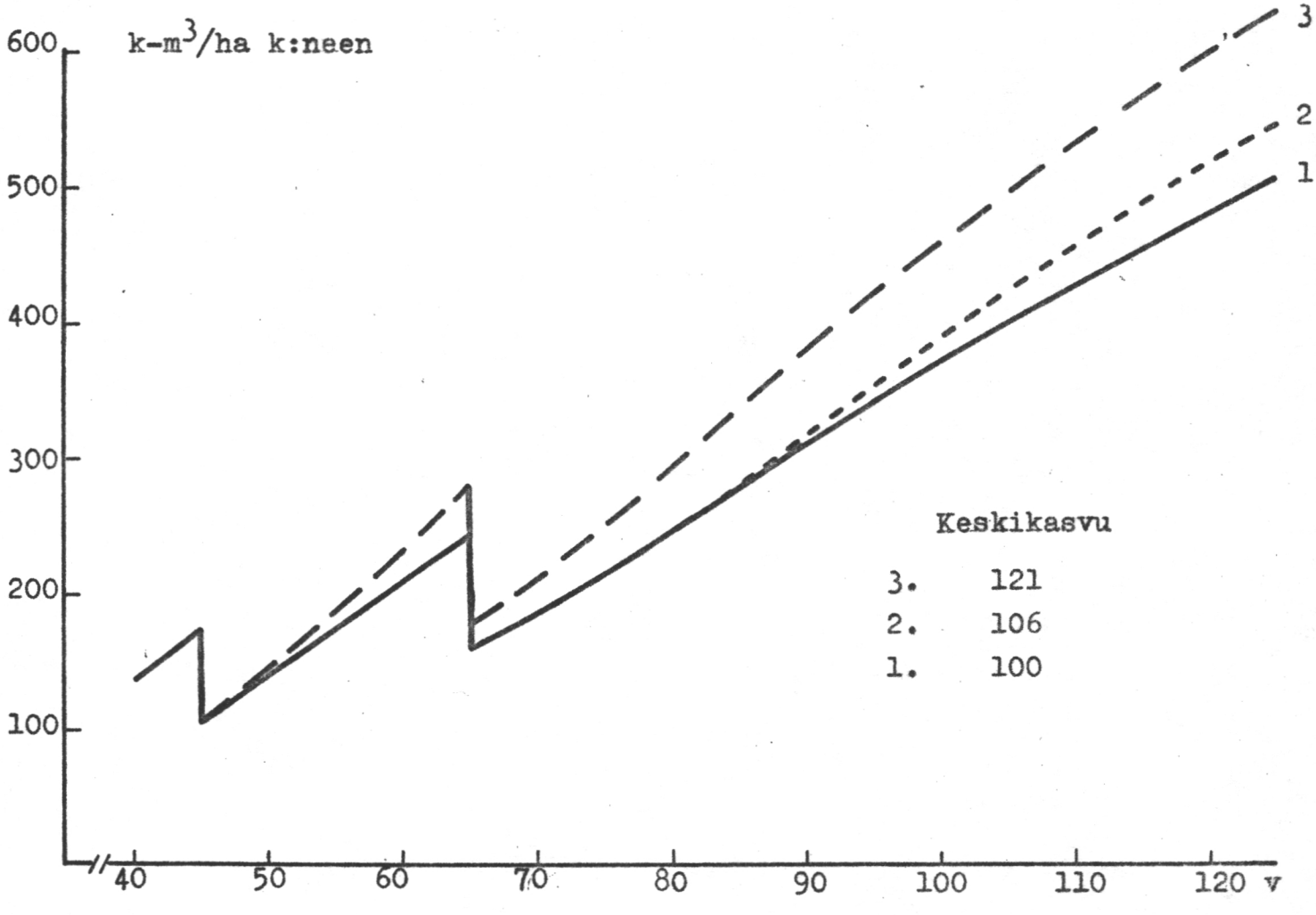
F r i e s on eräiden suorittamiensa taloudellisten laskelmien perusteella tuonut lisäksi esille käsityksenään, että monet seikat puoltavat kolmannesta radikaalista harvennuksesta luopumista ja tyytymistä siis kahteen. Kolmanteen harvennukseen pakottaa hänen mukaansa lähinnä puuntarve, joka estää lykkäämästä hakkuita ja hakkuutuloja pitkälle tulevaisuuteen. Yhden ja kahden harvennuksen ohjelmathan merkitsevät, jos niitä toteutetaan laajalti valtakunnan puitteissa, hakkuumäärien pienenemistä nykyhetkellä ja niiden siirtämistä ehkä kokonaan toiselle sukupolvelle.

A n d e r s s o n (43) on itsekin suorittanut eräitä laskelmia varhemmin (42) mainittujen kasvututkimustensa pohjalta. Hänellä on ollut kaksi vaihtoehtoista käsittelyohjelmaa, A ja B. Ohjelma A on käsittänyt kuvan 20 esittämät 4 tavanomaista harvennusta 50 vuoden iältä lähtien, kun taas ohjelmaan B on sisältynyt vain yksi radikaali (44 % kuutiomäärästä) harvennus mainitulla iällä. Yhden radikaalin harvennuksen ohjelma on johtanut 5 % suurempaan kiertoajan keskikasvuun. Tällöin on edellytetty, että radikaalin ohjelman B aiheuttama luontainen harventuminen ei ylitä laskelmissa käytettyä määrää, 22 k-m³/ha.

A n d e r s s o n on tutkinut myös soveltamiensa käsittelyiden vaikutusta runkolukusarjaan kiertoajan kuluessa. Laskelmien tulokset on esitetty 2.5 cm:n tasaavin luokin kuvassa 21. Yhden radikaalin harvennuksen ohjelma B tuottaa sen mukaan huomattavasti enemmän keskivahvojen läpimittaluokkien 22 - 30 cm puita ja jonkin verran vähemmän tätä paksumpia puuyksilöitä kuin ohjelma A. Tämän tulkitsee



Kuva 21. Kiertoajan kuluessa tuotettu runkolukusarja kuvassa 20 esitettyjen harvennusohjelmien mukaisesti.



Kuva 22. Kahden erilaisen lannoitusohjelman vaikutus kuutiomäärän kehitykseen kahden radikaalin harvennuksen ohjelmassa norrlantilaisissa männiköissä (vrt. kuva 19). Oheen merkitty suhteellinen keskikasvu, kun lannoittamatonta ohjelmaa 1 merkitään 100:lla (Friesin mukaan).

C a r b o n n i e r (20) joka tapauksessa merkitsevän sitä, että yhden harvennuksen ohjelma tuottaa enemmän tukkipuuta kiertoajan kuluessa kuin neljän harvennuksen ohjelma, kun taas paperipuun osalta suhde on päinvastainen. Usean harvennuksen ohjelma tuottaa kuitenkin enemmän järeimpiä yksilöitä, joista hänen mukaansa löytyvät arvokkaimmat erikoisyksilöt esim. vaneriteollisuutta varten.

Kotimaista tietoa radikaalien harvennusten vaikutuksesta kasvuun on saatu V u o k i l a n (25) uusimmista laskelmista. Laskelman kohteena on ollut puolukkatyypin männikkö maan eteläisessä sisäosassa. Radikaaliin käsittelyohjelmaan on sisältynyt neljä käsittelykertaa, joista ensimmäinen on luonteeltaan taimiston hoitoa. Kun ko. ohjelmaa selostetaan yksityiskohdin jäljempänä, viitataan nyt sinne (s. 76) sekä kuvaan 27 (s. 77). Tässä yhteydessä on vain aiheellista todeta, että neljän radikaalin käsittelyn ohjelmasta selvitään laskelmien mukaan varsin pienin kasvutappioin. Jos usein toistuvin lievin alaharvennuksin saatavaa kiertoajan kokonaiskasvua merkitään luvulla 100, radikaalilla ohjelmalla päädytään suhteelliseen kasvulukuun 95. Radikaalista käsittelystä on siis seurauksena 5 %:n kasvutappio, mikä on samaa suuruusluokkaa kuin varhemmin mainitut Friesin tulokset.

Ennen kuin edellä esitettyjen tutkimustulosten perusteella lähdetään tekemään yleistäviä johtopäätöksiä radikaalien harvennusten vaikutuksesta kasvuun ja tuotokseen, olisi ensin ratkaistava, mikä näistä erilaisista ohjelmista on Suomessa parhaiten sovellutuskelpoinen. Tällöin voidaan palauttaa mieliin myös norjalaisen B r a a t h e n (22) kannanotto. Hän on päätellyt, että istutusmetsiköissä, joissa istutusväli on vähintään 2.0-2.2 m, selviydytään kahdella harvennuksella ja että tätä tiheämmässä tarvitaan kolme. Tämä merkitsisi sitä, että suomalaisissa istutusmetsiköissä kahden radikaalin harvennuksen ohjelma olisi käyttökelpoinen, mutta luontaisesti syntyneissä metsiköissä tarvittaisiin kolme käsittelyä; näistä ensimmäinen olisi taimiston hoitotoimenpide, jolla runkoluku hehtaaria kohden pienennettäisiin samalle tasolle kuin istutustaimistoissa. Nämä kolme harvennusta sattuvat V u o k i l a n (19) mukaan luonnonmetsiköissä 1-2, 10 ja 15-16 m:n valtapituuksille. Istutusmetsiköissä jäisi näistä ensimmäinen pois. Monet näkökohdat viittaavat kuitenkin siihen suuntaan, että käytännössä joudutaan loppujen lopuksi suorittamaan vielä yksi harvennus yllä esitetyn viimeisen harvennuksen (h_{dom} = 15-16 m) jälkeen esim. V u o k i l a n (25) uusimman ohjelman mukaisesti. Tähän pakottanee lähinnä puu- ja rahantarve.

Mikäli sovelletaan edellä pääteltyyn tapaan 3-4 radikaalin harvennuksen ohjelmaa, ei tähänastisten tutkimustulosten mukaan ole odotettavissa kovin merkittäviä kasvutappiota. Tappio on ilmeisestikin vain 5 %:n suuruusluokkaa kiertoajan kokonaiskasvusta, jos luonnontuhoja ei esiinny.

Tämä tuntuu ehkä ensi kuulemalta olevan ristiriidassa sen kanssa, mitä edellä on päätelty usein toistuvien voimakkaiden harvennushakkuiden vaikutuksesta kuutiokasvuun. Ristiriitaa ei kuitenkaan ole. On tosin luonnollista, että ensimmäisinä vuosina radikaalin harvennuksen jälkeen kuutiokasvu hehtaaria kohden alenee huomattavasti. Varsin pian metsikkö kuitenkin sulkeutuu, ja kun harvennukset toistuvat ehkä 15-25 vuoden väliajoin, puusto saa kasvaa suurimman osan elämästään täystiheänä, aika ajoin jopa ylitiheänä. Erityisen merkittävää on kiertoajan kokonaiskasvua ajatellen se, että puuston nuoruusvaiheessa, jolloin kuutiokasvu on korkeimmillaan ja pääoman muodostus nopeaa, metsikkö saa kasvaa tiheänä, kuten radikaalit ohjelmat yleensä sallivat. Radikaalit harvennukset eivät siis alenna metsikön puupääomaa keskimäärin niin alhaiseksi kuin usein toistuvat, jos kohta lievemmät harvennukset. Kun kuutiokasvu on, kuten edellä on voitu osoittaa, lähinnä kuutiomäärän funktio tietyssä puuston kehitysvaiheessa, on ymmärrettävää, että radikaalien harvennusohjelmien aiheuttama kuutiokasvutappio on kiertoajan mittaisena aikana vähäinen. Päätelmään ei vaikuta sekään, suoritetaanko radikaali harvennus puhtaan biologisen alaharvennusperiaatteen mukaan vai jollakin muulla tavalla, esim. harsintaharvennusta soveltaen.

Sitä vastoin voi harvennustavalla (ala- tai harsintaharvennus) olla merkittävä vaikutus tukkipuun tuotokseen. On tosin olemassa yksinkertainen tapa, jolla voidaan varmistaa täysin tai ainakin likimain maksimaali tukkipuun kokonaistuotos kiertoajan kuluessa harvennustavasta riippumatta. Tämän päämäärän saavuttamiseksi tarvitsee vain suorittaa viimeinen radikaali harvennus niin, että sen jälkeen jää korkein mahdollinen runkoluku, joka kykenee varttumaan tukkipuun mittoihin. Suomen eteläosassa tämä merkitsee kasvupaikan hyvyyden mukaan vaihdellen 1000-700 kpl/ha. Harvennusvaiheessa ei tällöin saada nimeksikään tukkipuuta, vaan lähes koko tukkipuutuotos siirtyy päätehakkuussa poistettavaksi. Tämä saattaa olla kuitenkin nykyhetken metsäteollisuuden kannalta kestämätön lähtökohta.

Jos radikaalissa harvennuksessa on saatava suurehkoja määriä tukkipuuta ja tämä on otettava metsiköstä alaharvennusperiaatetta noudattaen, voi seurauksena olla suuria tuotostappioita. Tuntuu siltä, että radikaaleissa harvennuksissa on riittävän tukkipuukertymän varmistamiseksi ja kaavamaisuuden aiheuttamien tuotostappioiden välttämiseksi pakko soveltaa alaharvennusta vapaampaa menettelyä, joka sallii järeämmän puun ottamisen ja pienemmän jättämisen. Tämä merkitsee harsintaharvennuksen periaatteen noudattamista ainakin viimeisessä radikaalissa harvennuksessa. Muissakin varhemmissa harvennuksissa voi kaavamainen alhaalta päin ottaminen olla tuotostappioita aiheuttava, mutta tämä kohdistuu pinotavaraan, eikä sellaisena ole kiertoajan kokonaistaloudessa kovin painava tekijä. Tutkimuksin olisikin kiireesti selvitettävä, miten menetellen vältytään radikaaleissa harvennuksissa tukkipuun tuotostappioilta tai voidaan ne minimoida. On todennäköistä, että harvennusten ajankohdat oikein valiten ja vapaata käsittelytyyliä soveltamalla harvennusten radikaalisuus ei pääse vaikuttamaan tuotosta merkittävästi pienentävästi, ei ainakaan tuotoksen arvokkaimman osan, tukkipuun, osalta.

Kaiken kaikkiaan radikaali harvennusohjelma näyttäisi yhdistävän varsin hyvin sekä koneellistamis- että kasvu- ja tuotosnäkökohdat. Vastaukset vielä avoinna oleviin, epävarmuutta aiheuttaviin kysymyksiin vaativat kuitenkin pikaista tutkimusta. Tutkittava olisi myös muut vaihtoehdot radikaalin ohjelman ja nykyisen, lukuisiin harvennuksiin perustuvan ohjelman välillä.

35. Puunkorjuuteknilliset harvennukset

Edellä on harvennusmenetelmien analyysissä erotettu kaksi tyyppiä puukorjuuteknillisiä harvennusmenetelmiä, nim. systemaattiset menetelmät ja sellainen yhdistetty menetelmä, jossa hakataan käytävät ja käytävien välimaastot harvennetaan yksilövalintaa käyttäen. Näistä jälkimmäinen vaihtoehto tuntuu joustavuutensa vuoksi soveliaammalta meidän oloissamme. Käytävät avataan tällöin ensimmäisellä harvennuskerralla koneiden kulkuteiksi.

Käytävien välisen metsikön osan kasvu- ja tuotoskyky riippuu luonnollisesti siitä harvennusmenetelmästä, jota sovelletaan. Riippuen siitä, jätetäänkö välit harventamatta vai harvennetaanko niitä biologisen alaharvennuksen, harsintaharvennuksen tms. periaatteita

noudattaen, kasvu ja tuotos vaihtelevat. Tältä osin pitää paikkansa se, mitä edellä on esitetty kunkin menetelmän kohdalla. Olennaista nyt esillä olevassa tarkastelussa on siis, mikä vaikutus koneiden kulkuteillä, käytävillä, on metsikön kasvu- ja tuotoskykyyn.

Jos oletetaan, että käytävät eivät vaikuttaisi millään tavalla niitä reunustavien puiden kasvuun, olisi ongelma ratkaistavissa yksinkertaisen matematiikan avulla. Kasvu- ja tuotostappio saataisiin tällöin käytävien vapauttaman kasvutilan ja metsikön pinta-alan suhteesta. Tällainen laskelma saattaa olla myös siinä mielessä hyödyllinen, että se asettaa ylärajan ongelman selvittelylle. Tästä syystä on tällainen yksinkertainen laskelma suoritettukin olettaen, että käytävät avataan poistamalla yksi istutusrivi eri istutusvälein perustetuissa metsiköissä n. 10 tai 20 m:n välein. Tulokset nähdään seuraavassa asetelmassa.

Istutusväli, m	Käytävien väli, m		Poistetaan joka
	n. 10	n. 20	n. rivi
	Vapautuva kasvutila, %		
1.8 x 1.8	12.5	7.7	8. /13.
2.0 x 2.0	14.3	8.3	7. /12.
2.2 x 2.2	14.3	9.1	7. /11.
2.5 x 2.5	16.7	10.0	6. /10.

Mikäli käytäviin menevä kasvutila jäisi kokonaan käyttämättä, olisi kasvu- ja tuotostappio siis n. 10 m:n välimatkaa sovellettaessa 12.5-16.7 % ja 20 m:n välimatkoin avattuja käytäviä käytettäessä 7.7-10.0 %. Nyt kuitenkin tiedetään, että käytävä vaikuttaa stimuloivasti ei vain siihen välittömästi rajoittuviin muihin vaan jonkin verran kauemmaksikin. A n d e r s s o n (45) on selostanut erästä ruotsalaiskoetta, jossa avattiin 3 m:n käytävät 9.5 m:n välein. Tätä käytäväharvennusta seuraavana 5-vuotiskautena todettiin käytävää reunustavissa puissa 30 %:n lisäys pohjapinta-alan kasvussa.

Lisäksi tiedetään, että puiden kasvutilavaatimus kasvaa iän mukana ja että ennen pitkää 3 m:n käytävät ja lopulta myös 5 m:n käytävät sopeutuvat puuston rakenteeseen varsinaista aukkoa jättämättä. Tältä pohjalta on helppo uskoa Anderssonin päätelmä, että hänen kuvaamansa tiheähkö käytäväharvennus merkitsee kiertoajan puitteissa vain 1 %:n suuruusluokkaa olevaa kasvutappiota. Välittömästi käytäväharvennuksen jälkeen, siis korkeimmillaan, oli kuutiokasvutappio tässä kokeessa 0.5 k-m^3:n suuruusluokkaa ha ja vuotta kohden. Muissakin ruotsalaisissa koealasarjoissa on absoluuttisen

kuutiokasvutappion välittömästi käytäväharvennuksen jälkeen arvioitu olevan vain eräitä kiintokuutiometrin desimaaleja. Yleinen käsitys näyttää Ruotsissa olevankin se, ettei ainutkertainen käytäväharvennus koneiden työskentelyolosuhteiden luomiseksi ole syy olennaisiin kasvutappioihin, mikäli koneet eivät vaurioita käytävää reunustavia puita. Viimeksi mainittuun aiheeseen palataan jäljempänä.

Käytäväharvennus on eräänlaista puunkorjuuteknillistä harsintaa. Vähänkin suuremmilla alueilla poistettujen puiden keskiläpimitta ja suhteellinen jakautuma läpimittaluokkiin ovat samat kuin jäljelle jäävän puuston. Taantumista ei siis tapahdu metsikön keskiläpimitta- ja keskipituusarvoissa. Toisaalta ei käytäväharvennus myöskään kohota esim. keskiläpimittaa kuten alaharvennus. Alaharvennuksen keskiläpimittaa kohottava vaikutus on kuitenkin vain näennäinen, eikä merkitse käytännöllisesti mitään.

Käytäväharvennus poistaa metsikön järeimpiäkin yksilöitä ja on tästä syystä alaharvennuksiin tottuneille ammattimiehille outo. Toisaalta käytävien varressa kasvavat puut saavat entistä paremmat mahdollisuudet läpimittansa lisäämiseen. Näin on ainakin teoriassa mahdollista, että käytävien varsilta tulevat päätehakkuissa löytymään metsikön järeimmät puuyksilöt. Voidaan ainakin toivoa, että tämä korvaisi ne vallitsevat puuyksilöt, jotka käytäviltä on jouduttu poistamaan ennenaikaisesti.

Kaiken kaikkiaan on todennäköistä, ettei vain kerran suoritettu käytäväharvennus tieverkon aikaan saamiseksi puunkorjuukoneille, etenkin jos käytävät tehdään esim. 20 m:n välein, ole kasvutilan menetyksen muodossa arveluttava toimenpide. Tappiot, jos niitä kasvussa ja tuotoksessa ylimalkaan syntyy, ovat kiertoajan kokonaisuutta ajatellen vähäisiä. Mahdollisen tappion korvaa näin tehokkaaksi saatu puunkorjuu ja tavanomaista järeämpi harvennuskertymä.

36. Harvennushakkuut ja lannoitus

Lannoitus on toimenpide, joka toistaiseksi liitetään verraten harvoin harvennushakkuisiin. Mielenkiinto näyttää lannoituksen alalla kohdistuvan ainutkertaiseen lannoitukseen joko taimivaiheessa tai varttuneella iällä. Toistuvana, tietyin väliajoin säännöllisesti suoritettavana toimenpiteenä sitä tuskin on meillä edes vakavissaan harkittu. Sama näyttää olevan tilanne muuallakin, joten materiaalia päätelmille on perin vähän saatavissa.

Lannoituksen voidaan sanoa tilapäisesti parantavan kasvupaikkaboniteettia. Jos toistuvasti lannoitetulle metsikölle asetetaan samat kasvu- ja tuotostavoitteet kuin lannoittamattomalle, kiertoaika lyhenee. A n d r é a s o n i n (46) norrlantilaisiin männiköihin nojautuvan tarkastelun mukaan kiertoajan lyheneminen olisi n. 10 %. On kuitenkin merkille pantavaa, että F r i e s i n (21) mukaan lannoitus johtaa pikemminkin kiertoajan pitenemiseen kuin lyhenemiseen, jos asiaa tarkastellaan lannoituksen kannattavuuden näkökulmasta. Fries perustaa päätelmänsä eräisiin teoreettisiin laskelmiin, joita havainnollistaa kuva 22. Siinä on esitetty kolme tapausta A n d e r s s o n i n (42) norrlantilaiseen männikköaineistoon nojautuen. Ohjelma 1 merkitsee kahden radikaalin harvennuksen soveltamista ilman lannoitusta. Ohjelmassa 2 aloitetaan lannoitukset 85 v:n iällä ja uusitaan joka 6. vuosi. Ohjelmassa 3 on ensimmäinen lannoitus 45-vuotisessa metsikössä, ja lannoitus toistuu joka 6. vuosi. Lannoituskustannuksena on joka kerta 150 kr. hehtaaria kohden. Kuvasta on nähtävissä, mitä lannoitus vaikuttaa puuston kuutiomäärään hehtaaria kohden ja kiertoajan vuotuiseen keskimääräiseen kuutiokasvuun.

Lannoituksen kannattavuus on kuitenkin kysymys, johon ei tässä yhteydessä voida puuttua. Enemmän kiinnostavaa on koneellistamisen kannalta lannoituksen vaikutus harvennushakkuiden toistumiseen ja niiden luonteeseen.

On tuskin syytä kiinnittää toivoa siihen mahdollisuuteen, että lannoittamalla voitaisiin tehdä harvennushakkuut tarpeettomiksi. Sehän merkitsisi sellaisen logiikan hyväksymistä, että parhailla kasvupaikoilla ei yleisestikään tarvita kasvatushakkuita. Harvennushakkuiden koneellistajat eivät, ainakaan nykyisen tietämyksen perusteella, voi siis lähteä siltä pohjalta, että lannoittaen päästäisiin "ikävistä ja kannattamattomista harvennushakkuista". Voidaan myös kuvitella, kuinka suuriin vaikeuksiin jouduttaisiin, jos nykyisen polven olisi harvennushakkuista päästäkseen sijoitettava runsaasti rahaa lannoituksiin, joista hyöty tulisi vasta päätehakkuissa vuosikymmenien, ehkä puolen vuosisadan kuluttua. Vaikka toistuva lannoitus osoittautuisi laskelmin tässä mielessä hyvinkin kannattavaksi, on kyseenalaista, kestäisikö metsätalous ekonomisesti periaatteen laajaa sovellutusta.

Lannoituksella voi harvennushakkuiden koneellistamisen kannalta olla eräs välitön hyöty. Kun puuston kehitys nopeutuu lannoituksen

vaikutuksesta, harvennuskertymä suurenee harvennushakkuuta kohden, jos harvennusten välinen aika pysyy samana kuin ilman lannoitusta. Jos kuitenkin harvennusväliä pienennetään ja kertymä pysyy entisenä, ei hyötyä synny.

Kun koneellistamisen kannalta on etua siitä, että harvennuskertymä on - paitsi mahdollisimman runsas - arvoltaan korkein mahdollinen, odotukset lannoituksen eduista koneellistamismielessä kohdistuvat myös kertymän rakenteeseen. Toiveita herättävä mahdollisuus on se, että harvennustapa voi olla lannoitusten tukemana koneellistamiselle edullinen. Voidaan ainakin olettaa, että lannoituksen turvin voitaisiin soveltaa harvennusta "ylhäältä käsin" voimakkaampana kuin muuten. On mahdollista, että jopa parhaita vallittuja puita voidaan lannoituksen avulla edistää kasvussaan ja kehityksessään niin, että ne voidaan kasvattaa arvopuukokoon. Jos harsintaharvennus voidaan näin suorittaa lannoituksen turvin entistä järeämpään puustoon kohdistuvana, on kertymä koneellistamisen kannalta edullisempi kuin ilman lannoitusta.

Etenkin viimeksi kosketeltu ongelma on kuitenkin vielä siinä määrin tutkimatta, ettei sen varaan voida toistaiseksi mitään rakentaa. Harvennushakkuiden koneellistamista on pakko suunnitella ja ainakin alkuvaiheessa toteuttaa lannoituksesta riippumattomana rationalisointina. On parempi, että koneellistaminen lähtee liikkeelle mahdollisimman pienten investointien linjalta. Lannoitus koneellistamiseen välttämättömästi yhdistettynä voi kohdata investointikaton, joka kaataa myös koneellistamisen. Mikäli intensiivinen lannoitus kaikesta huolimatta aikanaan toteutuu, se merkitsee lisäetua, josta koneellistaminen saa ehkä siinä vaiheessa kipeästi tarvitsemansa lisähyödyn.

37. Koneiden aiheuttamat kasvu- ja tuotostappiot

Edellä on eri yhteyksissä kiinnitetty huomiota koneellistetun puunkorjuun mahdollisiin välillisiin haittavaikutuksiin. Niinpä on todettu tutkimuksen tarve sen seikan selvittämiseksi, aiheuttavatko puunkorjuun kannattavuuden parantamiseksi suunnitellut radikaalit harvennukset yleisesti sellaisia luonnontuhoja, jotka tekevät menetelmän soveltamisen käytännössä mahdottomaksi.

Toistaiseksi ei ole kuitenkaan vielä kosketeltu sitä, millaista vaaraa kookkaiden, painavien puunkorjuukoneiden työskentely mer-

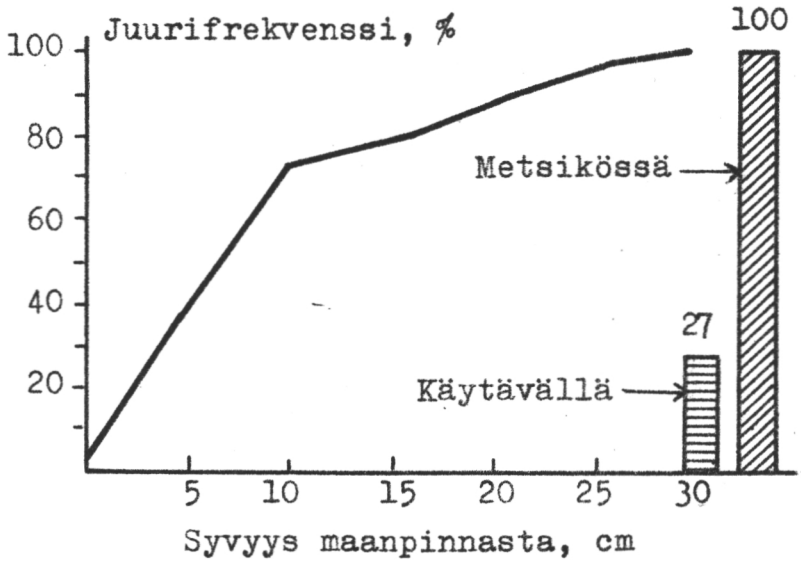
kitsee sille puustolle, jonka tarkoituksena on turvata metsikön täysmääräinen kasvu- ja tuotoskyky hakkuun jälkeen. Tämä on kuitenkin perusongelma, joka on ratkaistava ennen kuin harvennushakkuita voidaan ryhtyä koneellistamaan. Vahingoittumisen vaara on suurin käytävien varsilla kasvavilla puilla, jos kerran tehtyjä käytäviä käytetään jatkuvasti koneiden kulkureitteinä.

Kun edellä on käsitelty eri harvennusmenetelmien vaikutusta kasvuun ja tuotokseen, ei mukana ole ollut koneiden välitön osuus tappioihin, koska se voi vaihdella tapauksesta toiseen. Niinpä esim. A n d e r s s o n i n (45) selostettu tutkimustulos, jonka mukaan ainutkertaisen käytäväharvennuksen aiheuttama kasvutappio hänen kuvaamassaan tapauksessa olisi vain 1 % kiertoajan kokonaiskasvusta, perustuu kokeeseen, jossa puunkorjuu on suoritettu konventionaalisin menetelmin. Tappioarvio on tästä syystä kasvuteoreettinen ja sellaisena optimistinen.

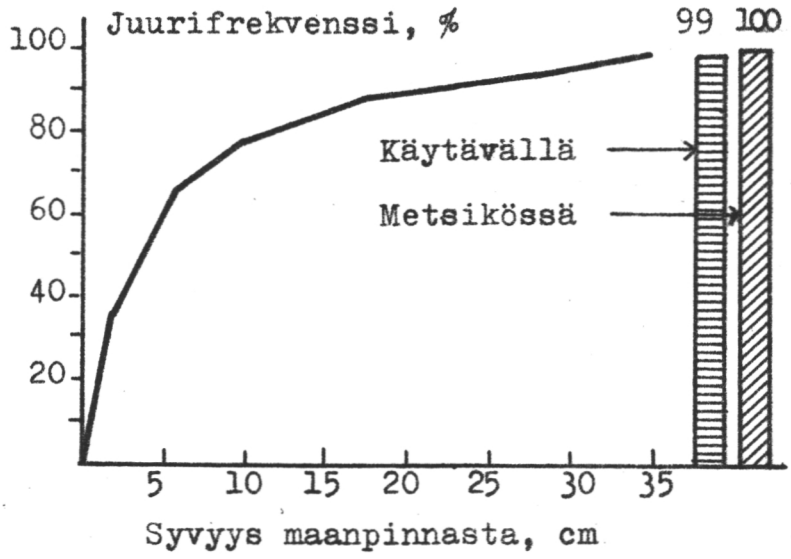
Koneiden aiheuttamia vaurioita ja kasvutappioita tietyissä olosuhteissa on kuvannut A g r e n (47) vertailemalla keskenään puuston kehitystä toisaalta hevoskuljetusta ja toisaalta 6 tonnin traktoreita käyttäen suoritetun harvennushakkuun jälkeen. Kysymyksessä on ollut käytäväharvennusta vastaava kuljetussysteemi, ja hakkuuoperaatio on tapahtunut molemmissa tapauksissa lumettomaan aikaan ja maan ollessa sula.

Tutkimustulokset osoittavat ongelman suuruuden. Raskaiden koneiden käyttämien käytävien kohdalta on löytynyt (vrt. kuvat 23 ja 24) merkittävästi vähemmän puunjuuria kuin hevoskuljetusteiden alta muutaman vuoden kuluttua puunkorjuun jälkeen. Lieneekö syynä ollut koneiden painosta aiheutuva maan rakenteen muutos, että käytävien sisältämä kasvutila on näin jäänyt käyttämättä hyödyksi.

Koneet ovat aiheuttaneet kokeessa runsaasti hankautumia käytäviä reunustaviin puihin ja nämä puolestaan jo lyhyessä ajassa sienivahinkoja. Hälyttävin on kuitenkin Agrenin puiden kasvua koskeva tarkastelu. Hän on tutkinut yksittäisten puiden kasvua 10 m:n etäisyydelle käytävistä. Tulokset ovat nähtävissä kuvissa 25 ja 26. Hevoskuljetusreittien varrella olevien puiden kuutiokasvu on lisääntynyt odotusten mukaan, mutta traktorikäytävien reunapuiden kasvu on todettu selvästi alhaisemmaksi kuin kauempana olevien puiden. Kuvan mukaan traktorien vaikutus ulottuisi peräti 6-7 metrin etäisyydelle käytävästä. Erään toisen kokeen mukaan ei mitään negatii-



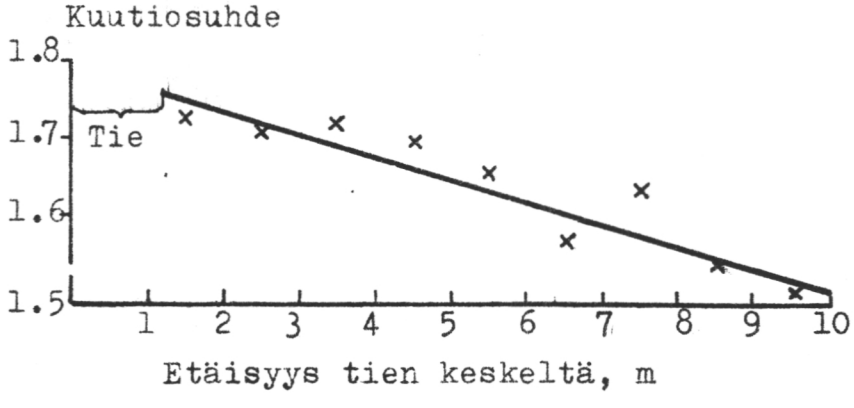
Kuva 23. Traktorikuljetuksen vaikutus juurten määrään käytävillä puunkorjuuta seuraavana 3-vuotiskautena (Agrenin mukaan).



Kuva 24. Hevoskuljetuksen vaikutus juurten määrään kuvaa 23 vastaavissa olosuhteissa (Agrenin mukaan).



Kuva 25. Puiden 3-vuotiskauden kasvu kahden kuutiokasvun suhteena (kasvu ajon jälkeen/kasvu ennen ajoa) eri etäisyyksillä traktorikuljetukseen käytetyistä käytävistä (Agrenin mukaan).



Kuva 26. Puiden kasvu kuvaa 25 vastaavin perustein eri etäisyyksillä hevosjuontoteistä (Agrenin mukaan).

vista vaikutusta ilmenisi ensimmäisenä vuonna koneellisen puunkorjuun jälkeen ja kasvutappiovaihe olisi ohi 6 vuoden kuluttua sen oltua voimakkaimmillaan kolmantena vuonna hakkuun jälkeen.

Agren on päätellyt, että kolmena ensimmäisenä kasvukautena koneista aiheutuva kasvutappio on ollut peräti 30 % ja absoluuttisesti hänen tutkimassaan tapauksessa 2.2 k-m^3/ha/v k:neen.

Kun ongelma tunnetaan, voidaan parannusta saada aikaan jo siten, että koneiden käyttäjien koulutusta tehostetaan ja että työtä kontrolloidaan ja valvotaan tiukasti. Näin saataneen kolhiutumien ja hankautumien määrä pienenemään. Käytävän, jos sellainen avataan, on myös oltava riittävän tilava, jottei koneen käyttäjältä vaadittaisi mahdottomia. Täysmekanisoidussa puunkorjuussa monitoimikonein A b e t z (23) katsoo tarvittavan 1 m:n puutonta - ei kuitenkaan oksatonta - tilaa koneen molemmin puolin ja päätyy näin ehdottamaan 5 m:n levyisiä käytäviä. Tämä lienee näkökohta, joka on aina otettava huomioon käytävän leveyttä harkittaessa ja tulevaisuudessa ehkä jo metsikköä keinollisesti perustettaessa.

Koneellistetut harvennushakkuut raskain konein eivät soveltune sulan maan aikaan suoritettaviksi. Maan ollessa jäässä ja lumen peittämä koneiden painon aiheuttamat vahingot puiden juuristoissa ja sitä tietä kasvutappiot vähenevät ehkä merkityksettömiksi. Asia vaatii kuitenkin perusteellista tutkimusta.

Harvennushakkuissa käytettävät monitoimikoneet on ilmeisesti pyrittävä suunnittelemaan mahdollisimman pienikokoisiksi ja keveiksi sekä toimintakykyisiksi suomalaisessa talvisäässä. Kun tällaista konetta käyttää perusteellisen koulutuksen saanut mies, ovat merkittävimmät ongelmat saaneet ehkä ratkaisunsa.

4. HARVENNUSHAKKUUT JA -METSIKÖT KASVU- JA TUOTOSTAULUKOIDEN MUKAAN

Seuraavassa pyritään antamaan eräitä koneellistamisen kannalta tärkeitä tietoja harvennushakkuista ja harvennusmetsiköistä kasvu- ja tuotostaulukoiden tai niitä vastaavien laskelmien perusteella. Tällaiset taulukot ja laskelmat edustavat optimaalia tapausta koneellistamista ajatellen. Optimaalisuus ilmenee ennen muuta hakkuukertymän määrässä, mahdollisesti myös järeydessä, sillä kasvu- ja tuotostaulukoiden kuvaamissa harvennusmetsiköissä kerralla poistettava puumäärä on ilmeisesti suurempi ja sen koostumus järeämpi

kuin vähänkin laajemman metsäalueen puitteissa nykymetsissämme keskimäärin. Tämä merkitsee toisaalta kasvu- ja tuotostaulukkometsiköissä tiheyttä, joka vaikeuttaa koneiden liikkumista ja lisää ainakin mekaanisten vaurioiden vaaraa.

Kasvu- ja tuotostutkimukset ovat Suomessa keskittyneet yksipuolisesti usein toistuvien biologisten alaharvennusten tutkimiseen. Niinpä tällaisten hakkuiden yhteydessä poistettavissa olevista puumääristä onkin tietoutta maan eteläosasta. Maan pohjoispuolisko on jäänyt kuitenkin käytännöllisesti katsoen kokonaan tutkimatta tässäkin mielessä. Muista edellä käsitellyistä harvennusmenetelmistä on vain vähäisiä kotimaisia selvittelyitä. Vieläkin vähemmän tiedetään poistettavien puiden mittasuhteista. Itse asiassa vain eteläsuomalaisista toistuvasti harvennetuista männiköistä on käytettävissä näin monipuoliset poistumatiedot. Toivoa sopii, että nämä olisivat myös maan muita metsikkölajeja niin hyvin edustavia, että niistä saatu informaatio olisi koneellistamiseen ja sen suunnitteluun riittävä.

41. Poistettavat puumäärät

411. K e s k i v a h v a t j a v o i m a k k a a t b i o l o g i s e t a l a h a r v e n n u k s e t

Oman ryhmänsä harvennushakkuissa poistettavia puumääriä koskevissa tiedoissa muodostavat pääasiassa 1950-luvulta peräisin olevat ns. t o i s t u v a s t i h a r v e n n e t t u j e n m e t s i k ö i d e n tutkimukset. Niissä esitetyille poistuman arvioille on tunnusomaista, että ne tarkoittavat maan eteläistä osaa ja sen eräänlaista hoidettujen metsiköiden k e s k i m ä ä r ä i s t ä k ä s i t t e l y a s t e t t a . Edelleen on poistumaluvut esitetty kaavamaisesti 10-vuotiskausittain ottamatta huomioon harvennuskierron pituuden lisääntymistä puuston vanhetessa.

Mainituista tutkimuksista saatavissa oleva tieto on esitetty taulukossa 1. Tämän lisäksi on käytetävissä M ä k i s e n (48) äskettäin julkaisemia tietoja istutuskuusikoiden poistumasta kestokoealamittauksiin nojautuen. Kun kestokoealojen harvennusohjelma näyttää kaiken kaikkiaan olleen varsin lievä, ei hänen esittämillään lukuarvoilla liene sovellutusmahdollisuutta hakkuiden koneellistamista suunniteltaessa.

Taulukko 1 osoittaa, että mikäli harvennusmetsiköt olisivat ja ne pyrittäisiin säilyttämään mainittujen kasvu- ja tuotostutki-

musten osoittamalla pääomatasolla, saataisiin parhailla kasvupaikoilla niinkin lyhyen harvennuskierron kuin 10 vuoden avulla sellaisia hakkuukertymän arvoja, että koneellistaminen olisi kannattavaa. Keskinkertaisilla ja huonoilla kasvupaikoilla on 10 vuoden hakkuukiertoa pidettävä kuitenkin liian usein toistuvana.

Taulukko 1. Etelä-Suomen ns. toistuvasti harvennettujen metsiköiden harvennuspoistumat 10-vuotiskausittain (49).

Metsätyyppi	Metsikön ikä 10-vuotiskauden keskellä, v									
	25	35	45	55	65	75	85	95	105	115
	Poistuma, k-m^3/ha k:neen									
	Luontaisesti syntyneet männiköt (Nyyssönen)									
MT	29	60	73	64	54	48	44	40	38	38
VT	19	36	51	58	55	46	41	40	39	40
CT	15	21	21	28	27	26	26	25	25	24
	Kylvömänniköt (Kallio) (50)									
MT	42	57	68	73	75					
VT	28	44	45	50	51	52				
	Luontaisesti syntyneet kuusikot (Vuokila)									
OMT	33	66	83	73	60	69	73	78	81	82
MT	17	43	54	49	58	66	63	69	69	67
	Luontaisesti syntyneet rauduskoivikot (Koivisto)									
OMT	64	55	49	52	54	48				
	Luontaisesti syntyneet hieskoivikot (Koivisto)									
OMT	43	36	39	41						

Yleinen käsitys lienee kuitenkin se, että metsänhoidolliselta kannalta katsoen 10 vuotta on liian pitkä aika harvennushakkuiden välillä varsinkin nuorella iällä. Ainakin yksityismetsissä pidettäneen suosituksena V a l l i v a a r a n (51) Tapion taskukirjassa esittämää kantaa: "...harvennusten väli on 5-10 vuotta riippuen metsikön kehitysasteesta, puuston määrästä ja kasvupaikasta".

Tämän intensiivistä hoitoa edellyttävän käsityksen mukaisesti saadaan harvennushakkuita suoritettaessa kasvu- ja tuotostaulukoiden edellyttämällä puupääomatasolla taulukon 2 osoittamia harvennusmääriä. Taulukon luvut ovat V u o k i l a n (24) kasvu- ja tuotostaulukoista maan eteläisen sisäosan luontaisesti syntyneille

Taulukko 2. Harvennushakkuissa ja päätehakkuissa poistettavat kuutiomäärät kahden intensiivisen alaharvennusohjelman mukaisina Suomen eteläisen sisäosan männiköissä (24).

Harvennuksen järj. numero	Kasvupaikkaluokka				
	I (OMT)	II (MT)	III (VT)	IV (CT+)	V (CT-)
	Harvennuksessa tai päätehakkuussa poistettava puumäärä k-m^3/ha k:neen. (Suluissa metsikön ikä, v.)				
	Keskivahva käsittelyaste				
1	8 (16)	9 (19)	9 (22)	8 (31)	7 (41)
2	13 (20)	13 (23)	13 (27)	11 (36)	9 (46)
3	19 (25)	18 (28)	19 (33)	15 (42)	12 (52)
4	27 (31)	25 (34)	24 (39)	17 (48)	14 (58)
5	34 (38)	31 (41)	30 (46)	22 (55)	16 (65)
6	38 (45)	35 (48)	33 (53)	24 (62)	18 (72)
7	42 (52)	38 (55)	36 (60)	27 (69)	20 (79)
8	42 (59)	39 (62)	36 (67)	27 (76)	21 (86)
9	43 (66)	40 (69)	37 (74)	28 (83)	22 (93)
10	43 (73)	39 (76)	37 (81)	28 (90)	22(100)
11		38 (83)	36 (88)	28 (97)	22(107)
Päätehakkuu	303 (80)	274 (90)	252 (95)	197(104)	161(115)
	Voimakas käsittelyaste				
1	12 (17)	11 (19)	12 (23)	12 (32)	9 (42)
2	20 (22)	18 (24)	17 (28)	16 (38)	12 (48)
3	29 (28)	26 (30)	24 (34)	21 (45)	16 (55)
4	38 (35)	33 (37)	30 (41)	25 (52)	19 (62)
5	44 (42)	40 (45)	36 (49)	28 (60)	21 (70)
6	48 (50)	43 (53)	38 (57)	30 (68)	23 (78)
7	49 (58)	44 (61)	40 (65)	31 (76)	24 (86)
8	48 (66)	43 (69)	40 (73)	31 (84)	24 (94)
9	46 (74)	42 (77)	38 (81)	30 (92)	24(102)
Päätehakkuu	230 (80)	218 (85)	196 (89)	157(100)	126(110)

männiköille. Harvennuskertymät lienevät kuitenkin samaa suuruusluokkaa myös muiden puulajien muodostamissa metsiköissä, keinollisesti perustetuissakin. Käsittelyasteista on mukana vain ns. keskivahva käsittely, joka vastaa likimain Keskusmetsälautakunta Tapion harvennusohjeita, ja voimakas käsittely, joka on voimakkaasti puupääomaa alentava ja siitä syystä suuria kasvu- ja tuotostappioita aiheuttava.

Taulukon 2 mukaan tiheään toistuvat keskivahvat ja voimakkaat alaharvennukset muodostunevat korjuumenetelmästä riippumatta usein kannattamattomiksi. Korkeimmillaan, parhailla kasvupaikoilla ja voimakkaassa käsittelyasteessa harvennuskertymä lähentelee 50 k-m³:n määrää hehtaaria kohden. Yleensä kertymä jää alle 30 k-m³:n ja usein alle 20 k-m³:n, taimistovaiheessa jopa alle 10 k-m³:n siitä huolimatta, että kasvu- ja tuotostaulukot edustavat talousmetsien huippuarvoja puupääoman kannalta.

"Koneaika" tuoneekin juuri yksityismetsätalouteen ja sitä koskevaan valistustoimintaan sopeutumisvaikeuksia, jotka tuskin kuitenkaan ovat voittamattomia.

412. K e s k i v a h v a t j a v o i m a k k a a t h a r s i n t a h a r v e n n u k s e t

Harsintaharvennus on, kuten edellä on korostettu, laaja käsittelyryhmä, joka voi saada monia muotoja. Tässä esityksessä sillä on ymmärretty varttuneen puuston käsittelymenetelmää, joka on voimakkuudeltaan (esim. pohjapinta-alan poistoprosentin perusteella ilmaistuna) samanlainen kuin vastaava alaharvennusmenetelmä. Eroa on näiden kahden menetelmän välillä näin ollen vain kertymän koostumuksessa.

Kun harsintaharvennus käsitetään näin, silloin t a u l u k o s s a 2 e s i t e t y t h a r v e n n u s p o i s t u m a n m ä ä r ä t i l m a i s e v a t l i k i m a i n m y ö s h a r s i n t a h a r v e n n u k s i s s a p o i s t e t t a v a t m ä ä r ä t .

Harsintaharvennus liitettynä usein toistuvaan käsittelyohjelmaan ei näin ollen tarjoa alaharvennusta parempaa vaihtoehtoa koneellistamisen kannalta katsottuna, jos harvennuskertymän määrä kiintomittoina on ratkaiseva tekijä. Vain siinä tapauksessa, että tukkipuun suureneva osuus harvennuspoistumasta parantaa koneellistamisen edullisuutta, on harsintaharvennus alaharvennusta parempi

vaihtoehto. Tästä antaa käsityksen taulukko 3, jossa on esitetty poistettavat tukkipuumäärät toisiaan vastaavissa ala- ja harsintaharvennuksissa V u o k i l a n laskelmien mukaisesti. Laskelmat rajoittuvat eteläsuomalaiseen puolukkatyypin männikköön ja kahteen harsintaintensiteettiin.

Taulukko 3 osoittaa, että varovaisestikin harsien voidaan ensimmäisten tukkipuuharvennusten tukkipuukertymä 2-3-kertaistaa, millä seikalla täytynee olla merkitystä myös koneellistamisen kannalta. Kiertoajan lopulla ei kuitenkaan ole havaittavissa merkittävää eroa alaharvennusten ja harsintaharvennusten tukkipuukertymien välillä.

Kaiken kaikkiaan harsintaperiaate yhdistettynä usein toistuvaan harvennusohjelmaan on tuskin vielä riittävä keino tällaisten hakkuiden koneellistamisen perustelemiseksi.

413. R a d i k a a l i t h a r v e n n u k s e t

Edellä on todettu, että mahdollisimman vähälukuiset, eli ns. radikaalit harvennukset näyttävät olevan ratkaisu puunkorjuun rationalisoinnin ja puuntuotannon maksimoinnin näkökohtien yhdistämiseksi, jos tällainen harvennustapa ei aiheuta voimakkuudellaan luonnontuhoja. Tästä syystä juuri radikaalien harvennusten kautta poistettavissa olevat kuutiomäärät ovat koneellistamisen kannalta kiintoisia.

Tällä hetkellä ei kuitenkaan ole olemassa muuta kuin teoreettisella pohjalla tehtyjä laskelmia. Näistä mainittakoon mm. B r a a t h e n (22) päätelmä, että radikaaleissa harvennuksissa poistetaan 40-44 % runkoluvusta ja 25-35 % kuutiomäärästä. Tätä voimakkaampia harvennuksia esittää F r i e s (21) norrlantilaisia männiköitä koskevissa laskelmissaan. Hänen esittämänsä harvennukset ovat nähtävissä kuvassa 19 (s. 56). Tästä kuvasta graafisesti mitaten muodostuisivat Friesin ehdottamat harvennukset seuraavan asetelman mukaisiksi.

1 harvennuksen ohjelma
ikä 45 v, poistetaan 100 k-m³/ha k:neen (60 %)

2 harvennuksen ohjelma
ikä 45 v, poistetaan 75 k-m³/ha k:neen (45 %)
ikä 65 v, - " - 95 k-m³/ha k:neen (40 %)

Taulukko 3. Usein toistuvien ala- ja harsintaharvennusten tukkipuukertymien vertailu V u o k i l a n laskelmien mukaan. Eteläsuomalainen männikkö, VT.

Käsittelymenetelmä	Metsikön ikä, v						
	46	53	60	67	74	81	88
	Tukkipuun poistuma, j^3						
Keskivahva käsittelyaste							
Alaharvennus	19	127	294	370	494	581	630
Harsintaharvennus lievempi	93	275	385	477	564	637	677
voimakkaampi	149	325	447	497	621	640	663
	49	57	65	73	81		
Voimakas käsittelyaste							
Alaharvennus	113	317	461	557	636		
Harsintaharvennus lievempi	211	439	557	634	645		
voimakkaampi	291	489	595	657	681		

Taulukko 4. Ohjepohjapinta-alat radikaaleja harvennuksia varten. Eteläsuomalainen männikkö.

Kasvupaikkaluokka	Valtapituus, m								
	10	12	14	16	18	20	22	24	26
	Pohjapinta-ala harv. jälkeen, m^2/ha k:neen								
I (OMT)	14.9	16.0	16.8	17.1	17.3	17.0	16.3	15.2	13.8
II (MT)	14.0	15.1	16.0	16.3	16.3	15.7	15.1	14.0	
III (VT)	13.7	14.7	15.5	15.5	15.1	14.4	13.3		
IV (CT+)	13.5	14.1	14.1	13.8	13.2	12.2			
V (CT-)	11.9	12.3	12.2	11.8	10.8				

3 harvennuksen ohjelma

ikä 45 v, poistetaan 75 k-m³/ha k:neen (45 %)
ikä 65 v, - " - 95 k-m³/ha k:neen (40 %)
ikä 85 v, - " - 85 k-m³/ha k:neen (30 %)

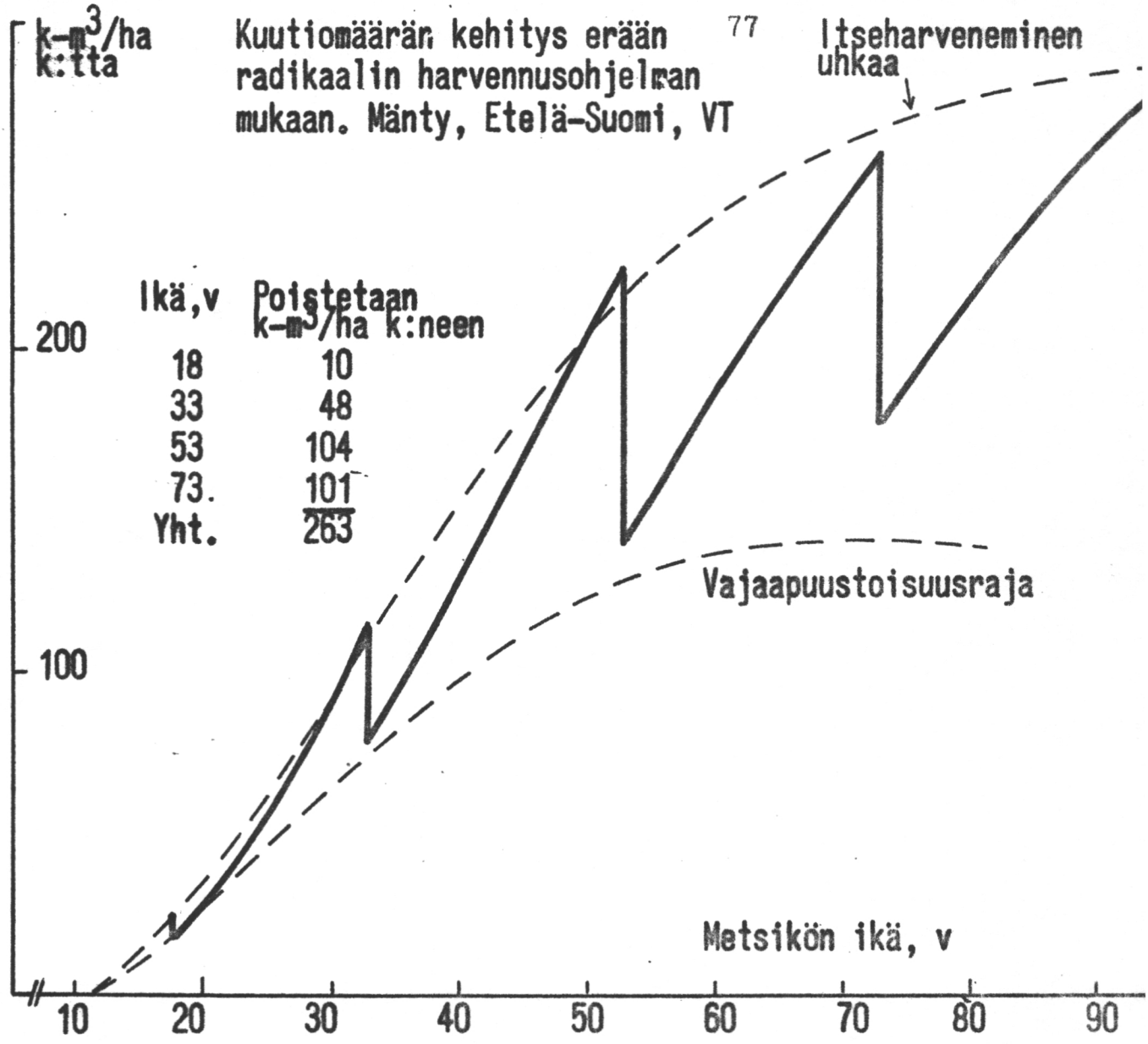
Koska tällä hetkellä ei muualtakaan ole käytettävissä tämän parempia tietoja, on ollut pakko suorittaa kotimaisen aineiston perusteella eräitä lisälaskelmia, jotka nekin tosin ovat tässä vaiheessa täysin teoreettisella pohjalla. Laskelmissa on käytetty V u o k i l a n (52) julkaisemia kasvuyhtälöitä, niiden sovellutusta tietyllä tavalla muunnellen nyt kysymyksessä olevaa tehtävää varten. Laskelmat tarkoittavat eteläsuomalaista luontaisesti syntynyttä männikköä puolukkatyypillä. Laskelman tulokset on graafisesti ja numeroin esitetty kuvassa 27.

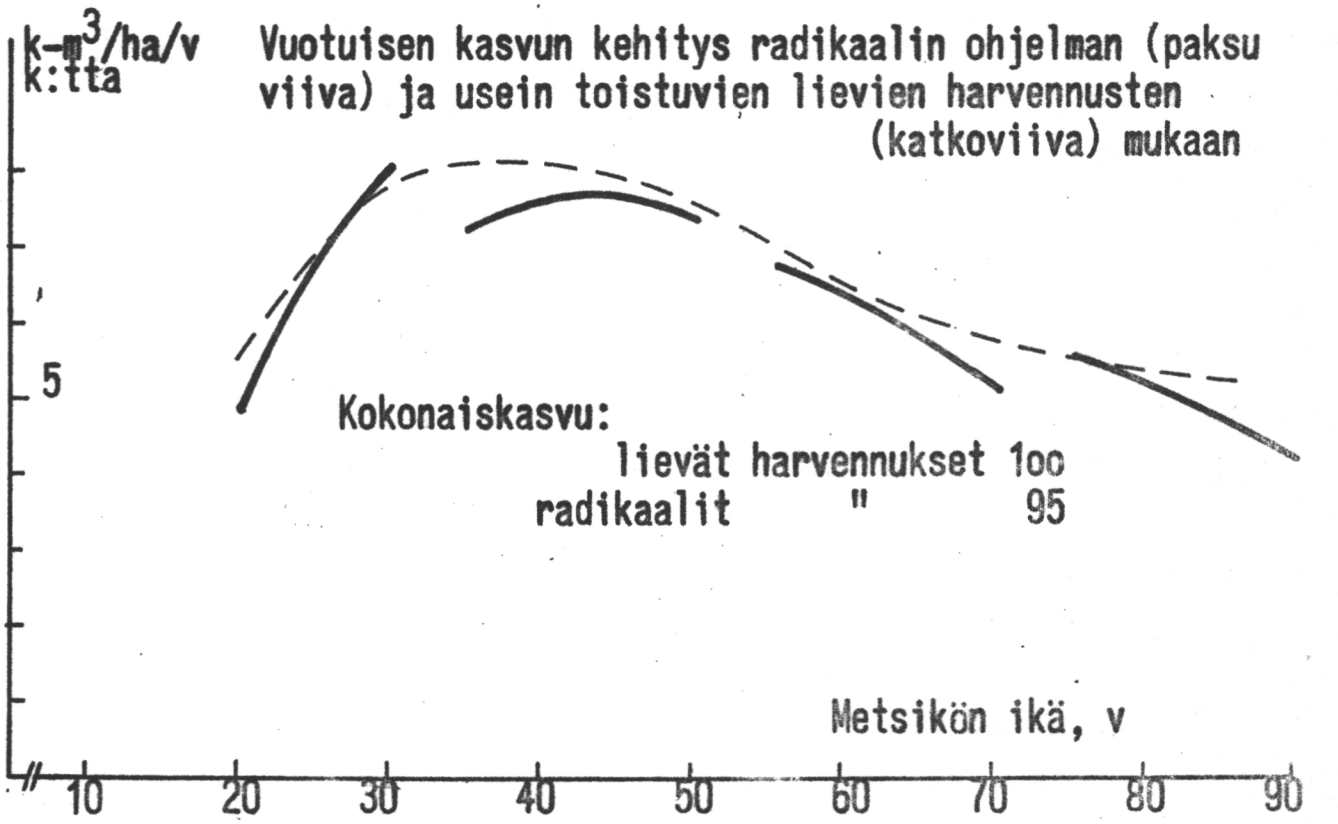
Sovellettu radikaali harvennusohjelma sisältää 4 harvennusta ennen päätehakkuuta; näistä ensimmäinen on kuitenkin itse asiassa hoitotoimenpide, jolla runkoluku alennetaan istutusmetsikköä vastaavalle tasolle, 2200 kpl/ha. Tämä hoitotoimenpide on tosin nyt kysymyksessä olevissa laskelmissa tapahtunut laskentateknillisistä syistä vasta 5 m:n valtapituudella puuston iän ollessa 18 v. Toimenpiteen olisi ilmeisesti pitänyt tapahtua ehkä 5 v aikaisemmin. Tämän verran varhaisempi taimistonhoito tuskin kuitenkaan muuttaisi olennaisesti kuvassa 27 esitettyä kuutiomäärän kehitystä.

Varsinaiset harvennushakkuut tapahtuvat sovelletun ohjelman mukaan 33, 53 ja 73 vuoden iällä. Seuraava asetelma havainnollistaa lähemmin hakkuiden voimakkuutta.

Ikä, v	Valtapituus, m	Runkoluku ennen harvennuksen	Runkoluku jälkeen harvennuksen	Harvennuksessa poistetaan k:tta	Harvennuksessa poistetaan k-m³/ha	Poisto-% k:neen
33	10.8	2200	1367	38	48	33
53	17.0	1367	800	85	104	38
73	21.5	800	500	85	101	32

Ohjelmaan sisältyvät harvennukset ja niiden voimakkuus ovat määräytyneet kuvaan 27 merkittyjen ohjekäyrien säätämissä rajoissa. Ylempi näistä tarkoittaa V u o k i l a n (24) kasvu- ja tuotostaulukoiden lievän käsittelyasteen puustoa ennen harvennusta, siis rajaa, jonka yläpuolella itseharveneminen alkaa todennäköisesti voimakkaasti lisääntyä. Alempi käyrä osoittaa samojen taulukoiden voimakkaan käsittelyasteen puustoa harvennuksen jälkeen. Tätä on tässä





Kuva 27. Eräs radikaali männikön käsittelyohjelma (Vuokilan mukaan).

yhteydessä käytetty - paremman puutteessa - rajana, jonka alapuolella oltaessa liikutaan vajaapuustoisuuden alueella. Kuitenkaan ei varsinkaan viimeisessä harvennuksessa ole katsottu aiheelliseksi - mm. luonnontuhojen pelosta - alentaa kuutiomäärää tälle alarajalle saakka. Vaikka laskelma on teoreettinen, se liikkuu siis kuitenkin määriteltävissä olevissa vaihtelurajoissa ja on tätä kautta ainakin jossain määrin maastokontrolliin nojautuva.

Kun otetaan huomioon myös taimiston hoitotoimenpiteessä poistettu vähäinen puumäärä, poistetaan esitetyn radikaalin harvennusohjelman kuluessa kaikkiaan 215 k-m³/ha k:tta. Kun vastaava kokonaispoistuma usein (9 kertaa) toistuvien voimakkaiden harvennusten ohjelmalla on mainittujen kasvu- ja tuotostaulukoiden (24) mukaan 223 k-m³/ha, saadaan siis radikaalilla käsittelyllä neljään hakkuuseen sisältyvänä likimain sama harvennuskertymä ja päätehakkuussa poistettavaksi jää radikaalissa ohjelmassa lähes maksimimäärä. Suoritettujen laskelmien mukaan olisi päätehakkuussa 95 vuoden iällä hakattavana radikaalin ohjelman mukaan 284 k-m³/ha k:tta ja usein toistuvien voimakkaiden harvennusten jälkeen 166 k-m³/ha. Jälkimmäisen ohjelman aiheuttama kasvutappio keskittyisi tällöin kokonaan päätehakkuuseen.

Jos koneellistamisen vaatimana harvennuskertymän alarajana pidetään 50-60 k-m³/ha, voitaisiin koneellistamisen kannalta tyydyttävänä ohjelmana ilmeisesti pitää puolukkatyypillä vielä 5 harvennuksen - näistä ensimmäinen itse asiassa taimiston hoitotoimenpide - ohjelmaa. Tätä paremmilla kasvupaikoilla voitaisiin harvennuskertoja lisätä ehkä edelleen yhdellä. Puolukkatyyppiä huonommilla kasvupaikoilla 4 käsittelyn ohjelma on kuitenkin ehdoton maksimi, josta kaiken karuimmilla kasvupaikoilla on ehkä vielä syytä pudottaa 1-2 käsittelyä pois.

Vaikka kaikki mahdollinen tehtäisiin, että selostetun kaltaiset laskelmat olisivat käytännönläheisiä, ne jäävät kuitenkin parhaimmillaankin teoreettisiksi. Niihin saattaa liittyä myös melkoisia virheitä, koska laskelmissa käytetty materiaali ei yleensä ole moitteeton. Ennen muuta ei voida olla varmoja siitä, ovatko esitetyt harvennukset sijainniltaan optimaaleja, kun tulosta tarkastellaan muultakin kuin kuutiomäärän kehityksen kannalta. Tästä syystä on aihetta pyrkiä löytämään yleisempi ohje, joka ei ole kytketty vain tiettyyn kehitysvaiheeseen tai hakkuiden tietynväliseen toistumiseen.

Käytettävissä ei liene muuta keinoa kuin määritellä puuston pituustunnuksen funktiona ohjepohjapinta-alat, joiden tasolle puuston

määrä voidaan alentaa radikaaleissa harvennuksissa, toistuivatpa nämä harvemmin tai tiheämmin. Vaikeutena on tässäkin se, millä perusteella tällaiset ohjeet valitaan. Parhaimmillaankin valinta on subjektiivinen. Taulukossa 4 esitettäviä ohjeita laadittaessa on lähtökohtana pidetty V u o k i l a n (24) kasvu- ja tuotostaulukoiden voimakkaan käsittelyasteen puustoa harvennuksen jälkeen, siis kuvassa 27 nähtyä alempaa ohjekäyrää vastaavaa tasoa. Kun usein toistuvat voimakkaat (20 % pohjapinta-alasta) harvennukset johtavat taulukossa näkyviin pohjapinta-alan arvoihin, niihin lienee oikeus päätyä myös radikaaleissa harvennuksissa minkä tahansa ohjelman missä tahansa vaiheessa. Esitettäviä lukuja on kuitenkin pidettävä hoidettujen metsiköiden vähimmäisarvoina. Luvut tarkoittavat eteläsuomalaista männikköä, mutta osoittanevat suuruusluokkaa myös muiden puulajien muodostamille metsiköille.

Kun näitä pohjapinta-aloja pidetään ohjeina ja käsittelyn kohteena on metsikkö, jonka puuston määrä on lievästi käsitellyn metsikön maksimitasolla, mikä tilanne radikaalien harvennusohjelmien vallitessa saattaa toistuvasti esiintyä, on kerralla poistettavissa oleva määrä seuraavan asetelman mukainen.

Valtapituus	10	12	14	16	18	20	22	24
Poistettava määrä, k-m³/ha k:neen	35	50	70	85	100	125	145	160

Luvut eivät tietenkään tarkoita sitä, että näissä kehitysvaiheissa voitaisiin lyhyin väliajoin poistaa näin paljon. Luvut osoittavat vain sen eron, mikä on lievästi ja voimakkaasti käsiteltyjen metsiköiden kuutiomäärissä, edellisissä ennen harvennusta ja jälkimmäisissä harvennuksen jälkeen. Näin tarkastelleen muodostuisivat 20-24 m:n valtapituudella radikaalit harvennukset kovin voimakkaiksi. Onkin ilmeistä, ettei varttuneissa runsaspuustoisissa metsiköissä voida yhdellä kerralla poistaa niin paljon, että pohjapinta-ala alenisi taulukon 4 osoittamalle tasolle, koska seurauksena voi olla luonnontuhoja. Tähänastisten tutkimusten mukaan näyttäisi siltä, ettei yhdellä kerralla poistettava määrä voi varttuneissa harvennusmetsiköissäkään olla merkittävästi yli 100 k-m³/ha tai yli kolmanneksen kuutiomäärästä. Sitä vastoin taulukon 4 pohjapinta-alatasoa voitaneen pitää ohjeena varttuneessa vaiheessakin siinä tapauksessa, ettei poistuma nouse yli 100 k-m³/ha k:neen. Muussa tapauksessa jätetään hakkuun jälkeen enemmän kuin taulukon 4 luvut edellyttävät.

Tämä on se ohje, mikä tällä hetkellä voidaan antaa radikaalien harvennusten poistumasta. Vasta myöhemmät tutkimukset osoittavat, missä kohdin se on soveltumaton. Kuitenkin voidaan epäilyksettä sanoa, että radikaalia harvennusohjelmaa noudatettaessa hakkuukertymä - taimiston hoitotoimenpidettä lukuun ottamatta - muodostuu aina koneellistamisen kannalta riittävän suureksi.

414. K ä y t ä v ä h a r v e n n u s

Kuten varhemmin on esitetty, käytäväharvennus tullee etupäässä kysymykseen ensimmäisellä harvennuskerralla, jolloin näin perustetaan senkertaista ja myöhempää tarvetta varten kulkutiesysteemi työkoneille. Jos käytävät avataan 20 m:n välein, merkitsee tämä 7.7-10.0 %:n harvennusta ja 10 m:n välejä tavoiteltaessa 12.5-16.7 %:n poistumaa kuutiomäärästä (vrt. asetelma s. 62). Poistuma on tällöin läpimitta- ja pituusrakenteeltaan keskimäärin samanlainen kuin kokonaispuusto ennen harvennusta.

Tällaisin perustein suoritettava käytäväharvennus ei yksin täytä metsänhoidollista tarvetta, eikä kertymäkään ole niin suuri, että se tekisi toimenpiteen kannattavaksi. Käytävien välisen metsikön käsittely on siis molemmista syistä tarpeellinen. Tässä taas voidaan käyttää mitä tahansa edellä selostetuista menetelmistä, jolloin harvennuspoistuma on edellä ao. menetelmän yhteydessä esitetyn kaltainen. Yleensä käytäväharvennus liitettäneen radikaalien harvennusten käsitteeseen, jolloin poistuman määrä muodostuu varmasti riittävän suureksi.

Käytäväharvennusta voidaan kuitenkin soveltaa myös itsenäisenä menetelmänä etenkin istutusmetsiköissä, missä jo perustamisvaiheessa voidaan ottaa huomioon rivien ja taimien etäisyyksiä suunniteltaessa myöhemmin sovellettava kaavamainen käsittely. Tällaisia riviharvennussysteemejä voidaan suunnitella mitä erilaisimpia. Eräs esimerkki riittänee havainnollistamaan menetelmää ja siitä saatavia poistuman määriä.

Istutusmetsikössä voidaan menetellä esim. niin, että harvennushakkuut keskitetään 2 riviharvennukseen. Ensimmäisessä näistä poistetaan joka 4. rivi, jolloin poistuma on 25 % runkoluvusta ja kuutiomäärästä. Toisessa riviharvennuksessa puolestaan poistetaan ensimmäisen jälkeen jääneiden 3 rivin ryhmien keskimmäinen rivi, jolloin poistoprosentti on 33.3 %. Päätehakkuussa on näin ollen jäljellä

50 % alkuperäisestä runkoluvusta. Molemmat harvennukset muodostunevat kannattaviksi, koska puuston määrä kysymykseen tulevilla hetkillä on varsin korkea ja puiden poistaminen korjuuteknillisesti yksinkertaista.

Voidaan tietenkin suunnitella myös kahteen suuntaan tapahtuvia käytäväharvennussysteemejä. Ei liioin tuota teknillistä vaikeutta suorittaa poistettavan rivin viereisissä riveissä systemaattisesti esim. joka toisen puun poistaminen. Kun tämänkaltaiset käsittelyohjelmat ovat kuitenkin vielä perin hypoteettisiä ja vasta kehittelyn alaisina, niiden tätä yksityiskohtaisempi analysointi ei ole nyt paikallaan.

Todettakoon kuitenkin lopuksi, että käytäväharvennusperiaatteen kautta voidaan kehittää menetelmiä, jotka ovat aivan yhtä järkeviä kuin mitkä tahansa edellä selostetuista menetelmistä. Niiden soveltaminen vaatinee kuitenkin perusteellista asenteen muutosta metsäammattimieskunnan suhtautumisessa metsän käsittelyyn.

42. Harvennuspoistuman rakenne

Harvennuspoistuman rakennetta kuvataan seuraavassa poistettavien puiden läpimitta- ja pituusjakautuman avulla,sillä nimenomaan niiden perusteella jouduttaneen mitoittamaan harvennushakkuissa käytettävät koneet. Koska muista puulajeista ei ole vastaavia laskelmia käytettävissä, kohdistuu tarkastelu yksinomaan mäntyyn ja senkin osalta vain Etelä-Suomeen. Kovin suuria eroja tuskin on kuitenkaan olemassa ainakaan havupuulajien välillä.

Tiedot perustuvat nytkin V u o k i l a n (24) kasvu- ja tuotostaulukkoihin ja tuovat esille täysin tasaikäisistä ja ehdottoman homogeeneista hoidetuista metsiköistä saatavat poistumat. Mikäli metsikössä on eri-ikäisyyttä, siinä saattaa tästä syystä käytännössä esiintyä järeämpiä poistettavia puuyksilöitä kuin mitä seuraavassa esitetään.

Läpimittajakautumat on alkuperäislaskelmien mukaisesti esitetty kuorettomin mitoin. Muunto kuorellisiksi läpimitoiksi voidaan suorittaa, mikäli se on tarpeellista, seuraavan asetelman lukujen avulla, jotka nojautuvat I l v e s s a l o n tutkimuksiin.

Kuoreton rinnankorkeus-läpimitta, cm	Vastaava keskim. kuorellinen läpimitta, cm	Kuoreton	Kuorellinen
1	1.5	17	19.4
3	3.6	19	21.7
5	5.9	21	23.9
7	8.1	23	26.2
9	10.4	25	28.4
11	12.6	27	30.7
13	15.0	29	33.0
15	17.2	31	35.2
		33	37.4

Poistettavista puista on ollut pakko olettaa, että ne ovat pituudeltaan samankokoisia kuin ko. läpimittaluokat puut ennen harvennusta keskimäärin, ts. että harvennus ei muuta pituuskäyrän kulkua. Tosiasiassa poistettaneen kuitenkin ainakin alaharvennuksissa lähinnä läpimittaluokan lyhimpiä puita runkojakautumissarjan alapäässä. Mainitusta syystä poistettavista puista esitettävät pituustiedot lienevät pikemminkin ylä- kuin alakanttiin.

421. K e s k i v a h v a t j a v o i m a k k a a t b i o l o g i s e t a l a h a r v e n n u k s e t

Taulukossa 2 esitettyjä, usein toistuvissa keskivahvoissa ja voimakkaissa biologisissa alaharvennuksissa poistettavia kuutiomääriä vastaavat runkolukusarjat ja niitä vastaavat pituustiedot on esitetty taulukoissa 5-9. Taulukoissa on nähtävänä poistettavien puiden läpimittaluokittaiset runkoluvut ja niitä vastaavat keskimääräiset pituusluvut. Pituusjakautumasta tietyn läpimittaluokan puitteissa ei ole tietoja käytettävissä, josta syystä nyt on tyydyttävä vain keskiarvojen esittämiseen.

422. K e s k i v a h v a t j a v o i m a k k a a t h a r s i n t a h a r v e n n u k s e t

Edellä on (s. 73) määritelty, mitä harsintaharvennuksella tässä yhteydessä tarkoitetaan, joten sen toistaminen ei ole tarpeen. Kuitenkin todettakoon vielä, että taulukko 2 osoittaa myös likimäärin ne

Taulukko 5. Alaharvennuspoistumain läpimitta- ja pituusjakautumat V u o k i l a n (1967) kasvu- ja tuotostaulukoiden mukaan.
Kasvupaikkaluokka I (OMT)

Rinnankorkeusläpimitta kuoren alta cm	Harvennuksen ajankohta, ikävuosi									
	16	20	25	31	38	45	52	59	66	73
	Poistettava runkoluku, kpl (Pituus, m)									
	Keskivahva käsittely									
1	24 (1,8)	9 (1,8)								
3	155 (3,4)	57 (3,9)	27 (4,0)	6 (4,4)						
5	263 (4,7)	161 (5,4)	64 (6,0)	33 (6,8)	8 (6,9)					
7	189 (5,7)	189 (6,8)	136 (7,8)	68 (8,6)	25 (9,1)	14 (9,2)				
9	39 (6,3)	107 (7,7)	132 (9,1)	104 (10,3)	65 (11,3)	28 (11,8)	18 (12,0)	1 (12,0)		
11		24 (8,4)	75 (10,1)	86 (11,5)	75 (13,0)	48 (14,0)	29 (14,3)	22 (14,3)	1 (14.6)	
13			11 (10,8)	49 (12,5)	70 (14,3)	58 (15,6)	47 (16,6)	36 (16,8)	22 (17,0)	3 (17,3)
15			1 (11,4)	12 (13,3)	30 (15,4)	49 (17,0)	36 (18,0)	39 (18,5)	28 (19,0)	21 (19,0)
17				1 (14,1)	8 (16,2)	20 (18,0)	30 (19,3)	35 (20,0)	32 (20,5)	27 (20,6)
19						5 (19,0)	16 (20,3)	17 (21,3)	27 (22,0)	28 (22,4)
21							4 (21,2)	4 (22,4)	12 (23,3)	16 (23,8)
23									1 (24,5)	6 (25,0)
25										
	17	22	28	35	42	50	58	66	74	
	Voimakas käsittely									
1	15 (1,8)									
3	91 (3,6)	25 (4,0)	5 (4,0)							
5	246 (4,9)	75 (5,7)	33 (6,3)	8 (6,5)						
7	268 (6,0)	164 (7,2)	69 (8,2)	29 (8,8)	13 (8,8)					
9	95 (6,8)	170 (8,4)	134 (9,8)	59 (10,8)	26 (11,5)	13 (11,8)				
11	14 (7,2)	83 (9,2)	108 (11,0)	86 (12,5)	46 (13,5)	27 (14,0)	11 (14,0)			
13		12 (9,7)	59 (11,9)	88 (13,7)	63 (15,0)	37 (16,0)	27 (16,3)	12 (16,8)		
15			11 (12,4)	40 (14,7)	50 (16,4)	45 (17,7)	35 (18,2)	24 (18,8)	6 (19,0)	
17				8 (15,3)	32 (17,4)	37 (19,2)	32 (19,9)	24 (20,4)	24 (20,9)	
19					8 (17,9)	20 (20,4)	25 (21,3)	27 (21,8)	18 (22,4)	
21						6 (21,2)	12 (22,5)	15 (23,2)	16 (23,7)	
23							3 (23,5)	8 (24,4)	13 (24,8)	
25							1 (24,4)	2 (25,4)	7 (26,0)	
27									1 (27,0)	

Taulukko 6. Alaharvennuspoistumain läpimitta- ja pituusjakautumat V u o k i l a n (1967) kasvu- ja tuotostaulukoiden mukaan

Kasvupaikkaluokka II (MT)

Rinnankorkeusläpimitta kuoren alta, cm	Harvennuksen ajankohta, ikävuosi										
	19	23	28	34	41	48	55	62	69	76	83
	Poistettava runkoluku, kpl (Pituus, m)										
	Keskivahva käsittely										
1	21 (1,8)	7 (1,8)									
3	130 (3,5)	59 (3,9)	24 (4,0)	4 (4,0)							
5	258 (4,9)	147 (5,6)	67 (6,0)	35 (6,4)	8 (6,7)						
7	203 (5,8)	191 (6,8)	136 (7,7)	76 (8,3)	29 (9,0)	14 (9,1)					
9	56 (6,6)	115 (7,8)	132 (9,0)	96 (9,9)	61 (10,8)	32 (11,3)	18 (12,0)	1 (12,2)			
11	2 (7,1)	28 (8,5)	75 (9,8)	92 (11,2)	83 (12,5)	50 (13,2)	33 (14,0)	22 (14,3)	2 (14,4)		
13			11 (10,5)	45 (12,3)	67 (14,0)	58 (14,9)	43 (15,7)	36 (16,0)	24 (16,0)	3 (16,0)	
15			1 (11,0)	11 (13,2)	27 (15,1)	46 (16,3)	40 (17,2)	44 (17,7)	29 (17,7)	24 (17,8)	8 (17,8)
17					6 (16,0)	18 (17,4)	30 (18,6)	33 (19,3)	36 (19,5)	27 (19,8)	24 (19,8)
19						4 (18,2)	13 (19,7)	15 (20,6)	21 (21,0)	28 (21,5)	21 (21,7)
21							3 (20,6)	3 (21,7)	10 (22,4)	15 (23,0)	18 (23,3)
23									1 (23,5)	4 (24,2)	10 (24,6)
25											2 (25,6)
	19	24	30	37	45	53	61	69	77		
	Voimakas käsittely										
1	15 (1,8)										
3	112 (3,5)	26 (4,0)	7 (4,0)								
5	272 (4,9)	82 (5,7)	34 (6,0)	8 (6,2)							
7	253 (5,8)	182 (6,9)	84 (8,0)	33 (8,8)	10 (9,0)						
9	77 (6,6)	170 (7,9)	137 (9,2)	63 (10,4)	31 (11,3)	11 (11,8)					
11	9 (7,1)	64 (8,8)	108 (10,4)	105 (11,8)	47 (13,0)	30 (13,7)	12 (14,0)				
13		6 (9,4)	43 (11,3)	85 (13,1)	65 (14,5)	39 (15,3)	30 (15,8)	12 (16,0)			
15			6 (11,9)	24 (14,1)	48 (15,8)	50 (16,8)	36 (17,6)	27 (17,7)	6 (17,9)		
17				2 (14,9)	32 (16,8)	35 (18,0)	35 (19,2)	27 (19,5)	24 (19,7)		
19					4 (17,6)	15 (19,1)	22 (20,5)	23 (20,9)	17 (21,3)		
21						3 (20,0)	9 (21,4)	15 (22,1)	16 (22,7)		
23							1 (22,3)	7 (23,1)	13 (24,0)		
25								1 (24,0)	7 (25,0)		
27											

Taulukko 7. Alaharvennuspoistumain läpimitta- ja pituusjakautumat V u o k i l a n (1967) kasvu- ja tuotostaulukoiden mukaan.

Kasvupaikkaluokka III (VT)

Rinnankorkeus-läpimitta kuoren alta, cm	Harvennuksen ajankohta, ikävuosi										
	22	27	33	39	46	53	60	67	74	81	88
	Poistettava runkoluku, kpl (Pituus, m)										
	Keskivahva käsittely										
1	21 (1,7)	7 (1,7)									
3	144 (3,4)	52 (3,6)	21 (3,7)	2 (3,7)							
5	277 (4,7)	154 (5,4)	62 (5,9)	37 (6,1)	6 (6,2)						
7	183 (5,7)	191 (6,7)	132 (7,5)	76 (8,2)	31 (8,6)	14 (8,8)					
9	45 (6,4)	119 (7,6)	144 (8,9)	96 (9,8)	68 (10,5)	32 (10,8)	18 (11,0)	1 (11,2)			
11		24 (8,3)	75 (9,8)	92 (11,0)	84 (12,3)	56 (12,7)	33 (13,1)	22 (13,5)	2 (13,6)		
13			11 (10,6)	47 (11,9)	63 (13,6)	58 (14,3)	47 (14,9)	40 (15,2)	24 (15,4)	5 (15,4)	
15			1 (11,0)	9 (12,6)	24 (14,4)	43 (15,6)	40 (16,4)	45 (16,8)	29 (17,2)	25 (17,6)	8 (17,8)
17					5 (15,0)	17 (16,5)	28 (17,5)	30 (18,2)	39 (18,9)	24 (19,2)	27 (19,6)
19						2 (17,0)	13 (18,4)	15 (19,3)	22 (20,2)	31 (20,5)	20 (21,2)
21							1 (19,0)	1 (20,1)	7 (21,1)	13 (21,7)	18 (22,6)
23										3 (22,5)	8 (23,5)
25											2 (24,1)
	23	28	34	41	49	57	65	73	81		
	Voimakas käsittely										
1	13 (1,7)										
3	82 (3,5)	25 (3,8)	5 (4,0)								
5	257 (4,9)	85 (5,5)	37 (6,0)	10 (6,3)							
7	268 (5,9)	182 (6,8)	94 (7,5)	35 (8,1)	13 (8,5)						
9	97 (6,6)	170 (7,9)	137 (8,9)	67 (9,8)	34 (10,5)	16 (10,7)					
11	12 (7,1)	62 (8,6)	104 (10,0)	108 (11,2)	49 (12,2)	30 (12,8)	17 (13,0)				
13		5 (9,1)	38 (10,9)	75 (12,3)	69 (13,7)	46 (14,6)	28 (15,0)	15 (15,2)			
15			4 (11,5)	21 (13,2)	45 (14,8)	43 (16,0)	36 (16,6)	27 (17,0)	9 (17,3)		
17				2 (13,8)	27 (15,7)	36 (17,2)	37 (17,9)	27 (18,5)	27 (19,2)		
19					1 (16,4)	13 (18,0)	19 (18,9)	24 (19,7)	16 (20,5)		
21						1 (18,6)	8 (19,6)	13 (20,7)	18 (21,6)		
23							1 (20,3)	6 (21,5)	11 (22,5)		
25									3 (23,3)		
27											

Taulukko 8. Alaharvennuspoistumain läpimitta- ja pituusjakautumat V u o k i l a n (1967) kasvu- ja tuotostaulukoiden mukaan.

Kasvupaikkaluokka IV (CT+)

Rinnankorkeus-läpimitta kuoren alta, cm	Harvennuksen ajankohta, ikävuosi										
	31	36	42	48	55	62	69	76	83	90	97
	Poistettava runkoluku, kpl (Pituus, m)										
Keskivahva käsittely											
1	18 (1,5)	5 (1,5)									
3	147 (3,2)	61 (3,3)	24 (3,4)	4 (3,4)							
5	277 (4,6)	175 (5,1)	75 (5,4)	39 (5,6)	10 (5,8)						
7	189 (5,6)	198 (6,4)	152 (7,0)	88 (7,4)	36 (7,9)	19 (8,0)	1 (8,0)				
9	39 (6,4)	95 (7,2)	140 (8,3)	115 (9,0)	80 (9,7)	39 (10,0)	26 (10,1)	4 (10,1)			
11		13 (8,0)	50 (9,2)	83 (10,2)	89 (11,1)	68 (11,8)	44 (12,1)	35 (12,2)	8 (12,3)		
13			5 (9,8)	27 (11,2)	55 (12,2)	59 (13,1)	47 (13,7)	40 (14,1)	30 (14,3)	12 (14,5)	
15				3 (11,8)	11 (13,1)	31 (14,2)	40 (15,2)	48 (15,6)	37 (15,8)	30 (16,0)	17 (16,2)
17						6 (15,0)	18 (16,2)	22 (16,8)	32 (17,4)	29 (17,6)	30 (17,8)
19							4 (17,0)	5 (17,8)	15 (18,5)	24 (18,8)	18 (19,3)
21									1 (19,4)	6 (19,8)	16 (20,5)
23											2 (21,4)
25											
	32	38	45	52	60	68	76	84	92		
Voimakas käsittely											
1	13 (1,5)										
3	93 (3,3)	25 (3,6)	3 (3,8)								
5	265 (4,7)	95 (5,3)	39 (5,6)	10 (5,8)							
7	272 (5,8)	186 (6,6)	94 (7,3)	39 (7,6)	15 (8,0)						
9	77 (6,6)	172 (7,6)	147 (8,6)	79 (9,3)	40 (9,9)	19 (10,2)					
11	9 (7,0)	49 (8,4)	105 (9,8)	110 (10,6)	59 (11,5)	35 (11,9)	20 (12,2)				
13		2 (9,0)	30 (10,5)	68 (11,6)	66 (12,8)	53 (13,5)	37 (13,8)	21 (14,0)			
15			1 (11,1)	12 (12,5)	47 (13,8)	44 (14,8)	40 (15,3)	30 (15,7)	18 (16,0)		
17					11 (14,6)	28 (15,9)	31 (16,6)	30 (17,2)	24 (17,5)		
19						6 (16,7)	14 (17,6)	21 (18,3)	18 (18,7)		
21							4 (18,5)	8 (19,4)	18 (19,9)		
23								2 (20,1)	6 (20,9)		
25											
27											

Taulukko 9. Alaharvennuspoistumain läpimitta- ja pituusjakautumat V u o k i l a n (1967) kasvu- ja tuotostaulukoiden mukaan.

Kasvupaikkaluokka V (CT-)

Rinnankorkeusläpimitta kuoren alta, cm	Harvennuksen ajankohta, ikävuosi										
	41	46	52	58	65	72	79	86	93	100	107
	Poistettava runkoluku, kpl (Pituus, m)										
	Keskivahva käsittely										
1	21 (1,5)	7 (1,5)									
3	158 (3,0)	74 (3,1)	31 (3,1)	6 (3,2)							
5	295 (4,5)	188 (4,8)	96 (5,0)	51 (5,1)	14 (5,2)						
7	172 (5,5)	198 (6,1)	172 (6,7)	109 (7,0)	49 (7,3)	25 (7,6)	4 (7,7)				
9	24 (6,2)	76 (7,0)	121 (7,9)	118 (8,5)	94 (9,1)	53 (9,5)	32 (9,8)	11 (10,0)			
11		4 (7,8)	25 (8,6)	64 (9,5)	91 (10,5)	70 (11,1)	54 (11,5)	40 (11,7)	17 (11,8)		
13			1 (9,3)	11 (10,3)	29 (11,4)	58 (12,2)	48 (13,0)	54 (13,4)	34 (13,7)	21 (13,9)	1 (14,0)
15					4 (12,2)	16 (13,2)	32 (14,1)	35 (14,7)	43 (15,3)	33 (15,5)	31 (15,7)
17							10 (15,0)	14 (15,8)	24 (16,5)	35 (16,9)	25 (17,2)
19									5 (17,5)	12 (17,8)	20 (18,4)
21											6 (19,4)
23											
25											
	42	48	55	62	70	78	86	94	102		
	Voimakas käsittely										
1	15 (1,5)										
3	103 (3,1)	31 (3,2)	7 (3,3)								
5	310 (4,6)	123 (4,9)	49 (5,2)	15 (5,3)							
7	243 (5,6)	209 (6,3)	125 (6,9)	49 (7,2)	23 (7,4)	1 (7,5)					
9	53 (6,4)	144 (7,3)	151 (8,2)	108 (8,9)	47 (9,3)	27 (9,5)	2 (9,7)				
11	5 (7,0)	22 (8,1)	76 (9,2)	110 (10,0)	78 (10,8)	44 (11,2)	30 (11,5)	4 (11,6)			
13			11 (9,9)	33 (10,9)	58 (12,0)	59 (12,7)	41 (13,1)	29 (13,3)	2 (13,5)		
15				3 (11,7)	31 (12,9)	42 (13,9)	45 (14,5)	33 (15,1)	28 (15,4)		
17					1 (13,7)	11 (14,9)	21 (15,7)	29 (16,4)	23 (16,7)		
19						1 (15,4)	6 (16,5)	13 (17,3)	22 (17,9)		
21							1 (17,0)	4 (18,0)	10 (18,8)		
23											
25											
27											

kuutiopoistumat, jotka voidaan harsintaharvennuksissakin poistaa, kun ne varttuneella iällä aloitetaan.

Taulukoissa 10-11 esitettävät tiedot eroavat taulukoissa 5-9 esitetyistä, alaharvennuksia koskevista poistumatiedoista vain runkolukusarjojen osalta. Pituutta koskevat tiedot ovat täsmälleen samat kuin alaharvennussarjoissa. Tämä aliarvioinee jonkin verran harsintaharvennuksissa poistettavien puiden pituutta. Ainakin suoritetuissa kehityslaskelmissa ilmeni viitteitä siihen suuntaan, että näin tapahtuisi. Koska erot laskelmissa olivat kuitenkin vähäiset, ei niitä voitu pitää merkitsevinä.

423. Radikaalit harvennukset

Radikaaleista harvennuksista ei ole edes kasvu- ja tuotostaulukkotasolla paljonkaan vielä tietoa. Niinpä radikaalien harvennusten yhteydessä poistettavan puuston rakenteesta voitaisiin täsmällisiä tietoja antaa vain siltä osin kuin ne liittyvät kuvassa 27 esitettyyn neljän harvennuksen ohjelmaan. Kun mainitun ohjelman optimaalisuudesta tai ylimalkaan suositeltavuudesta ei ole tutkimustyön tässä vaiheessa varmuutta, ei näitäkään lukuja voida pitää yleistyskelpoisina edes maan eteläosan puolukkatyypin luontaisesti syntyneissä männiköissä, joihin laskelma kohdistuu.

Mikäli kysymys on kuitenkin vain siitä, minkä kokoisia puita radikaaleissa harvennuksissa tulee poistettavaksi, voinevat taulukot 5-11 olla arvioinnissa apuna. Radikaalit harvennukset peittävät todennäköisesti likimain saman läpimittaskaalan kuin tavanomaiset harvennukset tietyssä puuston kehitysvaiheessa, eikä poistettavien puiden pituussuhteissakaan samalla puuston iällä voi olla suurta eroa. Jos koneet siis mitoitetaan ala- ja harsintaharvennuksissa poistettaviksi tulevien puiden mukaan, ne tuskin joutuvat ylivoimaisen tehtävän eteen radikaalia harvennusohjelmaa toteutettaessa. On lisäksi muistettava, että radikaalissa ohjelmassa viimeinen harvennushakkuu tapahtuu ehkä n. 20 vuotta ennen kiertoajan loppua, kun taas usein toistuvia ala- ja harsintaharvennuksia käyttävään ohjelmaan sisältyy ainakin yksi harvennushakkuu tämän jälkeen, siis ainakin 10 vuotta ajassa myöhemmin. Jos koneet suunnitellaan kestämään tässä viimeisessä ala- ja harsintaharvennuksessa poistettavien puiden taakan, ne kestänevät epäilemättä myös 10 vuotta aikaisemmassa kehitysvaiheessa suoritettavan

Taulukko 10. Harsintaharvennusten poistuman läpimitta- ja pituusjakautumat V u o k i l a n laskelmien perusteella (vrt. taul. 7 , s. 85).

Kasvupaikkaluokka III (VT); keskivahva harvennusaste.

Rinnankorkeus-läpimitta, kuoren alta, cm	Harvennuksen ajankohta, ikävuosi										
	22	27	33	39	46	53	60	67	74	81	88
	Poistettava runkoluku, kpl (Pituus, m)										
	Lievempi harsinta										
1											
3											
5					6 (6,2)						
7					31 (8,6)	14 (8,8)					
9					50 (10,5)	22 (10,8)	16 (11,0)	1 (11,2)			
11					55 (12,3)	33 (12,7)	23 (13,1)	18 (13,5)	4 (13,6)		
13	Alaharvennusvaihe,				44 (13,6)	36 (14,3)	30 (14,9)	23 (15,2)	18 (15,4)	8 (15,4)	2 (15,6)
15	sama kuin taul.				35 (14,4)	30 (15,6)	34 (16,4)	31 (16,8)	18 (17,2)	16 (17,6)	9 (17,8)
17	(s. 85)				19 (15,0)	33 (16,5)	32 (17,5)	32 (18,2)	30 (18,9)	22 (19,2)	18 (19,6)
19					4 (15,3)	14 (17,0)	16 (18,4)	23 (19,3)	21 (20,2)	17 (20,5)	17 (21,2)
21						3 (17,4)	7 (19,0)	5 (20,1)	13 (21,1)	14 (21,7)	18 (22,6)
23							1 (19,4)	4 (20,6)	5 (21,9)	9 (22,5)	11 (23,5)
25									3 (22,1)	6 (23,0)	4 (24,1)
27											2 (24,8)
	22	27	33	39	46	53	60	67	74	81	88
	Voimakkaampi harsinta										
1											
3											
5					6 (6,2)						
7					30 (8,6)	14 (8,8)					
9					43 (10,5)	20 (10,8)	13 (11,0)	3 (11,2)			
11	Alaharvennusvaihe,				50 (12,3)	30 (12,7)	20 (13,1)	16 (13,5)	6 (13,6)		
13	sama kuin taul.				39 (13,6)	30 (14,3)	20 (14,9)	20 (15,2)	9 (15,4)	9 (15,4)	2 (15,6)
15	(s. 85)				25 (14,4)	21 (15,6)	23 (16,4)	26 (16,8)	16 (17,2)	14 (17,6)	10 (17,8)
17					28 (15,0)	37 (16,5)	36 (17,5)	34 (18,2)	25 (18,9)	17 (19,2)	18 (19,6)
19					9 (15,3)	19 (17,0)	25 (18,4)	22 (19,3)	27 (20,2)	27 (20,5)	16 (21,2)
21						5 (17,4)	7 (19,0)	9 (20,1)	17 (21,1)	16 (21,7)	23 (22,6)
23							2 (19,4)	3 (20,6)	5 (21,9)	8 (22,5)	9 (23,5)
25									2 (22,1)	2 (23,0)	3 (24,1)
27											1 (24,8)

Taulukko 11. Harsintaharvennusten poistuman läpimitta- ja pituusjakautumat V u o k i l a n laskelmien perusteella (vrt. taul. 7, s. 85).

Kasvupaikkaluokka III (VT), voimakas käsittelyaste.

Rinnankorkeusläpimitta, kuoren alta, cm	Harvennuksen ajankohta, ikävuosi								
	23	28	34	41	49	57	65	73	81
	Poistettava runkoluku, kpl (Pituus, m)								
	Lievempi harsinta								
1									
3									
5									
7					7 (8,5)	1 (8,8)			
9					23 (10,5)	11 (10,7)	3 (10,8)		
11	Alaharvennusvaihe,				35 (12,2)	20 (12,8)	12 (13,0)	4 (13,2)	
13	sama kuin taul.				53 (13,7)	26 (14,6)	18 (15,0)	9 (15,2)	6 (15,3)
15	(s. 85)				40 (14,8)	34 (16,0)	21 (16,6)	16 (17,0)	8 (17,3)
17					37 (15,7)	40 (17,2)	30 (17,9)	20 (18,5)	18 (19,2)
19					7 (16,4)	22 (18,0)	24 (18,9)	25 (19,7)	16 (20,5)
21					4 (16,6)	6 (18,6)	13 (19,6)	17 (20,7)	17 (21,6)
23						2 (18,9)	7 (20,3)	7 (21,5)	8 (22,5)
25							1 (20,9)	4 (22,2)	5 (23,3)
27								1 (22,8)	4 (23,9)
	23	28	34	41	49	57	65	73	81
	Voimakkaampi harsinta								
1									
3									
5									
7					7 (8,5)	1 (8,8)			
9	Alaharvennusvaihe,				13 (10,5)	10 (10,7)	3 (10,8)		
11	sama kuin taul.				29 (12,2)	13 (12,8)	10 (13,0)	4 (13,2)	
13	(s. 85)				42 (13,7)	20 (14,6)	9 (15,0)	9 (15,2)	6 (15,3)
15					30 (14,8)	27 (16,0)	21 (16,6)	10 (17,0)	8 (17,3)
17					47 (15,7)	40 (17,2)	30 (17,9)	18 (18,5)	12 (19,2)
19					15 (16,4)	26 (18,0)	27 (18,9)	25 (19,7)	16 (20,5)
21					4 (16,6)	9 (18,6)	14 (19,6)	23 (20,7)	18 (21,6)
23						3 (18,9)	6 (20,3)	6 (21,5)	9 (22,5)
25							2 (20,9)	4 (22,2)	9 (23,3)
27								1 (22,8)	3 (23,9)

radikaalin harvennuksen. Radikaalin ohjelman soveltaminen ei näin ollen merkitse koneisiin kohdistuvien vaatimusten lisääntymistä vaan pikemminkin niiden vähenemistä usein toistuviin harvennusohjelmiin verrattuna.

424. K ä y t ä v ä h a r v e n n u s

Jos käytäväharvennus suoritetaan vain kerran, puuston ollessa vielä nuorta, on siinä poistettava puusto pienikokoista, eikä koneiden mitoituksessa juuri tarvitse tätä vaihetta ottaa huomioon. Mikäli käytäväharvennus omaksutaan yksinomaiseksi kasvatusmenetelmäksi, muodostuu se pakostakin radikaalien harvennusten kaltaiseksi siinä mielessä, että tällaisia harvennuksia voidaan suorittaa vain harvoja, ehkä 2-4, kiertoajan kuluessa. Viimeinen käytäväharvennus tulee siis suoritettavaksi ehkä n. 20 v ennen kiertoajan päättymistä. Vaikka tällöin joudutaan poistamaan kaikkein järeimpiäkin puita, nämäkään tuskin ovat sen suurempia kuin ne puut, joita ala- ja harsintaharvennuksissa poistetaan 10 vuotta myöhemmin. Näin siis käytäväharvennus tai jokin muu puunkorjuuteknillinen harvennusmenetelmä ei vaadi koneilta ainakaan suurempaa suorituskykyä kuin tavanomaiset ala- tai harsintaharvennukset.

43. Liikkumistila metsiköissä

Edellä on eri yhteyksissä tullut esille koneiden liikkumisvaikeus kasvatusvaiheen tiheissä metsiköissä. Ongelman ratkaisuna on tuotu esille kulkutieverkoston avaaminen ensimmäisen koneellistetun harvennuksen yhteydessä.

Viljelymetsiköissä tällaiset kulkutiet lienee aina pakko muodostaa riviharvennuksen avulla, jolloin teiden sijoitus määräytyy rivien perusteella. On kuitenkin todennäköistä, että luontaisesti syntyneissä metsiköissä tieverkosto voidaan saada aikaan merkittävästi pienemmin kasvutappioriskein kuin viljelymetsiköissä. Luontaisesti syntyneet metsiköt ovat yleisesti aukkoisia. Näiden aukkojen hyväksikäyttö tieverkoston suunnittelussa saattaa vähentää merkittävästi tiealueelta poistettavien puiden määrää ja sitä kautta uuden käyttämättömän alan muodostumista. Tämän periaatteen noudattaminen merkitsee tosin tieverkoston säännöllisyydestä luopumista, mikä lienee katsottava vain eduksi. Säännöllisin välimatkoin, viivasuorasti

ja samansuuntaisesti sijoitetut tiet ovat tuskin maisemalle kaunistus. Puuston ja maaston mukaan vapaasti luikertelevat tiet ovat varmastikin maisemanhoidollisesti parempi ratkaisu.

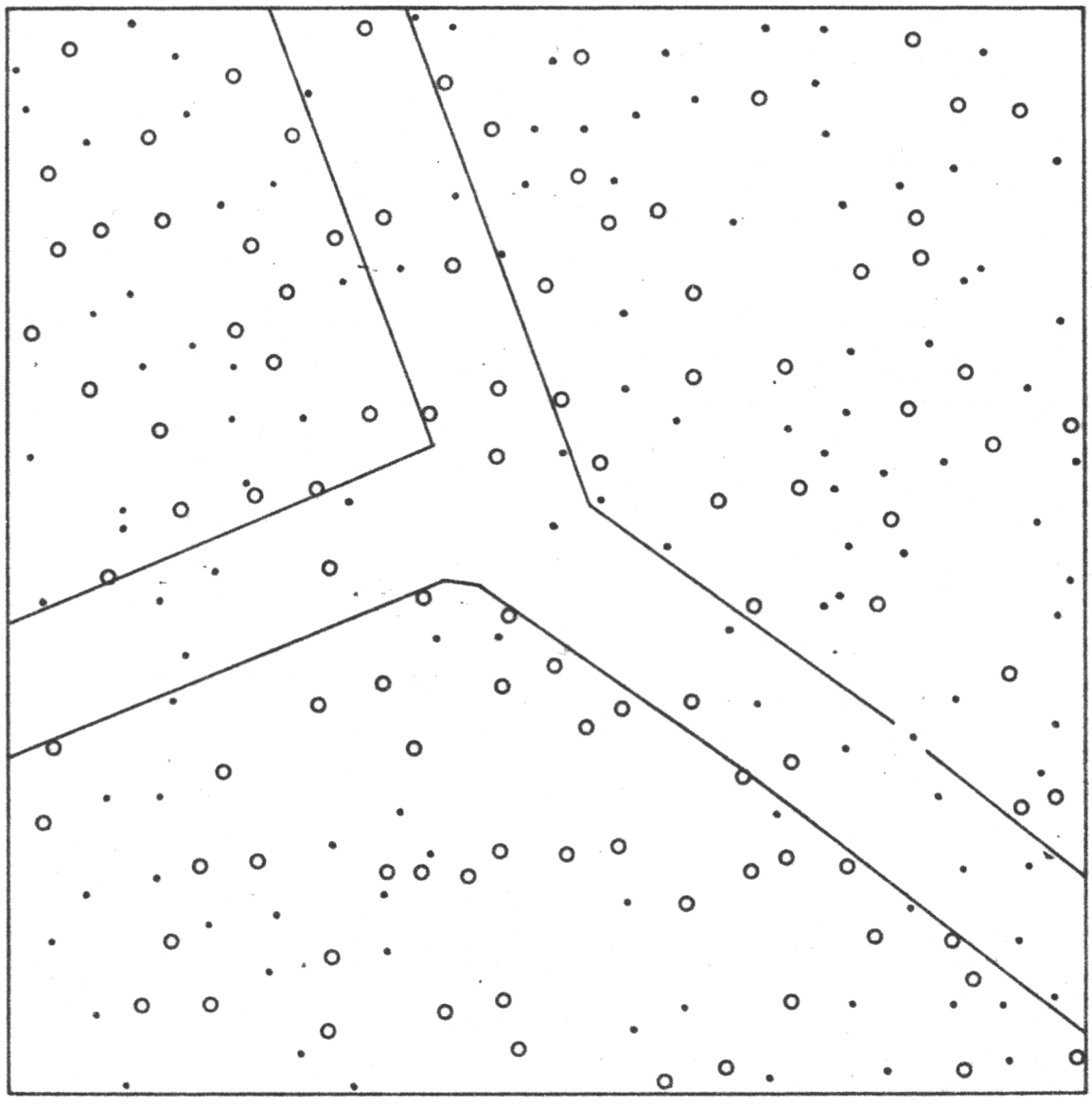
Varsinaisia tutkimuksia kysymyksessä olevan ongelman selvittämiseksi ei tiettävästi ole. Seuraavassa on tarkoitus havainnollistaa menettelyyn liittyviä mahdollisuuksia kolmen metsikköesimerkin avulla. Kaikki kolme metsikköä ovat kasvu- ja tuotostaulukkotasoa, joten ne soveltuvat juuri nyt käsiteltäviksi. Jokainen näistä metsiköistä on maan metsät kokonaisuutena huomioon ottaen puustonsa puolesta poikkeuksellisen tasaista, josta syystä tieverkoston suunnitteleminen niihin aukkoja noudatellen on vaikeampaa kuin yleensä.

Kuvissa 28-30 on esitetty metsiköiden puukartat ja puiden koot kolmea rinnankorkeusläpimittaluokkaa käyttäen. Puukarttaan on hahmoteltu 3.5 m leveitä kulkuteitä niin, että ne kulkevat metsikössä poistettavien puiden kannalta mahdollisimman "ekonomisesti". Nämä tiesuunnitelmat ovat siinä mielessä täysin teoreettisia, ettei niissä ole voitu ottaa huomioon metsäalueen kokonaistietarvetta ja teiden muista kulkuyhteyksistä riippuvaa suuntautumispakkoa. Toisaalta puukarttoihin hahmotellut tielinjat eivät suinkaan ole ainoita mahdollisuuksia vaan toisia, ehkä näitä parempiakin, voidaan metsikköihin sijoittaa sen mukaan kuin muu tieverkosto sitä vaatii.

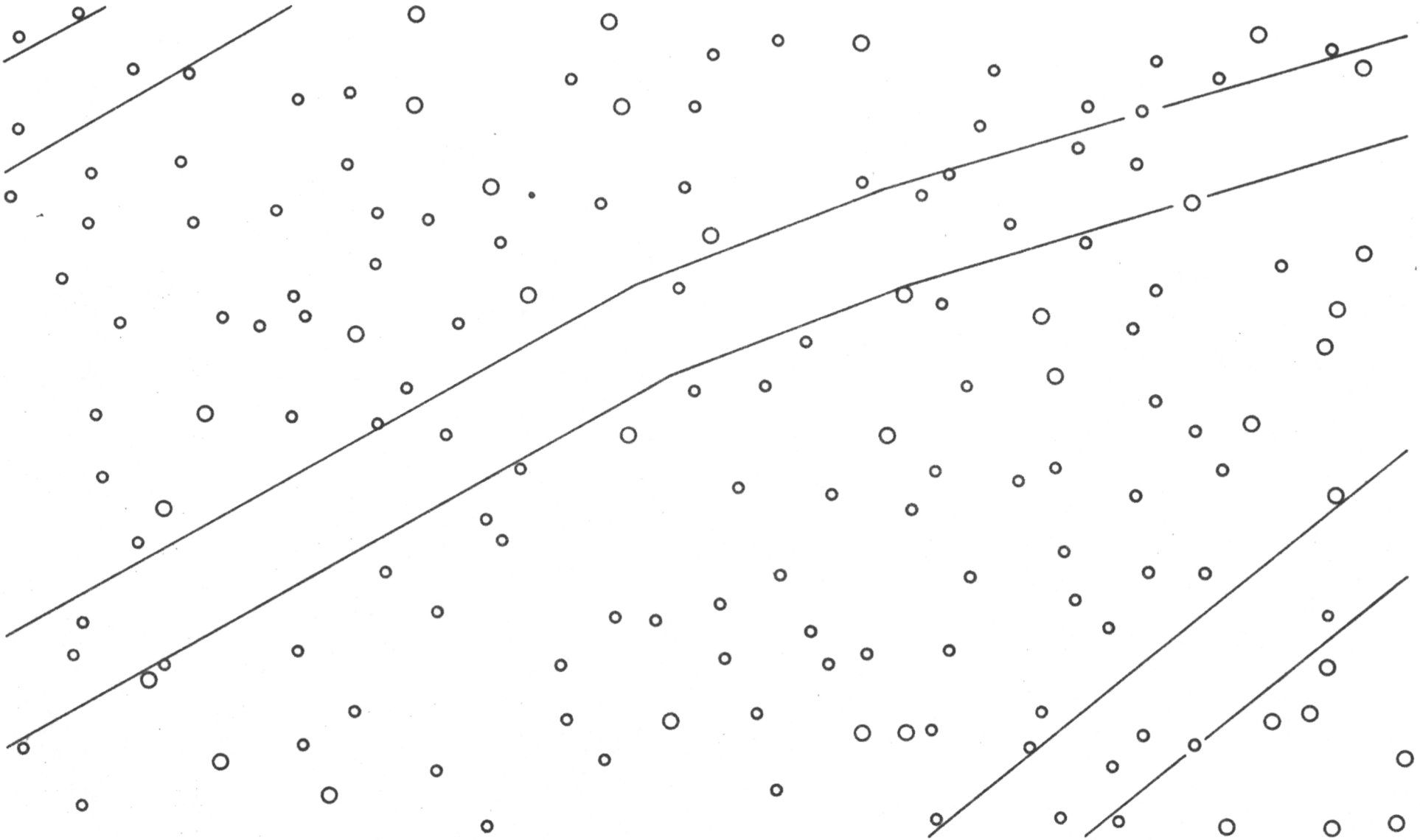
Kuvan 28 metsikkö on tiheikkövaiheessa ja tämänkin huomioon ottaen erittäin tiheä. Runkoluku on n. 2500 kpl/ha, vaikka valtapituus on niinkin suuri kuin 12 m. Suunnitellun, n. 50 m pitkän tien kohdalta joudutaan puukartan mukaan poistamaan 26 puuta, joista valtaosa on metsikön pienimpiä puita. Tie ei ilmeisestikään tule vähentämään samassa määrin puuston kasvua ja tuotosta kuin sen pinta-ala edellyttäisi, jos koneiden käytöstä ei aiheudu välittömiä tai välillisiä vaurioita.

Kuvan 29 metsikkö on edellistä varttuneempi, sillä sen valtapituus on n. 17 m ja runkoluku n. 1000 kpl/ha. Suunnitellun tien pituus on yhteensä n. 85 m ja sen kohdalta on pakko poistaa 16 puuta, niistäkin pääosa metsikön pienimpiä. Kuvan 30 havainnollistama metsikkö on likimain samassa kehitysvaiheessa kuin kuvan 29 metsikkö. Runkoluku on molemmissa sama, mutta valtapituus on kuvan 30 metsikössä 18 m. Suunnitellun, n. 45 m pitkän tien kohdalta on pakko poistaa 7 puuta, joista vain yksi on kookas.

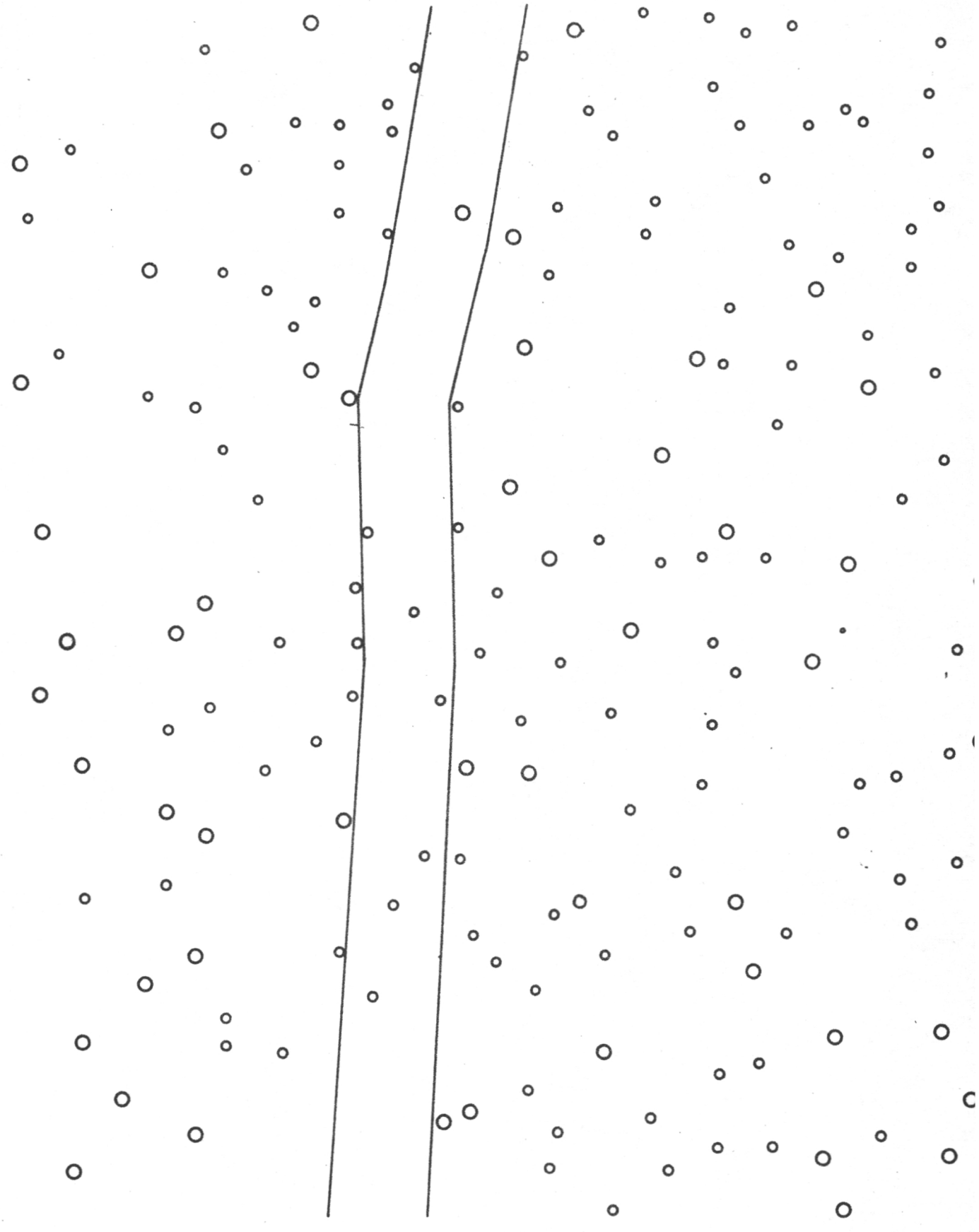
Kuvien esittelemät metsiköt ovat, kuten on jo todettu, maan metsiä kokonaisuutena ajatellen runsaspuustoisia ja vähäaukkoisia.



Kuva 28. Puukartta ja teoreettinen tieratkaisu. Metsikön valtapituus 12 m ja runkoluku 2500 kpl/ha. Mittakaava 1:200. Merkintöjen selitys kuten kuvassa 29.



Kuva 29. Puukartta ja teoreettinen tieratkaisu. Metsikön valtapituus 17 m ja runkoluku 1000 kpl/ha. Mittakaava 1:200. Pisteet tarkoittavat piirroksessa rinnankorkeusläpimitaltaan alle 10 cm:n, pienet ympyrät 10-20 cm:n ja suuret ympyrät yli 20 cm:n puita.



Kuva 30. Puukartta ja teoreettinen tieratkaisu. Metsikön valtapituus 18 m ja runkoluku 1000 kpl/ha. Mittakaava 1:200. Merkintöjen selitys kuten kuvassa 29.

Kun niihinkin voidaan kuitenkin suunnitella tieverkosto tuottavan pääoman verraten vähäisin supistuksin, on todennäköistä, että tavanomaisissa talousmetsissä mahdollisuudet ovat paljon paremmat. Onkin aiheellista korostaa koneiden kulkutieverkoston huolellisen ja yksityiskohtaisen suunnittelun tarpeellisuutta. Tieverkosto olisi suunniteltava jo etukäteen maastossa, jolloin voidaan kaikessa rauhassa löytää sekä puunkorjuun että puuntuotannon kannalta edullisin kompromissi. Tiesuunnittelijan tulisi katsoa ei vain maastoa ja sen kulkuvaikeutta vaan myös puustoa ja sen rakennetta edulliseen kompromissiin pääsemiseksi.

5. HARVENNUSMETSIKÖT VALTAKUNNAN METSIEN INVENTOINTIEN MUKAAN

Koneellistamista joudutaan toteuttamaan pääosaltaan toisenlaisissa olosuhteissa kuin mitä kasvu- ja tuotostaulukot edellyttävät. Tästä syystä on ollut välttämätöntä pyrkiä analysoimaan tähänastista yksityiskohtaisemmin, minkälaisia taloustoiminnan piirissä olevat harvennusmetsiköt todellisuudessa ovat. Tietoja on saatu valtakunnan metsien inventointien aineistoista.

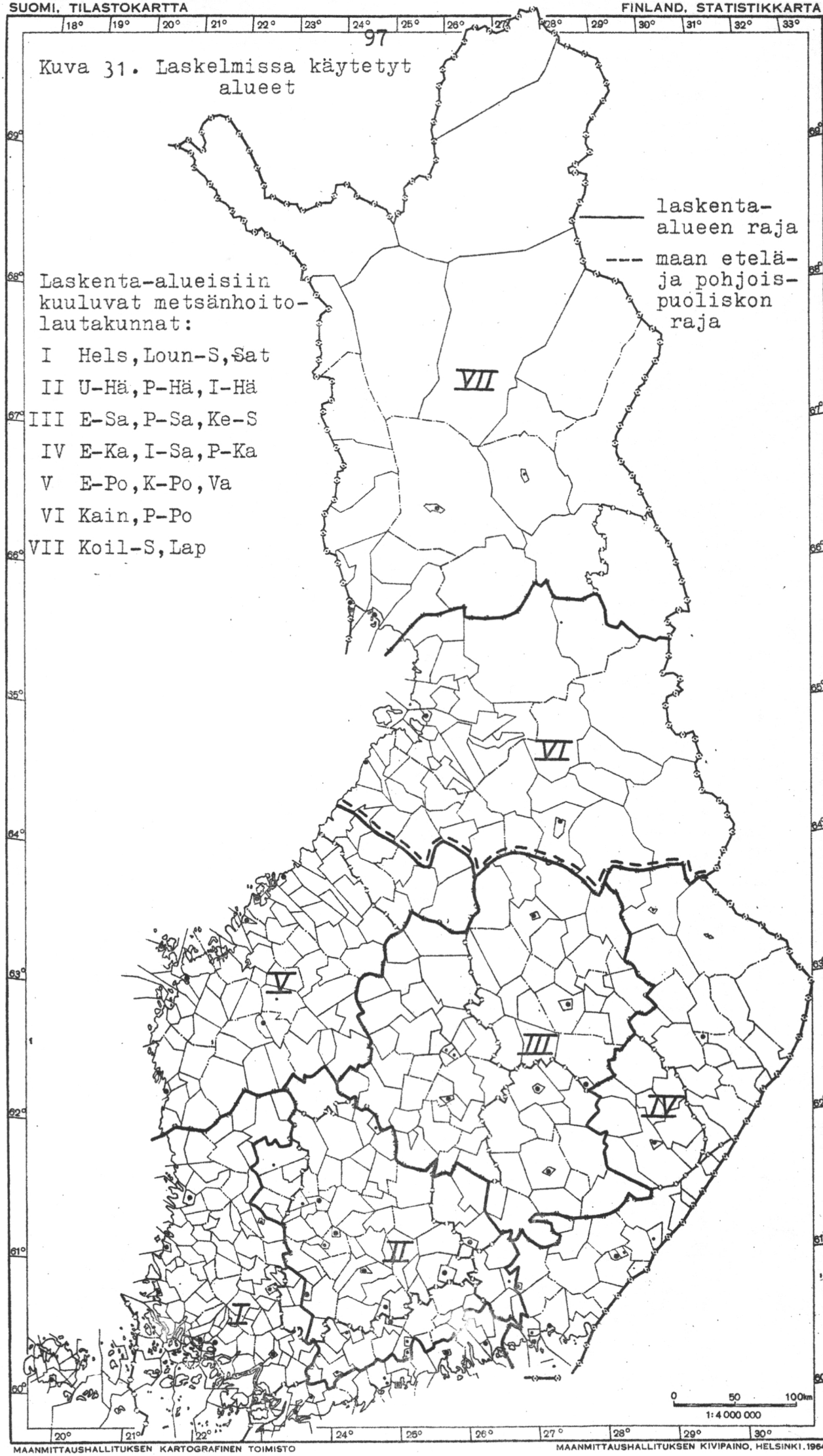
51. Laskelmien perusteet

Maan p o h j o i s p u o l i s k o s t a on käytetty valtakunnan metsien III inventoinnin aineistoa, joka on kerätty tässä osassa maata lähinnä v. 1953. Esitettävät tiedot eivät siis ole aivan ajan tasalla. Erityisesti lienee muutosta mainittujen vuosien jälkeen tapahtunut nuorien harvennusmetsiköiden pinta-alassa. Sitä vastoin on tuskin luultavaa, että esim. puuston kuutiotasossa olisi tapahtunut suuntaan tai toiseen olennainen muutos III inventoinnista kuluneena aikana. Ikääntymisestään huolimatta kyseinen aineisto tarjonnee siten yhä käyttökelpoista tietoutta nykyhetkelle.

Maan e t e l ä p u o l i s k o s t a on ollut käytettävissä tuoreita tietoja juuri loppuun saatetun valtakunnan metsien V inventoinnin perusteella. Aineiston keruu on tapahtunut v. 1964-68.

Tulokset esitetään, paitsi koko maalle ja sen eteläiselle ja pohjoiselle puoliskolle, yleensä myös eräille piirimetsälautakuntaryhmille. Laskelmissa käytetyt ryhmät, jotka on esitetty kuvassa 31, on pyritty muodostamaan sellaisiksi, että ne käsittäisivät nyt kysymyksessä olevassa mielessä mahdollisimman samankaltaisia alueita.

Kuva 31. Laskelmissa käytetyt alueet



MAANMITTAUSHALLITUKSEN KARTOGRAFINEN TOIMISTO MAANMITTAUSHALLITUKSEN KIVIPAINO, HELSINKI, 1964

Eräiden laskelmien tulokset esitetään kuitenkin vain maan etelä- ja pohjoispuoliskolle erikseen. Syynä on tällöin aineiston vähäisyys suppeampien alueiden vastaavien tulosten laskentaan. Laskelmat olisi tietenkin voitu suorittaa, mutta niiden tulokset eivät olisi olleet luotettavia eivätkä olisi ilmentäneet alueiden välisiä todellisia eroja.

Käsite "harvennusmetsikkö" on nyt kysymyksessä olevassa tarkastelussa tavallista laajempi, sillä siihen sisältyvät maan eteläpuoliskossa valtakunnan metsien V inventoinnin harvennusmetsiköt ja väljennysmetsiköt. Maan pohjoisosaa koskevissa laskelmissa on mukaan otettu III inventoinnin luokituksen mukaiset kehittämiskelpoiset harvennus- ja väljennysmetsiköt. Tarkastelussa on siis mukana kasvatusvaihe taimistovaihetta lukuun ottamatta. Täyttä varmuutta ei ole siitä, tarkoittavatko III ja V inventoinnin vastaavat kehitysluokat täsmälleen samaa. Nyt kysymyksessä olevaan tarkasteluun tämä epävarmuus ei vaikuttane haitallisesti.

Pohjois- ja eteläpuoliskon, ts. III ja V inventoinnin, aineistot eroavat monessa suhteessa toisistaan. Erot käyvät ilmi inventointien kenttätyöohjeista (53, 54). Tässä yhteydessä on aiheellista korostaa etenkin paria periaatteellisesti suurta eroa. III inventoinnin koealat olivat 10 aarin ympyräkoealoja, kun taas V inventoinnissa niiden tilalla olivat relaskooppikoealat (tähtäyssuhde 1:35). Tästä aiheutuu tiettyjä vertailuvaikeuksia, jotka tulevat esille etenkin puuston kuutiomäärän vaihtelun tarkastelussa. Myös systemaattisen näytteen valinta oli näissä kahdessa inventoinnissa paljonkin erilainen. Viimeksi mainitusta seikasta ei kuitenkaan koitune vertailuvaikeuksia.

52. Pinta-ala

Harvennusmetsiköiden (itse asiassa harvennus- ja väljennysmetsiköiden) pinta-alat eri osissa maata, sen etelä- ja pohjoispuoliskossa sekä koko maassa on esitetty taulukoissa 12-13. Kun eteläisen ja pohjoisen puoliskon tietojen aikaväliä on puolitoista vuosikymmentä, koko maata koskevaa yhdistelmää voidaan arvostella. Kokonaiskuvan saamiseksi on tällainen yhdistelmä kuitenkin puolustettavissa.

Tiedot on esitetty keskipituusluokittain. Tämä on suoranainen seuraus relaskooppiperiaatteen soveltamisesta V inventoinnissa. Keskipituudesta voidaan päästä valtapituuteen keskimäärin 2-3 metrin lisäyksellä.

Taulukko 12. Harvennusmetsiköiden pinta-alat vallitsevan puulajin mukaan keskipituusluokittain eri piirimetsälautakunta-ryhmissä (Etelä-Suomessa v 1964-68 ja Pohjois-Suomessa v 1951-53)

Vallitseva puulaji	Keskipituus, m									
	7	9	11	13	15	17	19	21	23	Yht.
	Pinta-ala, 1000 ha (%)									
					Alue I					
Mänty	28.6	70.2	68.9	63.7	61.1	40.4	19.5	11.6	0.0	364
	(7.9)	(19.3)	(18.9)	(17.5)	(16.8)	(11.1)	(5.3)	(3.2)	(0.0)	(100)
Kuusi	3.9	15.7	44.3	53.5	65.2	45.6	44.3	15.7	7.8	296
	(1.3)	(5.3)	(15.0)	(18.1)	(22.0)	(15.4)	(15.0)	(5.3)	(2.6)	(100)
Kaikki	32.5	88.0	117.8	123.0	131.8	86.6	67.2	27.3	7.8	682
	(4.8)	(12.9)	(17.3)	(18.0)	(19.3)	(12.7)	(9.9)	(4.0)	(1.1)	(100)
					Alue II					
Mänty	23.5	28.5	53.2	40.9	37.3	29.7	37.1	17.3	2.5	270
	(8.7)	(10.6)	(19.7)	(15.1)	(13.8)	(11.0)	(13.8)	(6.4)	(0.9)	(100)
Kuusi	15.8	34.1	48.8	73.1	84.2	88.9	68.2	36.5	13.4	463
	(3.4)	(7.4)	(10.5)	(15.8)	(18.2)	(19.2)	(14.7	(7.9)	(2.9)	(100)
Kaikki	40.0	64.1	107.1	117.2	128.1	123.3	107.7	55.6	16.9	760
	(5.3)	(8.4)	(14.1)	(15.4)	(16.9)	(16.2)	(14.2)	(7.3)	(2.2)	(100)
					Alue III					
Mänty	58.2	63.0	76.1	85.5	93.9	79.6	57.0	32.1	3.6	549
	(10.6)	(11.5)	(13.9)	(15.6)	(17.1)	(14.5)	(10.4)	(5.8)	(0.6)	(100)
Kuusi	41.2	81.3	136.9	157.5	141.7	139.4	71.5	15.7	4.8	790
	(5.2)	(10.3)	(17.3)	(19.9)	(18.0)	(17.7)	(9.0)	(2.0)	(0.6)	(100)
Kaikki	101.7	150.1	220.2	254.3	247.0	234.9	136.8	54.5	8.5	1408
	(7.2)	(10.7)	(15.6)	(18.1)	(17.5	(16.7)	(9.7)	(3.9)	(0.6)	(100)
					Alue IV					
Mänty	20.2	40.5	67.6	92.3	86.6	60.8	45.2	42.7	10.1	466
	(4.3)	(8.7)	(14.5)	(19.8)	(18.6)	(13.0)	(9.7)	(9.2)	(2.2)	(100)
Kuusi	15.9	26.8	62.2	103.7	95.1	59.8	39.0	11.0	2.5	416
	(3.9)	(6.4)	(14.9)	(24.9)	(22.9)	(14.4)	(9.4)	(2.6)	(0.6)	(100)
Kaikki	36.2	73.7	129.9	196.7	193.1	128.6	97.0	63.1	18.7	937
	(3.9)	(7.9)	(14.8)	(21.0)	(20.6)	(13.7)	(9.4)	(6.7)	(2.0)	(100)

Taulukko 12. (jatkuu)

Vallitseva puulaji	Keskipituus, m									
	5	7	9	11	13	15	17	19	21	Yht.
	Pinta-ala, 1000 ha (%)									
Alue V										
Mänty	-	84.1	90.9	125.0	87.5	52.3	23.9	10.2	1.1	475
	-	(17.7)	(19.1)	(26.3	(18.4)	(11.1)	(5.0)	(2.2)	(0.2)	(100)
Kuusi	-	7.4	35.9	68.1	84.3	66.9	23.5	7.4	2.5	296
		(2.5)	(12.1)	(23.0)	(28.5)	(22.6)	(8.0)	(2.5)	(0.8)	(100)
Kaikki	-	94.3	135.1	207.3	176.0	117.6	47.7	17.4	3.6	799
	-	(11.8)	(16.9)	(25.9)	(22.0)	(14.7)	(6.0)	(2.2)	(0.5)	(100)
Alue VI										
Mänty	66.8	110.4	84.3	122.0	119.1	101.7	39.2	10.2	7.3	661
	(10.1)	(16.7)	(12.8)	(18.5)	(18.0)	(15.4)	(5.9)	(1.5)	(1.1)	(100)
Kuusi	7.3	32.0	62.5	68.3	71.2	32.0	10.2	1.5	0.0	285
	(2.6)	(11.2)	(21.9)	(24.0)	(25.0)	(11.2)	(3.6)	(0.5)	(0.0)	(100)
Kaikki	92.9	187.4	167.0	220.7	199.0	140.9	55.2	11.6	7.3	1082
	(8.6)	(17.3)	(15.4)	(20.4)	(18.4)	(13.0)	(5.1)	(1.1)	(0.7)	(100)
Alue VII										
Mänty	35.7	122.4	213.8	251.7	236.2	126.9	46.7	6.6	-	1040
	(3.5)	(11.7)	(20.6)	(24.2)	(22.7)	(12.2)	(4.5)	(0.6)	-	(100)
Kuusi	17.8	55.7	69.0	106.9	71.3	13.4	8.9	0.0	-	343
	(5.2)	(16.2)	(20.1)	(31.2)	(20.8)	(3.9)	(2.6)	(0.0)	-	(100)
Kaikki	82.5	227.3	340.9	403.2	327.6	158.1	55.8	6.6	-	1602
	(5.1)	(14.2)	(21.3)	(25.2)	(20.4)	(9.9)	(3.5)	(0.4)	-	(100)

Taulukko 13. Harvennusmetsiköiden pinta-alat vallitsevan puulajin mukaan keskipituusluokittain Etelä- ja Pohjois-Suomessa sekä koko maassa.

Vallitseva puulaji	Keskipituus, m										
	≤ 5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	Yht.
	Pinta-ala, 1000 ha (%)										
Etelä-Suomi (v 1964-68)											
Mänty	-	214.6	293.1	390.8	369.9	331.2	234.4	169.0	104.8	16.2	2124
	-	(10.1)	(13.8)	(18.4)	(17.4)	(15.6)	(11.0)	(8.0)	(4.9)	(0.8)	(100)
Kuusi	-	84.2	193.8	360.3	472.1	453.1	357.2	230.4	81.4	28.5	2261
	-	(3.7)	(8.6)	(15.9)	(20.9)	(20.0)	(15.8)	(10.2)	(3.6)	(1.3)	(100)
Lehtipuut	-	5.9	24.1	31.2	25.2	33.3	29.5	26.7	17.9	7.2	201
	-	(2.9)	(12.0)	(15.5)	(12.5)	(16.6)	(14.7)	(13.3)	(8.9)	(3.6)	(100)
Kaikki	-	304.7	511.0	782.3	867.2	817.6	621.1	426.1	204.1	51.9	4586
	-	(6.6)	(11.1)	(17.1)	(18.9)	(17.8)	(13.6)	(9.3)	(4.5)	(1.1)	(100)
Pohjois-Suomi (v 1951-53)											
Mänty	102.5	232.8	298.1	373.7	355.3	228.6	85.9	16.8	7.3	-	1701
	(6.0)	(13.7)	(17.5)	(22.0)	(20.9)	(13.4)	(5.1)	(1.0)	(0.4)	-	(100)
Kuusi	25.1	87.7	131.5	175.2	142.5	45.4	19.1	1.5	0.0	-	628
	(4.0)	(14.0)	(21.0)	(27.9)	(22.7)	(7.2)	(3.0)	(0.2)	(0.0)	-	(100)
Lehtipuut	47.8	94.2	78.3	75.0	28.8	25.0	5.9	0.0	0.0	-	355
	(13.5)	(26.5)	(22.1)	(21.1)	(8.1)	(7.0)	(1.7)	(0.0)	(0.0)	-	(100)
Kaikki	175.4	414.7	507.9	623.9	526.6	299.0	110.9	18.3	7.3	-	2684
	(6.5)	(15.5)	(18.9)	(23.3)	(19.6)	(11.1)	(4.1)	(0.7)	(0.3)	-	(100)
Koko maa											
Mänty	102.5	447.4	591.2	764.5	725.2	559.8	320.3	185.8	112.1	16.2	3825
	(2.7)	(11.7)	(15.4)	(20.0)	(19.0)	(14.6)	(8.4)	(4.9)	(2.9)	(0.4)	(100)
Kuusi	25.1	171.9	325.3	535.5	614.6	498.5	376.3	231.9	81.4	28.5	2889
	(0.9)	(5.9)	(11.3)	(18.5)	(21.3)	(17.3)	(13.0)	(8.0)	(2.8)	(1.0)	(100)
Lehtipuut	47.8	100.1	102.4	106.2	54.0	51.3	35.4	26.7	17.9	7.2	556
	(8.6)	(18.0)	(18.4)	(19.1)	(9.7)	(10.5)	(6.4)	(4.8)	(3.2)	(1.3)	(100)
Kaikki	175.4	719.4	1018.9	1406.2	1393.8	1116.6	732.0	444.4	211.4	51.9	7270
	(2.4)	(9.9)	(14.0)	(19.3)	(19.2)	(15.4)	(10.1)	(6.1)	(2.9)	(0.7)	(100)

Harvennusmetsiköitä käsitteen laajassa merkityksessä on Etelä-Suomessa V inventoinnin mukaan n. 4.6 milj. ha. Pohjois-Suomessa näitä metsiköitä oli III inventoinnin vuosina 1951-53 2.7 milj. ha. Koko maassa harvennusmetsiköitä on nämä luvut yhdistäen arviolta 7.3 milj. ha.

Harvennusmetsiköiden osuus metsämaan pinta-alasta on maan eri osissa seuraavan asetelman mukainen.

Alue	Osuus, %	Alue	Osuus, %
I	47	VI	42
II	40	VII	33
III	43		
IV	39		
V	42		
Etelä-Suomi	42	Pohjois-Suomi	36

Piirimetsälautakuntaryhmien osuus harvennusmetsiköiden kokonais-pinta-alasta on seuraava.

Alue	Osuus, %	Alue	Osuus, %
I	15	VI	40
II	17	VII	60
III	31		
IV	20		
V	17		
Etelä-Suomi	100	Pohjois-Suomi	100

Asetelmien prosentit perustuvat ko. inventointien metsämaan pinta-aloihin. Kun III ja V inventoinnin mukaiset pinta-alat ovat erisuuret, ei koko maata koskevaa yhdistelyä ole suoritettu.

Harvennusmetsiköiden suhteellinen osuus metsämaasta on maan eri osissa verraten samankaltainen ja vaihtelee rajoissa 33-47 %, yhden alueen pois jättäen vain rajoissa 39-47 %. Onko määrää pidettävä kestävyyden kannalta suurena vai pienenä ei kuulu tämän raportin aihepiiriin.

Harvennushakkuiden koneellistamisen kannalta on kiintoisaa todeta, että nykyiset suomalaiset harvennusmetsiköt - vaikka käsitettä laajennetaan väljennysmetsiköillä - kasvavat varsin "lyhyttä"

puustoa. Niinpä vain 5.6 % Etelä-Suomen harvennusmetsiköistä on sellaisia, joiden puuston keskipituus on yli 20 m. Pohjois-Suomessa tämän keskipituusrajan ylittää 0.3 % metsiköistä.

Varsinainen harvennusmetsiköiden kasautuma on keskipituusluokissa 11-15 m. Tosin myös keskipituusluokkien 17-19 metsiköitä on runsaasti. Kun ajatellaan harvennushakkuiden koneellistamista, on siis pantava negatiivisena piirteenä merkille, että valtaosa työkohteista edustaa kehitysvaihetta, jossa koneiden työskentely on vaikeaa ja koneellistamisen kannattavuuden saavuttaminen muutenkin kyseenalaista. Todella kiitollisia, varttuneita työkohteita on niukasti. Tämä on hakkuiden koneellistamista suunniteltaessa pakko ottaa lähiajan realiteettina huomioon.

Maan eteläpuoliskossa on nyt kysymyksessä olevassa kehitysvaiheessa olevia männiköitä ja kuusikoita likimain yhtä paljon ja niiden jakaantuminen keskipituusluokkiinkin hyvin samankaltainen. Maan pohjoispuoliskossa on harvennusmänniköitä odotetusti lähes kolminkertainen määrä kuusikkoihin verrattuna ja edellisten painopiste selvästi kookkaampien puustojen taholla kuin jälkimmäisten. Kaiken kaikkiaan on kuusikoita maan pohjoisosassa ehkä kuitenkin yllättävän paljon.

Lehtipuuvaltaisia metsiköitä, pääosalta koivikoita, on Etelä-Suomen harvennusmetsiköistä vain 4.4 %. Lehtipuulajien tulevaisuus on tämän numeron valossa varsin synkkä. Lehtipuuvaltaisista metsiköistä on toki 12.5 % sellaisia, joiden keskipituus on yli 20 m. Tämä on huomattavasti korkeampi prosenttiluku kuin männyllä ja kuusella ja lupaa keskimääräistä parempia hakkuumahdollisuuksia lähitulevaisuudessa. Toisaalta nuoria lehtipuumetsiköitä on maan eteläpuoliskossa erittäin vähän, eikä missään keskipituusluokassa ole havaittavissa runsautta. Tässä yhteydessä on kuitenkin muistettava, että koivu esiintyy yleisesti sekapuuna, eikä tämä "piilevä" koivuvarasto tule nyt esitettävissä luvuissa esille.

Maan pohjoispuoliskon lehtipuumetsiköt ovat pääasiassa alle 12 m:n keskipituusluokissa. Tätä varttuneempia metsiköitä on vain 16.8 %. On sitä paitsi epätietoista, kuinka kehittämiskelpoisia Pohjois-Suomen pienikokoista puuta kasvavat lehtipuumetsiköt ovat. Pohjois-Suomen osalta koivun lähiajan hakkuumahdollisuudet näyttävät näiden pinta-alatietojen valossa minimaalisilta. Vielä enemmän kuin maan eteläisessä osassa on koivun lähitulevaisuus pohjoisessa sekapuukoivun varassa.

Harvennushakkuiden koneellistamista suunniteltaessa on syytä kiinnittää päähuomio havupuuvaltaisiin metsikköihin, koska niissä näyttää olevan harvennushakkuiden miltei koko tehtäväkenttä. Samaan päätelmään oikeuttaa se tosiasia, että rauduskoivun - puhumattakaan hieskoivusta - järeyskehitys on havupuita heikompi. Koivikko ei voi tästä syystä muodostua koneiden mitoituksessa ääritekijäksi.

53. Keskikuutiomäärä

Puuston määrää kuvataan seuraavassa aluksi keskikuutiomäärän avulla. Eri piirimetsälautakuntaryhmien harvennusmetsiköiden keskikuutiomäärät ja näiden keskivirheet keskipituusluokittain on esitetty taulukossa 14.

Taulukon 14 runsaan numeroaineiston yksityiskohtainen analysointi ei ole tässä paikallaan. Todettakoon vain, että Etelä-Suomen laskenta-alueiden keskikuutiomääräarvot näyttävät olevan keskenään varsin samankaltaisia, kun niitä verrataan keskipituusluokittain. Suurehkoja poikkeamia löytyy vain järeimmistä keskipituusluokista, joissa erojen syynä voi olla myös aineiston vähäisyys.

Pohjois-Suomen pohjoisimmassa laskenta-alueessa keskikuutiomäärät ovat yleensä pienempiä kuin eteläisemmässä, mikä seikka tässä osassa maata on ilmastollinen välttämättömyys. Kuitenkin ovat VII laskenta-alueen järeimpien keskipituusluokkien keskikuutiomäärät yhtä korkeita kuin VI alueessa.

Maan eteläisen ja pohjoisen puoliskon keskikuutiomäärät on esitetty taulukossa 15 ja graafisesti kuvassa 32. Kuvasta nähdään havainnollisesti eri puulajien väliset erot. Etelä-Suomen nuorissa kuusikoissa keskikuutiomäärä on selvästi korkein, mutta 17 m:n keskipituudesta alkaen ei kuusikoiden ja männiköiden keskikuutiomäärissä ole eroa. Kuusikoiden keskikuutiomäärän tulisi kuitenkin olla kautta linjan korkein siitä syystä, että kuusi kasvaa keskimäärin merkittävästi paremmilla kasvupaikoilla kuin mänty. Ehkä jossain määrin yllättävää on koivikoiden korkea keskikuutiomäärä kaikissa keskipituusluokissa. Lieneekö syynä se, että koivikoissa ei ole ollut kannattavaa suorittaa harvennushakkuita ja että ne tästä syystä ovat säilyneet varsin tiheinä.

Taulukko 14. Harvennusmetsiköiden keskikuutiomäärät kuorineen ja näiden suhteelliset keskivirheet vallitsevan puulajin mukaan ryhmiteltyinä keskipituusluokittain eri piirimetsälautakuntaryhmissä (Etelä-Suomessa v 1964-68, Pohjois-Suomessa v 1951-53).

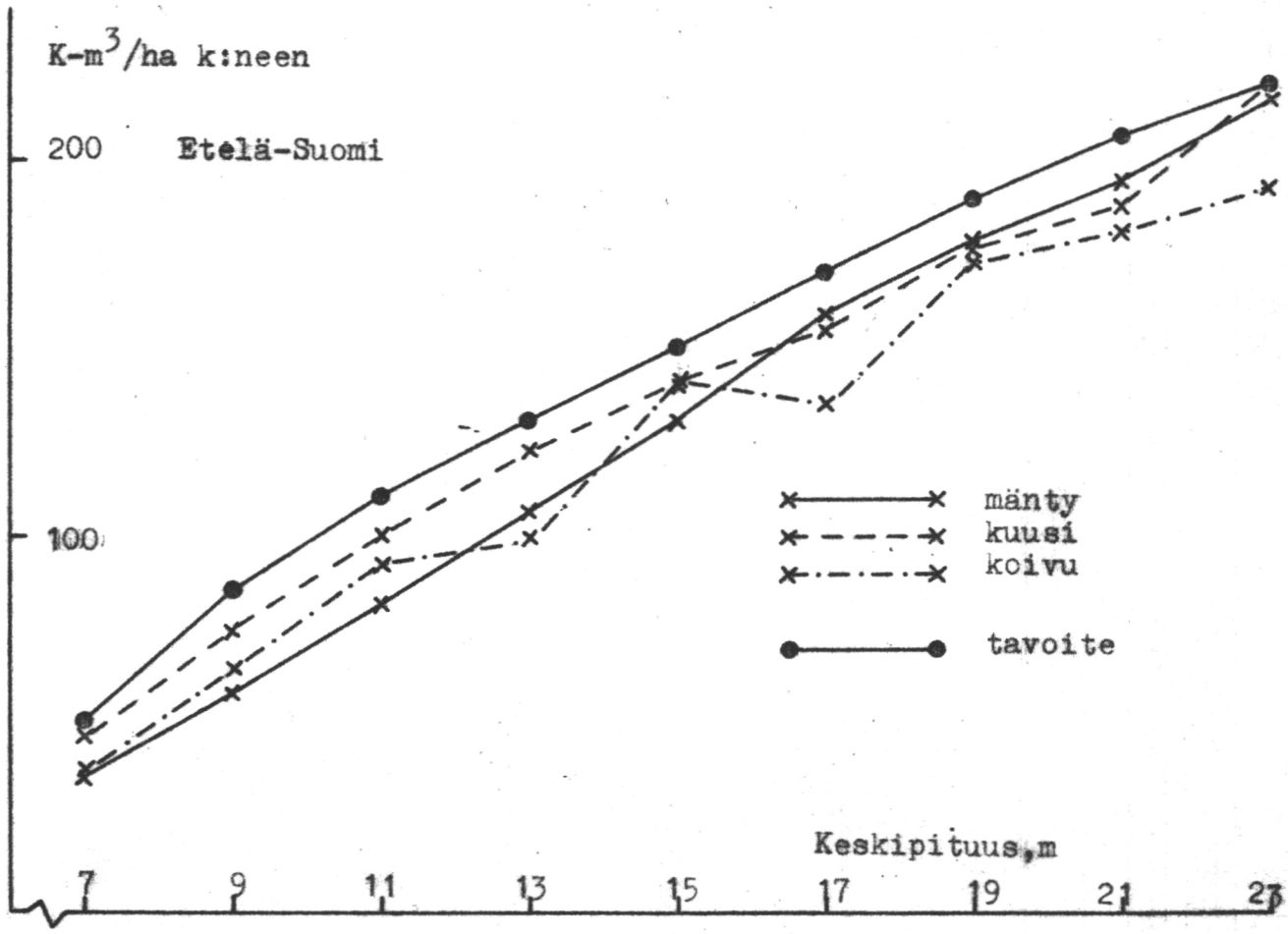
Vallitseva puulaji	Keskipituus, m									
	≤ 7	9	11	13	15	17	19	21	23	Yht.
	Kuutiomäärä, k-m³/ha (Keskivirhe, %)									
Alue I										
Mänty	44 (10.8)	65 (9.5)	84 (7.5)	103 (7.6	133 (6.7)	150 (8.0)	170 (7.6)	200 (13.2)	- -	104 (3.8)
Kuusi	30 (43.0)	78 (16.5)	103 (8.2)	118 (7.4)	139 (5.1)	154 (6.5)	189 (6.8)	205 (7.5)	273 (6.9)	142 (3.3)
Kaikki	35 (12.7)	67 (8.0)	91 (5.4)	109 (5.0)	136 (4.0)	151 (5.0)	182 (5.3)	203 (7.2)	273 (6.9)	121 (2.0)
Alue II										
Mänty	32 (15.5)	48 (13.6)	78 (7.3)	91 (8.6)	137 (6.7)	164 (7.7)	185 (6.4)	186 (11.1)	270 (3.7)	114 (4.3)
Kuusi	50 (12.6)	64 (9.7)	89 (5.9)	129 (5.4)	146 (4.3)	156 (4.3)	178 (4.9)	196 (6.3)	208 (12.5)	141 (2.5)
Kaikki	34 (12.0)	58 (7.8)	85 (4.5)	116 (4.6)	144 (3.5)	158 (3.6)	181 (3.7)	192 (5.2)	216 (9.8)	131 (1.6)
Alue III										
Mänty	32 (14.8)	54 (8.8)	72 (7.5)	97 (4.8)	122 (5.7)	155 (4.1)	188 (4.7)	184 (8.0)	202 (14.6)	110 (3.0)
Kuusi	42 (11.1)	80 (7.0)	103 (4.3)	122 (3.8)	135 (3.6)	159 (3.4)	173 (5.4)	163 (11.3)	131 (22.8)	124 (2.5)
Kaikki	36 (6.2)	69 (5.6)	91 (3.9)	111 (3.0)	130 (3.0)	157 (2.5)	179 (3.5)	177 (5.1)	161 (14.9)	118 (1.3)
Alue IV										
Mänty	35 (18.3)	68 (9.0)	87 (7.1)	110 (4.9)	136 (5.1)	162 (4.8)	160 (5.2)	202 (5.1)	209 (8.1)	127 (2.6)
Kuusi	59 (12.0)	71 (11.6)	94 (5.7)	117 (5.0)	141 (4.5)	143 (5.4)	165 (6.5)	161 (18.6)	290 (17.3)	124 (2.6)
Kaikki	45 (11.1)	68 (6.8)	91 (4.6)	113 (3.5)	139 (3.2)	151 (3.6)	165 (3.7)	193 (4.8)	207 (8.5)	127 (1.9)

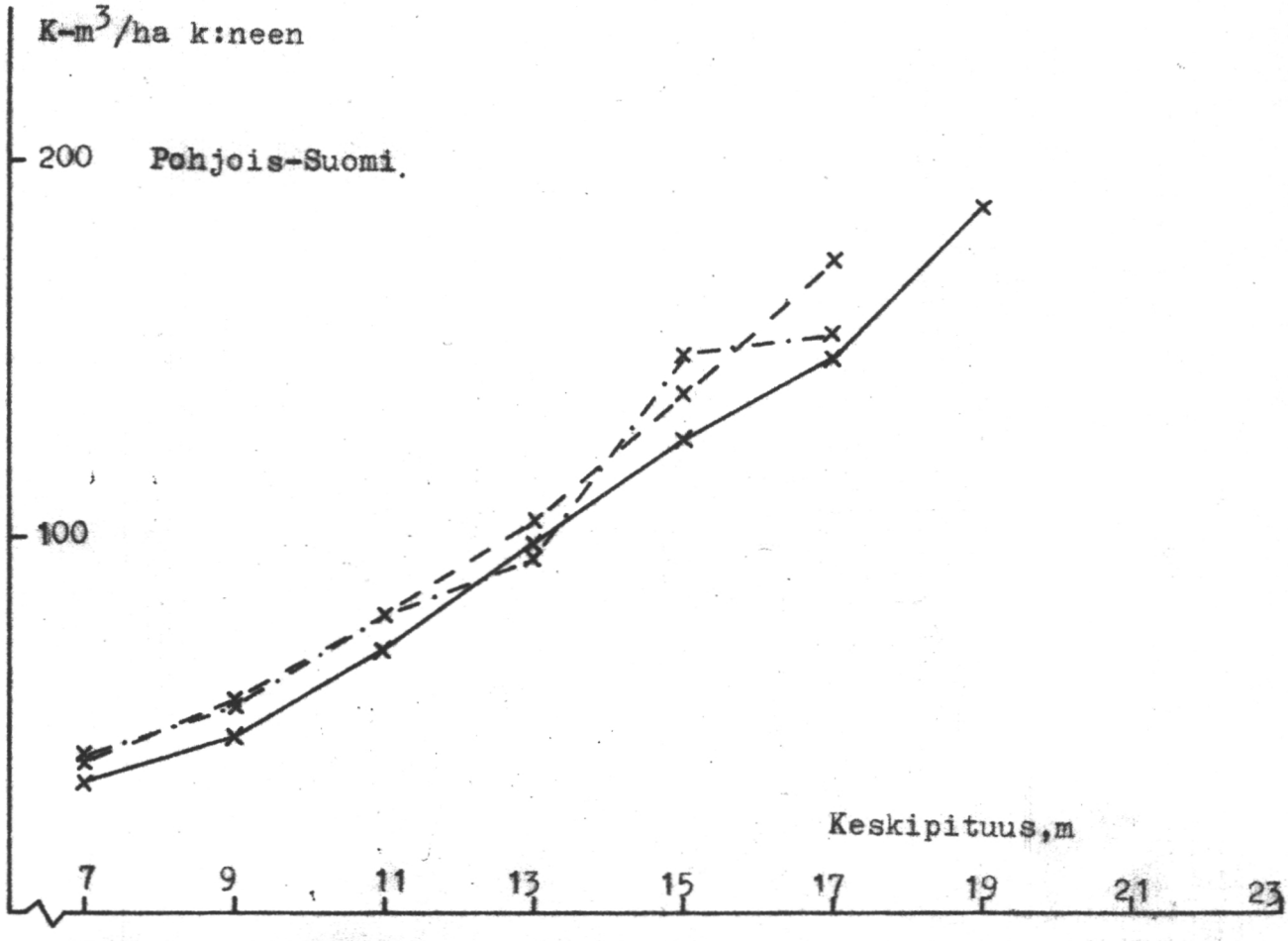
Taulukko 14 (jatkuu)

Vallitseva puulaji	Keskipituus, m									
	≤ 5	7	9	11	13	15	17	19	21	Yht.
	Kuutiomäärä, k-m³/ha, (Keskivirhe, %)									
					Alue V					
Mänty	-	39	52	82	114	127	176	211	-	87
	-	(6.7)	(6.6)	(4.6)	(5.1)	(5.1)	(9.1)	(6.6)	-	(3.3)
Kuusi	-	58	76	106	129	148	156	244	240	126
	-	(12.4)	(10.3)	(5.6)	(5.1)	(5.1)	(12.8)	(15.9)	(8.3)	(3.3)
Kaikki	-	40	59	91	121	138	163	224	240	101
	-	(6.0)	(5.5)	(3.6)	(3.5)	(3.7)	(7.9)	(7.7)	(4.8)	(1.8)
					Alue VI					
Mänty	23	38	53	81	112	135	144	186	261	85
	(7.0)	(5.8)	(5.8)	(5.5)	(3.5)	(3.4)	(5.2)	(2.0)	(14.0)	(3.0)
Kuusi	36	44	72	100	116	153	173	-	-	99
	(21.6)	(10.9)	(5.3)	(4.7)	(3.9)	(8.1)	(10.6)	-	-	(3.3)
Kaikki	23	39	64	87	114	139	150	185	261	86
	(6.4)	(4.3)	(3.9)	(3.0)	(2.5)	(2.8)	(4.3)	(1.8)	(14.0)	(1.3)
					Alue VII					
Mänty	12	29	42	62	88	115	152	185	-	69
	(13.1)	(8.0)	(4.9)	(3.9)	(3.7)	(5.2)	(7.3)	(1.9)	-	(3.1)
Kuusi	14	37	39	59	86	83	173	-	-	58
	(15.9)	(6.9)	(9.6)	(5.0)	(6.3)	(15.0)	(9.2)	-	-	(4.9)
Kaikki	17	34	43	62	87	117	155	185	-	66
	(10.8)	(5.3)	(3.8)	(2.9)	(3.1)	(4.6)	(6.1)	(18.9)	-	(1.6)

Taulukko 15. Harvennusmetsiköiden keskikuutiomäärät ja näiden suhteelliset keskivirheet vallitsevan puulajin mukaan ryhmiteltynä keskipituusluokittain maan etelä- ja pohjoispuoliskoissa.

Vallitseva puulaji	Keskipituus, m										
	≤ 5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	Yht.
	Kuutiomäärä, k-m³/ha (Keskivirhe %)										
Etelä-Suomi (v 1964-68)											
Mänty	-	36	57	81	105	130	159	179	194	216	108
	-	(4.3)	(4.1)	(2.9)	(2.6)	(2.6)	(2.6)	(2.7)	(3.6)	(6.4)	(1.5)
Kuusi	-	47	75	100	122	141	155	178	188	219	130
	-	(6.4)	(4.5)	(2.5)	(2.2)	(2.0)	(2.3)	(2.9)	(4.5)	(8.2)	(1.2)
Lehtipuut	-	37	64	93	99	141	135	175	181	193	126
	-	(52.9)	(9.6)	(8.0)	(9.6)	(5.8)	(7.7)	(6.4)	(7.6)	(16.6)	(3.7)
Kaikki	-	39	64	90	114	136	155	178	190	211	119
	-	(3.6)	(3.0)	(1.9)	(1.7)	(1.6)	(1.7)	(1.9)	(2.6)	(5.2)	(0.8)
Pohjois-Suomi (v 1951-53											
Mänty	20	34	46	70	98	126	147	186	261	-	77
	(6.7)	(4.8)	(3.8)	(2.7	(2.7)	(3.0)	(4.3)	(5.1)	(14.0)	-	(1.9)
Kuusi	22	40	58	79	104	138	173	-	-	-	81
	(6.5)	(6.6)	(5.7)	(4.4)	(3.7)	(6.0)	(7.2)	-	-	-	(3.1)
Lehtipuut	23	42	55	79	95	148	153	-	-	-	64
	(9.9)	(6.3)	(5.6)	(6.1)	(8.1)	(6.4)	(2.6)	-	-	-	(4.7)
Kaikki	21	37	51	74	100	130	152	185	261	-	76
	(5.5)	(3.4)	(2.9)	(2.3)	(2.1)	(2.5)	(3.5)	(4.6)	(14.0)	-	(1.1)





Kuva 32. Keskikuutiomäärät keskipituusluokittain (Etelä-Suomen osalta verrattuna VT:n männikön tavoitteisiin).

Etelä-Suomen osalta on kuvaan 32 piirretty myös kuutiomääräkäyrä, joka vastaa niitä puolukkatyypin männikön ohjepohjapinta-aloja, jotka on esitetty kuvassa 3 (s. 13) ja joita Keskusmetsälautakunta Tapion taholla ja yleisestikin pidetään tavoitearvoina harvennuksen jälkeen. Kuusikoille tavoite on yli 15 m:n keskipituusluokissa tätä korkeampi.

Kuvan mukaan eteläsuomalaisten harvennusmetsiköiden keskikuutiomäärä on kaikilla puulajeilla huomattavasti alle sen tason, jota on ainakin tähän asti pidetty täystuottoisuuden alarajana. Kun näin on keskimäärin, täytyy pääosan harvennusmetsiköistä olla sellaisia, joita on totuttu kutsumaan vajaatuottoisiksi tai ainakin vajaapuustoisiksi. Vajaapuustoisuus on suurin varttuneissa kuusikoissa ja nuorenpuoleisissa männiköissä. Koivun heikko menekki lienee pitänyt koivikot nyt kysymyksessä olevassa mielessä sittenkin lähimpänä omaa , toistaiseksi tosin määrittelemätöntä tavoitettaan.

Havaittuun vajaapuustoisuuteen voi olla kaksi selitystä: joko tavoitteet ovat liian korkeat tai hakkuut ovat olleet liian voimakkaita ja liian usein toistuvia. Tavoitteissa saattaa olla tarkistamisen varaa, mutta ei niin paljon, että se olennaisesti muuttaisi kuvan 32 antamaa käsitystä. Vaikka ohjepohjapinta-alat ovat olleet olemassa, niitä ei ilmeisestikään ole asetettu esim. yksityismetsätalouden piirissä yleensä vaatimuksiksi. Syynä on voinut olla esim. omistajain rahantarve, joka on pakottanut hakkuisiin tihein väliajoin. Nyt havaittu vajaapuustoisuus ei kuitenkaan merkitse sitä, etteikö kehitys olisi kulkemassa oikeaan suuntaan. Kenties tilanne on aikaisemmin ollut vielä huonompi kuin nykyisin.

Harvennushakkuiden koneellistamisen kannalta havaittu vajaapuustoisuus on jälleen eräs negatiivinen lisäpiirre. Harvennusmetsiköiden keskikuutiomäärän alhaisuus merkitsee yleisesti pitkää lepokautta ennen kuin metsiköstä voidaan poistaa niin suuria määriä kuin koneellistamisen kannattavuus vaatisi. Toisaalta on selvää, että tähän asti tavoitteena pidetyt pohjapinta-alat ovat koneellistettujen voimakkaiden harvennushakkuiden aikakaudella liian korkeita. Kun harvennusten väliaika pitenee esim. 15-20 vuodeksi, on hakkuissa pakko mennä alle sen tason, mitä nykyiset tavoitepohjapinta-alat edellyttävät.

Alhaisempi tavoite on esitetty tässä julkaisussa taulukossa 4 (s. 75). Juuri suoritettu tarkastelu antaa kuitenkin aihetta pohdintaan, ovatko kenties taulukossa 4 esitetyt tavoitteetkin vielä liian korkeita nimenomaan tämän hetken harvennusmetsiköitä ajatellen.

54. Kuutiomäärän vaihtelu

Keskiarvot eivät sano koko totuutta harvennusmetsiköiden puustosta, eivät edes keskivirhein täydennettyinä. Niitä monipuolisempi käsitys saadaan, kun tarkastellaan harvennusmetsiköiden kuutiomäärän vaihtelua sen koko laajuudessa. Tähän tarjoavat mahdollisuuden taulukoissa 16-44 esitetyt tiedot.

Taulukoiden vaihtelusarjat kuvaavat inventoinnin (Pohjois-Suomessa III ja Etelä-Suomessa V) koealojen suhteellista jakaantumista kuutiomääräluokkiin. Tiedot on esitetty piirimetsälautakuntaryhmittäin sekä maan eteläiselle ja pohjoiselle puoliskolle, vallitseville pääpuulajeille erikseen ja puulajit yhdistäen.

Taulukoiden lukuja tarkasteltaessa on otettava rajoittavana tekijänä huomioon se, että kysymyksessä on pienialaisten inventointikoealojen kuutiomäärien vaihtelu. Taulukoissa esiintyy tästä syystä enemmän suuria ja pieniä kuutiomääriä kuin todellisuudessa harvennusmetsikkökuvioilla. Kuutiomäärän vaihtelusta saadaan taulukoiden perusteella siis jonkin verran liioiteltu kuva. Tästäkin huolimatta ovat taulukot monessa mielessä tietämystä avartavia ja nykymetsien rakenteesta käytettävissä olevaa tietoa merkittävästi laajentavia.

Taulukoista paljastuu harvennusmetsiköiden yleinen vajaapuustoisuus vieläkin selvemmin kuin varhemmin esitetyistä keskiarvoista. Vajaapuustoisuuden yksityiskohtainen käsittely ei ole kuitenkaan tässä paikallaan. Lukijan omien havaintojen helpottamiseksi on eri puulajien taulukkoihin kuitenkin merkitty viivoin se kuutiomäärätaso, jota taulukon 4 (s. 75) mukaan olisi pidettävä tavoitteena harvennuksen jälkeen. Tämä taso on jonkin verran alhaisempi kuin varhemmin kuvissa 3 (s. 13) ja 32 (s. 108) esitetty tavoite ja edellyttää ns. radikaalien harvennusten soveltamista kasvatushakkuissa.

Pohjois-Suomen tavoitteet on pyritty arvioimaan Etelä-Suomen vastaavien arvojen avulla. Yleensäkin kuusen ja koivun tavoitteiden asettelussa on ollut pakko käyttää henkilökohtaista harkintaa käytettävissä olevien tietojen pohjalta.

Jos asetetaan vaatimukseksi, ettei taulukkoihin merkittyjä kuutiotavoitteita harvennuksen jälkeen voida alittaa, on mahdollisuus päätellä, kuinka laaja-alaisia ja kuinka voimakkaita harvennushakkuita Suomen metsissä voidaan suorittaa inventointihetken puustotilanteen valossa. Mielenkiintoisinta on todeta, kuinka paljon on sellaisia harvennusmetsiköitä, joista voidaan tältä pohjalta lähtien poistaa koneellistamisen

Taulukko 16. INVENTOINTIKOEALOJEN KUUTIOMÄÄRIEN VAIHTELU.

Alue I
Puulaji: mänty

Kuutiomäärä-räluokka, k-m3/ha	Keskipituus, m								
	7	9	11	13	15	17	19	21	
	Kuutiomääräluokan osuus pinta-alasta, %								
< 30	32	22	13	8	2				
40	41	24	6	12	2	6			
60	14	19	19	6	9	3			
80	9	15	34	12	13	7	6		
100	4	6	6	27	11	16			
120		5	4	8	13	10	7	11	
140		2	7	12	23	6	7		
160		5	2	4	9	19	13	11	
180			8	4	8	7	7	11	
200			1	3	3	13	27	22	
220				1	1	3	13	12	
240		2		1	1	3	7	11	
260				1	1	1	13	11	
280				1	1	2			
300					1	1			
320					1	2			
340					1	1			
360									
380								11	
400									
	100	100	100	100	100	100	100	100	
Keskipituusluokan osuus pinta-alasta	7,9	19,3	18,9	17,5	16,8	11,1	5,3	3,2	

Taulukko 17. INVENTOINTIKOEALOJEN KUUTIOMÄÄRIEN VAIHTELU

Alue I
Puulaji: kuusi

Kuutiomäärä-räluokka k-m3/ha	Keskipituus, m									
	7	9	11	13	15	17	19	21	23	
	Kuutiomääräluokan osuus pinta-alasta, %									
< 30	67	8	3							
40		25	9	5						
60	33	25	17	17	2	3	1			
80		17	12	20	14	9	2			
100			21	10	20	14	3			
120		17	9	10	12	11	15	8		
140			17	12	8	17	17	17		
160			6	10	22	11	9			
180		8			10	14	9	17		
200				12	4	9	15	9	16	
220			6	2	2	2	9	8	17	
240					2	1	3	8		
260				2	2	3	5	33	34	
280					2	3	3			
300						1	1			
320						1	2		17	
340						1	2			
360							2			
380							1		16	
400							1			
	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
Keskipituusluokan osuus pinta-alasta	1,3	5,3	15,0	18,1	22,0	15,4	15,0	5,3	2,6	

Taulukko 18. INVENTOINTIKOEALOJEN KUUTIOMÄÄRIEN VAIHTELU

Alue I
Puulaji: kaikki

Kuutiomääräluokka k-m³/ha	Keskipituus, m								
	7	9	11	13	15	17	19	21	23
	Kuutiomääräluokan osuus pinta-alasta, %								
< 30	36	19	8	4	1				
40	36	25	7	9	1	3			
60	16	19	20	12	5	3	3		
80	8	15	25	16	13	7	3		
100	4	6	12	18	16	15	4	4	
120		7	5	8	13	12	12	5	
140		2	11	12	15	12	15	14	
160		4	4	7	15	15	10	5	
180		2	5	2	9	11	13	19	
200			1	8	5	10	13	10	16
220			1	1	1	2	8	10	17
240		1	1	1	2	2	7	10	
260				1	1	2	4	19	34
280				1	1	2	2		
300					1	2			
320						1	2		17
340					1	1	1		
360							1		
380							1	4	16
400							1		
	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Keskipituusluokan osuus pinta-alasta	4,8	12,9	17,3	18,0	19,3	12,7	9,9	4,0	1,1

Taulukko 19. INVENTOINTIKOEALOJEN KUUTIOMÄÄRIEN VAIHTELU

Alue II
Puulaji: mänty

Kuutiomääräluokka k-m³/ha	Keskipituus, m								
	7	9	11	13	15	17	19	21	23
	Kuutiomääräluokan osuus pinta-alasta, %								
< 30	63	30	9	3	1			7	
40	16	35	14	15	3	4			
60	16	17	26	21	2		3		
80		9	16	21	10	4		7	
100	5	4	9	10	13	4	7		
120		2	19	9	14	8	10		
140		2	2	6	23	33	20	14	
160		1	5	9	7	4		8	
180				3	10	8	13	14	
200				3	10	13	14	8	
220						12	10	21	
240					7		13	7	
260									50
280						4	4	7	50
300									
320						4	3	7	
340							3		
360									
380									
400									
	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Keskipituusluokan osuus pinta-alasta	8,7	10,6	19,7	15,1	13,8	11,0	13,8	6,4	0,9

Taulukko 20. INVENTOINTIKOEALOJEN KUUTIOMÄÄRIEN VAIHTELU

Alue II
Puulaji: kuusi

Kuutiomääräluokka k-m³/ha	Keskipituus, m								
	7	9	11	13	15	17	19	21	23
	Kuutiomääräluokan osuus pinta-alasta, %								
< 30	23	10	2	1	1	2			
40	23	29	13	4	1	3			
60	39	21	15	5	4		2		
80	15	11	20	17	9	6	5	3	
100		18	20	13	11	8	2		9
120		11	20	18	10	12	11	10	9
140			10	12	19	17	9	23	
160				7	10	12	23	10	18
180				8	16	16	14	4	9
200				7	12	7	12	6	10
220				3	3	6	7	7	9
240				3	3	4	4	13	18
260				2		4	2	11	
280						3	5	10	9
300									
320									
340					1				
360							1		
380							2	2	
400							1	1	9
	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Keskipituusluokan osuus pinta-alasta	3,4	7,4	10,5	15,8	18,2	19,2	14,7	7,9	2,9

Taulukko 21. INVENTOINTIKOEALOJEN KUUTIOMÄÄRIEN VAIHTELU

Alue II
Puulaji: kaikki

Kuutiomääräluokka k-m³/ha	Keskipituus, m								
	7	9	11	13	15	17	19	21	23
	Kuutiomääräluokan osuus pinta-alasta, %								
< 30	48	19	5	2	1	2		2	
40	18	30	13	7	2	3			
60	24	21	19	10	4		2		
80	7	9	20	17	9	5	3	4	
100	3	13	14	13	12	7	4		
120		6	20	17	10	11	11	6	7
140		2	6	11	19	20	12	20	7
160			2	7	11	12	15	11	14
180			1	6	14	16	15	9	7
200				5	10	8	12	6	14
220				2	3	6	8	11	8
240				2	4	3	8	11	14
260				1		3	2	7	8
280						3	4	9	14
300									
320						1	1	2	
340					1		1		
360									
380							1	1	
400							1	1	7
	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Keskipituusluokan osuus pinta-alasta	5,3	8,4	14,1	15,4	16,9	16,2	14,2	7,3	2,2

Taulukko 22. INVENTOINTIKOEALOJEN KUUTIOMÄÄRIEN VAIHTELU

Alue III
Puulaji: mänty

Kuutiomääräluokka k-m³/ha	Keskipituus, m.								
	7	9	11	13	15	17	19	21	23
	Kuutiomääräluokan osuus pinta-alasta, %								
< 30	49	28	14	7	6				
40	37	26	27	3	8				
60	14	19	19	11	9	4	4		
80		9	9	21	8	5			
100		8	9	25	10	9	2	18	
120		6	9	7	16	16	8	11	
140		2	6	19	15	19	13	4	33
160		2	5	6	6	10	17	7	
180			2		9	12	9	8	
200					4	7	17	15	
220				1	3	9	8	7	34
240					4	3	8	7	33
260					1	6	6	19	
280					1		2	4	
300							2		
320							2		
340									
360							2		
380									
400									
	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Keskipituusluokan osuus pinta-alasta	10,6	11,5	13,9	15,6	17,1	14,5	10,4	5,8	0,6

Taulukko 23. INVENTOINTIKOEALOJEN KUUTIOMÄÄRIEN VAIHTELU

Alue III
Puulaji: kuusi

Kuutiomääräluokka k-m³/ha	Keskipituus, m								
	7	9	11	13	15	17	19	21	23
	Kuutiomääräluokan osuus pinta-alasta, %								
< 30	38	7	4	2	2				
40	36	23	11	2	3	1		7	
60	12	25	7	12	4	2	3	8	25
80	11	15	19	13	12	6	7		
100		6	21	14	10	10	14	7	
120	3	13	11	22	5	14	7	8	
140		4	14	11	16	17	9		25
160		3	7	10	15	9	17	15	25
180		3	3	5	9	14	3	9	
200				3	4	8	10	15	25
220			2	3	6	7	15	23	
240				1	2	6	5	8	
260				1	1	3			
280		1	1			1	5		
300					1	1	4		
320				1		1			
340									
360									
380									
400							1		
	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Keskipituusluokan osuus pinta-alasta	5,2	10,3	17,3	19,9	18,0	17,7	9,0	2,0	0,6

Taulukko 24. INVENTOINTIKOEALOJEN KUUTIOMÄÄRIEN VAIHTELU

Alue III
Puulaji: kaikki

Kuutiomääräluokka k-m³/ha	Keskipituus, m								
	7	9	11	13	15	17	19	21	23
	Kuutiomääräluokan osuus pinta-alasta, %								
< 30	44	17	7	4	3				
40	36	23	17	3	5	1		2	
60	14	22	12	11	6	3	3	2	14
80	5	14	15	17	10	6	4		
100	1	7	17	17	10	10	8	13	14
120		10	10	17	15	14	9	11	29
140		2	11	13	17	17	10	3	
160		2	6	8	12	9	17	11	
180		2	3	3	9	13	7	9	14
200				2	4	8	12	16	15
220			1	2	4	8	12	11	14
240				1	3	5	6	9	
260				1	1	3	3	11	
280		1	1		1	1	3	2	
300						1	3		
320				1		1	1		
340									
360							1		
380									
400							1		
	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Keskipituusluokan osuus pinta-alasta	7,2	10,7	15,6	18,1	17,5	16,7	9,7	3,9	0,6

Taulukko 25. INVENTOINTIKOEALOJEN KUUTIOMÄÄRIEN VAIHTELU

Alue IV
Puulaji: mänty

Kuutiomääräluokka k-m³/ha	Keskipituus, m								
	7	9	11	13	15	17	19	21	23
	Kuutiomääräluokan osuus pinta-alasta, %								
< 30	56	8	7	2					
40	17	31	13	5	3	2			
60	16	22	23	17	8	2	5		
80	6	22	22	20	12	4	5		
100	5	8	8	10	15	7	5	5	11
120		3	10	17	13	9	12	5	
140			5	12	18	26	13	5	
160		3	5	2	8	7	25	21	11
180		1		5	8	15	10	13	22
200		1	4	6	5	15	10	5	12
220		1	3	4	2	4	8	18	
240					6	4		7	22
260							3	8	11
280						2	4	5	
300								3	
320					1	2			11
340						1		3	
360									
380					1			2	
400									
	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Keskipituusluokan osuus pinta-alasta	4,3	8,7	14,5	19,8	18,6	13,0	9,7	9,2	2,2

Taulukko 26. INVENTOINTIKOEALOJEN KUUTIOMÄÄRIEN VAIHTELU

Alue IV
Puulaji: kuusi

Kuutiomääräluokka k-m3/ha	Keskipituus, m. 7	9	11	13	15	17	19	21	23
	Kuutiomääräluokan osuus pinta-alasta, %								
< 30	8	14	4		1			11	
40	39	18	10	12	2	2			
60	15	27	12	7	3	8	3		
80	23	18	17	17	17	4	6	11	
100	15	5	25	8	10	14	3	11	
120		9	14	22	10	15	19		
140		5	10	12	17	16	9	11	
160			4	11	12	13	19	12	
180		4	4	4	9	12	10	11	
200				2	6	4	19		
220				1	4	4	3		
240				2	5	4	3	22	50
260					3	2	3		
280				2	1	2			
300								11	
320									
340									50
360									
380							3		
400									
	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Keskipituusluokan osuus pinta-alasta	3,9	6,4	14,9	24,9	22,9	14,4	9,4	2,6	0,6

Taulukko 27. INVENTOINTIKOEALOJEN KUUTIOMÄÄRIEN VAIHTELU

Alue IV
Puulaji: kaikki

Kuutiomääräluokka k-m3/ha	Keskipituus, m 7	9	11	13	15	17	19	21	23
	Kuutiomääräluokan osuus pinta-alasta, %								
< 30	35	11	5	1	1	1		2	
40	26	24	12	8	2	2			
60	16	26	18	12	5	4	4		
80	13	22	20	18	13	4	5	2	
100	10	6	16	9	13	12	4	6	6
120		5	12	20	13	11	13	5	6
140		2	7	12	17	22	13	7	6
160		2	5	7	10	10	23	20	12
180		1	2	5	8	13	11	11	13
200		1	2	4	6	10	13	6	13
220			1	2	3	4	6	13	
240				1	5	3	1	9	19
260					1	1	3	5	6
280				1	1	2	2	6	
300								4	
320					1	1			6
340						1	1	2	13
360									
380					1		1	2	
400									
	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Keskipituusluokan osuus pinta-alasta	3,9	7,9	14,8	21,0	20,6	13,7	9,4	6,7	2,0

Taulukko 28. INVENTOINTIKOEALOJEN KUUTIOMÄÄRIEN VAIHTELU.

Alue V
Puulaji: mänty

Kuutiomäärä-luokka, k-m³/ha	Keskipituus, m								
	7	9	11	13	15	17	19	21	23
	Kuutiomääräluokan osuus pinta-alasta, %								
< 30	34	29	6	4		4			
40	46	26	15	4	2				
60	12	20	25	8	9				
80	3	14	13	21	9				
100	4	8	16	16	22	10			
120			15	14	15	9	11		
140	1	3	5	9	13	5			
160			1	9	7	29			
180			2	6	15	5			
200			1	4	8	10	34		
220			1	4		5	22		
240				1		10	22	100	
260						5	11		
280						4			
300									
320									
340						4			
360									
380									
400									
	100	100	100	100	100	100	100	100	
Keskipituusluokan osuus pinta-alasta	17,7	19,1	26,3	18,4	11,1	5,0	2,2	0,2	

Taulukko 29. INVENTOINTIKOEALOJEN KUUTIOMÄÄRIEN VAIHTELU.

Alue V
Puulaji: kuusi

Kuutiomäärä-luokka, k-m³/ha	Keskipituus, m								
	7	9	11	13	15	17	19	21	23
	Kuutiomääräluokan osuus pinta-alasta, %								
< 30	33	7	5		2				
40	34	24	6	6		11			
60	33	28	9	13	2	21			
80		17	22	5	9				
100		7	9	19	17	5			
120		4	17	9	9		17		
140		3	16	10	15	11			
160		3	9	13	9	5			
180		7	5	13	15	11	17		
200			2	5	11	11			
220				3	5	10	17	50	
240				4	2		16		
260						5		50	
280					2				
300					2	5			
320						5	17		
340									
360									
380							16		
400									
	100	100	100	100	100	100	100	100	
Keskipituusluokan osuus pinta-alasta	2,5	12,1	23,0	28,5	22,6	8,0	2,5	0,8	

Taulukko 30. INVENTOINTIKOEALOJEN KUUTIOMÄÄRIEN VAIHTELU.

Alue V
Puulaji: kaikki

Kuutiomääräluokka, k-m³/ha	Keskipituus, m. 7	9	11	13	15	17	19	21	23
	Kuutiomääräluokan osuus pinta-alasta, %								
<30	32	22	6	2	1	5			
40	44	26	12	5	1	5			
60	14	23	19	10	5	10			
80	5	14	16	14	9				
100	4	8	13	17	20	7			
120		1	16	11	12	5	13		
140	1	3	10	10	14	7			
160		1	3	11	8	17			
180		2	3	9	14	7	7		
200			1	5	10	10	20	33	
220			1	3	3	7	20	34	
240				3	1	5	20	33	
260						5	7		
280					1	3			
300					1	2			
320						3	7		
340						2			
360									
380							6		
400									
	100	100	100	100	100	100	100	100	
Keskipituusluokan osuus pinta-alasta	11,8	16,9	25,9	22,0	14,7	6,0	2,2	0,5	

Taulukko 31. INVENTOINTIKOEALOJEN KUUTIOMÄÄRIEN VAIHTELU.

Alue VI
Puulaji: mänty

Kuutiomääräluokka, k-m³/ha	Keskipituus, m 5	7	9	11	13	15	17	19	21
	Kuutiomääräluokan osuus pinta-alasta, %								
<30	80	42	17						
40	18	41	31	11	4				
60	2	12	29	30	7	3	7		
80		3	16	24	16	11			
100		2	5	23	22	16	15		
120			2	8	22	23	11		
140				3	11	7	30		20
160				1	16	14	4		
180						20	19	71	
200					1	6	14	29	
220					1				40
240									
260									
280									
300									
320									
340									40
360									
380									
400									
	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Keskipituusluokan osuus pinta-alasta	10,1	16,7	12,8	18,5	18,0	15,4	5,9	1,5	1,1

Taulukko 32. INVENTOINTIKOEALOJEN KUUTIOMÄÄRIEN VAIHTELU.

Alue VI
Puulaji: kuusi

Kuutiomäärä-räluokka, k-m³/ha	Keskipituus, m								
	5	7	9	11	13	15	17	19	21
	Kuutiomääräluokan osuus pinta-alasta, %								
<30	20	36	7						
40	60	36	14	4					
60	20	9	23	13	6				
80		14	33	21	10				
100		5	16	30	33	18			
120			7	17	25		29		
140				7	16	32	14		
160				4	4	18			
180				4		27		100	
200					6		29		
220							28		
240						5			
260									
280									
300									
320									
340									
360									
380									
400									
	100	100	100	100	100	100	100	100	
Keskipituusluokan osuus pinta-alasta	2,6	11,2	21,9	24,0	25,0	11,2	3,6	0,5	

Taulukko 33. INVENTOINTIKOEALOJEN KUUTIOMÄÄRIEN VAIHTELU.

Alue VI
Puulaji: kaikki

Kuutiomäärä-räluokka, k-m³/ha	Keskipituus, m								
	5	7	9	11	13	15	17	19	21
	Kuutiomääräluokan osuus pinta-alasta, %								
<30	77	39	13	1					
40	20	40	23	10	2				
60	3	12	28	22	7	2	5		
80		7	24	22	15	9			
100		2	9	24	25	16	11		
120			3	12	23	19	13		
140				5	13	12	29		20
160				3	11	14	8		
180				1		23	13	75	
200					3	4	16	25	
220					1		5		
240						1			40
260									
280									
300									
320									
340									40
360									
380									
400									
	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Keskipituusluokan osuus pinta-alasta	8,6	17,3	15,4	20,4	18,4	13,0	5,1	1,1	0,7

Taulukko 34. INVENTOINTIKOEALOJEN KUUTIOMÄÄRIEN VAIHTELU.

Alue VII
Puulaji: mänty

Kuutiomäärä-räluokka, k-m³/ha	Keskipituus, m.									
	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23
	Kuutiomääräluokan osuus pinta-alasta, %									
<30	100	56	26	9						
40		33	48	26	14	4				
60		7	18	26	13	16	9			
80		4	5	27	33	7	10			
100			3	8	15	26				
120				4	14	11	19	33		
140					8	16	5			
160					1	14	14			
180							19			
200					1	2	10			
220					1	2	14	67		
240						2				
260										
280										
300										
320										
340										
360										
380										
400										
	100	100	100	100	100	100	100	100		
Keskipituusluokan osuus pinta-alasta	3,5	11,7	20,6	24,2	22,7	12,2	4,5	0,6		

Taulukko 35. INVENTOINTIKOEALOJEN KUUTIOMÄÄRIEN VAIHTELU.

Alue VII
Puulaji: kuusi

Kuutiomäärä-räluokka, k-m³/ha	Keskipituus, m									
	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23
	Kuutiomääräluokan osuus pinta-alasta, %									
<30	100	24	39	8						
40		64	39	27	6	33				
60		12	16	46	31					
80			3	9	25	34				
100			3	10	9					
120					13	33				
140					16		50			
160										
180										
200							50			
220										
240										
260										
280										
300										
320										
340										
360										
380										
400										
	100	100	100	100	100	100	100			
Keskipituusluokan osuus pinta-alasta	5,2	16,2	20,1	31,2	20,8	3,9	2,6			

Taulukko 36. INVENTOINTIKOEALOJEN KUUTIOMÄÄRIEN VAIHTELU.

Alue VII
Puulaji: kaikki

Kuutiomäärä-räluokka, k-m³/ha	Keskipituus, m									
	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23
	Kuutiomääräluokan osuus pinta-alasta, %									
< 30	89	43	27	8	1					
40	8	42	41	24	11	6				
60	3	10	22	31	16	13	8			
80		4	7	24	32	8	8			
100		1	3	10	15	21				
120				3	13	11	16	33		
140					9	20	12			
160					1	13	12			
180							16			
200					1	4	16			
220						3	12	67		
240					1	1				
260										
280										
300										
320										
340										
360										
380										
400										
	100	100	100	100	100	100	100	100		
Keskipituusluokan osuus pinta-alasta	5,1	14,2	21,3	25,2	20,4	9,9	3,5	0,4		

Taulukko 37. INVENTOINTIKOEALOJEN KUUTIOMÄÄRIEN VAIHTELU.

Alue: Etelä-Suomi
Puulaji: mänty

Kuutiomäärä-räluokka, k-m³/ha	Keskipituus, m									
	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23
	Kuutiomääräluokan osuus pinta-alasta, %									
< 30		42	24	9	5	2	1			
40		37	27	16	6	4	2			
60		14	19	22	12	8	2	4		
80		3	14	17	19	10	4	1	1	
100		3	7	11	17	14	9	4	9	7
120			3	12	12	14	12	10	6	
140		1	3	6	12	18	19	13	7	7
160			2	3	6	7	12	13	14	7
180				2	4	9	11	11	12	15
200			1	1	3	6	11	15	9	7
220				1	2	1	6	10	15	7
240					1	4	4	8	8	22
260					1	1	3	4	9	14
280							2	3	5	7
300						1		1	1	
320							1	1	1	7
340						1	1	1	1	
360								1		
380									2	
400										
Keskipituusluokan osuus pinta-alasta		100	100	100	100	100	100	100	100	100
		10,1	13,8	18,4	17,4	15,6	11,0	8,0	4,9	0,8

Taulukko 38. INVENTOINTIKOEALOJEN KUUTIOMÄÄRIEN VAIHTELU.

Alue: Etelä-Suomi
Puulaji: kuusi

Kuutiomääräluokka, k-m³/ha	Keskipituus, m									
	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23
	Kuutiomääräluokan osuus pinta-alasta, %									
<30		28	8	4	1	1	1		1	
40		32	23	10	5	2	2		1	
60		20	25	11	10	3	4	3	2	4
80		16	15	18	14	12	6	5	3	
100		3	8	19	13	13	11	6	3	4
120		1	11	14	18	12	12	12	8	9
140			3	13	11	15	16	10	15	4
160			2	6	10	14	10	17	9	9
180			4	3	6	11	14	9	8	5
200			1	1	5	7	7	13	8	13
220				1	3	4	6	10	11	10
240					2	3	4	4	12	13
260					1	1	3	2	11	9
280					1	1	2	3	5	4
300						1	1	1	2	
320							1	1		4
340								1		4
360										
380								2	1	4
400								1		4
		100	100	100	100	100	100	100	100	100
Keskipituusluokan osuus pinta-alasta		3,7	9,6	15,9	20,9	20,0	15,8	10,2	3,6	1,3

Taulukko 39. INVENTOINTIKOEALOJEN KUUTIOMÄÄRIEN VAIHTELU.

Alue: Etelä-Suomi
Puulaji: lehtipuut

Kuutiomääräluokka, k-m³/ha	Keskipituus, m									
	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23
	Kuutiomääräluokan osuus pinta-alasta, %									
<30		67	10				2			
40			15	11	13	3	5			
60		33	30	18	8	3	4	4		
80			25	29	33	19	4			
100			20	14	9	16	15	13		
120				14	17	16	8	13	14	16
140				7	8	23	12	22	7	17
160					4	4	23	22	29	17
180				7	8	7	15	5	15	33
200						6	8	9	14	
220						3	4	8		
240									14	
260									7	
280										
300										
320										
340								4		17
360										
380										
400										
		100	100	100	100	100	100	100	100	100
Keskipituusluokan osuus pinta-alasta		2,9	12,0	15,5	12,5	16:6	14,7	13,3	8,9	3,6

Taulukko 40. INVENTOINTIKOEALOJEN KUUTIOMÄÄRIEN VAIHTELU.

Alue: Etelä-Suomi
Puulaji: kaikki

Kuutiomäärä-räluokka, k-m³/ha	Keskipituus, m								
	<7	9	11	13	15	17	19	21	23+
	Pinta-alaosuus, %								
<30	39	18	6	2	1				
40	35	25	13	6	3	2			
60	10	22	17	11	5	3	3	1	1
80	6	15	19	17	11	5	4	2	1
100	3	8	15	15	14	10	5	6	4
120	1	6	13	15	13	12	11	7	7
140		2	9	12	17	17	12	10	7
160		2	4	8	11	12	16	13	9
180		1	2	5	10	13	11	11	7
200		1	1	4	6	9	13	9	7
220			1	2	3	6	9	12	14
240				2	3	4	6	10	9
260				1	1	3	3	10	12
280					1	2	3	5	11
300					1	1	1	2	
320						1	1	1	5
340							1		4
360							1	1	
380									1
400									
	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Keskipituusluokan osuus pinta-alasta	6,6	11,1	17,1	18,9	17,8	13,6	9,3	4,5	1,1

Talukukko 41. INVENTOINTIKOEALOJEN KUUTIOMÄÄRIEN VAIHTELU.

Alue: Pohjois-Suomi
Puulaji: mänty

Kuutiomäärä-räluokka, k-m³/ha	Keskipituus, m.									
	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23
	Kuutiomääräluokan osuus pinta-alasta, %									
<30	85	48	23	5						
40	13	37	41	19	10	2				
60	2	10	22	27	11	9	8			
80		3	9	26	25	9	4			
100		2	4	14	18	20	8			
120			1	6	18	17	15	10		
140				2	9	11	19		20	
160				1	7	14	8	50		
180						11	19	20		
200					1	4	13	20		
220					1	2	6		40	
240						1				
260										
280										
300										
320									40	
340										
360										
380										
400										
	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
Keskipituusluokan osuus pinta-alasta	6,0	13,7	17,5	22,0	20,9	13,4	5,1	1,0	0,4	

Taulukko 42. INVENTOINTIKOEALOJEN KUUTIOMÄÄRIEN VAIHTELU.

Alue: Pohjois-Suomi
Puulaji: kuusi

Kuutiomääräluokka, k-m³/ha	Keskipituus, m. 5	7	9	11	13	15	17	19	21	23
	Kuutiomääräluokan osuus pinta-alasta, %									
<30	69	30	20	4						
40	23	51	24	16	2	7				
60	8	11	21	30	16					
80		6	20	15	16	7				
100		2	11	20	24	14				
120			4	8	20	8	18			
140				3	16	25	27			
160				2	3	14				
180				2	2	21		100		
200					1		37			
220							18			
240						4				
260										
280										
300										
320										
340										
360										
380										
400										
	100	100	100	100	100	100	100	100		
Keskipituusluokan osuus pinta-alasta	4,0	14,0	21,0	27,9	22,7	7,2	3,0	0,2		

Taulukko 43. INVENTOINTIKOEALOJEN KUUTIOMÄÄRIEN VAIHTELU.

Alue: Pohjois-Suomi
Puulaji: lehtipuut

Kuutiomääräluokka, k-m³/ha	Keskipituus, m. 5	7	9	11	13	15	17	19	21	23
	Kuutiomääräluokan osuus pinta-alasta, %									
<30	77	32	17	2	6					
40	19	42	18	17						
60	4	13	40	20						
80		11	25	29	47	8				
100		2		15	27					
120				12	7	15				
140				3	7	38	50			
160				2	6	9	50			
180						15				
200						15				
220										
240										
260										
280										
300										
320										
340										
360										
380										
400										
	100	100	100	100	100	100	100			
Keskipituusluokan osuus pinta-alasta	47,8	94,2	78,3	75,0	28,8	25,0	5,9			

Taulukko 44. INVENTOINTIKOEALOJEN KUUTIOMÄÄRIEN VAIHTELU.

Alue: Pohjois-Suomi
Puulaji: Kaikki

Kuutiomäärä-räluokka, k-m³/ha	Keskipituus, m.									
	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23
	Kuutiomääräluokan osuus pinta-alusta, %									
<30	81	40	21	5						
40	16	41	33	18	7	2				
60	3	11	24	27	12	7	6			
80		6	15	23	24	9	4			
100		2	5	16	20	18	6			
120			2	8	18	16	14	9		
140				2	11	15	22		20	
160				1	6	14	10			
180						13	14	55		
200					1	4	16	18		
220					1	1	8	18		
240						1			40	
260										
280										
300										
320										
340									40	
360										
380										
400										
	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
Keskipituusluokan osuus pinta-alasta	6,5	15,5	18,9	23,3	19,6	11,1	4,1	0,7	0,3	

kannattavuuden vaatima kuutiomäärä. Tarkastelua varten viitataan taulukkoon 45 (s.127).

Harvennusmetsiköitä, joista V inventoinnin perusteella (v. 1964-68) voidaan suorittaa harvennushakkuita ja jättää tavoitteiden mukaiset kuutiomäärät jäljelle, on Etelä-Suomessa 26.5 % pinta-alasta. Pohjois-Suomessa oli vastaava prosentti III inventoinnin vuosina 1951-53 vain vähän pienempi, 24.6 %. Karkeasti ottaen siis vain n. neljännes Suomen harvennusmetsiköistä ylittää ne alennetut kuutiotavoitteet, jotka nyt on asetettu. Tämäkin voi olla hakkuumahdollisuuksia jossain määrin liioitteleva siitä syystä, että tiedot perustuvat pienialaisiin inventointikoealoihin.

Metsiköitä, joissa voidaan harvennushakkuussa poistaa yli 40 k-m³/ha, on Etelä-Suomen inventointiaineiston mukaan 11.3 % harvennusmetsiköiden kokonaispinta-alasta eli runsaat 0.5 milj. ha. Pohjois-Suomessa vastaava suhteellinen osuus on 5.0 % ja pinta-ala 135 000 ha.

Yli 60 k-m³/ha tuottavat harvennushakkuut ovat Etelä-Suomessa mahdollisia nyt kysymyksessä olevin perustein 7.0 %:ssa harvennusmetsiköitä (321 000 ha) ja Pohjois-Suomessa 1.9 %:ssa tapauksista (52 000 ha). Nimenomaan nämä luvut ovat pienuudestaan huolimatta optimistisia edellä mainitusta syystä, ts. inventointikoealojen pienuuden vuoksi.

Etelä-Suomessa yli 60 k-m³:n harvennushakkuut, 7 % pinta-alasta, vastaavat vain yhden vuoden hakkuutarvetta, jos harvennukset toistuvat 15 vuoden väliajoin. Yli 40 k-m³:n hakkuita riittää samoin perustein vain vajaan kahden vuoden tarpeeseen. Pohjois-Suomessa on yli 40 k-m³:n harvennushakkuita vain yhden vuoden tarvetta vastaavasti siinä tapauksessa, että hakkuiden pinta-ala mitoitetaan 20 vuoden harvennusvälin perusteella. Molemmissa osissa maata tällaiset hakkuut ovat mahdollisia lähinnä varttuneessa harvennusmetsikkövaiheessa.

Metsät tietenkin kasvavat, ja näin siirtyy jatkuvasti metsiköitä yli asetetun tavoitteen ja siten harvennushakkuiden kohteiksi. Vaikka kasvuennustetta ei ole laadittukaan, on kuitenkin selvää, että lähimmän 10-15 vuoden aikana on edellä esitettyjen määrien lisäksi vähän metsiköitä, joissa voidaan suorittaa 40-60 k-m³:n harvennushakkuita ja jättää jäljelle tavoitteiden edellyttämät kuutiomäärät. Lukuun ottamatta yllä mainittuja runsaspuustoisimpia metsiköitä, muut harvennusmetsiköthän ovat tavallaan siinä tilassa(pääosa huomattavasti allekin sen), missä ne asetettujen tavoitteiden mukaisesti normaalisti olisivat ns. radikaalin harvennuksen jälkeen. Tässä julkaisussa varhemmin esitetyn pohdinnan mukaisesti ne vaativat siis 10-15, monet 15-20

Taulukko 45. Sellaisten harvennusmetsiköiden pinta-alat poistumaluokittain, joissa voidaan suorittaa harvennushakkuita ja jättää hakkuun jälkeen tavoitteeksi asetetut kuutiomäärät.

Poistuma k-m³/ha	ETELÄ-SUOMI (v.1964-68)					POHJOIS-SUOMI (v. 1951-53)					KOKO MAA				
	Valitseva puulaji														
	Mä	Ku	Havup.	Lehp	Kaikki	Mä	Ku	Havup.	Lehp	Kaikki	Mä	Ku	Havup.	Lehp	Kaikki
	Pinta-ala, 1000 ha, (%)														
0-19	177 (8.3)	210 (9.3)	387 (8.8)	31 (15.4)	418 (9.1)	200 (11.8)	81 (12.9)	281 (12.0)	62 (17.5)	343 (12.8)	377 (9.8)	291 (10.1)	668 (10.0)	93 (16.8)	761 (10.5)
20-39	138 (6.5)	127 (5.6)	265 (6.1)	14 (6.9)	279 (6.1)	104 (6.1)	59 (9.4)	163 (7.0)	18 (5.1)	181 (6.8)	242 (6.3)	186 (6.4)	428 (6.4)	32 (5.8)	460 (6.3)
40-59	101 (4.7)	84 (3.7)	185 (4.2)	10 (5.0)	195 (4.3)	59 (3.5)	13 (2.0)	72 (3.1)	11 (3.1)	83 (3.1)	160 (4.2)	97 (3.4)	257 (3.8)	21 (3.8)	278 (3.8)
60 +	173 (8.2)	136 (6.0)	309 (7.0)	12 (6.0)	321 (7.0)	28 (1.6)	20 (3.2)	48 (2.0)	4 (1.1)	52 (1.9)	201 (5.3)	156 (5.4)	357 (5.3)	16 (2.7)	373 (5.1)
Yht.	589 (27.7)	557 (24.6)	1146 (26.1)	67 (33.3)	1213 (26.5)	391 (23.0)	173 (27.5)	564 (24.1)	95 (26.8)	659 (24.6)	980 (25.6)	730 (25.3)	1710 (25.5)	162 (29.1)	1872 (25.7)
Harvennusmetsiköitä kaikkiaan	2124 (100)	2261 (100)	4385 (100)	201 (100)	4586 (100)	1701 (100)	628 (100)	2329 (100)	355 (100)	2684 (100)	3825 (100)	2889 (100)	6714 (100)	556 (100)	7270 (100)

vuoden levon, jotta niissä voitaisiin suorittaa radikaali harvennuskäsittely. Tämä lienee sikäli myönteistä, ettei koneellistamisen vaatima radikaali käsittely ole sittenkään Suomen metsätaloudessa uutta. Metsiä on käsitelty radikaalisti, joskin radikaalisuus on ilmennyt keskivahvojen harvennushakkuiden liian tiheässä toistumisessa.

Harvennushakkuiden koneellistamisella ei näin luotua taustaa vasten näyttäisi olevan kiirettä. Sitä ei ilmeisestikään kyetä käytännössä soveltamaan laajasti, ellei puustotavoitteita alenneta erittäin paljon siitä, mitä nykyisin pidetään suotavana ja lainvalvonnallisena ohjeena. Jos koneellistamisen vaatimia erittäin voimakkaita harvennushakkuita ryhdytään suorittamaan ohjeita alemmalla puupääomatasolla, sen ei tarvitse kuitenkaan merkitä metsien vajaapuustoisuuden lisääntymistä ja puuntuotantokyvyn heikkenemistä. Runsaspuustoisimmat harvennusmetsikkökuviot tosin kadonnevat verraten pian suomalaisesta metsämaisemasta. Ratkaisevaa on vajaapuustoisuuden ja puuntuotantokyvyn kannalta kuitenkin se, että erittäin voimakkaita harvennushakkuita ei suoriteta yhtä laajoilla pinta-aloilla kuin aikaisempia, lievempiä harvennuksia. Koneellistaminen ei saisi missään tapauksessa merkitä sitä, että harvennusmetsiköistä vuosittain poistettava kokonaispuumäärä kasvaisi.

Erittäin voimakkaiden (koneellistettujen) harvennusten hyväksyminen merkitsee valtakunnallista puuntuotannollista vaaraa juuri siinä tapauksessa, että vanhasta tottumuksesta, harvennusten toistumisesta 5-10 vuoden väliajoin, ei päästä eroon. Tällöin harvennuksissa vuosittain poistettava puumäärä kasvaa, vajaapuustoisuus lisääntyy ja metsien puuntuotantokyky alenee. Äärimmäisen voimakkaiden harvennusten salliminen merkinnee esim. yksityismetsätaloudessa tietynlaisen sitoumuksen vaatimista siitä, ettei uutta harvennushakkuuta suoriteta ennen riittävän pitkän lepoajan kulumista. Jos takeet ylipitkästä harvennusvälistä saadaan, silloin ei näyttäisi olevan aihetta erittäin voimakkaiden harvennushakkuiden kieltämiseen nykyiselläkään, varsin alhaisella puupääomatasolla.

Valtakunnan metsien inventointien paljastama harvennusmetsien vajaapuustoisuus on kaiken kaikkiaan asia, jonka luulisi herättävän vakavaa pohdintaa siitä, mitä olisi tehtävä sen poistamiseksi. Puupääoman kohottaminen hakkuista kieltäytymällä siellä, missä se suinkin käy päinsä, on nopein, luonnollisin ja tehokkain tapa lisätä metsien puuntuotantokykyä. Metsäammattimieskunnan olisi herättävä huomaamaan, että puupääoman säilyttäminen korkeana on metsien käsittelyssä olennaisem-

paa kuin tämän tai tuon puun leimaaminen. Metsikön puuston pääomataso on sen rakennetasoa tärkeämpi ainakin, jos sitä arvostellaan kylmin valtakunnallisin kasvunumeroin.

55. Runkoluku- ja pituussarjat

Nykyharvennusmetsien puuston rakennetta, nimenomaan konesuunnittelua ajatellen, on pyritty kuvaamaan niiden keskimääräisten runkoluku- ja pituussarjojen avulla (taulukot 46-51). Mukaan ei ole kuitenkaan otettu kaikkia harvennusmetsiköitä vaan ainoastaan ne, joissa voidaan suorittaa vaikkapa lieväkin harvennus ja jättää jäljelle asetettujen tavoitteiden mukaiset kuutiomäärät. Kysymys on siis niistä metsiköistä, jotka sisältyvät taulukkoon 45 (s. 127) ja joissa koneellistetut voimakkaat harvennushakkuut lähinnä tulevat kysymykseen.

Kun näin rajoitettu aineisto on suhteellisen vähäinen ja kun merkittäviä eroja ei näytä esiintyvän kummassakaan maan puoliskossa laskenta-alueiden välillä, esitetään tulokset vain maan eteläiselle ja pohjoiselle puoliskolle erikseen.

Mänty- ja kuusivaltaisille metsiköille on kummallekin laskettu sarjat kahta poistumaluokkaa varten. Toinen luokka käsittää ne metsiköt, joissa voidaan poistaa harvennushakkuissa 0.1-40 k-m³/ha varhemmin esitetyn tavoitepuuston säilyttäen. Toinen, koneellistamisen kannalta ehkä kiintoisampi poistumaluokka on sellainen, jossa voidaan poistaa yli 40 k-m³/ha. Lehtipuuvaltaisille metsiköille on kuitenkin voitu laskea vain yhdet runkoluku- ja pituussarjat, siis molemmille yllä mainituille luokille yhteisesti. Taulukoissa herättää ehkä huomiota se, että Etelä-Suomen laskelmien läpimittaluokkien keskukset ovat 0.5 cm:n kohdalla. Tämä johtuu luonnollisesti inventoinnin maastoluokittelun menetelmästä.

Kirjoittaja ei ole halunnut lähteä suorittamaan näin laskettujen runkolukusarjojen teoreettista leimaamista sen seikan arvioimiseksi, kuinka kookkaita puita kussakin kehitysvaiheessa tullaan poistamaan. Se saa jäädä kunkin lukijan oman harkinnan varaan. Kuitenkaan ei liene kovin kaukana totuudesta sellainen arvio, että erittäin voimakkaissa harvennushakkuissa poistetaan puita runkolukusarjan koko alueelta, siis myös kookkaimpia puuyksilöitä. Tämä on syytä ottaa varteen etenkin varhaisten kehitysvaiheiden (keskipituus esim. 7-15 m) metsiköissä, missä suoritettujen laskelmien mukaan esiintyy yllättävän kookkaita puita. Nämä ovat selviä ylispuita, jotka tulevat harvennuksissa ensisijaisesti poistettaviksi. Kookkaita ylis-tai jättöpuita esiintyy ilmeisesti myös varttuneemmissa harvennusmetsiköissä.

Taulukko 46 KESKIMÄÄRÄISET LÄPIMITTALUOKITTAISET RUNKOLUKU- JA PITUUSSARJAT ETELÄ-SUOMEN MÄNTYVALTAISTEN HARVENNUSMETSIEN KAHDESSA POISTUMA-LUOKASSA (0-40 ja 40+)

$D_{1.3}$, cm	Keskipituus, m				Poistuma, k-m^3/ha					
	7		9		11		13		15	
	0-40	40+	0-40	40+	0-40	40+	0-40	40+	0-40	40+
	Runkoja, kpl/ha				(Keskipituus, m)					
3.5	2079	10394	807	1983	611	1134	392	77	139	529
	(4.3)	(5.0)	(3.6)	(4.5)	(4.2)	(5.0)	(3.7)	(4.0)	(4.6)	(5.5)
5.5	2120	3367	768	2273	306	1022	385	374	187	255
	(5.8)	(6.2)	(6.3)	(7.1)	(6.0)	(6.7)	(5.5)	(5.5)	(6.4)	(5.7)
7.5	827	453	804	1069	451	866	323	404	185	343
	(7.1)	(6.0)	(7.5)	(8.3)	(7.8)	(8.0)	(7.8)	(8.0)	(8.2)	(7.6)
9.5	462	564	543	623	383	654	248	433	103	197
	(7.6)	(8.5)	(8.6)	(8.9)	(9.6)	(9.5)	(10.4)	(10.0)	(9.2)	(10.3)
11.5	310	-	300	296	325	525	310	446	192	237
	(8.1)	-	(9.7)	(9.8)	(10.6)	(11.3)	(11.7)	(11.3)	(12.2)	(11.4)
13.5	76	140	185	197	215	256	228	297	172	203
	(9.0)	(7.0)	(10.4)	(11.2)	(11.3)	(12.4)	(12.7)	(12.8)	(13.5)	(13.9)
15.5	58	106	110	210	161	172	160	199	106	211
	(9.3)	(6.0)	(11.2)	(11.5)	(11.8)	(12.8)	(13.6)	(13.8)	(14.5)	(15.1)
17.5	30	249	68	77	95	132	129	155	123	166
	(11.0)	(10.0)	(11.7)	(11.6)	(12.5)	(13.3)	(14.3)	(14.4)	(15.6)	(15.7)
19.5	24	67	21	71	73	80	83	116	102	135
	(10.7)	(9.0)	(10.9)	(12.1)	(13.0)	(13.8)	(14.9)	(15.2)	(15.9)	(16.4)
21.5	-	-	11	8	33	27	42	72	80	74
	-	-	(12.6)	(14.5)	(13.4)	(14.0)	(15.9)	(15.7)	(16.7)	(17.2)
23.5	8		10	7	20	4	27	25	47	63
	(13.5)		(13.3)	(14.5)	(14.8)	(15.0)	(15.8)	(16.3)	(17.2)	(17.7)
25.5	10		2	9	10	4	13	22	35	37
	(10.7)		(13.0)	(14.0)	(15.1)	(16.5)	(16.3)	(16.4)	(18.1)	(18.1)
27.5			3	4	1	4	9	8	18	26
			(15.5)	(11.1)	(16.5)	(16.2)	(17.1)	(17.9)	(17.2)	(18.6)
29.5			2	2	3	1	2	8	6	12
			(15.0)	(14.0)	(14.2)	(18.0)	(17.0)	(17.2)	(17.6)	(19.0)
31.5					1	3	2	1	5	5
					(15.0)	(17.4)	(15.6)	(17.0)	(18.5)	(20.7)
33.5								1	2	3
								(20.0)	(18.7)	(18.9)
35.5						1	1		1	1
						(18.0)	(18.0)		(20.0)	(20.5)
37.5								1		1
								(19.0)		(22.0)
39.5										
41.5										
43.5										
45.5										
Yht.	6004	15340	3634	6829	2688	4885	2354	2639	1503	2498

Taulukko 46 (jatkuu)

$D_{1.3}$, cm	Keskipituus, m				Poistuma, k-m^3/ha			
	17		19		21		23	
	0-40	40+	0-40	40+	0-40	40+	0-40	40+
	Runkoja kpl/ha			(Keskipituus, m)				
3.5	92 (6.5)	148 (5.0)		139 (3.6)		52 (5.0)		
5.5	75 (5.5)	120 (6.3)		56 (5.6)	47 (8.0)	63 (6.0)		
7.5	74 (7.9)	198 (8.0)	27 (10.0)	54 (8.1)	25 (14.0)	23 (7.5)		
9.5	89 (10.4)	130 (11.2)	25 (11.3)	82 (11.0)	17 (10.9)	21 (10.3)		35 (10.0)
11.5	62 (13.4)	122 (12.8)	28 (9.8)	79 (12.8)	-	29 (11.3)		
13.5	104 (14.1)	140 (14.6)	37 (14.3)	70 (14.0)	8 (16.0)	31 (14.2)		
15.5	92 (15.1)	158 (15.6)	44 (17.2)	54 (16.6)	26 (17.0)	38 (17.6)		40 (18.3)
17.5	81 (16.6)	136 (16.4)	72 (17.6)	95 (18.2)	48 (18.0)	54 (18.6)		
19.5	111 (17.1)	129 (17.7)	80 (18.0)	92 (18.7)	61 (19.4)	83 (19.8)	45 (22.0)	59 (21.2)
21.5	75 (17.8)	89 (18.1)	72 (18.6)	91 (19.0)	41 (20.0)	95 (20.5)	110 (21.8)	55 (22.2)
23.5	82 (18.4)	70 (18.2)	91 (19.2)	101 (19.5)	42 (21.0)	81 (21.2)	46 (22.3)	86 (22.6)
25.5	46 (18.7)	73 (19.6)	70 (19.4)	78 (20.1)	79 (21.5)	77 (21.6)	13 (22.0)	83 (23.2)
27.5	21 (18.9)	33 (19.6)	36 (19.8)	45 (20.8)	47 (21.4)	56 (21.7)	45 (22.7)	63 (24.4)
29.5	12 (19.4)	21 (19.8)	19 (20.1)	33 (20.6)	31 (21.5)	36 (22.9)	59 (23.1)	29 (23.5)
31.5	8 (20.4)	5 (20.3)	8 (20.7)	12 (21.6)	17 (22.0)	18 (23.0)		26 (23.5)
33.5	4 (20.4)	5 (20.5)	3 (20.7)	7 (21.4)	6 (22.6)	7 (22.4)		11 (23.7)
35.5		1 (22.6)	1 (24.0)	2 (22.4)	4 (22.0)	7 (22.8)	8 (26.0)	15 (24.1)
37.5		1 (22.0)	1 (24.0)		1 (19.0)	2 (25.5)	7 (24.0)	5 (23.0)
39.5				1 (22.9)		1 (23.5)		
41.5							11 (24.5)	
43.5						1 (27.5)		
45.5								
Yht.	1028	1579	614	1091	500	775	344	507

Taulukko 47. LÄPIMITTALUOKITTAISET RUNKOLUKU- JA PITUUSSARJAT ETELÄ-SUOMEN KUUSIVALTAISTEN HARVENNUSMETSIEN KAHDESSA POISTUMALUOKASSA (0-40 ja 40+)

$D_{1.3}$, cm	Keskipituus, m / Poistuma, k-m³/ha									
	7		9		11		13		15	
	0-40	40+	0-40	40+	0-40	40+	0-40	40+	0-40	40+
	Runkoja, kpl/ha (Keskipituus, m)									
3.5	1940 (4.6)	2079 (5.0)	1812 (4.2)	3160 (4.3)	744 (4.8)	3187 (3.8)	665 (4.3)	767 (3.9)	334 (3.7)	502 (2.8)
5.5	1852 (5.3)	5893 (5.2)	1307 (5.2)	2172 (5.6)	818 (5.5)	1431 (6.0)	561 (5.7)	868 (5.6)	125 (5.3)	348 (6.0)
7.5	800 (6.6)	453 (7.0)	718 (7.5)	1403 (7.5)	616 (7.4)	705 (7.3)	449 (8.2)	450 (7.6)	181 (7.0)	350 (8.0)
9.5	734 (6.9)	282 (8.0)	622 (8.5)	948 (8.4)	622 (9.1)	621 (9.7)	320 (9.7)	473 (10.6)	211 (9.5)	263 (10.1)
11.5	276 (10.0)	578 (11.0)	400 (10.2)	431 (10.0)	297 (10.6)	504 (11.4)	280 (11.5)	409 (11.8)	210 (11.0)	235 (12.3)
13.5	93 (9.0)	279 (11.5)	213 (10.9)	232 (11.3)	234 (11.7)	269 (12.0)	246 (12.9)	341 (12.7)	160 (12.7)	241 (13.3)
15.5	53 (10.0)		144 (11.9)	220 (11.5)	136 (12.6)	203 (13.3)	167 (13.6)	194 (13.6)	186 (14.2)	236 (15.1)
17.5	42 (9.6)		28 (13.1)	75 (12.3)	100 (13.2)	112 (14.0)	104 (13.9)	159 (14.8)	146 (15.2)	184 (15.5)
19.5	18 (10.0)		19 (13.1)	47 (13.1)	62 (14.3)	97 (14.8)	92 (15.5)	97 (16.0)	107 (16.4)	123 (16.8)
21.5			26 (13.5)	21 (15.5)	40 (15.5)	52 (15.6)	55 (15.7)	74 (16.8)	74 (17.4)	109 (17.7)
23.5	8 (13.0)		7 (13.3)	23 (14.4)	26 (16.3)	17 (15.6)	30 (16.5)	51 (17.1)	52 (17.6)	61 (18.5)
25.5			6 (15.7)		12 (17.0)	9 (15.1)	26 (17.0)	27 (18.7)	29 (18.5)	35 (19.4)
27.5					5 (16.6)	11 (16.0)	13 (18.1)	16 (17.2)	19 (19.0)	16 (20.2)
29.5			1 (14.0)	3 (16.0)	5 (16.2)	2 (18.0)	8 (18.1)	8 (19.3)	6 (19.0)	5 (21.2)
31.5	4 (17.0)				2 (16.2)	4 (21.0)	2 (20.3)	2 (19.5)	5 (20.1)	6 (20.8)
33.5							3 (19.6)	2 (20.4)	2 (20.0)	3 (18.5)
35.5							1 (21.5)	2 (22.1)	3 (21.4)	1 (22.0)
37.5										1 (23.0)
39.5								1 (22.0)		
41.5							1 (21.3)			1 (22.0)
43.5										
45.5										
Yht.	5820	9564	5303	8735	3719	7224	3023	3941	1850	2720

Taulukko 47. (jatkuu)

$D_{1.3}$, cm	Keskipituus, m Poistuma, k-m^3/ha							
	17		19		21		23	
	0-40	40+	0-40	40+	0-40	40+	0-40	40+
	Runkoja, kpl/ha (Keskipituus, m)							
3.5	107 (3.0)	189 (3.6)	49 (5.0)	67 (4.0)				
5.5	65 (5.0)	255 (5.7)	60 (5.0)	27 (5.0)				
7.5	104 (7.1)	174 (8.2)	22 (7.0)	105 (7.7)				
9.5	109 (9.3)	134 (10.0)	27 (8.5)	64 (12.8)		13 (12.0)		
11.5	54 (11.0)	167 (11.7)	23 (12.4)	97 (12.8)	16 (10.0)	9 (11.0)		65 (11.4)
13.5	123 (13.6)	161 (14.1)	33 (12.3)	133 (14.4)		27 (16.0)	56 (14.0)	
15.5	135 (15.3)	128 (15.0)	72 (15.2)	90 (16.4)	35 (16.5)	30 (16.5)		
17.5	135 (16.1)	151 (16.4)	72 (16.9)	117 (18.1)	42 (17.1)	51 (18.3)		29 (11.1)
19.5	99 (16.7)	139 (17.4)	86 (18.0)	145 (18.5)	56 (18.8)	77 (20.0)	27 (19.0)	33 (22.6)
21.5	76 (18.1)	131 (18.4)	100 (18.8)	97 (19.5)	73 (19.6)	73 (20.1)	63 (22.6)	67 (21.4)
23.5	95 (18.6)	71 (19.1)	85 (19.5)	102 (19.7)	61 (21.3)	116 (20.5)	37 (22.5)	100 (22.2)
25.5	36 (19.8)	64 (19.3)	57 (20.0)	61 (20.8)	72 (21.2)	73 (21.8)	45 (22.9)	47 (23.0)
27.5	25 (20.0)	21 (19.8)	39 (20.2)	46 (20.4)	56 (21.5)	42 (21.8)	61 (21.7)	64 (23.6)
29.5	14 (20.8)	15 (20.4)	23 (21.1)	31 (21.3)	39 (21.5)	40 (21.8)	37 (24.0)	48 (24.7)
31.5	9 (21.8)	8 (22.5)	14 (21.2)	19 (21.8)	21 (22.5)	15 (23.3)	38 (22.9)	29 (24.7)
33.5	5 (21.0)	5 (21.8)	4 (21.1)	8 (21.8)	5 (23.3)	16 (22.4)	5 (27.0)	34 (25.0)
35.5	2 (21.7)	4 (21.5)	2 (21.4)	7 (22.5)	5 (22.0)	11 (24.1)	7 (22.9)	17 (26.7)
37.5	1 (20.4)	1 (22.5)	1 (23.0)	2 (23.2)		5		4 (26.0)
39.5	1 (20.7)	2 (21.5)					8 (21.7)	4 (25.8)
41.5								
43.5						2 (22.0)		1 (29.0)
45.5		1 (22.5)			1 (26.0)		2 (25.2)	1 (30.0)
Yht.	1195	1821	769	1218	482	600	386	543

Taulukko 48. LÄPIMITTALUOKITTAISET RUNKOLUKU- JA PITUUSSARJAT POHJOIS-SUOMEN MÄNTYVALTAISTEN HARVENNUSMETSIEN KAHDESSA POISTUMALUOKASSA (0-40 ja 40+)

$D_{1.3}$, cm	Keskipituus, m / Poistuma, k-m³/ha								
	5	7		9		11		13	
	0-40	0-40	40+	0-40	40+	0-40	40+	0-40	40+
	Runkoja, kpl/ha (Keskipituus, m)								
5	2873 (4.3)	3182 (4.4)	3100 (4.0)	1495 (4.0)	700 (5.0)	908 (4.7)	1168 (3.9)	478 (4.2)	631 (4.0)
7	654 (5.3)	617 (6.1)	800 (7.0)	543 (6.7)	500 (6.0)	342 (7.2)	795 (6.7)	238 (6.9)	346 (6.8)
9	287 (6.3)	494 (7.4)	700 (8.0)	462 (7.8)	700 (7.0)	258 (8.6)	438 (7.8)	200 (9.1)	315 (9.1)
11	87 (6.6)	198 (8.4)	340 (9.0)	188 (9.0)	170 (9.0)	180 (9.9)	248 (9.8)	185 (10.7)	203 (10.4)
13	41 (6.7)	105 (8.9)	140 (10.0)	129 (10.0)	150 (10.0)	152 (10.9)	155 (11.3)	152 (11.8)	188 (11.8)
15	26 (8.2)	40 (9.6)	60 (11.0)	92 (10.9)	140 (11.0)	118 (12.0)	155 (12.5)	117 (12.9)	152 (13.1)
17	36 (7.4)	37 (9.9)	20 (12.0)	58 (11.4)	110 (12.0)	83 (12.6)	88 (13.7)	98 (13.9)	115 (14.2)
19	6 (8.0)	16 (11.5)	60 (13.0)	29 (12.0)	40 (12.0)	59 (13.4)	60 (14.5)	72 (14.9)	78 (14.4)
21	4 (9.0)	4 (11.1)	20 (13.0)	17 (12.5)	30 (12.0)	36 (13.9)	50 (15.6)	63 (15.4)	72 (14.9)
23	7 (10.4)	5 (12.4)		10 (13.3)	20 (13.0)	26 (14.4)	33 (15.8)	42 (15.8)	35 (16.0)
25	1 (13.0)	1 (19.0)		9 (13.1)	10 (10.0)	18 (14.9)	20 (15.8)	25 (16.5)	32 (16.6)
27		1 (13.0)		3 (14.8)		9 (15.2)	18 (16.1)	10 (17.4)	15 (17.7)
29		1 (12.0)		6 (14.7)		7 (15.6)	10 (17.0)	8 (17.0)	15 (18.0)
31		1 (13.0)		2 (14.0)		2 (15.7)	8 (15.6)	4 (18.2)	6 (19.0)
33				3 (13.3)		1 (16.0)	3 (18.0)	3 (16.3)	7 (18.0)
35		1 (14.0)			10 (14.0)	1 (16.4)	3 (15.0)	2 (17.6)	8 (18.6)
37								1 (18.0)	2 (21.0)
39									
41				1 (12.5)				1 (18.6)	
43									
45									
Yht.	4022	4703	5240	3047	2580	2200	3252	1699	2220

Taulukko 48. (jatkuu)

$D_{1.3}$, cm	Keskipituus, m 15		Poistuma, k-m^3/ha 17		19	
	0-40	40+	0-40	40+	0-40	40+
	Runkoja, kpl/ha		(Keskipituus, m)			
5	279 (3.6)	518 (3.5)	300 (3.6)	144 (4.0)	300 (5.8)	50 (6.0)
7	133 (6.5)	137 (7.9)	62 (7.0)	100 (7.1)	240 (6.0)	75 (7.6
9	148 (8.5)	291 (10.0)	131 (9.8)	100 (9.5)	160 (7.0)	
11	118 (10.0)	179 (11.1)	66 (11.7)	83 (12.1)	44 (9.6)	100 (12.5)
13	100 (12.4)	165 (13.0)	68 (12.7)	80 (13.9)	64 (11.8)	115 (14.7)
15	89 (13.8)	136 (14.2)	76 (14.0)	104 (15.0)	30 (13.7)	100 (15.4)
17	86 (14.5)	125 (15.5)	68 (15.2)	123 (16.1)	40 (14.5)	68 (17.1)
19	64 (15.8)	119 (16.2)	65 (16.3)	93 (17.0)	30 (16.0)	70 (18.9)
21	58 (15.9)	85 (16.4)	71 (17.4)	108 (17.7)	24 (17.6)	58 (19.4)
23	42 (16.7)	60 (16.9)	55 (17.7)	69 (17.9)	10 (18.6)	55 (20.2)
25	42 (16.8)	27 (17.1)	38 (18.5)	33 (18.2)	32 (19.7)	70 (20.7)
27	32 (17.8)	24 (17.8)	31 (19.2)	39 (19.2)	32 (20.5)	33 (21.6)
29	24 (17.8)	6 (17.7)	21 (19.2)	13 (20.0)	24 (21.6)	35 (22.2)
31	12 (18.3)	12 (18.2)	13 (19.5)	12 (18.3)	24 (21.8)	33 (22.8)
33	8 (18.5)	3 (17.3)	11 (19.4)	9 (21.0)	24 (22.0)	35 (22.9)
35	5 (17.7)	8 (18.7)	2 (21.0)	2 (21.0)	30 (22.0)	8 (24.0)
37	3 (19.1)	1 (19.0)	2 (22.0)	7 (20.6)	10 (22.2)	3 (24.0)
39	2 (18.2)	2 (17.0)	3 (21.0)	1 (20.0)	16 (22.2)	3 (26.0)
41	1 (18.3)	1 (21.0)	2 (23.0)			
43	1 (19.0)	1 (24.0)	4 (23.2)			
45	1 (19.0)		2 (22.2)			
Yht.	1248	1900	1091	1120	1134	911

Taulukko 49. LÄPIMITTALUOKITTAISET RUNKOLUKU- JA PITUUSSARJAT POHJOIS-SUOMEN KUUSIVALTAISTEN HARVENNUSMETSIEN KAHDESSA POISTUMALUOKASSA (0-40 ja 40+)

$D_{1.3}$, cm	Keskipituus, m / Poistuma, k-m³/ha								
	5	7		9		11		13	
	0-40	0-40	40+	0-40	40+	0-40	40+	0-40	40+
	Runkoja kpl/ha (Keskipituus, m)								
5	2655 (3.6)	2003 (3.3)	3710 (4.4)	1896 (4.0)	2167 (3.3)	1032 (3.8)	1400 (3.6)	515 (3.6)	1100 (3.2)
7	790 (5.3)	596 (6.1)	1390 (7.2)	670 (6.0)	600 (5.1)	316 (5.8)	650 (6.4)	438 (6.3)	300 (6.0)
9	555 (6.0)	416 (7.3)	1000 (8.6)	322 (7.5)	767 (7.3)	379 (7.3)	575 (8.0)	351 (8.3)	400 (7.3)
11	235 (7.0)	211 (8.5)	140 (10.5)	191 (8.9)	290 (8.6)	245 (8.7)	370 (10.1)	258 (9.9)	290 (10.1)
13	115 (7.5)	161 (9.8)	140 (12.0)	142 (10.3)	157 (10.3)	174 (10.2)	178 (12.0)	169 (11.6)	213 (11.5)
15	30 (8.3)	84 (10.6)	20 (12.0)	93 (11.4)	90 (11.5)	147 (11.4)	153 (12.9)	115 (12.6)	240 (12.8)
17		53 (10.5)		62 (12.4)	83 (12.6)	95 (12.6)	163 (13.9)	92 (14.3)	107 (14.4)
19		24 (11.5)	20 (12.0)	38 (12.8)	67 (14.4)	69 (13.4)	38 (14.4)	65 (14.5)	73 (15.3)
21		6 (12.7)		21 (13.8)	33 (14.7)	44 (14.3)	28 (15.0)	28 (15.9)	40 (15.8)
23		4 (12.6)		17 (15.3)	10 (14.3)	24 (14.5)	33 (16.0)	25 (16.2)	53 (16.7)
25		1 (12.0)		7 (14.2)	10 (16.0)	14 (15.5)	8 (17.3)	35 (16.9)	40 (17.0)
27		1 (14.0)		3 (16.0)	10 (16.0)	13 (16.4)	18 (17.1)	8 (17.6)	13 (17.0)
29				3 (17.1)		6 (16.4)	28 (18.2)	15 (17.7)	27 (18.0)
31				2 (18.0)	3 (17.0)	2 (16.5)	5 (19.0)	8 (19.9)	33 (18.0)
33				1 (17.0)		4 (17.7)	5 (18.0)	2 (18.0)	7 (18.0)
35						1 (16.0)	3 (20.0)	5 (19.2)	
37					3 (18.0)		3 (20.0)	1 (18.0)	
39								1 (19.0)	
41									
43						1 (17.0)			
45									
Yht.	4380	3560	6420	3468	4290	2566	3658	2131	2936

Taulukko 49 (jatkuu)

$D_{1.3}$, cm	Keskipituus, m		Poistuma, k-m^3/ha		
	15		17		19
	0-40	40+	0-40	40 +	0-40
	Runkoja kpl/ha		(Keskipituus, m)		
5	173 (3.2)	100 (4.0)	1100 (3.0)	250 (3.2)	
7	109 (6.1)	300 (6.0)	100 (6.0)	50 (5.0)	
9	109 (9.8)	200 (8.0)		100 (11.0)	
11	134 (11.2)	260 (11.0)	90 (9.0)	225 (11.7)	40 (12.0)
13	117 (11.8)	280 (12.0)	80 (11.0)	130 (14.1)	30 (12.0)
15	141 (13.5)	150 (13.0)	80 (12.0)	105 (16.0)	60 (13.0)
17	113 (14.7)	170 (15.0)	80 (13.0)	115 (16.5)	20 (14.0)
19	85 (15.7)	130 (16.0)	70 (15.0)	105 (17.6)	80 (16.0)
21	69 (16.2)	130 (18.0)	80 (16.0)	40 (18.3)	40 (17.0)
23	50 (16.3)	30 (19.0)	130 (17.0)	55 (19.3)	40 (18.0)
25	43 (16.9)	30 (20.0)	10 (18.0)	40 (19.6)	70 (19.0)
27	26 (17.2)	30 (21.0)	30 (19.0)	40 (20.0)	80 (20.0)
29	12 (17.7)	20 (22.0)	30 (20.0)	30 (20.5)	40 (21.0)
31	7 (17.7)			15 (21.0)	
33	7 (19.0)	10 (23.0)	40 (22.0)	15 (21.0)	
35	9 (19.6)	10 (23.0)			10 (21.0)
37	2 (18.0)	10 (23.0)	10 (23.0)		10 (24.0)
39					
41				5 (23.0)	
43					
45			20 (24.0)		
Yht.	1206	1860	1950	1320	520

Taulukko 50. LÄPIMITTALUOKITTAISET RUNKOLUKU- JA PITUUSSARJAT ETELÄ-SUOMEN LEHTIPUUVALTAISTEN HARVENNUSMETSIEN KAIKILLE POISTUMALUOKILLE YHTEISESTI

$D_{1.3}$, cm	Keskipituus, m							
	9	11	13	15	17	19	21	23
	Runkoluku, kpl/ha (Keskipituus, m)							
3.5	1559 (5.0)	260 (3.0)		160 (3.0)	297 (7.0)			
5.5	1200 (6.6)	947 (6.6)	168 (8.0)	343 (6.4)	120 (7.0)	306 (6.0)		
7.5	1211 (7.5)	775 (7.5)	634 (10.0)	394 (10.7)	323 (8.2)	123 (11.3)		
9.5	564 (9.7)	758 (9.9)	683 (10.9)	332 (11.4)	202 (15.6)	77 (10.0)	81 (8.5)	94 (16.0)
11.5	356 (10.1)	436 (11.4)	323 (12.2)	464 (13.5)	193 (15.7)	35 (12.5)	28 (17.0)	64 (18.0)
13.5	234 (11.1)	239 (11.6)	302 (12.5)	229 (14.5)	160 (15.8)	114 (17.2)	40 (18.0)	47 (21.0)
15.5	26 (11.0)	221 (13.7)	157 (13.3)	130 (16.2)	121 (16.5)	164 (18.0)	91 (18.6)	106 (18.6)
17.5		62 (13.3)	118 (15.4)	117 (16.8)	107 (17.8)	83 (18.6)	71 (18.5)	127 (22.6)
19.5		33 (14.2)	40 (16.0)	82 (17.3)	77 (18.0)	164 (19.9)	183 (20.7)	45 (22.0)
21.5		14 (16.0)	59 (16.8)	65 (17.3)	39 (18.4)	65 (20.2)	63 (21.8)	61 (22.4)
23.5	20 (12.9)	6 (17.0)	31 (17.0)	32 (18.6)	46 (17.5)	75 (20.8)	86 (22.1)	42 (23.7)
25.5		5 (14.0)	8 (17.0)	17 (19.1)	34 (21.3)	50 (20.5)	17 (21.6)	60 (23.6)
27.5			7 (19.0)	9 (18.4)	19 (21.2)	12 (20.7)	51 (22.3)	42 (25.1)
29.5				2 (20.0)	17 (21.5)	13 (19.8)	11 (22.5)	46 (22.5)
31.5			5 (15.0)	2 (18.0)		2 (20.0)		37 (24.8)
33.5				2 (17.0)		2 (22.0)	6 (23.5)	11 (25.8)
35.5					10 (18.6)	2 (22.0)	6 (23.0)	
37.5				1 (20.0)				
39.5								
41.5								
43.5								
Yht.	5170	3756	2535	2381	1765	1287	734	782

Taulukko 51. LÄPIMITTALUOKITTAISET RUNKOLUKU- JA PITUUSSARJAT POHJOIS-SUOMEN LEHTIPUUVALTAISTEN HARVENNUSMETSIEN KAIKILLE POISTUMALUOKILLE YHTEISESTI

$D_{1.3}$, cm	Keskipituus, m						
	5	7	9	11	13	15	17
	Runkoluku, kpl/ha (Keskipituus, m)						
5	5980 (3.9)	3581 (5.0)	1591 (5.0)	1245 (4.7)	500 (5.0)	740 (2.8)	
7	620 (5.4)	911 (6.6)	668 (7.1)	618 (7.1)	450 (8.4)	200 (5.5)	
9	380 (6.3)	535 (7.7)	441 (8.3)	436 (9.1)	500 (9.2)	100 (8.6)	
11	64 (7.0)	231 (8.4)	257 (9.5)	311 (10.3)	370 (11.1)	140 (10.6)	200 (9.0)
13	26 (8.0)	105 (9.0)	151 (10.2)	242 (11.2)	265 (12.7)	214 (12.2)	170 (13.0)
15	16 (7.2)	54 (10.0)	78 (11.1)	135 (12.3)	230 (13.2)	136 (13.7)	70 (14.0)
17	4 (6.5)	19 (10.3)	55 (11.6)	84 (13.5)	80 (14.6)	122 (15.1)	80 (15.0)
19	2 (8.0)	11 (11.1)	27 (12.4)	45 (14.4)	85 (14.7)	100 (15.6)	70 (15.0)
21		7 (11.7)	9 (13.9)	27 (15.1)	70 (15.2)	64 (17.6)	30 (15.0)
23		1 (15.0)	10 (12.9)	14 (15.3)	20 (15.0)	32 (17.6)	60 (18.0)
25	2 (14.0)		8 (14.7)	6 (16.0)	20 (15.5)	60 (17.5)	20 (19.0)
27		1 (15.5)	4 (14.7)	9 (17.2)		16 (17.5)	10 (20.0)
29			3 (17.3)	5 (17.0)		22 (18.1)	
31		1 (16.0)		1 (19.0)		4 (20.0)	30 (21.0)
33		1 (16.0)	1 (13.0)	1 (15.0)		4 (17.0)	
35			1 (14.0)	1 (19.0)	10 (21.0)	10 (17.6)	10 (21.0)
37				1 (21.0)		4 (17.0)	
39							
41							20 (21.0)
43							
Yht.	7094	5458	3304	3181	2600	1968	770

Runkolukusarjoista ja kokonaisrunkoluvuista nähdään, että varsinkin nuorenpuoleisissa metsiköissä esiintyy erittäin paljon pienikokoisia puita, joita joudutaan siis harvennuksissa poistamaan runsain määrin. Nuorissa metsiköissä hakkuu onkin toistuvasti pienikokoisten puuyksilöiden poistamista alaharvennusperiaatteella ja ylispuuyksilöiden poimimista vallitsevan jakson päältä.

Ylispuiden esiintyminen pahentaa edelleen sitä kuvaa, mikä edellä on annettu harvennusmetsiköiden puupääomasta. Kuutiomäärässä ovat näet mukana myös ylispuuyksilöt, jotka kookkaina merkitsevät lukumääräänsä huomattavasti suurempaa kuutiopainoa. Harvennusmetsiköiden vallitseva jakso on siis vielä merkittävästi vajaapuustoisempi kuin mitä edellä on keskikuutiomäärän ja inventointikoealojen kuutiomäärien vaihtelun perusteella voitu arvioida. Tämä pidentää tarvittavaa lepokautta voimakkaan käsittelyn jälkeen.

Kun verrataan nyt esitettyjä runkoluku- ja pituussarjoja kasvu- ja tuotostaulukoiden mukaisiin poistumasarjoihin, havaitaan, että talousmetsissä on eri-ikäisyydestä ja ylispuujaksosta johtuen poistettavissa merkittävästi järeämpiä puuyksilöitä kuin mitä täysin tasaikäisiä metsiköitä kuvaavat kasvu- ja tuotostaulukot osoittavat. Toisaalta nykyharvennusmetsiköiden puusto on - ehkä niissä vielä heijastuvan määrämittaharsintakauden vuoksi - lyhyempää kuin mitä kasvu- ja tuotostaulukot oikeuttaisivat olettamaan.

6. LOPPUTOTEAMUKSIA

Lopputoteamuksina harvennushakkuiden koneellistamisesta kasvu- ja tuotosopilliselta kannalta voidaan esittää mm. seuraavat.

1. Koneellistamisen vaatimien erittäin voimakkaiden mutta harvoin toistuvien (radikaalien) harvennushakkuiden soveltamiseen e i t ä m ä n h e t k i s e n t i e t ä m y k s e n m u k a a n o l e o l e m a s s a k a s v u t e o r e e t t i s t a e s t e t t ä. Mikäli pidetään huoli siitä, että harvennusten välinen aika on riittävän pitkä puupääoman kartuttamiseksi, radikaalit harvennukset eivät merkitse sen suurempaa puuntuotannollista vaaraa kuin nykyiset lievemmät mutta 5-10 vuoden väliajoin toistuvat harvennushakkuutkaan.

2. Työkoneiden liikkumisongelmat kaikkein nuorimmissa ja tiheimmissä metsiköissä ovat ratkaistavissa vähäisin kasvutappioin. Istutus- ja kylvömetsiköissä ratkaisuna on varhainen r i v i h a r v e n n u s k u l k u t e i d e n v a a t i m a s s a l a a j u u d e s s a.

Luontaisesti syntyneissä metsiköissä kasvutappiot voidaan todennäköisesti tehdä tätäkin vähäisemmäksi luontaisia aukkoja noudattelevan tieverkoston avulla.

3. Käytännöllisistä ongelmista erittäin voimakkaiden harvennusten soveltamisen tiellä on tärkeimpiä luonnontuhojen riski, jonka suuruus on toistaiseksi tutkimuksin selvittämättä. On kuitenkin todennäköistä, ettei tämäkään riski ole, tiettyjä poikkeusalueita lukuun ottamatta, niin suuri, että se muodostuisi esteeksi koneellistamisen toteuttamiselle. Erittäin voimakkaat harvennushakkuut, jos ne sallitaan suoritettaviksi runsaspuustoisimmissa metsiköissä, eivät johda sen harva-asentoisempiin metsikköihin kuin mitä Suomen harvennusmetsiköt nykyisin yleisesti ovat. Luonnontuhojen vaara lienee suurin varhemmin täysin tai likimain käsittelemättömissä metsiköissä, erityisesti luontaisesti syntyneissä kuusikoissa, ja pienin säännöllisesti hakkuiden kohteiksi joutuneissa metsiköissä, erityisesti keinollisesti perustetuissa.

4. Koneiden ja koneellistamisen suunnittelijoiden ja käytännöllisestä toteutuksesta vastaavien henkilöiden tehtäväksi jää koneiden aiheuttamien välittömien ja välillisten vaurioiden minimoiminen. Koneet olisi suunniteltava mahdollisimman keveiksi ja ketteriksi sekä toimintakykyisiksi meikäläisissä talviolosuhteissa. Tällaiset koneet aiheuttavat vähimmin vaurioita rungoille ja talviolosuhteissa juuristolle. Kesäkautena, ilman kalliiksi käyviä erityisjärjestelyitä, juuristovauriot voivat koitua kohtalokkaiksi. Erityistä huomiota on kiinnitettävä myös koneenkäyttäjien koulutukseen, koska siten voidaan epäilemättä vähentää merkittävästi runkovaurioiden määrää. Tälläkin alalla on suurta tutkimuksen tarvetta ennen koneellistamisen laajaa sovellutusta.

5. Konellistamisen vaatimalle harvennushakkuiden voimakkuudelle näyttää tällä hetkellä asettavan esteitä suomalaisten harvennusmetsiköiden huomattava vajaapuustoisuus. Mikäli nykyisin virallisesti voimassa olevista puustopääomanormeista pyritään nimenomaan koneellistettujen harvennushakkuiden kohdalla pitämään kiinni, ei koneellistamiselle ole olemassa käytännöllisiä edellytyksiä. Vuoden tai parin kuluttua ei Suomen metsissä olisi sellaisia metsiköitä, joissa voitaisiin poistaa yli 40 k-m^3/ha ja jättää jäljelle ohjeeksi asetettu puupääoma.

Tosin tuntuisi merkilliseltä, jos tällainen ehdoton asenne juuri nyt omaksuttaisiin, kun ohjenormeja ei inventointitulosten mukaan ole tähänkään mennessä käytännössä noudatettu. Mikäli yleisiä puustotavoitenormeja ylimalkaan tarvitaan, ne olisi perusteellisesti uusittava arkimetsänkäsittelyä vastaaviksi.

6. Erittäin voimakkaat harvennukset, joita koneellistaminen edellyttää, voitaneen sallia nykyisellä alhaisella puupääomatasollakin sillä edellytyksellä, e t t ä h a r v e n n u s h a k k u i s s a p o i s t e t t a v a p u u m ä ä r ä e i s u u r a l u e i t t a i n l i s ä ä n n y . Tämä merkitsee esim. yksityismetsätalouden sektorilla sitä, että kenttähenkilökunnalla olisi annettava keinot takeiden hankkimiseksi siitä, ettei uutta voimakasta harvennusta suoriteta ennen riittävän pitkää lepokautta. Koneellistettu harvennustalous merkitsee hakkuiden uudenlaista rytmitystä ja asenteiden täydellisen muuttumisen tarvetta.

7. Ennen kuin koneellistamista voidaan yksityismetsätalouden sektorilla ryhtyä merkittävässä määrin toteuttamaan, on m e t s ä n o m i s t a j i e n k e s k e n p ä ä s t ä v ä y h t e i s t o i m i n t a a n. Näin syntyisi laajoja talousyksiköitä ja voitaisiin hakkuut keskittää runsaspuustoisimpiin metsikköihin sekä paremmin valvoa sitä, ettei harvennushakkuista kertyvä puumäärä pääsisi koneellistamisen aiheuttaman hakkuiden voimistumisen vuoksi kokonaisuutena lisääntymään puupääoman kustannuksella. Harvennushakkuiden koneellistaminen jäänee alkuvaiheessaan monista muistakin syistä ennen muuta muiden kuin yksityismetsänomistajien menetelmäksi.

8. Harvennushakkuiden koneellistamisen näkymät eivät siis tämän hetken taustaa vasten näytä kovin valoisilta. Monet r i s k i t e k i j ä t on ensin tutkittava, ennen kuin käytännöllinen toteutus laajassa mittakaavassa on mahdollinen. Harvennusmetsiköiden v a j a a p u u s t o i s u u s saattaa muodostua koneellistamisen esteeksi, ellei puustotavoitenormeja merkittävästi alenneta nykymetsien todellisuutta paremmin vastaavalle tasolle esim. yksityismetsälain valvonnassa. T i l o j e n p i e n i k o k o j a o m i s t a j i e n y h t e i s t o i m i n n a n p u u t e rajoittavat omalta osaltaan koneellistamispyrkimyksiä.

9. Viimeksi mainitut seikat merkitsevät toisaalta kuitenkin sitä, että k o n e i d e n j a k o n e e l l i s t a m i s e n s u u n n i t t e l u l l e j ä ä a i k a a , jota näin tärkeässä asiassa todella tarvitaankin.

10. Harvennushakkuiden koneellistamiseen liittyvien ongelmien tutkiminen on Suomessa ilmeisesti aloitettu juuri oikeana ajankohtana. Sitä olisi kaikin tavoin tuettava ja kiirehdittävä, sillä esim. vuosikymmenen kuluttua metsätalous tuskin pystyy selviytymään ongelmistaan ilman koneiden käyttöä taimiston käsittelystä päätehakkuisiin asti. Tämä olisi käsitettävä muidenkin kuin metsäteknologien. Mm. metsänhoidollisen ja puuntuotantotieteellisen tutkimuksen, yksityismetsätalouden valvontajärjestöjen yms. tahoilla olisi lähdettävä siitä, että esim. harvennuskoneet ovat metsäkuvassa mukana ehkä vuosikymmenen kuluttua ja että tarvittavat perustiedot tutkimuksen taholla ja välttämätön perusmielipidemuokkaus, mahdollisesti lainsäädännöllinen uudistuskin, käytännön suunnalla olisi suoritettava ennen sitä. Koneaika merkitsee ei vain monien metsällisten käsitteiden vaan myös suhtautumisnormien täydellistä muutosta.

11. Lainsäädännössä on uudistumisen tarvetta ainakin kahdessa mielessä. Lain avulla olisi taattava metsänomistajalle mahdollisuus saada korvaus koneiden aiheuttamista vaurioista siinä tapauksessa, että koneellisen hakkuuoperaation suorittaa esim. urakoitsija tai ylimalkaan joku muu kuin metsänomistaja itse. Tähän liittyen olisi kehitettävä menetelmä vahinkojen suuruuden arvioimiseksi. Toisaalta olisi lainsäädäntätteitse voitava estää puupääoman aleneminen Suomen metsissä voimakkaiden, koneellistettujen kasvatushakkuiden aikakaudella.

Kirjallisuutta

(1) Lauri Ilvessalo † ja Erkki Laitakari: Metsikön kasvatus. - Suuri Metsäkirja I, s. 235-268. Helsinki-Porvoo (1949).

(2) Lauri Ilvessalo: Puuluokitus ja harvennusasteikko. - Acta Forestalia Fennica 34 (1929).

(3) Paavo Yli-Vakkuri: Ala- ja yläharvennuksen erilaisuus ja yhtäläisyys. - Metsätaloudellinen Aikakauslehti n:o 3-4 (1949).

(4) R. Schober: Methods for thinning experiments. - Report of the study group "Thinning". IUFRO, Section 25, München (1967).

(5) Leevi Miettinen: Harvennusasteikoista ja niiden soveltamisesta. - Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja 16 (1930).

(6) Erkki K. Kalela: Luonnonmukainen metsien käsittely. - Silva Fennica 64 (1948).

(7) Aarne Nyyssönen: Hakkauksilla käsiteltyjen männiköiden rakenteesta ja kehityksestä. - Acta Forestalia Fennica 60 (1954).

(8) Yrjö Vuokila: Etelä-Suomen hoidettujen kuusikoiden kehityksestä. - Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja 48 (1956).

(9) C.R. Heck: Handbuch der freien Durchforstung. Stuttgart (1931).

(10) Carl Mar: Møller: Vore skovetraearter og deres dyrkning. København (1965).

(11) Thöger Jagd: The "active method" of thinning. - State University of New York, Technical publication no. 76 (1954).

(12) Walter Schädelin: Die Auslesedurchforstung. Bern-Leipzig (1934).

(13) Charles Carbonnier: Synpunkter på gallringsprogramm i granbestånd. - Det Norske Skogforsøksvesen, Nr. 84, Bind XXII, s. 139-155 (1967).

(14) Henrik Petterson: Om skogsvårdslagens tillämpning. - Meddelanden från Statens Skogsforskningsinstitut, Bd 39,2 (1950).

(15) Bernard Borggreve: Die Holzzucht, 2. Aufl. Berlin (1891).

(16) Uno Wallmo: Rationell skogsafverkning. Stockholm (1897).

(17) Flemming Juncker: Selection thinning in Denmark. - State University of New York, Technical Publication no. 76 (1954).

(18) N.A. Osara: Syrjäytämmekö metsänhoidollisissa hakkauksissamme eräitä taloudellisia mäkökohtia. - Metsätaloudellinen Aikakauslehti n:o 10 (1936).

(19) Yrjö Vuokila: Kasvu- ja tuotostutkijan ajatuksia kasvatushakkuista. - Metsämies n:o 9 (1967).

(20) Charles Carbonnier: Beståndbehandlingens inflytande på produktionen. - Svenska Skogsvårdsföreningens Tidskrift Nr 2 (1964).

(21) Jöran Fries: Ett försök till en ekonomisk modell för beståndsbehandling. - Ska vi gallra?, s. 58-64. Stockholm (1968).

(22) Peder Braathe: Hvor mange tynninger må utføres i granskog for å sikre bestandsutviklingen? - Norsk Skogbruk, s. 362-364 (1968).

(23) P. Abetz: Versuchsprogramm für einen europäischen Stammzahlhaltungsversuch in Fichte (Picea abies). 1. und 2. Entwurf. - IUFRO:n asettaman työryhmän jäsenille jaettu monistettu suunnitelmaluonnos (1969).

(24) Yrjö Vuokila: Eriasteisin kasvatushakkuin käsiteltyjen männiköiden kasvu- ja tuotostaulukot maan eteläistä sisäosaa varten. - Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja 63.2 (1967).

(25) Yrjö Vuokila: Puuston radikaali harvennus metsien tuleva käsittelymenetelmä?-Helsingin Sanomat 3.12.1968.

(26) Ska vi gallra? Föredrag och diskussionsinlägg vid Skogsveckans konferens den 5 mars 1968. Sveriges Skogsvårdsförbund, Stockholm (1968).

(27) Korridorgallring. Wifstavarf presenterar "ny" metod. - Skogen 52, s. 246-247 (1965).

(28) E. Edlund: Gallring medelst kalavverkning. - Skogen 49, s. 360-361 (1962).

(29) IUFRO:n XIV:n (Münchenin) kongressin retkeilyn n:o 1 asiakirjat (1967).

(30) Yrjö Ilvessalo: Kasvu- ja tuottotaulut Suomen eteläpuoliskon mänty-, kuusi- ja koivumetsille. - Acta Forestalia Fennica 15 (1920).

(31) Vadim Söderström: Några ryska förbandsförsök. - Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift, Häfte 5, s. 437-441 (1968).

(32) Manfred Näslund: Ett gallringsförsök i stavagranskog. - Meddelanden från Statens Skogsforskningsinstitut 28 (1935).

(33) Erik Holmsgaard: Kommentaren til nogle tyske og svenske Hugstforsøg i Rødgran. - Dansk Skovforenings Tidsskrift, 3. hefte (1956).

(34) Charles Carbonnier: Ett gallringsförsök i planterad granskog. - Statens Skogsforskningsinstitut, Uppsatser Nr. 55 (1957).

(35) P.H. Cochran: Can thinning slash cause a nitrogen defieiency i pumic soils of central Oregon? - U.S. Forest Service, Research Note PNW-82 (1968).

(36) Henrik Petterson: Beståndsvårdens ekonomi. - Meddelanden från Statens Skogsforskningsinstitut, Serien uppsatser Nr 20 (1951).

(37) Ernst Assmann: Waldertragskunde. München-Bonn-Wien (1961).

(38) Carl Mar: Møller: The influence of thinning on volume increment. - State University of New York, Technical Publication 76 (1954).

(39) Erling Eide ja A. Langsaeter: Produksjonsundersøkelser i granskog. - Medd. Norske Skogforsøksvesen 7, s. 359-500 (1941).

(40) Henrik Petterson: Barrskogens volymproduktion. - Meddelanden från Statens Skogsforskningsinstitut 45 (1955).

(41) H. Bryndum: Forsøgsvaesenets afsluttede rødgranprøveflader. - Forstl. Forsøgsv. Danmark 28, s. 265-398 (1964).

(42) Sven-Olof Andersson: Produktionstabeller för norrländska tallplanteringar. - Meddelanden från Statens Skogsforsknnigs-institut, Bd. 51:3 (1963).

(43) Sven-Olof Andersson: Ekonomiska kalkyler över lönsamheten hos skogsbruk med få gallringar. - Meddelanden från Statens Skogsforskningsinstitut, Uppsatser Nr. 83 (1961).

(44) Jöran Fries: Gallringens inverkan på produktionen samt risken för skador vid hårda gallringar. - Ska vi gallra?, s. 13-19. Stockholm (1968)

(45) Sven-Olof Andersson: Hur påverkas produktionen av korridorgallringen. - Ska vi gallra?, s. 24-29. Stockholm (1968).

(46) Ove Andréason: Gödsling och gallring. - Ska vi gallra?, s. 20-23. Stockholm (1968).

(47) Anders Agren: Produktionsförluster till följd av virkestransport i gallringsskog. - Ska vi gallra?, s. 30-34. Stockholm (1968).

(48) Veikko O. Mäkinen: Viljelykuusikoiden kasvu- ja rakennetunnuksia. - Folia Forestalia 34 (1967).

(49) Kasvu- ja tuotostaulukoita. (Koonnut Pentti Koivisto.) - Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja 51.8 (1959).

(50) Kustaa Kallio: Etelä-Suomen kylvömänniköiden rakenteesta ja kehityksestä. - Acta Forestalia Fennica 71.3 (1960).

(51) Aaro Vallivaara: Metsien käsittely. - Tapion taskukirja, 15, painos, s. 109-118 (1965).

(52) Yrjö Vuokila: Tilapäiskoealoihin perustuvat yhtälöt männyn kasvu- ja tuotostaulukoita varten (Suomenkielinen lyhennelmä). - Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja 60.4 (1965).

(53) Yrjö Ilvessalo: III valtakurnan metsien arviointi. Suunnitelma ja maastotyön ohjeet. - Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja 39.3 (1951).

(54) Valtakunnan metsien inventoinnin kenttäohje. - Metsäntutkimuslaitoksen metsänarvioimisen tutkimusosaston moniste (1964).