

METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN
TIEDONANTOJA 239

Metsänarvioimisen tutkimusosasto
Puuntuotoksen tutkimussuunta



PUUNTUOTOKSEN TUTKIMUSSUUNNAN KESTOKOKEIDEN PERIAATTEITA JA SUUNNITELMIA

Yrjö Vuokila



HELSINKI 1986

METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN TIEDONANTOJA 239

Metsänarvioimisen tutkimusosasto

Puuntuotoksen tutkimussuunta

PUUNTUOTOKSEN TUTKIMUSSUUNNAN
KESTOKOKEIDEN
PERIAATTEITA JA SUUNNITELMIA

Yrjö Vuokila

METSÄNTUTKIMUSLAITOS
TUTKIMUSOSASTO

ISBN 951-40-0869-3
ISSN 0358-4283

Pursipaino Oy. Helsinki 1986

SISÄLLYS

1. ALKUSANAT.....	5
2. NÄKÖKOHTIA KOKEIDEN SUUNNITTELUSTA.....	7
3. TAIMIKOT JA NIIDEN KÄSITTELY.....	46
31. Istutusväli ja -kuviointi.....	46
311. Puhtaat metsiköt.....	46
312. Sekametsiköt.....	52
313. Istutusviuhka.....	56
32. Taimikon perkaus.....	61
321. Yhteispohjoismainen tutkimus.....	61
322. Nurmes-suunnitelmaan liittyvä tutkimus.....	64
323. Perkaukseen liittyvä puulajivalinta.....	68
33. Hirvivauriot.....	70
34. Taimikon harvennus.....	76
341. Harvennuksen voimakkuus.....	76
342. Harvennuksen ajankohta.....	80
343. Kylvötuppaiden käsittely.....	83
344. Suojametsäalueen taimikot.....	85
35. Alikasvosten toipuminen.....	88
36. Vierasperäiset puulajit.....	92
37. Harmaalepän vaikutus karulla kasvupaikalla.....	94
4. VARSINAISET HARVENNUKSET.....	96
41. Vanhat harvennuskokeet.....	96
42. Yhteiseurooppalainen harvennuskoe.....	113
43. Haavikoiden käsittely.....	125
44. Koivuvitikoiden kasvattaminen.....	127
45. Harvoin toistuvat harvennukset (HARKAS-kokeet)....	130
46. Puustopääoman puuntuotannollinen merkitys.....	140
47. Harvennustavan vaikutus puuntuotokseen.....	143
471. Valikoivat harvennukset.....	143
472. Systemaattiset harvennukset.....	147
48. Mekaanisen vaurion vaikutus puun kehitykseen.....	152

49.	Harvana syntyneet vaara-alueen metsiköt.....	156
410.	Liukuvan harvennusvoimakkuuden koealat.....	158
411.	Pohjois-Suomen vanhat pysyvät koealat.....	162
412.	Suojametsien käsittely.....	164
5.	TEKNINEN LAATU.....	167
51.	Karsiminen.....	167
511.	Vanhat karsimiskokeet.....	167
512.	Uudet karsimiskokeet.....	171
52.	Laatuharvennus.....	175
6.	LANNOITUKSEN PUUNTUOTANNOLLINEN MERKITYS.....	178
61.	Maantutkimusosaston perustamat vanhat lannoituskokeet.....	178
62.	Lannoitelaji ja lannoitusväli.....	181
63.	Tuhka- ja algominlannoituksen vaikutus puuston kasvuun.....	184
64.	Kasvatushakkuun ja lannoituksen keskinäinen ajoittaminen.....	186
65.	Harvennuksen ja lannoituksen yhteisvaikutus.....	196
66.	Harvennustavan vaikutus lannoitusreaktioon.....	200
67.	Kokopuun korjuun vaikutus puuntuotokseen.....	203
671.	Kotimainen tutkimus.....	203
672.	Yhteispohjoismainen tutkimus.....	206
7.	TALOUSMETSÄT.....	211
71.	Valtakunnan metsien inventoinnin (VMI) systeemiin perustetut INKA-kokeet.....	211
72.	VMI:n systeemiin perustetut TINKA-kokeet.....	218
73.	Suojametsäalueen kokeet.....	221
74.	Kasvun vaihtelu.....	224
8.	KÄYNNISSÄ OLEVIA KOKEIDEN JA NIIDEN KOEALOJEN LUKU- MÄÄRÄT V. 1985.....	228

1. ALKUSANAT

Metsänarvioimisen tutkimusosaston toiminnassa on kestäkokeilla keskeinen asema. Niitä onkin suunniteltu, perustettu ja mittailtu Metsäntutkimuslaitoksen perustamisesta alkaen, lähes 70 v:n ajan.

Valtaosa voimassa olevia kokeita on aloitettu kuitenkin v:n 1969 jälkeen, jolloin osastoon perustettiin kasvu- ja tuotostutkimuksen professorin virka. V. 1976 kasvu- ja tuotostutkimus "itsenäistyi" puuntuotoksen tutkimussuunnaksi.

1970-luvun aikana - samanaikaisesti kun on tehty tilapäis-koeloin kiireisimpiä selvityksiä - puuntuotoksen tutkimussuunta on käyttänyt runsaasti työtä ja resursseja uusien, paljolta myös uudentyyppisten kestäkokeiden perustamiseen. Metsätalous on yhteiskunnan yleisen kehityksen mukaisesti luonut tutkimukselle jatkuvasti uusia ongelmia, joiden ratkaisemiseen olemassa olevat tiedot ja kokemukset eivät ole riittäneet.

Kestäkokeen perustaminen vaatii yksityiskohtaista suunnittelua. Suunnitelma ei koske vain kokeen perustamista, vaan myös sen myöhempiä vaiheita niin pitkälle ajassa eteenpäin kuin mahdollista. Useat vanhimmat suunnitelmat ovat allekirjoittaneen tekemiä. Toistuvasti kysymys on kuitenkin tutkimussuunnan tutkijoiden yhteistyöstä. Tutkija, jonka tutkimussektoriin kuuluvasta ongelmasta on ollut kysymys, on tehnyt ideapalaverin pohjalta ehdotuksen, jota on sitten tutkijakokouksissa kehitelty lopulliseen muotoon. Jos on ollut tarpeen, suunnitelmaa on saatettu muuttaa ensikokemusten antamien viitteiden mukaisesti.

Tutkimustoiminta on vuosi vuodelta monipuolistunut. Uusia koetyyppejä on tullut mukaan toimintaan lähes vuosittain. Niiden kokoaminen yhteen julkaisuun on käynyt tarpeelliseksi mm. seuraavista syistä.

Tutkimushenkilökunnan vaihtuessa on välttämätöntä, että johdonmukaisuutta vaativien kestokokeiden hoito jatkuu alkuperäisen suunnitelman mukaisesti. Kun käytettävissä on suppea esitys koesuunnitelmista, uudet tutkijat ja maastotyötä tekevät henkilöt voidaan perehdyttää entistä paremmin etukäteen tulevaan tehtäväänsä ja heille voidaan antaa kokonaiskäsitys tutkimussuunnan toiminnasta siltäkin osin, mikä ei kuulu heidän vastuulleen.

Julkaisemalla kestokoeohjelmansa puuntuotoksen tutkimusuunta toivoo lisäksi, että siitä olisi tavalla tai toisella hyötyä myös muille tutkimussektoreille. Myönteistä olisi sekin, jos esim. metsäoppilaitokset voisivat perustaa havaíntometsiinsä esitetyn kaltaisia kokeita. Ne tehostaisivat opetusta ja täydentäisivät osaltaan niitä aineistoja, joita tutkimuslaitoksessa kerätään. Hyöty olisi molemminpuolinen. Kuka tahansa on luonnollisesti tervetullut perustamaan esitetyn kaltaisia kokeita ja saamaan tarkoitusta varten lisäneuvontaa.

Kokeista esitellään seuraavassa yleensä vain rakenteelliset pääpiirteet ja sellaiset yksityiskohdat, jotka ovat kulloinkin kysymyksessä olevalle koetyypille ominaisia. Maastotöiden yksityiskohtiin ei yleensä puututa, koska niistä on olemassa oma selvityksensä (MT 96).

Yrjö Vuokila

2. NÄKÖKOHTIA KOKEIDEN SUUNNITTELUSTA

(Metsikkökokeiden suunnittelu-, mittaus- ja laskenta-päivillä 19.4.1977 pidetty esitelmä)

Kun Metsäntutkimuslaitos aloitti toimintansa n. 60 v sitten, sen tarpeellisuutta perusteltiin mm. pitkäaikaisen kokeiden välttämättömyydellä. Pääteltiin, että vain tutkimustoimintaan keskittyvä valtion laitos kykenisi hoitamaan pitkäjänteisesti tärkeänä pidetyn, mutta paljon aikaa vievän koetoiminnan.

Tätä taustaa vasten on ymmärrettävää, että 1920- ja 1930-luvut olivat Metsäntutkimuslaitoksessa todellista kestokokeiden aikakautta. Kokeita perustettiin kuin hurmiossa, ja luottamus niiden kaikkivoipaisuuteen oli horjumaton. Kestokokeiden perustamista ja hoitoa varten syntyi vähitellen melkoinen henkilöorganisaatio.

Kielteisiäkin kokemuksia

Puhun lähinnä metsänarvioimisen tutkimusosaston kokemuk-
sista, kun totean, että kaikesta innostuksesta ja vaivan-
näöstä huolimatta kestokokeet eivät ole täyttäneet niihin
asetettuja toiveita. Jo 1950-luvulla alkoi käydä sel-
väksi, että suuria kustannuksia vaatineet kestokokeet tu-
lisivat tuottamaan melkoisen pettymyksen. Tämä toteamus
heitti pitkiksi ajoiksi varjon koko kestokoetoiminnan
ylle. Niinpä 1950- ja 1960-luvuilla esitettiinkin toistuu-
vasti kysymys: kannattaako ylimalkaan perustaa enää kes-
tokokeita? Tutkimustoiminnassa painopiste siirtyi ta-
kaisin ns. tilapäiskoealojen taholle.

Luonnontuhot

Ikävät kokemukset aiheutuivat osaksi luontaisista teki-
jöistä. Vuosikymmenien kuluessa hyönteiset, sienet,
myrsky ja lumi tekivät tuhojaan kestokoealasarjoilla pi-

laten täysin osan niistä tai häiriten tutkimusohjelmien toteuttamista. Nämä ikävät kokemukset pakottavat muistutamaan siitä tosiasiasta, että metsätuhot ovat viimeisen vuosikymmenen kuluessa lisääntyneet merkittävästi ja että pitkäaikaisiin kokeisiin nojautuva tutkimustoiminta on tullut entistäkin riskialttiimmaksi. Jotta kaikkein pahimmilta vahingoilta vältyttäisiin, on pyrittävä siihen, että kestokokeiden ensimmäisen vuosikymmenen mittaustulokset olisivat jo mahdollisimman monipuolisesti käyttökelpoisia. Kestokokeella täytyisi olla sekä lyhyen että pitkän tähtäyksen tavoite.

Suunnitteluvirheitä

Pelkästään luonnontuhoja ei voida kuitenkaan syyttää kestokokeiden tähänastisesta tehottomuudesta. On myönnettävä, että kertyneen kokemuksen perusteella arvostellen kestokoetoiminnassa on tehty myös virheitä. Tämä toteamus on tietenkin siinä mielessä jälkiviisautta, epäoikeudenmukaistakin, että kokeet perustettiin aikanaan senhetkisiä parhaiksi arvioituja periaatteita noudattaen. Samalla kun tämä todetaan, hiipii mieleen eräs epäily. Vaikka tätä nykyä kuvittelemme tietävämme kaiken oleellisen kokeiden perustamisesta, osaammeko nytkään väistää uhkaavat sudenkuopat? Käykö niin, että kun 20-30 v:n kuluttua meidän perustamiamme kokeita kritisoidaan, arvosana on yhtä heikko kuin mitä olen edellä esittänyt edeltäjistämme? Lohdutukseksi - laihaksi sellaiseksi - jäisi silloinkin, että nuo kokeet perustettiin parasta senhetkistä tietämystä hyväksi käyttäen.

Tutkija ei voi rakentaa elämänfilosofiaansa pessimismille. Kyllä kai meillä on sentään melkoisesti suuremmat mahdollisuudet kuin edeltäjillämme saada aikaan onnistuneita koekokonaisuuksia ja niistä mittavia tutkimustuloksia. Jotta tässä onnistuisimme, meidän on otettava oppia aikaisempien tutkijapolvien virheistä ja tietenkin uskallettava tunnustaa myös omat varhemmat virheratkaisumme. Tässä mielessä tutkija ei ole koskaan "valmis", vaan hänellä on aina uutta opittavaa.

Tietyissä mielessä kestokokeiden tarve on tosin ollut viime aikoina pienenemässä. Tämän muutoksen on saanut aikaan tietojenkäsittelytekniikan kehittyminen, jossa myös Metsäntutkimuslaitos ottaa ratkaisevan askeleen eteenpäin, kun oma tietokonesysteemi saadaan täysitehoisesti käyttöön. Atk:n kehitys on tehnyt mahdolliseksi muodostaa pitkiä kehityssarjoja sellaisesta aineistosta, jossa jokainen tutkimusyksikkö peittää vain suppean osan kokonaisuudesta. Kertamittauksiin nojautuvin tilapäiskoealoin voidaan nykyisin siis saada luotettavaa tietoa ilmiöistä, joiden tutkimiseen ennen tarvittiin kestokoealat. Mutta toisessa mielessä nykyaika on entisestään lisännyt kestokokeiden tarvetta.

Uudet ongelmat

1970-luku on ollut metsätaloudessa suurten muutosten aikaa. Jos ajatellaan esim. puuston käsittelyä ja siihen liittyen metsänhoitoa, moni asia on toisin kuin ennen. Taimiston hoitoon ja harvennushakkuisiin on tullut ennen tuntemattomia piirteitä. Puunkorjuun koneellistaminen on ollut tätä muutosta edistämässä. Metsän käsittely on muuttunut biologisvoittoisesta entistä enemmän taloudellisten näkökohtien sanelemaksi. Monilla muillakin tutkimussektoreilla ollaan tilanteessa, jolloin vanhat ongelmat ovat kadonneet, mutta uudet ovat tulleet tilalle entistä kiireisempinä.

Näissä uusissa ongelmissa on se hankala puoli, että niitä varten ei ole tutkimusaineistoa olemassa. Uudet menetelmät ovat niin uusia, ettei niitä ole ehditty käytännössä soveltaa, ei ainakaan niin pitkään ja niin suuressa laajuudessa, että metsiin olisi syntynyt mittaussalmista aineistoa. Tällaisten ongelmien tutkimista varten on pakko perustaa kestokokeita, mikäli ne halutaan ylimalkaan ratkaista lähitulevaisuudessa.

Kestokokeita tarvitaan yhä

Kaiken kaikkiaan on alussa esitettyyn kysymykseen olemassa selvä vastaus: kyllä kestokokeita tarvitaan edelleen. Meillä on paljon kokemusta odotettavissa olevista vaikeuksista ja ongelmista, jotka voidaan suunnitteluvaiheessa poistaa tai minimoida. Ennen kuin kestokoetta ryhdytään perustamaan, on kuitenkin syytä esittää itselleen aina pari kysymystä. Ovatko juuri tämän ongelman ratkaisemiseksi kestokokeet tarpeen? Onko ongelma ratkaistavissa yksinkertaisemmalla, nopeammin tuloksiin johtavalla ja halvemmalla tutkimusmenetelmällä?

Kestokoealoja tarvitaan lähinnä tutkimustoimintaa varten. Rajoitetussa määrin niitä voidaan käyttää myös demonstraatiotarkoituksiin, ts. tutkimustulosten havainnolliseen esittämiseen niistä kiinnostuneille.

Kestokokeen suunnittelun merkitys

Hyvin suunniteltu on puoliksi tehty, sanotaan. Ei liene silti pahitteeksi lyhyesti täsmentää, mitä suunnittelulla yleensä ja erityisesti kestokokeiden suunnittelulla voidaan saavuttaa.

Kustannukset

Suunnittelu pyrkii aina kustannusten minimoimiseen. Metsäntutkimuslaitoksessa ei tunnetusti ole varaa heittää rahaa tarpeettomasti menemään, sillä pienin resurssien on ratkaistava suuren luokan valtakunnallisia kysymyksiä. Kestokoealojen kysymyksessä ollen kustannusten minimoiminen ei koske vain sitä vuotta, jolloin koe perustetaan, vaan jokainen tarpeeton menoerä rasittaa osaston budjettia vuosia, yleensä vuosikymmeniä. Pienikin säästö, joka voidaan tehdä kokeen tarkoituksesta ja tieteellisistä päämääristä tinkimättä, on vuosien saatossa suurimerkityksinen. En voi, enkä kykene yksityiskohdin käsittelemään sitä, miten kustannusten minimointi tapahtuu. Korostan vain kahta perusnäkökohtaa. Niistä toinen tuli jo edellä

esille ja kuuluu kysymyksen muotoon puettuna seuraavasti: tarvitaanko ylimalkaan kestokoetta, tullaanko toimeen alunperin suunniteltua pienemmällä koesysteemillä, vai riittääkö peräti toinen ja halvempi menetelmäratkaisu? Tätäkin merkittävämpää olisi osastojen välisen yhteistoiminnan toteuttaminen pitkäaikaisissa kokeissa. Sen sijaan, että jokainen osasto ja osastojen puitteissa ehkä vielä tutkimussuunta perustaa ja ylläpitää omia kokeitaan, ongelmien samankaltaisuuden ja keskinäisen sidonnaisuuden vuoksi olisi aiheellista päästä yhteistoimintaan. Kun rinnakkaisongelmia tutkittaisiin samoilla koelaloilla, saavutettaisiin epäilemättä suuria kustannussäästöjä.

Vain erittäin rikas tutkimuslaitos voi sallia itselleen sen ylellisyyden, mitä perusteellisesti hajautettu kesto-koetoiminta merkitsee. On turhaa etsiä syyllisiä ja osoitella toisiaan. Sekin aika olisi käytettävä pohdintaan, miten päästäisiin tulevaisuudessa entistä keskitetympiin koeratkaisuihin, jos ei muuten niin kustannussyistä.

Metsäntutkimuslaitos potee nykyisin myös työvoimapulaa. Pätevästä tutkimus- ja mittaushenkilökunnasta on epäilemättä puutetta. Tästäkään syystä ei ole perusteltua, että vajavaisen suunnittelun vuoksi tehdään tarpeetonta työtä tai toimitaan kehnoihin tutkimustuloksiin johtavin teknisillä ratkaisuin.

Työvoima

Yksityiskohtainen, pätevä suunnittelu takaa sen, että työvoiman käyttö on niin optimaalia kuin se inhimillisesti ottaen on mahdollista. Tässä ei pidä ajatella vain maastossa tai sisällä toimivaa avustavaa henkilökuntaa. Tehoton koetoiminta haaskaa tietenkin myös tutkijakunnan aikaa ja energiaa. Toisaalta tutkijat saavat syyttää vain itseään, sillä juuri heidän tehtävänä on perusteellisesti syventyä jokaiseen tutkimusaiheeseen ja sen toteutuksen suunnitteluun. Loppujen lopuksi huonosta suunnittelusta kärsii se tutkija, joka joutuu aineiston käsittelemään.

Kaikkalainen suunnittelu on ryhmätyötä, mikäli halutaan päästä parhaaseen tulokseen. Mitä useampi pää on mukana suunnittelussa, sitä suurempi on todennäköisyys, että saavutetaan kokonaisuuden kannalta paras ratkaisu. Jos osastojen väliseen yhteistoimintaan päästäisiin, ryhmätyö olisi jokaista osapuolta rikastuttavaa poikkitieteellistä koordinoitua.

Luotettavuus

Vaikka kustannus- ja työvoimakysymykset ovat kaikkina aikoina ja erityisesti tällaisina lamakausina tärkeitä, on ennen muuta muistettava, että huolellinen suunnittelu on laadun paras tae. Laadulla tarkoitetaan tutkimustyössä tulosten luotettavuutta. Tärkeänä laadun osoittajana voitaneen metsätieteiden kaltaisella käytännönläheisellä tieteenalalla pitää myös tulosten soveltuvuutta metsätalouden ongelmien ratkaisemiseen.

Suunnittelun on kohdistuttava koetoiminnan kaikkiin vaiheisiin:

- a) kokeen yleissuunnittelu ja perustaminen
- b) maastonäytteen mittaus
 - mittausmenetelmät
 - mittausvälineet
 - mittaushenkilökunnan koulutus
 - maastotyön valvonta
- c) aineiston peruslaskelmissa sovelletut menetelmät
- d) aineiston käsittelyssä sovelletut menetelmät

Omasta puolestani rajoitun käsittelemään edellä esitetyistä ryhmistä ennen muuta ensimmäistä, kokeiden yleissuunnittelua ja perustamista. Puutun myös jossain määrin mittausten yleisiin periaatteisiin menemättä yksityiskohtiin. Ymmärrettävistä syistä useat esitettävät ajatukset soveltuvat sellaisinaan vain oman tutkimusalani koetoimin-

taan. Toivon kuitenkin, että tässä mielessä yksipuolisenkin esitys toisi esille näkökohtia, joilla on koetoinnin suunnittelussa yleistä merkitystä.

Tutkimuskohteiden valinta

Satunnaisvalinta

Tutkimustoiminnassa on yleisenä suosituksena, että tutkimuskohteiden valinnan olisi tapahduttava täysin sattumanvaraisesti. Populaation jokaisella jäsenellä tulisi olla yhtä suuri ja toisista riippumaton mahdollisuus tulla valituksi tutkimuskohteeksi. Tämä periaate johtaa metsätieteissä helposti kustannusmielessä ylipääsemättömiin vaikeuksiin, koska tutkittavaksi voi määräytyä yhtä hyvin tiettemien taipaleiden takana sijaitseva metsikkö kuin helposti tavoitettavissa oleva kohde. Periaatteen moitteeton soveltaminen edellyttää myös populaation varsin yksityiskohtaista etukäteistuntemusta, mikä metsätieteissä on usein joko mahdoton tai kustannusten vuoksi epärealistinen vaatimus.

Systemaattinen valinta

Mainituista syistä metsätieteissä käytetään yleisesti systemaattista valintaa, jossa populaation jokaisella jäsenellä on tosin yhtä suuri, muttei enää toisistaan riippumaton mahdollisuus tulla valituksi kokonaisuuden edustajaksi. Kun ensimmäisen tutkimusyksikön paikka on valittu, määräytyvät muut näyteyksiköt tietyn järjestelmän mukaan, joka tästä eteenpäin suosii toisia ja syrjii toisia populaation osia. Tilastomatemattisen luotettavuustarkastelun suorittaminen systemaattisesti valitusta näytteestä ei ole mainitusta syystä yhtä vahvoilla perusteilla kuin oikeaoppisen satunnaisotoksen kysymyksessä ollen. Yleisesti kuitenkin katsotaan, että riittävän hyvä arvio tutkimustulosten luotettavuudesta voidaan esittää myös systemaattisesti valittua näytettä sovellettaessa.

Systemaattisesta valinnasta lienee metsäpuolella parhaana

esimerkkinä valtakunnan metsien inventointi. Inventoinnissa on tärkeintä kustannusten säästämisen ohella se, ettei subjektiivisuus tutkimuskohteita valittaessa tai jossakin muussa työvaiheessa pääse aiheuttamaan harhaa valtakunnallisiin ja alueellisiin metsävaratietoihin. Aivan yhtä tärkeää ei ole se, että inventoinnin tulosten luotettavuustarkastelu olisi teoreettisesti täysin kiistaton. Tiedetään sitä paitsi, että satunnaisvalinnan periaatteisiin nojautuva luotettavuustarkastelu liioittelee systemaattisesti hankitun näytteen virhemahdollisuutta, mikä on turvallinen lähtökohta.

Subjektiivinen valinta

Tyypillisissä kestokoealatutkimuksissa ei tunnetusti käytetä sen enempää oikeaoppista satunnaisvalintaa kuin systemaattista poimintaakaan. Tutkimuskohteet sijoitetaan yleensä subjektiivista valintaa käyttäen. Kun löydetään sopiva alue tai metsikkö, siihen perustetaan koe. Miksi näin tehdään ja onko tämä oikein? Subjektiivista valintaan tilastomatematiikka ei tunne ainakaan siinä mielessä, että se oikeuttaisi minkäänlaiseen tulosten luotettavuustarkasteluun.

Kun kestokoealasarja sijoitetaan subjektiivisesti valittuun kohteeseen, syynä eivät ole yksinomaan kustannusnäkökohdat, jos kohta aineiston hankkiminen esim. valtakunnan metsien inventoinnin tapaan systemaattisesti linjoittain onkin poikkeuksetta taloudellisten mahdollisuuksien ulkopuolella. Yleensä on syynä ensiksikin se, että populaatio, josta näyte olisi poimittava, on tuntematon tai vaikeasti määriteltävissä. Kokeen tutkimuskohteelle asetamat vaatimukset, joihin jäljempänä palaan, ovat sitä paitsi hyvin ankarat, josta syystä voisi käydä niin, ettei valtakunnallisesti tapahtuvassa systemaattisessa maastotutkimuksessa löytyisi yhtään tarkoitukseen sopivaa kohdetta. Vaikka siis tunnustetaan se yleinen periaate, että näyte olisi hankittava objektiivisin menetelmin, kestokoealatoiminnassa päädytään olosuhteiden pakosta yleensä subjektiiv-

viseen valintaan. Tämä koskee luonnollisesti vain kokeen sijainnin valintaa. Koetta perustettaessa ja mittauksia suoritettaessa on mahdollista ja välttämätöntä huolehtia siitä, ettei subjektiivisuus pääse tässä vaiheessa vaikuttamaan tutkimustuloksiin ja niiden perusteella tehtäviin päätelmiin.

Yleistäminen

Samalla kun hyväksytään subjektiivinen valinta koeosaston paikallistamisessa, on alistuttava myös siihen loogiseen johtopäätökseen, että myös tutkimustulokset ovat sellaisinaan vain rajoitetusti yleistettävissä. Loppujen lopuksi yksi koealasarja edustaa moitteettomasti vain itseään ja laajempikin koesysteemi sen toistojen muodostamaa, vaihtelullisesti suppeaa minipopulaatiota. On selvää, että tutkimustuloksia on voitava yleistää tätä laajemminkin. Yleistettävyyttä on kuitenkin voitava jollakin tavalla perustella, ja kaiken kaikkiaan yleistämisessä on noudatettava pitkälle menevää pidättyvyyttä. Usein tämä unohdetaan, jolloin seurauksena saattaa olla suoranaisten virhepäätelmä.

Koulutuskohteet

Kestokoeosastojen subjektiivisessa valinnassa on - edellä esitetyn merkittävän haitan ohella - eräs myönteinen piirre, joka on otettava tarpeellisessa määrin huomioon. Tarkoitan sitä tehtävää, mikä kestokokeilla on demonstraatiomielessä. Kestokokeet tarjoavat tutkijalle tilaisuuden esitellä saavutuksiaan ja ko. alueen metsäammattimiehille mahdollisuuden tutustua tutkimustuloksiin paikan päällä erilaisten retkeilyjen yhteydessä. Tätä funktiota ajatellen on syytä sijoittaa - mikäli se vain on mahdollista - osa kestokokeista niin, että ne ovat helposti saavutettavissa siellä, missä tarvitaan koulutuksellisia havaintokohteita. Pitkän päälle voi olla hyödyllistä mennä jopa niin pitkälle, että muodostetaan tietynlaisia koekeskitymiä, joilla tutkimusalan ongelmista voidaan saada laaja kokonaiskäsitys. Joskus on tarpeen perustaa kestokoe yksistään demonstraatiotarvetta ajatellen.

Valmistavat selvitykset

Kokeen perustamisesta tietylle alueelle tai metsikkökuviolle ei läheskään aina voida päättää ensitutustumisen nojalla. Pelkkä kävely alueella ei tavallisesti kykene antamaan vastausta kaikkiin niihin kysymyksiin, jotka valintatilanteessa tulevat esille. Yleensä on tarpeen suorittaa tiettyjä valmistelevia selvityksiä, jotka koskevat kohteen soveltuvuutta ko. tarkoitukseen. Seuraavassa kerron, kuinka menetellään esim. harvennuskokeen perustamisvaiheessa.

Kartoitus

Kun alue on alustavasti tarkastettu, ensimmäisen sopivan tilaisuuden tullen suoritetaan kartoitus, jonka tarkoituksena on antaa käsitys paitsi alueen sopivuudesta tarkoitukseen myös pohjaa kokeen suunnittelulle.

Kartoituksessa selvitetään:

- kuvion pinta-ala
- kasvupaikkarajat
- puustorajat
- puulajisuhteet
- poikkeavat kohdat (aukot, kallionyppylät, soistuneisuus jne.)
- tietyt puustotunnukset kuvion eri osissa (G, H, N)
dom

Kuvion pinta-ala ja puulajisuhteet antavat käsityksen kohteen yleisestä sopivuudesta. Kasvupaikka- ja puustorajat kertovat tämän lisäksi siitä, kuinka mahdolliset toistot on sijoitettava kuviolle. Poikkeukselliset kohdat auttavat yksittäisten koalojen sijoittelussa niin, että sisäpuolelle jäävä puusto on niin homogeenista kuin mahdollista. Puustotunnukset kertovat niin ikään puuston yhtenäisyydestä kuvion sisällä.

Syyt hylkäämiseen

Metsikkökuvio kartoitetaan linjoittain soveltaen sellaista linjaväliä, että saadaan aikaan pienipiirteinen kartta, josta yllämainitut tiedot käyvät selville. Yllättävän usein tämä valmistelevalle selvitys paljastaa, ettei kohteeseen voida sijoittaa alustavasti suunniteltua koetta. Pinta-ala voi olla liian vähäinen, jotta sille voitaisiin mahduttaa riittävä määrä koealoja tai toistoja. Kasvupaikka voi olla liian pienipiirteisesti vaihteleva, tai selvä kasvupaikkaraja jakaa kuvion sopimattomasti osiin. Puulajisuhteet voivat muodostua esteeksi. Varsin yleinen on hylkääminen, jonka syynä on puuston liiallinen vaihtelu. Palaan sallittuun puustovaihteluun hieman myöhemmin. Jokin hankalasti sijaitseva kallionnyppylä tai soistunut kohta kangasmaan kuvion keskellä voi mitätöidä koko suunnitelman.

Valmistaviin selvityksiin kuluu aikaa ja rahaa. Kokonaisuutena ajatellen se säästää kuitenkin huomattavia rahsummia verrattuna siihen vaihtoehtoon, että lähdetään perustamaan laajoja kokeita vain pikaiseen arviointiin nojautuen. Nopeasta silmävaraisesta tarkastelusta voi lähteä alkuun kelvollinen, mutta yhtä hyvin myös kurja koe, josta ei ole kenelläkään hyötyä.

Esiselvitys kannattaa

Tutkijalla täytyy olla tosin rohkeutta keskeyttää kokeen perustaminen heti, kun on käynyt ilmeiseksi, että kohde ei täytä niitä edellytyksiä, jotka sille on asetettava. Parhaiten voidaan vakavat pettymykset torjua niin, että suoritetaan perusteellinen esiselvitys. Täytyy tässä yhteydessä toistaa se näkökohta, että turha koe ei ole vain tämän päivän vaan ehkä vuosikymmenien kustannusrasite. Siihen ei kerta kaikkiaan ole varaa.

Kuten edellä todettiin, perusteellinen esiselvitys pal-

velee kohteen tultua hyväksytyksi koesuunnittelun pohjana. Itse asiassa kun esiselvitys on tehty, on myös suunnittelun enimmäen aikaa ja kustannuksia vaativa vaihe takana päin.

Kokeen perusyksikkö

Edellä on esiselvityksestä puhuttaessa ajateltu lähinnä koealapohjalta lähtevää koetoimintaa. Ainahan ei ole kuitenkaan tarpeellista perustaa koealoja, vaan voidaan selvittää niitä yksinkertaisemmin ratkaisuin, jolloin ei vain esiselvitys vaan myös kokeen perustaminen ja ylläpito tulevat halvemmiksi. Ennen kuin koetta ryhdytään suunnittelemaan onkin aina harkittava perusteellisesti, mikä on tulosten ja kustannusten kannalta tutkimuksen edullisin perusyksikkö.

Puu

Selväpiirteisissä, yksinkertaisissa ja näistä syistä vaihtoehtoista aina ensimmäiseksi harkittava perusyksikkö on puuyksilö. Puu on helppo kuvata ja mitata. Sen ympäristöolosuhteet ovat selkeät, ja esim. käsittelyn vaikutukset yksiselitteisimmin todettavissa. Siksi on aina paikallaan kysyä ensimmäiseksi: voinko ratkaista ongelmani tutkimalla puuyksilöitä? Jos vastaus on myönteinen, silloin on myös päätös selvä: perusyksikkö on oleva puu.

Puukohtainen tarkastelu on erityisen käyttökelpoinen taimivaiheessa, jolloin ei ole syntynyt vielä sanan varsinaisessa mielessä metsikköä, ts. jolloin puuyksilöt vain vähän, jos lainkaan, vaikuttavat toistensa kehitykseen. Toisaalta on varmaa, että puukohtainen tutkiminen on mahdollista missä puuston kehitysvaiheessa tahansa.

Puuyksilöiden tutkiminen tuo mukanaan mm. sen merkittävän edun, että maastokuvailelle ja sen puustolle asetettavat yhtenäisyysvaatimukset ovat vähäisemmät kuin siinä tapauksessa, että perustetaan koko metsikköä kuvaavia koealoja.

Tutkittavat puut sijaitsevat hajallaan metsikkökuviolla ilman varsinaista koealamuodostusta. Usein tutkimustehtävä voi vaatia koepuiden valitsemisen umpimähkäisesti. Toisinaan on välttämätöntä menetellä niin, että koepuut ovat keskenään mahdollisimman samankaltaisia ja samanlaisissa olosuhteissa kehittyviä. Joka tapauksessa hyvinkin vaihtelevalta kuviolta voi löytyä riittävä määrä puuyksilöitä koetta varten, vaikka kuvio ei sopisi koealoin tapahtuvaan pitkäaikaiseen tutkimustoimintaan.

Puupari

Usein tulee kysymykseen kahden puun, puuparin, käyttäminen tutkimuksen perusyksikkönä. Tällöin on ehkä useimmiten kysymys tietyn käsittelyn, esim. elävien oksien karsimisen, vaikutuksesta puuyksilöiden kehitykseen. Metsiköstä valitaan aluksi tietty määrä vaaditut edellytykset täyttäviä puita joko satunnaisvalintaa käyttäen tai - jos tutkimustehtävä sen vaatii - subjektiivisesti niin, että saadaan mahdollisimman samankaltaisista puista koostuva näyte. Puut ja niiden ympäristöt mitataan ja kuvataan yksityiskohdin. Viimeistään tässä vaiheessa ne ryhmitellään puupareiksi niin, että erot pareihin kuuluvien välillä ovat mahdollisimman vähäiset. Jos kysymyksessä on satunnaisvalinta, voi olla tarpeellista ryhmitellä parit vielä ryhmiin, joiden puitteissa tulosten analysointi tapahtuu. Jos puut on valittu - tutkimustehtävän luonteen vuoksi - alunperin mahdollisimman samankaltaisiksi, voidaan tarkastelu ehkä suorittaa koko aineistolle yhteisesti. Tällöinkin voi puuparien välillä esiintyä merkittävästi suurempaa vaihtelua kuin parien sisällä.

Puuparien muodostamisella pyritään eliminoimaan epäolennainen vaihtelu. Puupareissa toinen puu joutuu käsittelyn kohteeksi, toinen jää ilman käsittelyä. Kumpi tulee käsiteltäväksi, on luonnollisesti valittava arpomalla. Vaikka käsittelyasteita olisi useampiakin kuin yksi, ts. jolloin puuparien asemesta onkin kolmen tai useamman puun ryhmä, ei puuparin periaate ole poissuljettu. Aineiston käsitte-

lyssä voidaan, jos halutaan, muodostaa eri käsittelyasteiden kesken puupareja. Yhtä hyvin kuitenkin käsittelyaste voi muodostaa yhden ulottuvuuden varianssianalyysissä.

Hajallaan sijaitsevista puuyksilöistä tai puupareista on vaikeaa siirtyä koko metsikköä koskeviin päätelmiin. Puuttuu tietoa puuston rakenteesta, puiden keskinäisistä vuorovaikutuksista yms. seikoista. Metsikkökohtaisten tietojen tarkastelua helpottaa, jos puun asemesta otetaan tarkasteltavaksi lähekkäin sijaitsevista puista muodostuva puuryhmä (= puuryvä).

Puuryvä

Tällöinkin saattaa kysymyksessä olla varsinainen analyysin kohdistuminen ryväkseen keskellä sijaitsevaan puuyksilöön, sen kehitykseen tai sen reaktioon tietyn käsittelyn alaisena. Ryväkseen muut puut ovat mukana ilmentämässä metsikön puuston rakennetta ja tutkittavan puun ympäristöolosuhteita.

Puuryväkseen rajoittaminen voi tapahtua eri tavoin. Kun ryväkseen keskeinen analyysipuun on keinolla tai toisella valittu, eräs tapa ryväkseen muiden puiden nimeämiseksi on käyttää relaskooppiä ja siinä sopivaa tähtäyssuhdetta. Tarkoituksena tällöin on, että ryväkseen tulevat ne puut, joiden voidaan olettaa vaikuttavan analyysipuun kehitykseen. Silloin kun tutkimukset kohdistuvat puuston tiettyyn kehitysvaiheeseen, relaskoopin käyttö ryväkseen rajoittamisessa on helposti toteutettavissa. Jos tutkitaan kuitenkin puustoltaan vaihtelevia metsiköitä, ei ole niinkään helppoa päätellä, mikä on se tähtäyssuhde, jota olisi sovellettava tai millä tavalla tähtäyssuhteen tulisi vaihdella järeydeltään erilaisissa metsiköissä.

Relaskoopin käyttöön nojautuvasta ryväksestä voidaan väittää, että se on jo eräänlaista koealamittausta. Vähemmän koealamainen on sellainen menettely, jossa tutkit-

tavan puun lisäksi ryväkseen sisällytetään vain ne naapuripuut, jotka varmasti vaikuttavat ko. analyysipuun kehitykseen. Läheskään aina ei ole tosin helppoa päätellä, mitkä ovat nämä vaikuttavat naapurit. Kriteerinä ei käy yksin naapuripuehdokkaan läheisyys, vaan lisäksi on pidettävä huoli siitä, että ryväkseen kuuluu puuyksilöitä joka ilmansuunnalta. Yleensä on riittävää, jos normaaleissa metsikköoloissa ryväs käsittää keskeisen analyysipuun lisäksi 4-5 ympäröivää puuyksilöä.

Puuryväs on välimuoto toisaalta puukohtaisen ja toisaalta koealoihin nojautuvan tutkimisen välillä. Sen etuna on koealaan verrattuna mittausten yksinkertaisuus, halpuuskin, sekä mahdollisuus sijoittaa koe sellaisiin metsikkökohteisiin, joihin kestokoealasarjojen perustaminen ei puuston runsaan vaihtelun vuoksi käy päinsä. Toisaalta on selvää, että hehtaarikohtaisten puustotietojen esittämisellä ryväs pohjalta lähtien on omat teoreettiset vaikeutensa.

Koeala

Silloin kun kysymyksessä on korostetusti metsikön koko puuston ja sen yhteisreaktion tutkiminen, on paikallaan ja teknisesti yksinkertaisinta turvautua tavalla tai toisella määriteltäviin koealoihin. Kestokokeissa on tullut tavaksi käyttää suorakulmion muotoisia, maastossa selvästi paaluin rajattuja koealoja. Ehkä olisi kuitenkin aina syytä harkita myös ympyräkoealojen käyttöä, koska niiden perustaminen ja mittaaminen saattaa olla tehtävästä riippuen selvästi halvempaa kuin suorakulmion muotoisten koealojen; toisaalta tulosten luotettavuuden kannalta ei koealan muodolla ole merkitystä. Yleisesti voidaan sanoa, että silloin kun koealat ovat pienikokoisia, ympyrä on hyvä vaihtoehto. Koealan koon lisääntyessä ympyrän rajaminen vaikeutuu ja edut samalla vähenevät.

Joskus voi tulla kysymykseen myös relaskooppiperiaatteen soveltaminen kiinteäalaisen ympyräkoealan asemesta. Täl-

löin on tutkijan kuitenkin tunnettava relaskoopiperiaatteen erityispiirteet ja rajoitukset mm. puuston kasvun pitkäaikaisessa seurannassa. Relaskoopin suuntaan ratkaisua painaa menetelmän halpuus. Toisaalta kiinteästä ympyräkoealan ja relaskoopikoealan mittauskustannuksen välillä ei ole niin suurta eroa, että se voisi muodostua ratkaisevaksi kestokoealatoiminnassa. Maastossa syntyvä kustannussäästö, joka saavutetaan relaskoopiperiaatetta soveltamalla, voi kulua monin verroin niihin lisäkustannuksiin, joita syntyy aineiston käsittelyssä. Relaskoopin edut tulevat esille ennen muuta inventointityypisissä kertaselvittelyissä. Aikasarjoissa syntyy aina vaikeuksia, ja joudutaan tekemään huonosti kritiikin kestäviä olettamuksia.

Kestokoealoja perustettaessa on aina harkittava sitä mahdollisuutta, että mittaustuloksia voidaan käsitellä myös puukohtaisesti, ts. että joko jokaisen puun tai ainakin tietyn puuston osan yksilöiden kehitystä voidaan tarkastella erikseen. Tämän edellytyksenä on puiden pysyvä numerointi ja mittausten kirjaaminen puittain.

Merkittävän lisän tutkimustuloksiin tuo kestokoealan puiden kartoitus. Laajojen kestokoeprojektien yhteydessä olisi luultavasti aina aiheellista ainakin osalla koealoista suorittaa puukartoitus. Puukohtainen tarkastelu, jolloin tunnetaan myös jokaisen puun kasvuympäristö ja sen muutokset kokeen aikana, paljastaa sen, miksi on niin käynyt kuin koealan koko metsikköä tarkoittavat tulokset osoittavat. Puukartoitus ei kustannuksena ole suuri suhteessa kestokoealamittausten muihin kustannuksiin.

Yksinkertaisinta kartoitus on ympyräkoealoilla. Myös suorakulmaisia koealoja varten on kehitetty nopea ja huokea kartoitusmenetelmä. Ympyräkoealoilla kartoitus tekee aina tarpeettomaksi puiden pysyvän numeroinnin. On mahdollista, että myös suorakulmaisilla koealoilla - etenkin jos ne ovat pienikokoisia - puukartoitus korvaa usein pysyvän

numeroinnin. Tietokoneella tai käsin valmistetun kartan avulla on mahdollista tällöin paikallistaa riittävän nopeasti puut ilman numerointiakin. Jos puiden pysyvä numerointi käy tarpeettomaksi kartoituksen vuoksi, silloin kartoitus on välittömästi kustannuksia säästävä toimenpide. On otettava tosin huomioon, että naapurianalyysien suorittamiseksi kaikille koealan puille kartoituksen on ulotuttava tietyissä määrin myös koealan vaippaan.

Kestokoeala, josta tiedetään yksittäisten, asemaltaan tunnettujen puiden kehitys koko tutkimuskaudelta, on tutkijalle todellinen aarreaitta. Se tekee mahdolliseksi myös atk:n tehostetun sovellutuksen tutkimustulosten laskennassa ja niiden luotettavuuden analysoinnissa.

Käsittelyohjelmat

Kestokokeita perustetaan yleensä tietyn tai tiettyjen käsittelyiden (laajassa merkityksessä käsitettynä) vaikutusten selvittämiseen. En voi lähteä tässä puhumaan yksityiskohtaisesti eri käsittelyistä, jotka voivat liittyä mitä vaihtelevimpiin metsällisiin ongelmiin. Haluan esittää vain muutamia johtavia periaatteita, joista voi olla hyötyä kokeen jossakin vaiheessa, etenkin aineiston käsittelyssä ja päätelmien teossa. Käsittelen näitä näkökohtia ilman varsinaista tärkeysjärjestystä.

1. Ennakoasenteet

Tutkimusta suunniteltaessa ei saa olla liikoja ennakoasenteita. On selvää, että jokaisen tutkimuksen alkuvirikkeenä on tietynlainen olettaus, hypoteesi, siitä, mikä lopputulos tulee mahdollisesti olemaan. Hypoteesi ei saa kuitenkaan sitoa kokeen perustajaa liikaa, eikä kokeen tarkoituksena saa missään tapauksessa olla hypoteesin oikeaksi todistaminen. Hypoteesin kumoaminen on yhtä arvokasta kuin sen todistaminen oikeaksi. Liian suuret oletukset hypoteesin oikeellisuudesta saattavat vaikuttaa kielteisesti kokeen suunnitteluun.

2. "Hullu" käsittely

Ennakkoluuloton asennoituminen vie siihen, että kokeeseen sisältyvä käsittelyasteikko muodostuu erittäin laajaksi. Vaikka ennakoisimme esim., että taimiston käsittelyssä optimi sijaitsee asennon 2000 kpl/ha paikkeilla, olisi perusvirhe lähteä kokeilemaan esim. asteikkoa 1800-2200 kpl/ha. Hieman karrikoiden voidaan sanoa, että kokeisiin täytyy aina sisältyä hullu tai hulluja käsittelyitä, jotka ylittävät reilusti senhetkiset sovinnaiset rajat. Kun käytännön metsäammattimies pudistelee ihmetellen päätään kokeeseen tutustuaan, tutkija voi katsoa onnistuneensa kokeen suunnittelussa. Miksi näin?

3. Vanheneminen

Siksi, että sovinnaiset rajat ylittävällä käsittelyvaihtoehtojen valinnalla on mahdollista saada aikaan mm. se, että koe ei vanhene missään olosuhteissa tulevaisuudessa. 1920-luvun kestokokeille on käynyt paljolta niin, että liian suppean käsittelyasteikon vuoksi tulokset eivät sovellu enää tähän päivään. Käytäntö on vuosikymmenien kuluessa "ajanut ohi". Kun tulokset valmistuvat, niillä ei ole enää käyttöarvoa, ja rahat ovat menneet hukkaan. Paras keino kestokokeiden vanhenemisen estämiseksi on käsittelyasteikon ennakkoluuloton ja tietoisesti sitä avartava suunnittelu. Esim. taimiston käsittelykokeissa on syytä tutkia ainakin aluetta 500-5000 kpl/ha, vaikka tällä hetkellä ei pidettäisikään tätä käytännössä realistisena tai tarpeellisenä. Voidaan olla tällöin joltisenkin varmoja siitä, että on varauduttu tulevaisuudessa kaikkiin kuviteltavissa oleviin muutoksiin. On aina helpompi interpoloida kuin ekstrapoloida.

4. Luotettavuus

Laaja käsittelyasteikko lisää päätelmien luotettavuutta. On turhaa lähteä tutkimaan sellaista käsittelykokonaisuutta, jossa äärikäsittelyiden vaikutusero

ennakoidaan muutamiksi prosenteiksi. Luonnossa esiintyvän selittämättömän vaihtelun vuoksi on näet jo etukäteen varmaa, että eroja ei voida osoittaa tilastollisesti merkitseviksi, vaikka ne olisivat todellisia. Tutkimalla laajempaa käsittelyasteikkoa kuin mihin juuri sillä hetkellä on kiinnostusta, saadaan pitkällä vaihteluvälillä vallitseva trendi. Vain tämän trendin perusteella voidaan usein luotettavasti päätellä, onko lähekkäisten käsittelyiden välillä todellisia eroja vai ei.

5. Kaukosuunnittelu

Kestokokeiden käsittelyohjelmat olisi suunniteltava jo perustamisvaiheessa koko koeaikaa varten. Kun kysymyksessä ovat esim. harvennuskokeet, suunnitellaan nykyisin kaikkien tulevien harvennusten ajankohdat ja luonne jo koealasarjaa perustettaessa. Tämä ei tietenkään merkitse sitä, etteikö tulevaisuudessa ole lupa, jopa velvollisuus, tehdä muutoksia, jos siihen on aihetta. Kokeen onnistumisen kannalta on kuitenkin tärkeää nähdä alussa niin pitkälle kuin mahdollista. On muistettava mm. se seikka, että kokeista huolehtivat henkilöt vaihtuvat. Jatkuvuuden kannalta on välttämätöntä, että uusi henkilö tietää täsmällisesti, miten kokeita on ajateltu hoidettavan. Uudistuksia ja muutoksiakin tehdessä on tällöin aina pakko perustella nämä ainakin itselleen.

6. Objektiivisuus

Suurta etua on siitä, jos käsittelyt on voitu suunnitella ja määritellä niin, että ne ovat yksiselitteisesti tulkittavissa. Tällöin voidaan olla varmoja siitä, että henkilökunnan vaihtuessa ei tapahdu radikaaleja muutoksia kokeiden käsittelyssä. Tulkinnanvaraisuudesta on arvioimispuolella ikäviä kokemuksia, sillä harvennuskokeissa varhemmin sovellettu biologinen harvennusasteikko oli subjektiivisen tulkinnan todellinen aarreaitta. Siitä on sittemmin luovuttu, mutta

tämä on ollut loppujen lopuksi koko tragedian huipentuma, joka ei korjaa mitään. Subjektiivisuus kokeiden harvennusleimuksissa on yleismaailmallinen ongelma senkin jälkeen, kun relaskooppi on keksitty. Relaskoopista saatiin hyvä ja kätevä keino harvennusasteen määrittelylle, mutta ei harvennustyyllille. Nytkemmin on tapahtumassa kehitystä siihen suuntaan, että harvennusohjeet annettaisiin tietokoneelle, joka maastomittauksista saatavien mittaustulosten ja puukartan pohjalta suorittaa leimattavien puiden yksilöinnin. Tässä menettelyssä on paljon ongelmia, eikä se suinkaan ole parhaimmillaankaan biologisesti ihanneratkaisu, mutta objektiivinen ja lahjomaton se on. Lähemmät kokemukset puuttuvat toistaiseksi.

7. Koekeskittymät

Käsittelyohjelmien yhteydessä on ehkä syytä mainita muutamalla sanalla ns. koekeskittymistä. Kokemukset omalla tutkimusalallani viittovat siihen suuntaan, että mittavimmat julkaisut on saatu aikaan silloin, kun a) samalla suppealla alueella, jopa yhdessä ja samassa metsikössä, on mahdollisimman monta toistoa sisältävä koe ja/tai b) kun samaan metsikköön on sijoitettu mahdollisimman monia ongelmia selvittäviä kokeita. Tästä syystä olemme puuntuotoksen tutkimussuunnalla pyrkineet mahdollisuuksien mukaan koela- ja koekeskittymiin. Tällöin ei ole siis kysymys vain tietyn käsittelytyypin mahdollisimman avarasta kokeilusta vaan puuston reaktioiden monipuolisesta selvittelystä erityyppisten kokeiden avulla. Suosittelen harkittavaksi.

8. Lähitavoite

Esitykseni alussa puhuin siitä, että kestokokeilla täytyy olla sekä lyhyen että pitkän tähtäyksen suunnitelma. Laitoksen historia tuntee mittavana tuhlauksena sen suunnittelemattomuuden, jolla kestokoealoja on pitkin aikaa perustettu. On sellaisiakin tapauksia, että laajoja kokeita, jotka ovat syntyneet jo

1920-luvulla, on "löydetty" yllättäen vasta hiljattain. Osasyynä tähän on se, että kokeita on perustettu ilman lähiajan tavoitteita. Meillä ei ole enää varaa samantaiseen tuhlaukseen. Eräs keino tämän päämäärän saavuttamiseksi on jo suunnitteluvaiheessa selvittää ja kirjata, milloin ensimmäiset tulokset on saatavissa. Tämä voi vaikuttaa myös käsittelyvaihtoehtojen valintaan.

Lopuksi on aina muistettava, että käsittelyvaihtoehtojen suunnittelu on onnistuakseen pitkälle ryhmätyötä. Mitä useampi pää on ideoimassa, sitä suurempi on todennäköisyys, että loputulos on onnistunut.

Koealasarjan perustaminen

Koealasarjaa perustettaessa on otettava kantaa eräisiin peruskysymyksiin, joita seuraavassa tarkastellaan.

Kartta

Perustaminen tapahtuu käyttäen apuna valmistelevissa selvityksissä syntyneitä karttaa ko. metsikkökuvioista tai alueesta. Kartta paljastaa ensiksikin sen, onko kuvio niin suuri, että siihen voidaan sijoittaa koe vaadittuine toistoineen. Kartta vastaa myös kysymykseen, onko puusto siinä määrin yhtenäistä, että koealat voidaan saada keskenään riittävän samankaltaisiksi.

Kartalle piirretään lopullinen koesuunnitelma siihen liittyvine koealasijoitteluineen. Ellei esiselvitystä ole tehty, kartta on joka tapauksessa yleensä laadittava ennen kuin kokeen suunnitteluun käydään. Joskus voi kokeen perustaminen kyllä onnistua ilman perusteellisia esiselvityksiä. Tällöin on kysymyksessä niin tasainen, yhtenäinen tutkimuskohde, että kokeeseen kuuluvat koealat voidaan sijoittaa täysin systemaattisesti. Kyllä tällaisia tapauksia on puuntuotostutkimustenkin taholla ollut, mutta yleensä on koealojen sijoittelussa tarvittu hyvin yksityiskohtaista karttaa.

Koealan koko

Ensimmäiseksi joutuu kokeen suunnittelija ottamaan kantaa kysymykseen: mikä on oleva koealan koko ko. tapauksessa? Itse asiassa kysymys kuulunee useimmiten seuraavasti: mikä on pienin koeala, joka tutkimuksessa voidaan hyväksyä? Koealan koon minimoiminen on tärkeää jo kustannussyistä. Tätäkin painokkaammin se tulee esille silloin, kun suppea-alaiseen metsikköön on sijoitettava suuri lukumäärä koealoja. Metsiköt ovat Suomessa yleensä pienialaisia, josta syystä koealan koon minimointi on lähes aina olosuhteiden vaatima toimenpide.

Ennen kuin tehdään päätös koealan koosta, on otettava kantaa siihen, kuinka pitkästä koeajasta on kysymys. Esim. koetta taimistovaiheessa perustettaessa käytetään tavallisesti varsin pienialaisia koealoja. Tämä on perusteltua, jos todella keskitytään vain taimistovaiheen tutkimiseen. Jos koetta on kuitenkin tarkoitus seurata ja mitata varttuneelle iälle saakka, mahdollisesti kiertoajan loppuun, saattaa tulla eteen hetki, jolloin koealat osoittautuvat liian pieniksi. Koealan koosta päätettäessä on siis oltava tiedossa täydellinen koesuunnitelma. Koealan koko määräytyy ennen muuta kokeen loppuvaiheen vaatimusten mukaisesti.

Kaiken kaikkiaan koealan koosta päättäminen on aina monitahoinen ongelma, eikä siihen ole tästä syystä annettavissa yksiselitteistä vastausta. Edellä mainittujen seikkojen lisäksi ratkaisuun vaikuttaa tai ainakin tulisi vaikuttaa myös puuston vaihtelu: mitä suurempi vaihtelu, sitä kookkaammat koealat.

On tuskin mahdollista, että jokaisessa yksittäistapauksessa tutkittaisiin aluksi puuston vaihtelua ja sen jälkeen - ottaen samalla huomioon kokeen kesto aika, kustannuskohdat yms. asiaan vaikuttavat tekijät - päätet-

täisiin koealan koosta. On oltava myös nyrkkisääntöjä, jotka ovat tavallisesti sovellutuskelpoisia.

Omalla tutkimussuunnallani on tällaisena nyrkkisääntönä, että koealaan tulee sisältyä ainakin 100-200 puuta. Edellinen luku, 100, on paikallaan varttuneissa puustoissa. Jälkimmäinen, 200, tulee taas kysymykseen taimistovaiheessa, missä 100 puun periaate johtaisi niin pieniin koealoihin, että kasvupaikan ja puuston minivaihtelu muodostuisi liian häiritseväksi. Täytyy korostaa edellä alleviivattua sanaa "ainakin", sillä koealan suurentaminen mainittua nyrkkisääntöä kookkaammaksi on paikallaan, jos se kustannusnäkökohtien tai maastokuvion koon puolesta on mahdollista.

Kansainvälisesti näyttää vakiintuneen periaate, että varttuneessa puustossa sijaitseva koela ei saisi olla pienempi kuin 10 aaria. Tämä merkitsee yleensä pienempää runkolukua kuin mitä edellä oleva nyrkkisääntö edellyttäisi. Kyseistä kansainvälistä ohjetta voidaankin pitää lähinnä kompromissiratkaisuna pitkäaikaisissa kokeissa, jotka perustetaan puuston taimisto- tai nuoreikkovaiheessa. Jos tuolloin koealan kooksi otetaan mainittu 10 aaria, voidaan luottaa siihen, että koealat ovat koon puolesta tyydyttävästi käyttökelpoisia vielä kiertoajan päättymisen aikoihin. Kokeen alkuvaiheessa joudutaan tällöin uhraamaan mahdollisimman vähän sen periaatteen hyväksi, että koealojen täytyy kyetä edustamaan kokeen päättymisvaiheessa paikalla olevaa puustoa. Tässäkin tapauksessa on korostettava sitä, että koealan koon suurentaminen mainitusta yleisohjeesta on paikallaan, jos siihen on olemassa taloudellisia ym. mahdollisuuksia.

Esitetyt suositukset koskevat puuntuotukseen liittyviä kestokokeita. Muilla tutkimusaloilla ne eivät välttämättä sellaisinaan päde. Ehkä kuitenkin tietyt päätätänormit ovat muillakin tutkimusaloilla samankaltaiset.

Vaippa

Koealoja metsikkökuviolle sijoitettaessa on otettava kantaa ns. vaipan leveyteen. Vaipalla tarkoitetaan aluetta koealan ja metsikön reunan tai kahden kokeeseen kuuluvan koealan välissä. Vaipan ensisijaisena tarkoituksena on estää kontrolloimattomien vaikutusten ulottuminen koealalle. Tämän päämäärän saavuttamiseksi vaippaa käsitellään samojen periaatteiden mukaisesti kuin sen sisällä olevaa koealaa.

On tosin esitetty sellaisiakin koeaavioita, joissa ei tarvita vaippoja koealojen välissä. Eräessä tällaisessa systeemissä pitkänomaiset koealat asetetaan ilman vaippaa rinnakkain niin, että ne tulevat käsittelyn voimakkuusjärjestykseen. Jokainen koeala sijaitsee siten, että toisella puolella on lähinnä voimakkaampi ja toisella lähinnä lievempi käsittely. Jos käsittelyasteikko on tasavälinen, voidaan olettaa, että viereisten koealojen yhteisvaikutus on sama kuin mitä ko. koealan oma käsittely edustaa. Meikäläisissä metsällisissä olosuhteissa tämä ei yleensä menettele; yksistään puuston vaihtelu on sitä luokkaa, ettei vaipaton koealasteemi ole yleensä käytännössä sovellutuskelpoinen. Ehkä sitä voitaisiin harkita viljelymetsiköissä ja erityisesti viljelytaimistoissa.

Vaipan leveydestä on esitetty monenlaisia kannanottoja. Eri maissa sovelletaan myös vaihtelevia periaatteita. O-malla tutkimussuunnallani on tätä nykyä vaatimuksena, että vaippaa on oltava ainakin 5 m:n leveydeltä koealaa kohden. Rinnakkaisten koealojen väliin jää näin ollen 10 m leveä vaippa, josta kumpaakin puoliskoa käsitellään lähimmän koealan edellyttämällä tavalla.

Jotta koealat saataisiin mahtumaan yleisesti pienialaisiin metsiköihin, joudutaan em. vaippavaatimuksesta usein jos-sain määrin tinkimään. Tinkimisvaraa ei ole kuitenkaan 5 m:n vaipassa silloin, kun koeala sijaitsee lähellä metsikörajaa, ja etenkin jos välittömästi tuon rajan takana on

aukko tai muuten perusteellisesti erilainen metsikkökuvio. Mieluimmin saisi vaippa olla aukon suuntaan ainakin 1-2 m leveämpi. Jos kuviossa on varaa, 10 m olisi suositeltava etäisyys.

Tässä yhteydessä on kiinnitettävä huomiota havaintoon, että vaipan käsittely suoritetaan usein huolimattomammin kuin koealan. Omat kokemukseni velvoittavat korostamaan sitä, että vaipan käsittely on yhtä vaativa tehtävä kuin koealankin ja että siihen olisi suhtauduttava myös samalla vakavuudella. Yleinen suunta näyttää olevan esim. harvennuskokeissa, että vaippa leimataan lievemmin kuin koeala.

Puunkorjuutekniikan kehittyminen, nimenomaan koneellistuminen, on tuonut vaipan leveyttä koskevaan harkintaan uuden piirteen. Korjuun koneellistaminen on välittömästi ja seurausvaikutuksiltaan tavallisesti kokeen varsinaista tehtävää ajatellen häiritsevä, ellei suorastaan vaarallinen tekijä. Koneita ei kernaasti päästetä koealoille, mutta toisaalta kokeilualueissa sen enempää kuin muidenkaan omistajaryhmien metsissä ei ole enää mahdollisuutta juuri muuhun kuin koneelliseen korjuuseen, halusimme sitä tai emme. Kestokokeita perustettaessa ja niitä myöhemmin leimattaessa on tästä syystä ajateltava sitä, että puu on saatava koetta mahdollisimman vähän haitaten metsästä ulos. Yksi mahdollisuus on tietenkin suunnitella kokeen perustamisvaiheessa valmiiksi ajouraverkko, jota korjuussa tullaan sittemmin käyttämään. Yleensä voitaneen kuitenkin lähteä siitä, että ajourat otetaan vaippa-alueista. Jos näin oletetaan, silloin saattaa olla välttämätöntä lisätä vaippoihin leveyttä, jotta niihin mahtuisivat 5 m leveät ajourat, ja sen lisäksi jäisi vielä suojavaippaa koealan ympärille. Yhteydenpito korjuuta toteuttavaan henkilökuntaan on nykyisin ja tästä eteenpäin paikallaan.

Puuston vaihtelu

Kestokoealasarjan perustamisessa on vaikein tehtävä saada

aikaan puustoltaan mahdollisimman samankaltaisia koealoja. Joku ehkä kysyy, miksi koealojen pitää olla mahdollisimman samankaltaisia. Eikö olisi pikemminkin tutkittava tiettyä käsittelyä vaihtelevissa olosuhteissa?

On vanha tunnettu periaate, että tietyn muuttujan vaikutusten tutkimiseksi on pyrittävä vakioimaan kaikki muut ilmiöön vaikuttavat vaihtelutekijät. Kestokoealoilla tutkitaan juuri tietyn, voimakkuudeltaan vaihtelevan käsittelyn vaikutusta esim. puuston kehitykseen. Jos tuon käsittelyn eri asteet kohdistuvat kokeen puitteissa hyvinkin oikullisesti vaihtelevaan puustoon, tämä kontrolloimaton vaihtelu peittää mitä varmimmin sen käsittelyvaikutuksen, jota on tarkoitus tutkia. Ei ole muuta vaihtoehtoa kuin saattaa kokeessa lähtötilanne kaikille käsittelyille ja käsittelyasteille niin samankaltaiseksi kuin mahdollista. Aina tuo lähtötilanteen vakiointi ei koske puustoa, omalla tutkimusalallani se tarkoittaa juuri sitä.

Niin mielellään kuin haluaisikin lähtötilanteen kaikille tutkittaville vaihtoehdoille täsmälleen samanlaiseksi, se ei metsäluonnossa onnistu koskaan. On siedettävä tiettyyn rajaan saakka vaihtelua kokeen lähtötilanteessa. Mutta tämän myönnytyksen jälkeen herää tietenkin heti kysymys: kuinka paljon vaihtelua voidaan sietää?

Sietorajojen antaminen on vaikea tehtävä. Nehän riippuvat paljolta siitä, minkälaisesta kokeesta on kysymys, ja mikä on luonnossa väistämättömästi eteen tuleva vaihtelu. Sietorajoja ei tietenkään voida asettaa sellaisiksi, että koko tutkimustoiminta tulee mahdottomaksi.

Oman tutkimussuuntani kestokoetoiminnassa on pohjoismaisen kokemuksen mukaan pakko sallia lähtötilanteen vaihteluna harvennuskokeen tiettyyn toistoon kuuluvien koealojen välillä

- ± 1,0 m valtapituudessa
- ± 9 % pohjapinta-alassa
- ± 15 % runkoluvussa.

Yhtenäisyysvaatimus vaikuttaa ehkä helpolta. Kokemuksesta voin kuitenkin sanoa, että kysymys on loppujen lopuksi varsin tiukoista vaatimuksista. Niinpä poikkeuksellisen yhtenäisiksi katsottavista istutuskuusikoista on ollut vaikeuksia löytää sellaisia, joissa em. yhtenäisyysvaatimuksista on voitu pitää kiinni.

Tutkimusalueen yksityiskohtainen kartoitus ennen koealojen sijoittelua on perusedellytys em. tehtävän onnistumiselle. Kun karttaan on merkitty suunnittelua silmällä pitäen liiallisesti poikkeavat alueet, on yksinkertainen asia sijoittaa koealat niin, että ne sattuvat todella mahdollisimman samankaltaisiin kohtiin. Koealojen sijoittaminen maastoon on tämän jälkeen rutiinitehtävä, jossa ei juuri muutella kartalle tehtyä suunnitelmaa.

Toistot

On korostettava, että nyt puhutaan yhteen toistoon lukeutuvien koealojen yhtenäisyydestä, eikä koko koealasarjasta, jossa jokainen käsittely on toistettu kaksi kertaa tai useammin samassa metsikössä.

Koetoiminnan kannalta on olennaista, että puuston vaihtelu on mahdollisimman vähäinen toistojen sisällä. Toistojen välillä voidaan sallia tämän lisäksi vielä huomattavaa tasoeroa. Toistojen välinen melkoinenkin tasoero voidaan eliminoida aineiston tilastomatematisessa tarkastelussa. Toistoperiaatteen soveltaminen ei siten lisää vain vapausteita luotettavuustarkasteluun, vaan sen merkitys on myös siinä, että luontaisesti muutoin liiallisesti toisistaan poikkeavat koealat voidaan ryhmitellä vaihtelullisesti yhtenäisempiin osa-alueisiin tai koealaryhmiin. Tasoero eri toistojen välillä voi hyvinkin olla esim. parin valtapituusmetrin suuruusluokkaa.

Toistojen sallittu lähtötasoero merkitsee käytännössä myös sitä, että saman kokeen eri toistot voidaan sijoittaa myös kahteen tai useampaan metsikköön. Metsiköiden tulee tietenkin täyttää kehityshistoriallisesti ja muutenkin melkoiset samankaltaisuusehdot, mutta puuston kehitysasteessa voidaan sallia tietty tasoero ilman, että se häiritsisi aineiston käsittelyä. Kun metsiköt ovat Suomessa pienialaisia, tämä näkökohta on kestokoetoiminnassa ratkaisevan tärkeä.

Toistoperiaatteen soveltamista on tapahtunut Metsäntutkimuslaitoksessa vasta toisen maailmansodan jälkeen. Sitä ennen kokeet olivat kauttaaltaan sellaisia, että kutakin käsittelyastetta edusti vain yksi koeala. Tämä on ollut eräs syy siihen, että kestokokeet ovat tuottaneet sellaisen pettymyksen, mihin alussa viitattiin. Toistojen olemassaolo tekee mahdolliseksi sen, että havaittujen erojen merkitsevyydestä voidaan esittää arvio. Tämä lienee seikka, jota ei tämän hetken tutkijoille tarvitse erityisemmin korostaa. Toistojen välttämättömyys tunnetaan.

Toistojen ei tarvitse jakaa metsikköä vastaavaan määrään toisistaan alueellisesti erillisiä lohkoja. Tietenkin on suunnitelman tekijästä selväpiirteistä, jos hän voi vetää koesuunnitelmaan viivan tai viivoja, jotka erottavat toistot toisistaan. Tähän on perusteltua aihettakin, jos metsikön halki kulkee selvästi erotettavissa oleva kasvu- paikka- tai puustoraja. Jos tällainen raja on olemassa, se on yleensä pakko hyväksyä myös toistojen rajaksi.

Tärkeintä ei ole kuitenkaan se, että toistot ovat alueellisesti erillään toisistaan, vaan se, että jokaisen toiston koealojen välillä on mahdollisimman pieni ero. Tästä syystä toistojen koealat voivat sijaita hajallaan koko metsikkökuviolla ilman minkäänlaista alueellista jakoa. Yksinkertaisin ja perustelluin tapa jakaa esim. harvennuskokeen koealat toistoihin on menetellä seuraavasti:

- asetetaan koealat erikseen valtapituuden, pohjapinta-alan ja runkoluvun perusteella suuruusjärjestykseen
- jos nämä tunnuksent antavat toisistaan poikkeavan järjestyksen, annetaan kullekin koealalle näissä järjestysluetteloissa sijaluku
- laskemalla sijaluvut yhteen saadaan koealoille lopullinen sijalukusumma
- lopullisesta luettelosta valitaan samaan toistoon ne koealat, joiden sijalukusummat ovat lähinnä toisiaan.

Saattaa olla paikallaan painottaa jotakin puustotunnustusta enemmän kuin toista. Esim. oman alan kestokokeissa on tavallisesti aiheellista kiinnittää huomiota vain valtapituuteen ja pohjapinta-alaan. Valtapituus, joka osoittaa tarkimmin kehitysastetta, on syytä panna vielä pohjapinta-alan edelle. Tutkija voi harkita ennen koealojen sijajärjestyksen määrittämistä, mihin näkökohtiin hän kiinnittää huomiota, mutta päätöksen tästä tehtyään hänen on noudatettava sen tulosta.

Arpominen

Tähän vaiheeseen saakka on subjektiivisuus vaikuttanut enemmän tai vähemmän määrin kohteiden valintaan. Sen jälkeen kun koealat on rajoitettu maastoon ja muodostettu niistä toistot, on jatkossa sovellettava kaikissa yhteyksissä umpimähkäisen valinnan periaatetta. Niinpä käsitteilyasteiden sijoittaminen eri koealoille on suoritettava tavalla tai toisella arpomalla. Kun näin menetellään, siihenastinen subjektiivisuus ei suosi mitään tiettyä käsittelyä, ja tulosten voidaan katsoa olevan harhattomia.

Mittaukset

Koealojen mittauksen yksityiskohdista tekevät selkoa toiset henkilöt. Siksi keskitynkään vain tiettyihin näkökohtiin, jotka ovat periaatteellisesti tärkeitä.

1. Muuttumaton menetelmä

Mittauksen yksityiskohdat on harkittava huolella. On ajateltava tämän päivän lisäksi myös tulevaisuutta. On esitettävä itselleen kysymys: mitä tuloksia tältä ko-keelta odotetaan tulevaisuudessa?

Esiintyy pyrkimystä säästää nykyhetken kustannuksissa. Osittain tästä syystä pyritään oikomenetelmään, ja mit-tausmenetelmän valinnassa ollaan välinpitämättömiä.

Perimmäinen näkökohta mittausmenetelmän valinnassa on se, että kerran valittua menetelmää on voitava soveltaa jatkossa muuttumattomana. Jokainen mittausmenetelmän muutos, johon huolimaton ja päämäärästä tietämätön suunnittelu voi johtaa tulevaisuudessa, merkitsee hu-omattavaa epävarmuustekijää tulosten tarkastelussa.

Omalla tutkimussuunnallani on tästä ikäviä kokemuksia. Harvennuskokeiden kestäessä on muutettu mittaustek-niikkaa. Syynä ei ole ollut niinkään suunnittelun hu-olimattomuus kuin mittaustekniikan kehittyminen. Kun 1950-luvulla Ilvessalon kuutioimistaulukoiden valmis-tuttua siirryttiin myös kestokoealoilla käyttämään niitä, syntyi mittaustuloksissa outoja hyppäyksiä. Ää-rimmäistapauksissa voitiin saada negatiivisia kasvulu-kuja, kun mittaustekniikan muutoksesta aiheutuva nega-tiivinen virhe sattui olemaan suurempi kuin maan poh-joisosan karujen kasvupaikkojen metsiköiden kasvu. Tällainen virhe on jossain määrin korjattavissa nykyai-kana, jolloin voidaan tietokonein suorittaa nopeasti vanhojen kokeiden laskelmat uudelleen yhtenäisin perus-tein. Kokonaan ei vahinkoa kuitenkaan voida aina kor-jata, koska tietyt tarpeelliset havainnot tai mit-taukset ehkä puuttuvat.

Vaihtoehtoisista mittausmenetelmistä täytyy valita kus-sakin tapauksessa se, joka varmasti kestää tulevaisuu-dessakin arvostelun.

2. Enemmän, tarkemmin

Edellisestä periaatteesta voidaan tehdä pari loogista johtopäätöstä. Lienee yleensä niin, että perustamis-
hetkellä ei olla läheskään aina vielä täysin selvillä,
mitä tuloksia kokeelta voidaan perustellusti odottaa. Esiintyy varmasti epätietoisuutta siitä, kannattaako sitä tai tätä seikkaa mitata ja myönteisessä tapauksessa millaisella tarkkuudella.

Omat kokemukseni velvoittavat seuraavaan varovaisuusperiaatteeseen: on mitattava enemmän ja tarkemmin kuin mikä juuri sillä hetkellä tuntuu ehdottomasti välttämättömältä. Kun mittausryhmä on paikalla, ei kustannuslisä ole tavallisesti kovin suuri, vaikka hieman liioiteltaisiinkin tarvittavien tietojen määrällistä ja laadullista tasoa.

Metsäntutimuslaitoksella on runsaasti sellaisia vanhoja kokeita, joissa on puuston reaktiota lähdetty tutkimaan vain rinnankorkeudelta tapahtuvien paksuusmittausten perusteella. Se on tuntunut riittävältä juuri silloin, kun kokeet on perustettu. On tuijotettu varmaan myös liikaa senhetkisiin kustannuksiin. Nyt pitäisi tällaisten puutteellisten mittausten perusteella tehdä pitkälle meneviä käytännöllisiä päätelmiä. Täytyisi olla melkoinen poppamies, jotta voisi loihtia luotettavan kuutioarvion puustolle, josta tunnetaan vain läpimittajakauma. Tietenkin jonkinlainen arvio on mahdollinen, mutta ei sillä tarkkuudella, että se olisi riittävä tieteellisessä tutkimustyössä. Nykyisin on sitä paitsi tarvetta esittää puuston reaktioita koskevien kestokokeiden tulokset myös puutavaralajeina. Tämä on jo täysin toivoton tehtävä, kun on mitattu vain rinnankorkeusläpimittoja. Pituushavaintojen suorittaminen olisi jo merkittävästi parantanut mittaustulosten käyttökelpoisuutta.

Puustoon kohdistuvissa mittauksissa kustannusten säästö

johtaa tavallisimmin siihen, että runkomuoto jätetään kokonaan selvittämättä, tai se tutkitaan puutteellisesti. Kuitenkin on tunnettu tosiasia, että eräiden käsittelyiden vaikutukset tulevat ilmi juuri runkomuodon muutoksina. Me tiedämme mm., että harvennuksen jälkeen puu keskittää kasvuansa entistä enemmän puun tyvelle pysyäkseen pystyssä. Me tiedämme, että karsiminen saattaa vaikuttaa runkomuotoa muuttavasti. Me voimme otaksua, että runkomuodon muutos on eräs reaktion muoto lannoituksen jälkeisinä vuosina. Meillä on ylimalkaan aina syitä epäillä, että runkomuodolle tapahtuu jotakin, kun metsikössä suoritetaan toimenpiteitä.

Omalla tutkimussuunnallani on viime vuosina kiinnitetty korostettua huomiota runkomuodon muutosten toteamiseen erilaisten kokeiden yhteydessä. Olemme luultavasti tehneet aika paljon turhaakin työtä noudattaaksemme sitä varovaisuusperiaatetta, johon edellä viittasin. Olemme kiipeilleet puissa kuin apinat mitaten läpimittoja rungon kaikilta korkeuksilta. Meille alkaa kertyä kokemuksia, joiden nojalla voimme tulevaisuudessa hiemen hellittää. Varovaisuus on joka tapauksessa ollut aiheellista.

Kun tutkitaan puuston reaktiota, ei läpimitan ja pituuden mittaaminen koskaan riitä. Vähimmäisvaatimus on, että tämän lisäksi mitataan myös läpimitta 6 m:n korkeudelta. Ilvessalon aikanaan suomalaiseseen metsänarvioimiskäytäntöön tuoma menettely on osoittautunut yllättävän luotettavaksi tavaksi luonnehtia runkomuotoa ja sen muutoksia. Siksi sitä voi lämpimästi suositella yhdellä ehdolla.

Tämä ehto on: 6 m:n korkeuden läpimittaa ei saa mitata luokkakaulaimin silloin, kun on kysymys tieteellisestä työstä. Rungon kapeneminen ja siinä tapahtuvat muutokset on mitattava millimetrin tarkkuudella. On ole-

massa laitteita, joilla tämä onnistuu maasta käsinkin. Omalla tutkimussuunnallani on käytetty kuitenkin lähinnä tikapuita. Kevytmetallitikkaiden avulla käy 6 m:n läpimitan mittaus varsin nopeasti. Siten on helppoa saada ylempi läpimita myös kahden kohtisuorassa toisiaan vastaan olevan mittauksen keskiarvona. Omalla tutkimussuunnallani tehtiin aikanaan erehdys, että uskottiin latvakaulaimen tarkkuuden riittävän. Siitä on ollut paljon riesaa silloin, kun on käyty aineistoja tarkastelemaan.

3. Välineet

Maastomittauksissa on käytetty tarkimpia mahdollisia mittaussvälineitä. Välineiden suomaa mittaustarkkuutta on syytä käyttää myös hyväksi.

Eräänä esimerkkinä tieteellisessä tutkimustyössä tarpeettomasta epätarkkuudesta on edellä mainittu luokkakaulaimien käyttö läpimitan ja erityisesti rinnankorkeusläpimitan mittauksessa. Käytännössä luokkakaulain on riittävä, tieteellisessä työssä tavallisesti ei. Läpimita voidaan mitata aivan yhtä nopeasti millimetrisaksilla kuin luokkakaulaimella. Miksi siis käyttää luokkakaulainta? Millin tarkkuudella mitatut läpimitat voidaan ryhmitellä myös luokkiin, jos niin halutaan juuri tällä hetkellä, mutta tulevaisuudessa tutkijakollega voi olla kiitollinen millintarkasta työstä.

Yleisesti lienee myös tapana, että puun pituus kirjaetaan 1 m:n tai 0,5 m:n tarkkuudella. Kojoiden parantussa ja mittamiesten kokemuksen lisääntyessä on aiheellista harkita 0,1 m:n tarkkuutta lukujen kirjaamisessa. Sillä voi olla oma merkityksensä tuloksia tarkasteltaessa tulevaisuudessa.

4. Satunnaisvalinta

Mittaukseen liittyvistä periaatteista on syytä korostaa vielä satunnaisvalinnan soveltamista. Tietyiltä osin

koealalla toimitetaan tietenkin sataprosenttinen mitaus. Niinpä esim. koealan jokaisen puun läpimittavallisesti mitataan. Milloin koealasta tai sen puustosta otetaan näyte, sen valinnan tulee tapahtua umpimähkäisesti. Tämä tulee kysymykseen ennen muuta koeputia valittaessa. Koepuiden subjektiivinen valinta tuo mukanaan harhan, jota ei voida jälkikäteen paljastaa.

5. Työn valvonta

Maastotöiden luotettavuus riippuu ratkaisevasti mittausryhmän johtajasta ja työryhmän yleisestä koulutustasosta. Parhain on tietenkin tilanne silloin, kun mittauksia johtamassa on pitkäaikaisen kokemuksen omaava vakinainen henkilö. Hän on vuosien mittaan opinut menetelmät ja tottunut tiettyyn mittaustarkkuuteen. Hän voi myös kouluttaa tehokkaasti työryhmänsä.

Nykyisin joudutaan maastotöitä suorittamaan paljon tilapäistyövoimalla, joka palkataan vain tiettyä kenttätöykautta varten. Jokaisen työryhmän lähettäminen metsään puutteellisesti koulutettuna on vaikeuksien vapaaehtoista etsimistä. Palaute siitä saadaan yleensä siinä vaiheessa, kun tutkimusaineistoa ryhdytään käsittelemään. Jokaisen ryhmän työn valvonta ja todettujen virheiden pikainen oikaisu on ainakin yhtä tärkeää kuin peruskoulutus. On välttämätöntä valvoa työryhmän työtä varsinkin parina ensimmäisenä viikkona, jolloin työruutiinit muodostuvat. Pitkin kesää olisi sitä paitsi pidettävä yllä kontrollia, mikäli halutaan välttää tarpeettomia virheitä aineistossa.

6. Työohjeet

Tärkeä merkitys on myös sillä, että työryhmän ohjeet ovat kiistattomat. En tunne asiaa tarkoin, mutta epäilen pahoin, että moni työryhmä lähtee vielä tänä päivänä metsään vain mittaamaan koealoja. Monta kertaa ohjeet ovat varmaankin yhä suulliset, ja kirjallisetkin

ovat toistuvasti puutteelliset.

Jokaisessa vähänkin mittavammassa tutkimuskokonaisuudessa tulisi olla tarkat kirjoitetut ohjeet, joiden mukaan maastotyöt tehdään. Ohjeiden yksityiskohtainen kirjoittaminen ei ole hyödyksi vain työryhmien työlle, vaan se on sitä myös ohjeiden kirjoittajalle. Ohjeita kirjoittaessaan joutuu pohtimaan tarkoin läpi kaikki asiaan vaikuttavat näkökohdat ja mittausten kaikki yksityiskohdat. Kirjoitetut ohjeet osoittavat myös vastuuhenkilön. Siitä huolimatta ne olisi uskallettava panna paperille.

7. Kairaus

Lopuksi on paikallaan kosketella myös kairausten suorittamista kestokoealoilla. Kestokoealojen perustaminen tekee tietyiltä osin kairauksen tarpeettomaksi. Kuitenkin saattaa syntyä tarvetta määrittää puuston ikä kairauksin kokeen perustamisvaiheessa. Eräillä tutkimusaloilla, esim. lannoitustutkimuksissa, kairausta on tapana käyttää koealojen puustojen kalibrointiin, ts. koetta edeltävän kasvukyvyn selvittämiseen.

Kairausta olisi syytä välttää koealoilla. Viimeaikaiset tutkimukset osoittavat, että koivulla kairaus aiheuttaa aina lahovian. Kuusi lienee lähes yhtä herkkä kuin koivu kairausvaurioille. Männylläkin kairaus johtaa tiettyihin vikoihin. Nämä saattavat vaikuttaa ratkaisevasti puuston kasvuun, jota kokeen avulla pyritään tutkimaan.

Jos kairausta suoritetaan, sen olisi tapahduttava harvennettavista puista tai vaipoista. Kalibrointia varten voidaan koealat pitää aluksi käsittelemättöminä, jotta eri koealojen luontainen kasvutaso saataisiin todetuksi.

Muut tutkimukset

Edellä esitettiin jo se periaate, että varovaisuussyistä on yleensä paikallaan tehdä enemmän ja monipuolisempia mittauksia kuin mikä juuri sillä hetkellä tuntuu ehdottoman välttämättömältä. Tarkoitin tällöin lähinnä perustajan oman tutkimusalan mittaustehtäviä.

Yhtä hyvin voidaan sanoa, että kestokoealoilla olisi suoritettava tietty määrä sellaisia tehtäviä, jotka ehkä tiukasti ottaen kuuluisivat jollekin toiselle osastolle mutta jotka jäävät ilmeisesti suorittamatta, ellei perustamisvaiheessa niitä tehdä.

Eräs tällainen välttämättä suoritettava tehtävä on maanäytteiden otto. Maaosastolta ei voida vaatia, että se olisi paikalla aina, kun jokin osasto perustaa koealasarjan, vaan maanäytteestä on epäilemättä aina huolehdittava sen osaston, joka koealaa perustaa. Maaosaston on kuitenkin annettava ohjeet, joiden mukaan näytteet otetaan. Laitoksessa olevaa yhteislaboratoriota tulisi kehittää niin, että se kykenisi huolehtimaan kerättyjen maanäytteiden analysoinnista.

Maanäytteiden otto on vain esimerkki. Kokeesta riippuen on varmasti monia muitakin tutkimustehtäviä, joita voidaan suorittaa ao. tutkimusalan ulkopuolelta. Pitäisi oikeastaan päästä siihen, että nykyistä enemmän tapahtuisi epäitsekästä aineiston keruuta toisen osaston tarpeita ajatellen. Vaikka tuo aineisto tulisikin toisen osaston hyödyksi, siitä hyötyisi myös osasto, jonka kestokokeelta näytteet on otettu.

Yhteistoiminta

Tehokkaimmin kestokokeet tulisivat tietenkin käytetyiksi, jos tapahtuisi nykyistä enemmän todellista osastojen välistä yhteistyötä. Esim. Englannissa meneteltiin ainakin varhemmin niin, ettei yhtäkään kestokoealasarjaa saanut

perustaa, ellei sitä edeltänyt tutkimusalojen keskeinen neuvottelu. Tätä kautta on siellä päästy kustannuksia säästäviin yhteistutkimuksiin. Meillä ei varmaankaan - lähinnä historiallisista syistä - päästä nopeasti näin pitkälle. On kuitenkin varmaa, että jos halua olisi, yhteistyö voisi olla nykyistä paljon monipuolisempaa. Jos yhteistyötä syntyisi, silloin ongelmia voitaisiin tarkastella useammasta kuin yhdestä näkökulmasta, mikä tietenkin rikastuttaisi tutkimusta ja monipuolistaisi tulosten hyväksikäyttöä.

Asiakirjat

Ohimennen tuli mainituksi, että silloin tällöin on laitoksen omista kokeilualueista löytynyt aivan yllättäen arvokas koe, jota kukaan ei ole muistanut.

Selitykseksi voidaan tarjota sitä, että miehet vaihtuvat. Todellinen selitys on kuitenkin se, että koe on aikanaan dokumentoitu liian heikosti. Useissa tapauksissa se on voinut jäädä tutkijan arkiston kätköihin, joskus jopa vain hänen muistitiedokseen.

Laitoksen alkuvuosina oli ehkä mahdollista muistaa kaikki kokeet tai tallettaa tieto niistä suhteellisen yksinkertaisella tavalla. Tänä päivänä laitoksen kestokoeala-aineisto on paisunut sellaisiin mittoihin, että perustamis-, mittaus- ja laskenta-asiakirjojen taltiointi on mittava tehtävä. Laitos on sijoittanut kestokoealoihin niin paljon rahaa, ettei arkistoinnissa ole varaa olla huolimaton.

Asiakirjoja on ainakin seuraavaa kolmea tyyppiä:

- perustamistiedot
- mittaustiedot
- laskenta- ja analysointitiedot

Perustamisasiakirjat

Perustamisvaiheessa on normaalien mittaustietojen ohella valmistettava ja taltioitava ainakin seuraavat asiakirjat:

- perustamislomake, joka sisältää yksityiskohtaiset tiedot kokeesta, sen rakenteesta, tarkoituksesta, pitkän ajan tutkimusohjelmasta yms.
- indeksikartta, joka esittää kokeen yleissijaintia
- paikalliskartta, joka voi olla valokopio yleiskartasta ja josta käy ilmi kokeen tarkka sijainti, tarvittaessa myös ohjeet kokeen löytämiseksi.

Mittausasiakirjat vaihtelevat kokeen tarkoituksesta riippuen. Olennaista niiden osalta on se, että alkuperäiset mittaustiedot on taltioitava, vaikka niihin nojautuva laskenta tapahtuisikin tietokonein. Ei ole milloinkaan varmaa, etteikö noita alkuperäisasiakirjoja jouduttaisi myöhemmin tarvitsemaan. Saattaahan tietokonemateriaali tuhoutua tai tarvitaan sellaista tietoa, jota ei ole kokeen alkuvaiheessa osattu ennakoida.

Laskenta- ja analyysipaperit on niin ikään arkistoitava, vaikka tulokset ovatkin ehkä magneettinauhalla. On varauduttava epämiellyttävienkin yllätysten varalle.

Koerekisteri

Kun osaston kestokokeiden määrä lisääntyy ja ne monipuolistuvat, on paikallaan tehdä yksityiskohtainen koerekisteri. Tällainen rekisteri on kullan arvoinen etenkin sitä silmällä pitäen, että kokeista huolehtiva henkilökunta vaihtuu. Ellei rekisteriä ole, voi tapahtua laiminlyöntejä kokeiden hoidossa, vaikkei ehkä totaalista unohtumista esiintyisikään.

Koerekisteri voidaan tietenkin sijoittaa magneettinauhalle, jolta se kokonaisuudessaan tai osaksi on mahdollista

purkaa, milloin vain halutaan. Tietokonepohjainen rekisteri olisikin oltava jokaisen tutkimusalan tavoitteena.

Henkilökohtaisesti en kuitenkaan pidä siitä, että jokaisessa asiassa joutuu pikku hiljaa tietokoneen armoille. Siksi omalla tutkimussuunnallani on myös ajan tasalla pidettävä koekortisto, vieläpä useana kappaleena. Siitä voi poimia nopeasti tietoja mistä tahansa kokeesta, jos vaikkapa tulee puhelintiedusteluja. Tietokoneaikakaudellakin olisi pyrkittävä siihen, ettei tällainen manuaalinen kosketus kokeisiin kokonaan katoa.

3. TAIMIKOT JA NIIDEN KÄSITTELY

31. Istutusväli ja -kuviointi

311. Puhtaat metsiköt

Tavoitteena on tutkia toisaalta istuttamalla perustettujen metsiköiden kasvua ja kehitystä ja toisaalta vaihtelevan istutustiheyden ja -kuvioinnin vaikutusta puiden kasvuun ja laadullisiin ominaisuuksiin. Normaalisti neliömäisestä poikkeava istutuskuviointi antaa mahdollisuuden metsässä tapahtuvien toimenpiteiden koneellistamiseen. Viljely, perkaus, harvennus, karsinta ja lannoitus voidaan koneellistaa, jos taimirivit ovat niin etäällä toisistaan, että niiden välistä voidaan ajaa koneella. Neliömäisestä poikkeava istutuskuviointi vaikuttanee kuitenkin puiden kasvuun, sillä rungoista voi tulla epäpyöreitä, oksat voivat kasvaa paksuiksi vapaan kasvutilan suuntaan jne.

Kokeita perustetaan lähinnä kotimaisilla puulajeilla (mänty, kuusi, raudus ja hies). Mahdollisuuksien mukaan kokeillaan myös kontortalla.

Kasvupaikaksi hyväksytään homogeeninen avohakkuualue tai pelto. Maanpinnan käsittelyn on oltava tapauksen mukaan vaihdellen niin tehokas, että uudistaminen onnistuu hyvin. Mahdollinen täydennys tapahtuu samalla taimierällä seuraavana keväänä.

Ruudun pienin koko on 0,25 ha. Pinta-alaa tarvitaan vähintään 2,5 ha, johon mahtuu yksi ruutu kutakin pakollista istutusvaihtoehtoa. Ruutujen ei tarvitse olla täysin säännöllisiä, sillä koko kuvio otetaan kokeeseen käytännöllisistä syistä mukaan.

Tarkoitukseen käytettävissä oleva alue kartoitetaan, jolloin todetaan ennen muuta kasvupaikan homogeenisuuden

riittävyys koetarkoitukseen. Pienipiirteinen vaihtelu on pahinta, mutta alueen halki kulkeva selväpiirteinen kasvupaikkaraja on laajahkoilla alueilla hyväksyttävä, jos alue voidaan jakaa tätä rajaa pitkin toistoihin. Ellei tällaista rajaa esiinny, käsittelyt arvotaan vapaasti ruutuihin. Jos kasvupaikkaraja on olemassa, arvonta tapahtuu muodostettavien toistojen puitteissa.

**Kasvupaikka homogeeninen
Arvonta vapaa**

10	2	10	6	1
1	3	5	8	2
5	4	6	4	7
3	7	9	8	9

**Kasvupaikkaraja olemassa
Arvonta toistojen sisällä**

8	1	5	7	10
1	4	2	6	3
10	9	5	2	9
8	6	4	7	3

K.raja - - - - -

Istutusvälivaihtoehdot ovat seuraavat:

Pakolliset:

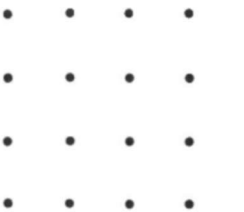











Käs. nro	Runkoluku, kpl/ha	Kasvu-ala, m ² /puu	Istutuskuvio
1	5000	2,00	1,4 x 1,4
2	2500	4,00	2,0 x 2,0
3	2500	4,00	3,5 x 1,15
4	2500	4,00	5,0 x 0,8
5	1600	6,25	2,5 x 2,5
6	1600	6,25	3,5 x 1,8
7	1600	6,25	5,0 x 1,25
8	1100	9,00	3,0 x 3,0
9	1100	9,00	3,5 x 2,6
10	1100	9,00	5,0 x 1,8

Lisävaihtoehdot (mikäli pinta-ala sallii):

11	n. 800	12,25	3,5 x 3,5
12	n. 800	12,25	5,0 x 2,45
13	n. 800	12,25	8,0 x 1,53

Enintään viiden vuoden kuluttua istutuksesta tehdään inventointi, jolla selvitetään taimien kuolleisuus. Noin 6 m:n valtapituusvaiheessa kokeet mitataan ja tutkitaan paitsi puiden kasvua myös niiden laadullista kehitystä. Seuraavan kerran metsiköt inventoidaan ensiharvennusvaiheessa. Harvennukset on suunniteltu toteutettaviksi oheisen alustavan ohjelman mukaisesti.

Alkuperäiset istutusvaihtoehdot (lukuun ottamatta vaihtoehtoa nro 1):

<p>2. 2,0x2,0 m 2500 kpl/ha</p> 	<p>3. 3,5x1,15 m 2500 kpl/ha</p> 	<p>4. 5,0x0,8 m 2500 kpl/ha</p> 
<p>5. 2,5x2,5 m 1600 kpl/ha</p> 	<p>6. 3,5x1,8 m 1600 kpl/ha</p> 	<p>7. 5,0x1,25 m 1600 kpl/ha</p> 
<p>8. 3,0x3,0 m 1100 kpl/ha</p> 	<p>9. 3,5x2,6 m 1100 kpl/ha</p> 	<p>10. 5,0x1,8 m 1100 kpl/ha</p> 
<p>11. 8,0x1,53 m 800 kpl/ha</p> 	<p>12. 3,5x3,5 m 800 kpl/ha</p> 	<p>13. 5,0x2,45 m 800 kpl/ha</p> 

Alustava käsittelyohjelma:

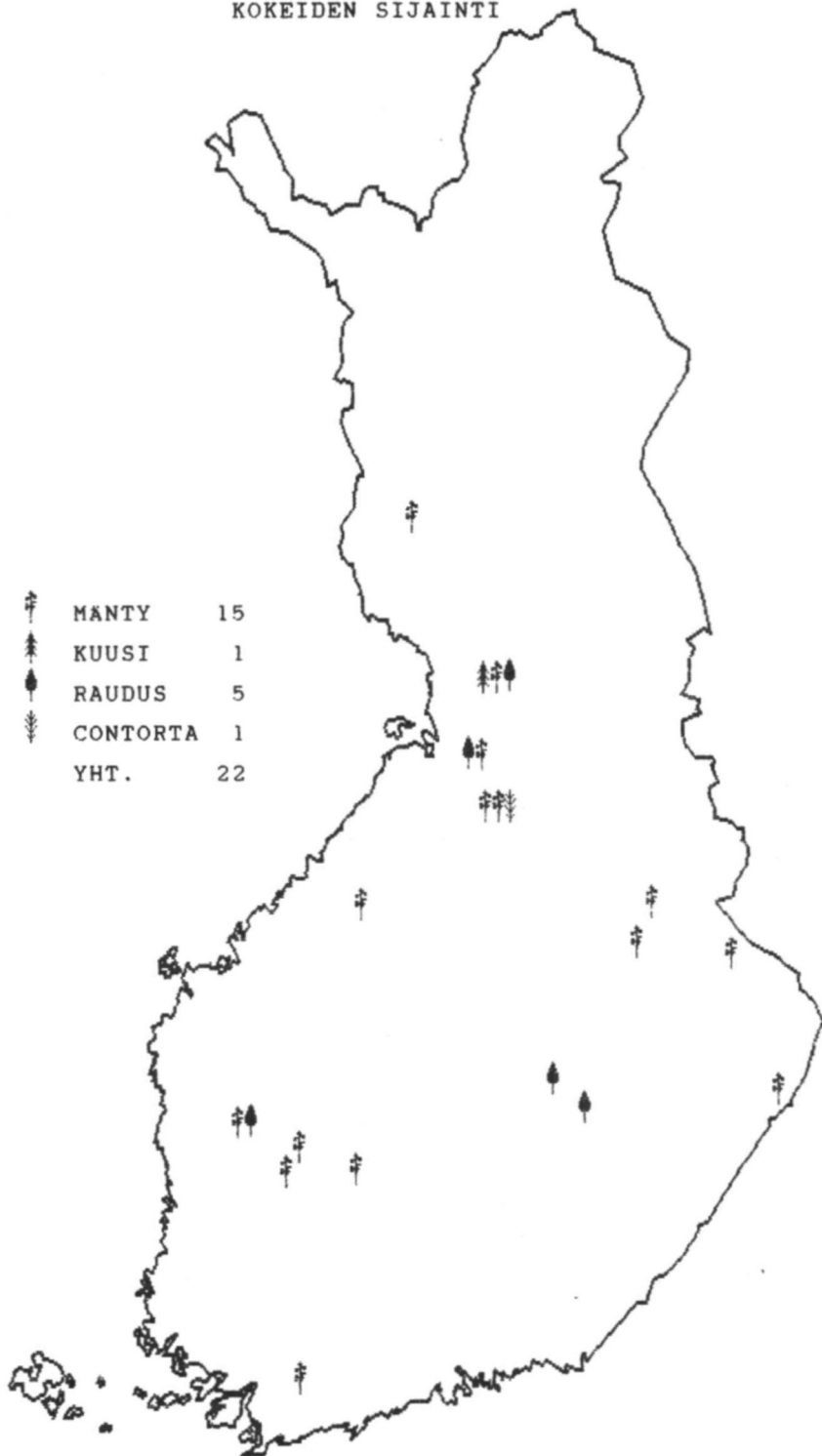
Valta- pituus, m	Runkoluku kokeen alussa, kpl/ha												
	5000	2500	2500	2500	1600	1600	1600	1100	1100	1100	800	800	800
	Käsittelyn järjestysnumero												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	Runkoluku harvennuksen jälkeen (poisto- $\%$)												
9	1250 (75)												
12		1250 (50)	1250 (50)	1250 (50)									
15					800 (50)	800 (50)	800 (50)						
18		500 (60)	500 (60)	500 (60)				550 (50)	550 (50)	550 (50)			
21					400 (50)	400 (50)	400 (50)				400 (50)	400 (50)	400 (50)

Voimassa olevia kokeita on 22 ja ne jakaantuvat puulajien mukaan seuraavasti:

	Kokeita	Koaloja
Mänty	15	221
Kuusi	1	16
Rauduskoivu	5	107
Kontortamänty	1	10
<hr/>		
Yhteensä	22	354

Näiden lisäksi on perustettu neljä sittemmin tuhoutunutta koetta. Kahdessa tapauksessa (Kolari ja Laanila) syynä ovat olleet myyrätuhot, kahdessa tapauksessa (Timperi, Vesijako) pääasiassa halla ja pintakasvillisuus.

KOKEIDEN SIJAINTI



ISTUTUSVALI JA -KUVIOINTI: PUHTAAT METSIKÖT

312. Sekametsiköt

Tavoitteena on vertailla sekametsiköiden ja yhden puulajin muodostamien metsiköiden kasvua ja kasvatustapojen eroja toisiinsa. Viljellen perustettavat kokeet antavat kuvan puulajisuhteiden ja puulajien välisen ikäeron (eriaikainen istutus) vaikutuksesta metsikön kehitykseen. Saatavaa tietoa voidaan käyttää hyödyksi oikean perkausajankohdan ja -voimakkuuden määrittämisessä sekä yleisesti sekametsiköiden, myös kaksijaksoisten kuusi-koivusekametsiköiden kasvatuksessa.

Istutustiheys on kautta koko kokeen sama, 2000 kpl/ha. Istutusväli on siis 2,2 x 2,2 m.

Puulajien sekoitusvaihtoehdot (% runkoluvusta) ovat seuraavat:

Havupuulaji, %	Lehtipuulaji, % (toinen havupuulaji)
100	-
-	100
75	25
50	50
25	75

Istutusajankohta on kahdenlainen:

- molemmat puulajit istutetaan samanaikaisesti tai
- toinen puulaji (yleensä koivu) istutetaan 5-15 v myöhemmin.

Kun molemmat puulajit on istutettu samanaikaisesti, 10 v:n kuluttua:

- ei tapahdu mitään käsittelyä tai
- koivu poistetaan ja annetaan taimikon täydentyä näiden vesoihin.

Esimerkki sekametsikkökokeesta:

MÄNTY-RAUDUSKOIVUKOE

Ähtäri

Tuomarniemen metsäopisto

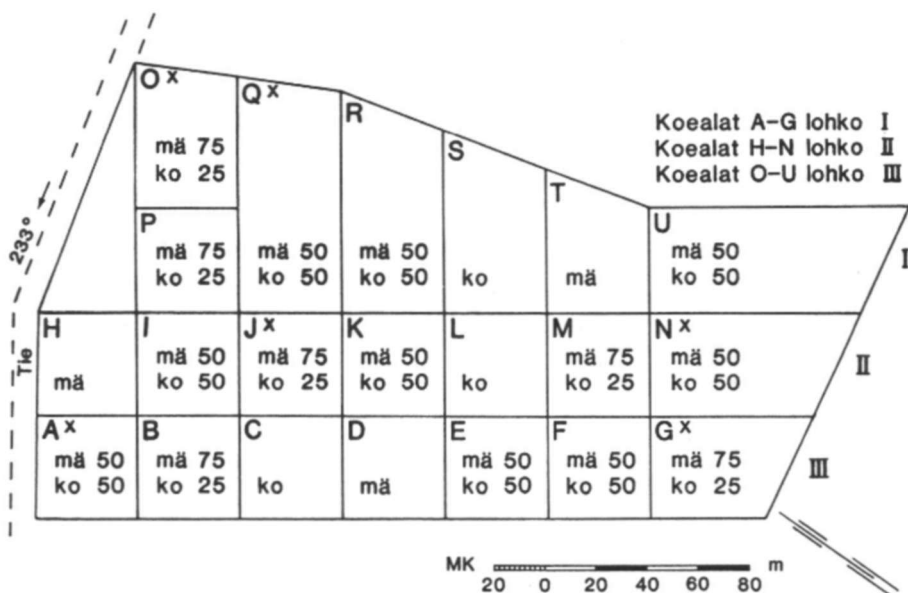
Perustettu istuttamalla keväällä 1983

Karttakuvio 111

Kaikilla koealoilla istutustiheys 2000 kpl/ha.

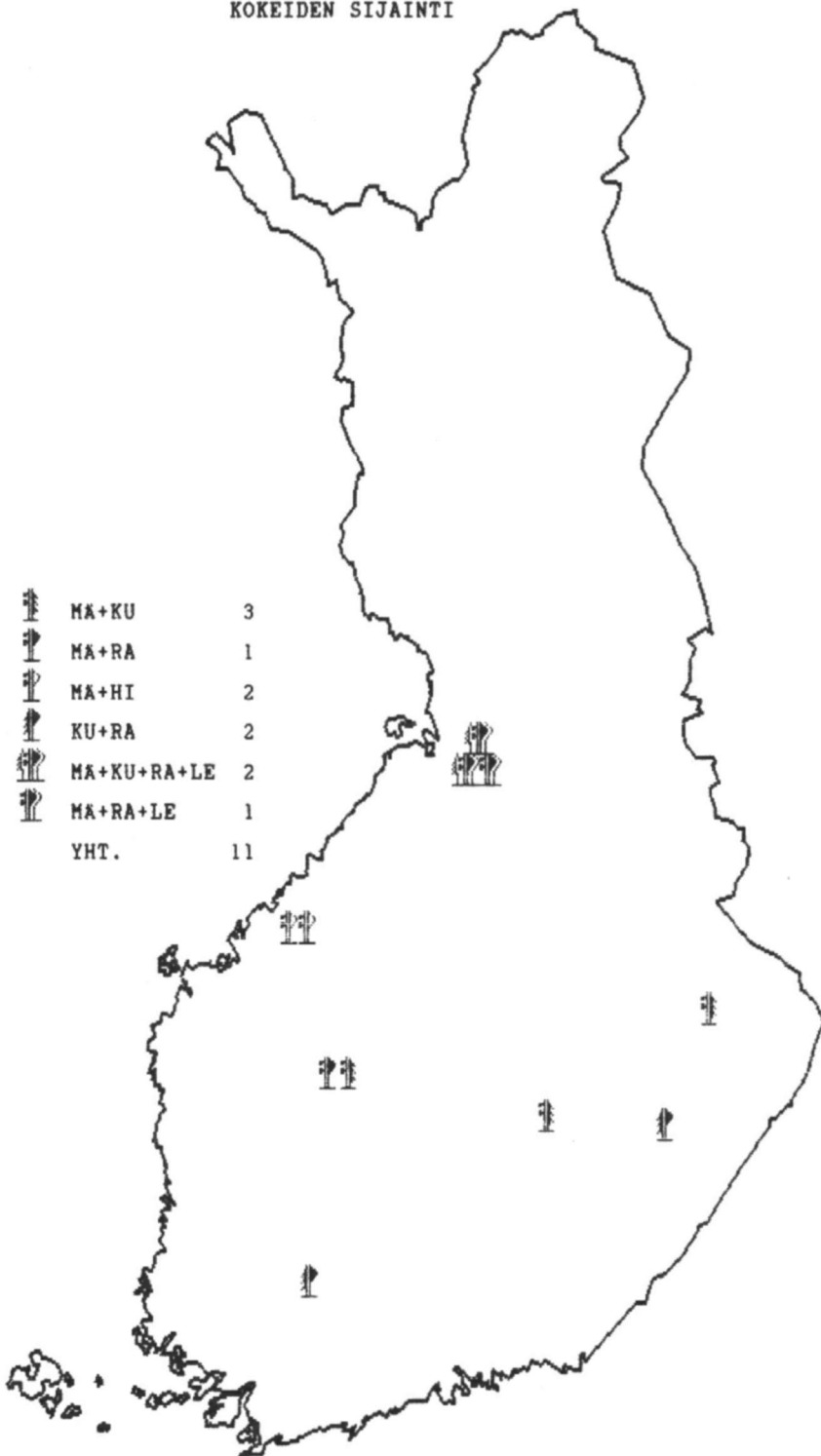
Taimiväli on siis 2,2 m.

x tarkoittaa koealoja, joilta koivu perataan pois 7-8 v:n kuluttua ja vesojen annetaan täydentää männikkö.



Sekametsikkökokeita on syksyyn 1985 mennessä perustettu kaikkiaan 14 kpl. Kolme niistä on jouduttu hylkäämään epäonnistumisen vuoksi. Jäljellä on 11 koetta (137 koealaa).

KOKEIDEN SIJAINTI



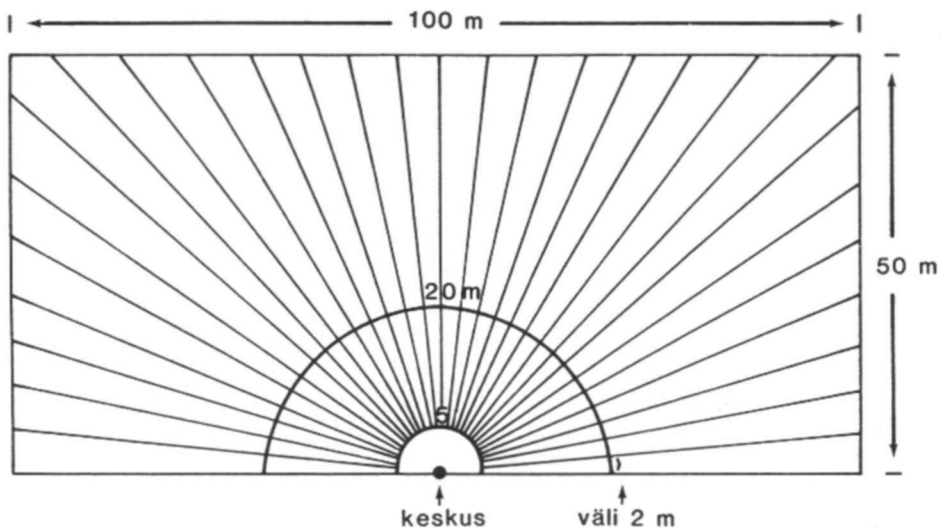
313. Istutusviuhka

Opetustarkoituksiin sopiva mutta samalla myös tutkimusta palveleva on koetyyppi, josta seuraavassa käytetään muodostuvan kuvion vuoksi nimitystä istutusviuhka.

Istutusviuhkaan voidaan suppealle alueelle sijoittaa erittäin vaihtelevia istutustiheyksiä sekä näin tutkia ja ope- tuksessa havainnollistaa istutustiheyden vaikutusta taimikon alkukehitykseen.

Kaaviokuvan esittämä viuhka voidaan perustaa niinkin pienelle kuin 0,5 ha:n alueelle, jolloin siihen sisältyvät istutusvälit 0,5 - 6,5 m. Tätä suurempaa vaihtelualuetta tuskin tarvitsee tutkiakaan. Viuhkan perusidea on, että tietystä keskipisteestä käsin istutetaan säteittäin rivejä, jotka siis vähitellen etääntyvät toisistaan ja joissa istutusväli kasvaa vastaavasti koko ajan. Rivien etääntyminen ja istutusväli riveissä on suunniteltu niin, että kukin taimi saa joka suuntaan likimain (ei täysin) yhtä suuren kasvutilan.

Kaaviokuva istutusviuhkasta 0.5 ha:n alueella



Kaaviossa on käytetty vain puolet ympyrästä. Mikäli halutaan, voidaan samalla periaatteella jatkaa ja tehdä täysi ympyrä (ala 1 ha). Keskustaan jää tällöin noin aarin suuruisen istuttamaton alue, jossa voidaan retkeilyillä käydä aiheesta keskusteluja. Eräs idea on istuttaa toiseen puoliympyrään esim. kuusta ja toiseen rauduskoivua, jolloin saadaan samalla puulajivertailu aikaan. Voidaan käyttää myös täyden ympyrän kolmea lohkoa, jolloin saadaan männykin mukaan. Puulajien väliin jätetään riittävät tiealueet mm. retkeilyjen kulkureiteiksi.

Kokeen perustaminen tapahtuu kaaviokuvaa noudattaen seuraavasti:

1. Pystytetään valittuun keskipisteeseen linjaseiväs.
2. 20 m:n säteelle keskus pisteestä asetetaan linjaseipäät 2 m:n välein.
3. Keskuksessa oleva ja 20 m:n säteelle 2 m:n välein asetetut linjaseipäät osoittavat istutusrivit. On syytä asettaa istutusrivejä osoittamaan vielä kolmannetkin seipäät kuvion laidalle.
4. Kullekin säteittäiselle linjalle istutetaan taimet seuraavan taulukon esittämille etäisyyksille keskus pisteestä (suluissa taimien välinen etäisyys toisistaan ko. säteellä keskus pisteestä).

Taimi nro	Etäisyys keskus- pisteestä, m	(Taimien etäisyys toisistaan tällä säteellä keskus- pisteestä, m)
1	5,00	(0,50)
2	5,50	(0,55)
3	6,05	(0,60)
4	6,65	(0,66)
5	7,32	(0,73)
6	8,05	(0,81)
7	8,86	(0,89)
8	9,75	(0,98)
9	10,72	(1,07)
10	11,79	(1,18)
11	12,97	(1,30)
12	14,26	(1,43)
13	15,69	(1,57)
14	17,26	(1,73)
15	18,99	(1,90)
16	20,89	(2,09)
17	22,97	(2,30)
18	25,27	(2,53)
19	27,80	(2,78)
20	30,58	(3,06)
21	33,64	(3,36)
22	37,00	(3,70)
23	40,70	(4,07)
24	44,77	(4,48)
25	49,25	(4,92)
26	54,17	(5,42)
27	59,59	(5,96)
28	65,55	(6,56)
29	72,10	(7,21)
30	79,31	(7,93)
31	87,24	(8,72)
32	95,96	(9,60)

Kokeen perustaminen kaaviokuvassa hahmotetulle 0,5 ha:n alueelle vaatii noin 800 tainta, kuvion muodosta riippuen hieman enemmän tai vähemmän.

Kun kokeessa pyritään pienellä taimimäärällä havainnollistamaan monivivahteista ongelmaa, on suositeltavaa, että istutettavat taimet ovat kookkaita ja poikkeuksellisen huolellisesti valikoituja, sekä kooltaan että arvioidulta kasvukyvyltään mahdollisimman samanarvoisia. Näin tulee paljolta eliminoiduksi se vaihtelu, mitä esiintyy valikointomassassa tai väljin perustein valikoidussa taimimateriaalissa kokonaan riippumatta istutustiheydestä. Koe soveltuu parhaiten perustettavaksi entiselle pellolle.

Jotta kuolleisuus olisi mahdollisimman pieni, on istutus suoritettava poikkeuksellisen huolellisesti. Mikäli joudutaan tästä huolimatta täydentämään taimikkoa, on käytettävä samaa taimierää edustavia taimia, joita on siten jätettävä yli talven taimitarhaan mahdollisen täydennyksen varalta. Koetta ei käsitellä hakkuin.

Istutusviuhkoja on perustettu vain yksi, Muhokselle. Mukana ovat kokeessa mänty, kuusi, rauduskoivu ja hies.

KOKEIDEN SIJAINTI



ISTUTUSVALI JA -KUVIOINTI: ISTUTUSVIUHKA

32. Taimikon perkaus

321. Yhteispohjoismainen tutkimus

Kokeiden tavoitteena on vertailla eri vuodenaikoina tehdyn mekaanisen perkauksen, mekaanis-kemiallisen perkauksen ja lehvästörüiskutuksen vaikutusta toisaalta havupuutaimikon ja toisaalta lehtipuiden kantovesojen kehittymiseen. Tavoitteena on etsiä menetelmä, jolla päästäisiin helposti vesottuvilla alueilla hyvään lopputulokseen mahdollisimman vähin käsittelykerroin. Tutkimus kuuluu Pohjoismaisen metsätutkimuksen yhteistyöelimen (SNS) rahoittamaan projektiin "Inverkningar av plant- och ungsogsbehandlingen på virkesproduktionen".

Vesottuneisuuden suhteen ongelmallisissa kohteissa tehdään seuraavat lehtipuun perkauskäsittelyt:

1. Perkaus sahalla perustamisvuoden syksyllä
2. Perkaus sahalla seuraavana keväänä mahlanjuoksun aikana
3. Perkaus sahalla seuraavan kesän kesäkuussa
4. Perkaus sahalla perustamisvuoden syksyllä, kanto-käsittely
5. Perkaus sahalla perustamisvuoden syksyllä, syntyneet vesat perataan myöhemmin
6. Perkaus sahalla perustamisvuoden syksyllä, syntyneet vesat ruiskutetaan myöhemmin
7. Lehvästörüiskutus glysofaatilla perustamisvuoden syyskesällä.

Käsittelyruudun koko on 4 aaria. Samalla tavoin käsitellään myös niiden 5 m:n vaippa-alueet.

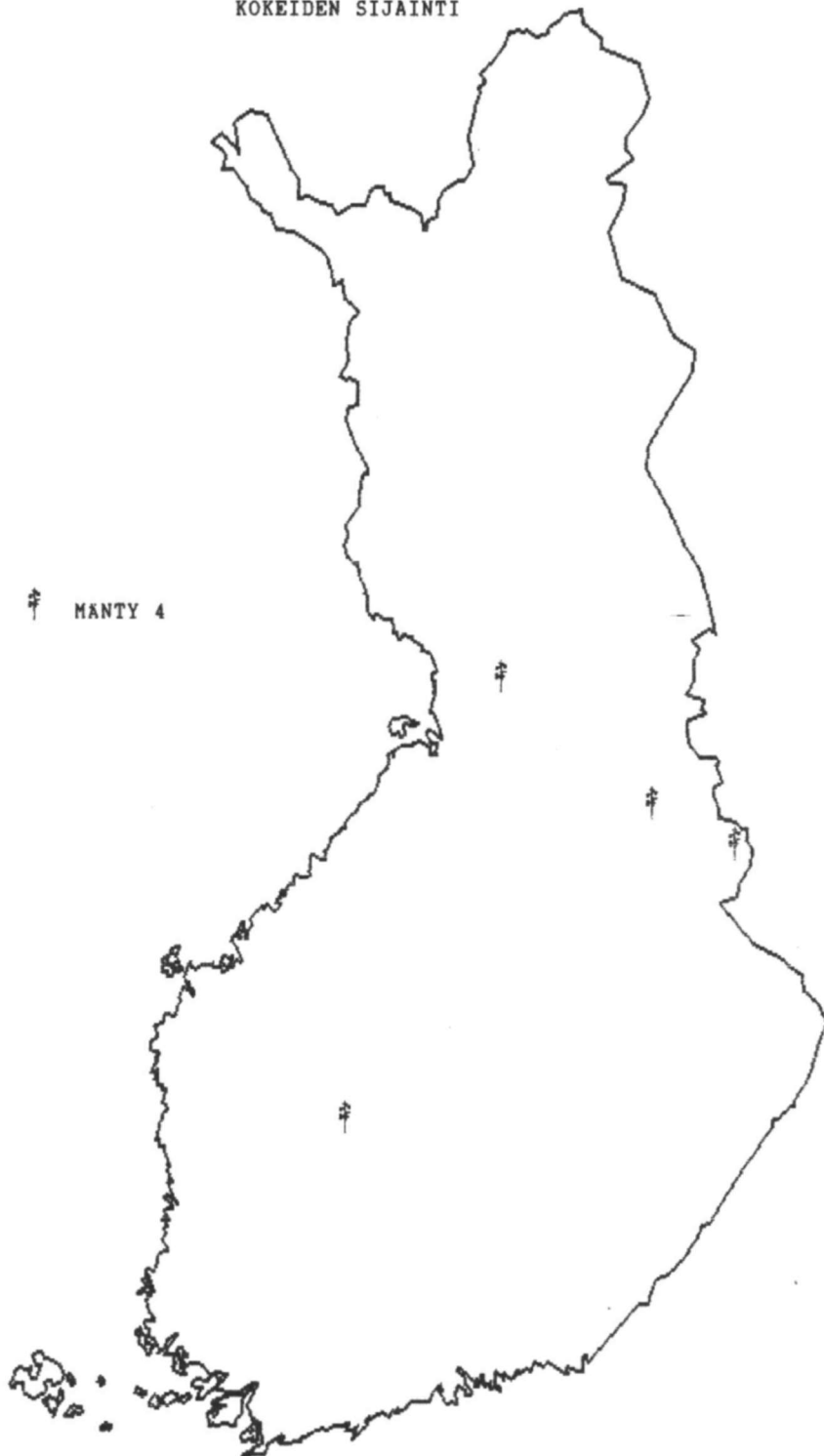
Ennen käsittelyjä todetaan koelapuustojen homogeenisuus sekä havupuiden että etenkin lehtipuiden osalta koeruu-
duille systemaattisesti sijoitettujen 9-16 ympyräkoelan perusteella. Havupuut harvennetaan perkauskäsittelyjen

yhteydessä kaikilla ruuduilla tiheyteen 2000 kpl/ha.

Jatkossa eri käsittelyjen välisiä eroja selvitetään niin, että yksittäinen lehtipuun kanto on pienkoealan keskipisteenä.

Koemetsiköitä on 4, kussakin 7 erilaista käsittelyä (28 koeruutua). Kaikki kohteet ovat koivusekoitteisia männiköitä.

KOKEIDEN SIJAINTI



322. Nurmes-suunnitelmaan liittyvä tutkimus

Tarkoituksena on tutkia erityisesti eri kehitysvaiheissa tapahtuvan perkauskäsittelyn, nimenomaan koivun poistamisen, vaikutusta havupuutaimikon kehitykseen.

Tutkimuskohteet ovat laaja-alaisia havupuutaimikoita, joissa on normaali perkaustarve. Vaihteleva sijainti erilaisilla maalajeilla on suositeltavaa. Kuvion minimikoko on noin 5 ha.

Koetta perustettaessa pääpuulaji (mänty tai kuusi) harvennetaan koko kokeen alueella asentoon 2000 kpl/ha. Perkausvaihtoehdot ovat seuraavat:

1. Suoritetaan mekaaninen perkaus koetta perustettaessa. Sen jälkeen ei suoriteta perkaustoimenpiteitä.
2. Suoritetaan mekaaninen perkaus 4 v:n kuluttua kokeen perustamisesta. Sen jälkeen ei toimenpiteitä.
3. Suoritetaan mekaaninen perkaus 8 v:n kuluttua kokeen perustamisesta. Sen jälkeen ei toimenpiteitä.
4. Suoritetaan mekaaninen perkaus koetta perustettaessa ja sen jälkeen 4 v:n kuluttua.
5. Suoritetaan mekaaninen perkaus koetta perustettaessa ja sen jälkeen 8 v:n kuluttua.
6. Suoritetaan mekaaninen perkaus koetta perustettaessa ja sen jälkeen 12 v:n kuluttua.
7. Suoritetaan mekaaninen perkaus koetta perustettaessa ja sen jälkeen aina tarvittaessa, esim. 4 v:n väliajoin.
8. Suoritetaan kemiallinen perkaus koetta perustettaessa ja sen jälkeen aina tarvittaessa, esim. 8 v:n väliajoin.

9. Muuten samoin kuin kohdassa 7, mutta lisäksi poistetaan tarvittaessa aluskasvillisuus mekaanisesti kokonaan, koetta perustettaessa ja sen jälkeen esim. 4 v:n väliajoin.

Mekaaninen perkaus tarkoittaa tässä tutkimuksessa vesurilla, raivaussahalla tms. välineellä suoritettua lehtipuun poistamista. Kemiallinen perkaus merkitsee yleensä kantokäsittelyä. Tietyissä kokeissa voidaan soveltaa myös lehvistön ruiskutusta.

Perkauskäsittelyn ajankohta on yleensä metsähallituksen omistamilla mailla käytännössä sovellettu elo-marraskuu. Tietyissä kokeissa voidaan, milloin kuvion pinta-ala sen sallii, rajata ylimääräinen, 10. ruutu käsittelymerkinällä la. Merkintä tarkoittaa, että käsittely on vaihtoehdon 1 mukainen, mutta se suoritetaan vasta perustamisvuotta seuraavana kesänä, kesäkuun viimeisellä viikolla.

Käsittelyvaihtoehdossa 9 on otettava huomioon, että aluskasvillisuuden poistaminen voi tapahtua koneellisesti. Harvennettaessa pääpuulaji asentoon 2000 kpl/ha on siksi saatava syntymään riveittäinen asento, jolloin aluskasvillisuuden poistaminen voi tapahtua koneellisesti pääpuulajin taimia vahingoittamatta.

Kuvio kartoitetaan joko ilmakuville tai maastomittauksin. Alue jaetaan mieluummin n. 0,5 ha:n ruutuihin niin, että mitään ei jää käyttämättä. Käsittelyt arvotaan ruuduille.

Yksi toisto vaatii n. 5 ha. Olisi suotavaa, että samalle kuviolle saataisiin kaksi toistoa.

Ellei näin suuria kuvioita löydy, voidaan hyväksyä 0,25 ha:n ruudut, jolloin pinta-alan tarve pienenee puoleen. Pitkällä tähtäyksellä on kuitenkin suotavaa, että mahdollisimman moni koe voitaisiin perustaa 0,5 ha:n ruuduin, koska tällöin voidaan myöhemmin kunkin ruudun puitteissa

kokeilla vaihtelevia jatkokasvatusohjelmia.

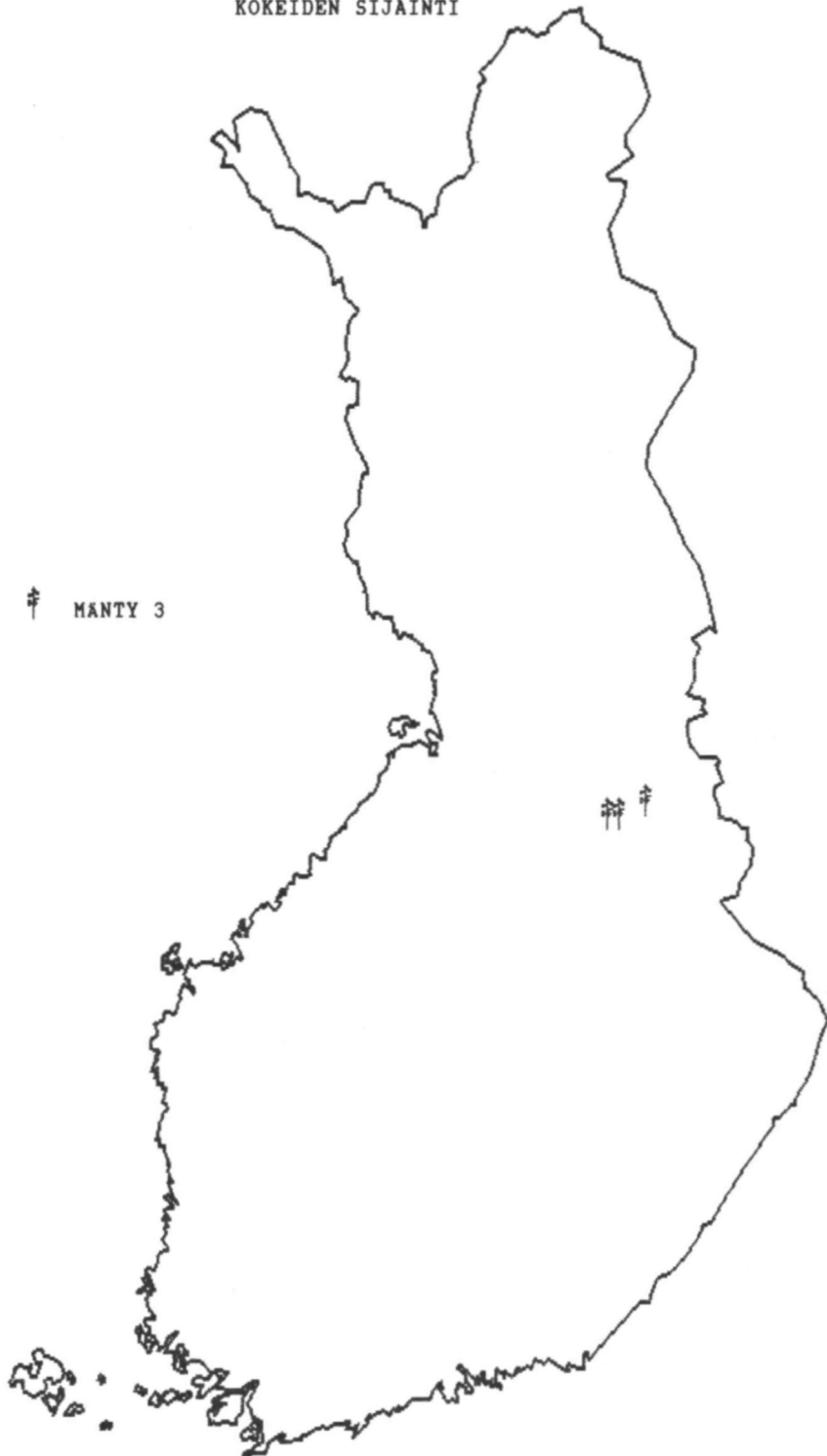
Pääpuulaji (havupuu) harvennetaan asentoon 2000 kpl/ha. Apuna voidaan käyttää ympyräkoaloja. Vaihtelurajoina sallitaan ± 100 kpl/ha tavoiterunkoluvusta yksittäisten ruutujen välillä.

Varsinaisia puuston mittauksia ei suoriteta. Kuitenkin on kokeen perustajan varmistuttava siitä, että pääpuulajin runkoluku on jokaisessa ruudussa 2000 ± 100 kpl/ha. Lisäksi arvioidaan niillä ruuduilla, joilla perkauskäsittelyä ei tapahdu perustamisvaiheessa, lehtipuiden runkoluku hehtaaria kohden. Tällöin lasketaan mukaan kaikki rinnankorkeutta pidemmät lehtipuut. Tarkoitukseen riittää 4 kpl 1 aarin ympyräkoalaa ruutua kohden. Koealat voidaan mitata umpimähkäisesti ruudun molemmilta lävistäjiltä niin, että kukin niistä sattuu likimain oman neljänneksensä keskelle. Perustamisvaiheessa perattavilta ruuduilta ei kyseistä mittausta tarvitse suorittaa.

Koe on pyritty suunnittelemaan niin, että jatkotoimenpiteet tapahtuvat 4 v:n väliajoin. Kuitenkin ne käsittelyvaihtoehdot, joiden määritelmässä esiintyvät sanat "aina tarvittaessa", voivat aiheuttaa sen, että 4-vuotinen toimenpiderytmitys ei ole paikallaan. Olisi kuitenkin pyrittävä siihen, että ellei aivan ratkaisevaa vahinkoa ole odotettavissa, todella säilytetään nyt suunniteltu neljävuotistahti tai sitten sovitaan jostakin paremmaksi arvioidusta rytmityksestä, jos aihetta ilmenee.

Kokeita on perustettu 3. Ne sisältävät 36 koalaa.

KOKEIDEN SIJAINTI



323. Perkaukseen liittyvä puulajivalinta

Tarkoituksena on tutkia erilaisten puulajisekoitusten vaikutusta puuntuotantoon runsaasti koivua sisältävissä havupuutaimistoissa.

Perustamisvaiheessa suoritetaan liian koivun kemiallinen perkaus (kantokäsittely), joka toistetaan niin usein kuin tarpeellista. Kasvatettavana puustona pidetään eri tapauksissa seuraavia:

1. Mäntyä 2000 kpl/ha, kaikki koivut poistetaan.
2. Mäntyä 1400 kpl/ha, minkä lisäksi jätetään 600 kpl/ha parhaita koivuja.
3. Mäntyä 1000 kpl/ha ja sen lisäksi 1000 kpl/ha parhaita koivuja.
4. Mäntyä 600 kpl/ha ja koivuja 1400 kpl/ha.
5. Kaikki männyt poistetaan ja jätetään koivuja 2000 kpl/ha.

Suunnittelu on periaatteessa sama kuin perkauskokeessa. Perkauskoe ja puulajikoe voidaan myös yhdistää ja toteuttaa molemmat samalla kuviolla. Tämä edellyttää kuitenkin suurta maastokuviota.

Maastotöissä tapahtuu aluksi ruudutus suunnitelman mukaisesti. Tämän jälkeen "leimataan" havupuu säädettyyn asentoon kussakin ruudussa. Sitten merkitään esim. kreppiperillä ne koivut, jotka jätetään kasvamaan. Lopuksi suoritetaan merkitsemättömien koivujen perkaus ja kantokäsittely.

Leimaus on tehtävä niin, ettei jäljelle jäänyt runkoluku poikkea enempää kuin $\pm 5 \%$ tavoiterunkoluvusta ruudun puitteissa kummankaan puulajin osalta. Riittävä määrä ympyräkoealoja tarvitaan tämän seikan toteamiseksi.

Jatkossa on pidettävä huoli siitä, että valittu perus-

puusto saa kehittyä rauhassa. Perkausta on siis tehtävä tarpeen mukaan. Puuston kehitystä seurataan esim. 5 v:n väliajoin tapahtuvien mittauksin.

Tällä ohjelmalla ei ole perustettu yhtään koetta.

33. Hirvivauriot

Kokeiden tarkoituksena on selvittää, miten puusto kehittyy vakavan hirvituhon jälkeen. Miten vaurioitunutta taimikkoa olisi kasvatettava? Onko apua siitä, jos vaurioituneita puita trimmataan?

Kokeita perustetaan vain Metsäntutkimuslaitoksen kokeilualueisiin. Kussakin kokeilualueessa perustetaan kaksi koetta. Mikäli aikaa riittää, Muhokselle ja Rovaniemelle voidaan perustaa kolme koetta.

Kokeita perustetaan yksinomaan männiköihin. Ei etsitä hirvien vaurioittamia, koska yhtenäisesti kautta koko metsikön vaurioituneita metsiköitä näyttää olevan vaikeaa löytää.

Koemetsiköt ovat siten tyypillisiä vaurioitumattomia metsiköitä, joissa jäljitellään hirvien vaurioittamista.

Itse koe vaatii vain noin 1/3 ha. Koetta etsittäessä vähimmäiskoko on 1 ha. Metsikön tulee olla harvennettu (2000-1500 kpl/ha) ja 0,5-3 m:n pituusvaiheessa.

Kuhunkin kokeilualueeseen pyritään sijoittamaan sekä vartuneempi että nuorempi koe.

Jos koe perustetaan laajalle kuviolle, se tulee sijoittaa, mikäli mahdollista, siten, ettei kuvion käytännöllinen hoitaminen vaikeudu tarpeettomasti, ts. kuvion laiteelle. Koko kokeen alueella puuston tulee kuitenkin olla yhteäistä.

Kokeita tulee perustaa kaikille männyn kasvupaikoille (OMT-CT). Toipumisessa saattaa juuri kasvupaikan hyvyydellä olla ratkaiseva merkitys. Kasvupaikka ilmaistaan vain metsätyypinä.

Koe käsittää joko 8 tai 12 koealaa, ts. seuraavat 4 käsittelyä 2-3 kertaa toistettuina.

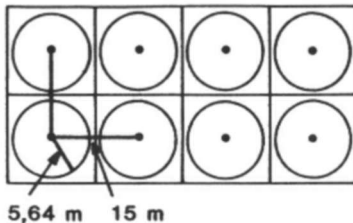
1. Joka toinen puu vaurioitetaan, ei harvenneta, mutta perataan.
2. Kuten 1, mutta vaurioitettut puut trimmataan. Tämä tapahtuu kuitenkin vasta 2-3 v:n kuluttua, kun on selvinnyt, mikä sivuoksa kääntyy latvaksi.
3. Harvennetaan joka toinen puu. Joka toinen jää kasvamaan vaurioittamatta.
4. Jätetään käsittelemättä vertailukoealaksi. Perataan.

Trimmauksella tarkoitetaan puiden puutarhamaista leikkelyä, jolla pyritään normaaliin kasvutapaan ja laadun parantamiseen.

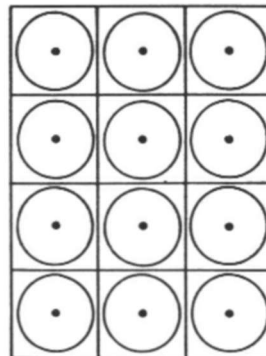
Perustamisvaiheessa käsittelyt 1 ja 2 jäävät toistaiseksi täsmälleen samanlaisiksi.

Koealat ovat 1 aarin ympyröitä (säde 5,64 m). Koealat sijoitetaan säännölliseen systeemiin, jossa koealojen keskinäinen etäisyys on 15 m. Kuviosta riippuen voi syntyä monenlaisia sijoitusvaihtoehtoja. Seuraavassa kaksi esimerkkiä:

TAPAUS 1
8 koealaa



TAPAUS 2
12 koealaa



Kukin koeala edustaa siten 15 x 15 m:n aluetta, joka käsitellään samalla tavalla kuin sen keskellä oleva ympyräkoealakin.

Selostetulla tavalla perustettuihin koealoihin sisältyy 15-20 puuta. Kysymys on kuitenkin lähinnä eri tavoin vaurioituneiden puuyksilöiden tutkimisesta. Nämä on käytännöllisistä syistä sijoitettu koealoiksi. Samalla saadaan käsitystä myös vaurioituneen puuston kehityksestä kokonaisuutena ainakin ensimmäisen parin vuosikymmenen aikana, mikä onkin tärkeintä.

Ennen mittausten aloittamista on arvottava käsittelyt koealojen kesken, mikäli mittauksen yhteydessä on aikomus suorittaa myös käsittely. Arvonta suoritetaan vapaasti koealoja ositteisiin ryhmittelemättä.

Koealan mittauksen yhteydessä puut kartoitetaan, ts. mitataan bussolilla ilmansuunta ja mittanauhalla etäisyys koealan keskipisteestä käsin. Kartoitus aloitetaan pohjoisesta myötäpäivään. Puut saavat juoksevan numeron lukujärjestyksessä, mutta maastossa ei puita tosiasiassa numeroita. Suunnan ja etäisyyden avulla kukin puu voidaan paikallistaa tulevien mittausten yhteydessä.

Systemaattisesti mittauksen edistyessä merkitään (käsittelyä 4 lukuun ottamatta) esim. värivasaralla tai muulla sopivalla tavalla joka toinen puu. Nämä ovat niitä puita, jotka vaurioitetaan tai harvennuksessa poistetaan. Näin ollen vauriopuiden ja harvennettavien puiden valinta on yhtä sattumanvarainen kuin se todennäköisesti hirvenkin kohdalla on. Sanottu koskee mäntyä. Lehtipuita ei noteerata, vaan ne perataan pois.

Jokaisesta koealaan kuuluvasta puusta mitataan rinnankorkeusläpimitta ja pituus, edellinen mittasaksilla (varren osoittaessa koealan keskipisteeseen) ja jälkimmäinen mitatangolla. Lukupöytäkirjaan tulee lisäksi merkintä joka

puun kohdalle, onko kysymyksessä terveenä kasvatettava, vaurioitettuna kasvatettava vai harvennettava puu.

Edelleen merkitään jokaisesta kasvatettavasta puusta, onko kysymys ennen vaurioittamista normaalista vai tavalla tai toisella epänormaalista puusta.

Vaurion laatu merkitään niin ikään systemaattisesti jo lukutoimituksen aikana. Kenties on järkevää jopa vaurioittaa ko. puut lukutoimituksen yhteydessä, jolloin säästytään puiden uudesta paikallistamisesta, mikäli vaurioittaminen tapahtuisi erillisenä toimituksena.

Ennen kokeelta poistumista on joko itse suoritettava tai valvottava, että käsittely tapahtuu suunnitelman mukaisesti.

Vaurioittamista varten koemetsiköt jaetaan kahteen osaan, toisaalta 0,5-1,5 m:n pituisiin ja toisaalta 1,6-3,0 m:n pituisiin.

Edellisissä hirvi syö sekä latvakasvaimen että sivuoksien kärkiä tai pureskelee niitä. Jälkimmäisissä hirvi ennen muuta katkoo runkoja vaihtelevilta korkeuksilta yrittäessään päästä kiinni latvaan.

Käsittelyt ovat seuraavat:

Taimikko on 0,5-1,5 m

1. Vain viimeinen latvakasvain katkaistaan.
2. Latvakasvain jää ehyeksi, mutta kahden ylimmän oksakiehkuran oksat katkotaan.
3. 1 + 2

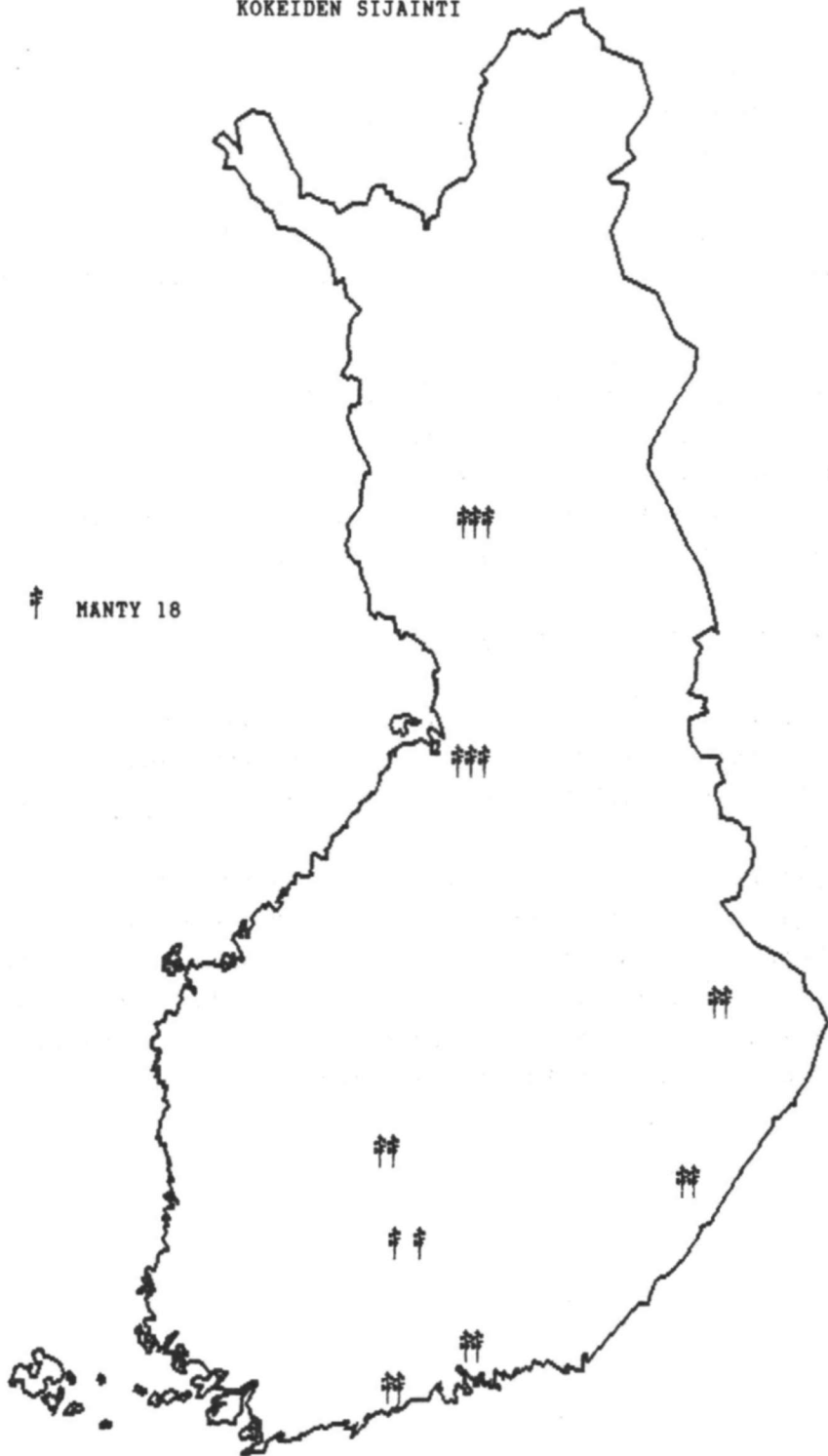
Taimikko 1,6-3,0 m

1. Viimeinen latvakasvain katkaistaan ja ylimmän oksakiehkuran oksat myös.

2. Latva katkaistaan toiseksi ylimmän kasvaimen kohdalta. Lisäksi oksavaurioita.
3. Latva katkaistaan kolmannen kasvaimen kohdalta. Oksavaurioita.

Kokeita on perustettu 18 kpl (188 pienkoealaa) eri puolille Suomea.

KOKEIDEN SIJAINTI



HIRVIVAURIOKOKEET

34. Taimikon harvennus

Taimikon harvennuskokeiden tarkoituksena on tutkia eri käsittelyvaihtoehtojen vaikutusta metsikön kehitykseen. Kokeilla etsitään vastausta etenkin kahteen ongelmaan: 1) miten voimakkaasti ja 2) milloin taimikko tulisi harventaa? Ongelmia voidaan tutkia erillisesti tai yhdistää ne samoihin kokeisiin.

Istutustaimikossa joudutaan harvoin turvautumaan pääpuulajin varhaiseen harvennukseen. Kokeet keskittyvätkin lähinnä luontaisesti syntyneisiin ja kylvettyihin mäntytaimikoihin, jotka syntyvät yleensä erittäin ylitiehinä. Vähimmäisrunkoluku ennen käsittelyä on 3000 kpl/ha.

341. Harvennuksen voimakkuus

Taimikon pinta-alan tulee olla niin suuri, että siihen mahtuu ilman toistoa vähintään 5 ja toiston kanssa vähintään 10 käsittelylohkoa, joiden pinta-ala on n. 0,5 ha.

Valtapituus saa lohkosta toiseen poiketa enintään 0,5 m, kun valtapituus on keskimäärin n. 2 m, ja enintään 1 m, kun valtapituus on 5 m. Toistojen välillä saa eroa olla enemmänkin. Sekapuuta saa olla perustamisvaiheessa, mutta se raivataan pois käsittelyn yhteydessä kaikilta lohkoilta (myös käsittelemättömiksi muuten jääviltä).

Käsittelyvaihtoehdot määritellään runkoluvun perusteella. Seuraavia päävaihtoehtoja kokeillaan, ei kuitenkaan välttämättä kaikkia samassa kokeessa:

- | | | | | | |
|----|-------------------|-----------|--------|----------------------|---|
| 1. | Käsitlemätön, ns. | 0-ruutu | | | |
| 2. | Taimiluku | 5000-4000 | kpl/ha | harvennuksen jälkeen | |
| 3. | " | 3100-2900 | " | " | " |
| 4. | " | 2200-2000 | " | " | " |
| 5. | " | 1600-1500 | " | " | " |
| 6. | " | 1100-1000 | " | " | " |
| 7. | " | 700- 600 | " | " | " |

Käsittelylohkon sisälle rajataan 1-4 vähintään 10 aarin suuruista koealaa. Näin turvataan jatkokäsittelyn eriytymismahdollisuus kokeen myöhemmässä vaiheessa. Lohkon jäljelle jääneet puut luetaan koealoittain ja tehdään pituusmittauksia. Käsittelyä edeltänyt tilanne saadaan käsittelemättömäksi jääneiltä lohkoilta. Käsittelylohkojen jako koealoihin voidaan siirtää myös siihen vaiheeseen, jolloin ensimmäinen uusintamittaus on ajankohtainen, mikäli työvoima- tai rahatilanne sitä vaatii. Tässä tapauksessa on koetta perustettaessa lohkon keskeltä mitattava esim. ympyränmuotoinen 10 aarin koeala, jolta käsittelyn jälkeinen tila selvitetään.

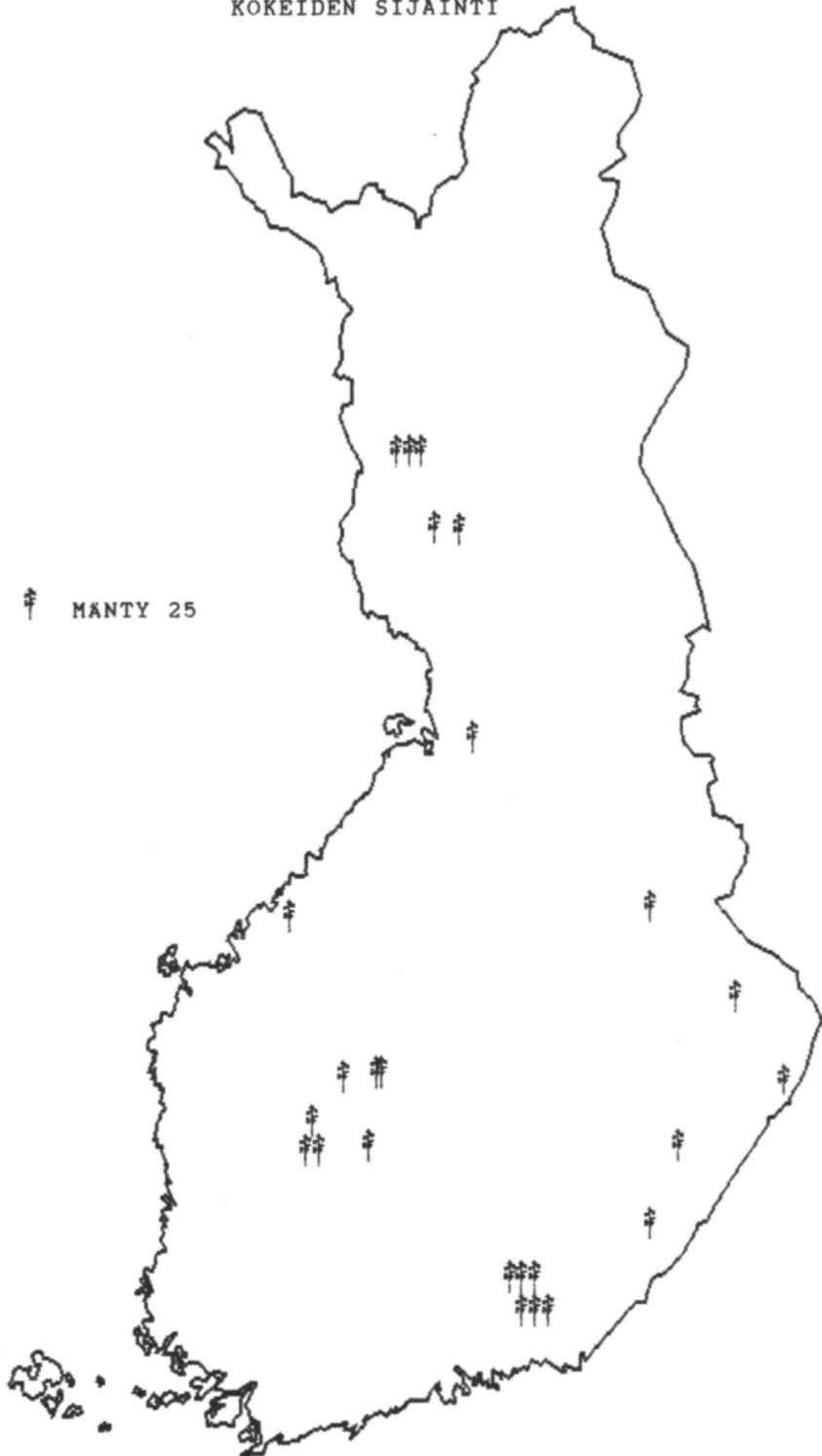
Kokeiden jatkokäsittelyä varten on seuraava alustava suunnitelma:

Valtapituus, m	Runkoluku taimikon harvennuksen jälkeen, kpl/ha (Varsinaisten harvennusten lukumäärä)										
	Luonnon- tilainen	4000 (0)	4000 (1)	4000 (2)	4000 (3)	4000 (4)	2200 (0)	2200 (1)	2200 (2)	2200 (3)	
		Runkoluku harvennuksen jälkeen, kpl/ha (Poisto-% runkoluvusta)									
12,0			800 (70)	1200 (65)	1400 (60)	1600 (60)		600 (70)	800 (60)	1100 (50)	
15,0					840 (40)	960 (40)				660 (40)	
18,0						580 (40)			500 (43)		
21,0				600 (50)	500 (40)	400 (30)				400 (40)	
		1600 (0)	1600 (1)	1600 (2)	1600 (2)	1000 (0)	1000 (1)	1000 (1)	1000 (1)	600 (0)	
12,0											
15,0			600 (62)	800 (50)	1000 (37)		600 (40)				
18,0								500 (50)			
21,0				500 (37)	400 (60)				400 (60)		

Tavanomaisten puustotunnusten kehityksen ohella tutkitaan kasvatustiheyden vaikutusta männyn tekniseen laatuun. Kaikilla ruuduilla on siksi mittauksin seurattava oksien ja koko latvusten kehitystä. Etenkin käsittelyvaihtoehdoissa 6 ja 7 (1100-1000 kpl/ha ja 700-600 kpl/ha) voidaan osaa lohkoista käyttää karsimisen vaikutusten tutkimiseen. On oletettavaa, että ainakin näillä tiheyksillä männyn kasvattaminen johtaa laadullisesti ala-arvoiseen lopputulokseen. Toisaalta on epätietoista, onko laatu kunnostettavissa karsimisen avulla.

Harvennuksen voimakkuuteen liittyviä kokeita on 25 kpl ja niissä 288 koealaa.

KOKEIDEN SIJAINTI



TAIMIKON HARVENNUS: HARVENNUKSEN VOIMAKKUUS

342. Harvennuksen ajankohta

Tarkoituksena on selvittää, miten eri kehitysvaiheessa tapahtuva harvennus vaikuttaa taimikon jatkokehitykseen. Männyllä kiinnitetään erikoishuomiota teknisen laadun (oksisuuden) kehitykseen.

Kokeissa yhdistetään mahdollisuuksien mukaan toisaalta kasvatustiheyden ja toisaalta käsittelyn ajankohdan tutkiminen. Käsittelyn voimakkuusvaihtoehdot ovat pääosin samat kuin edellä, kuten seuraava suunnitelma osoittaa:

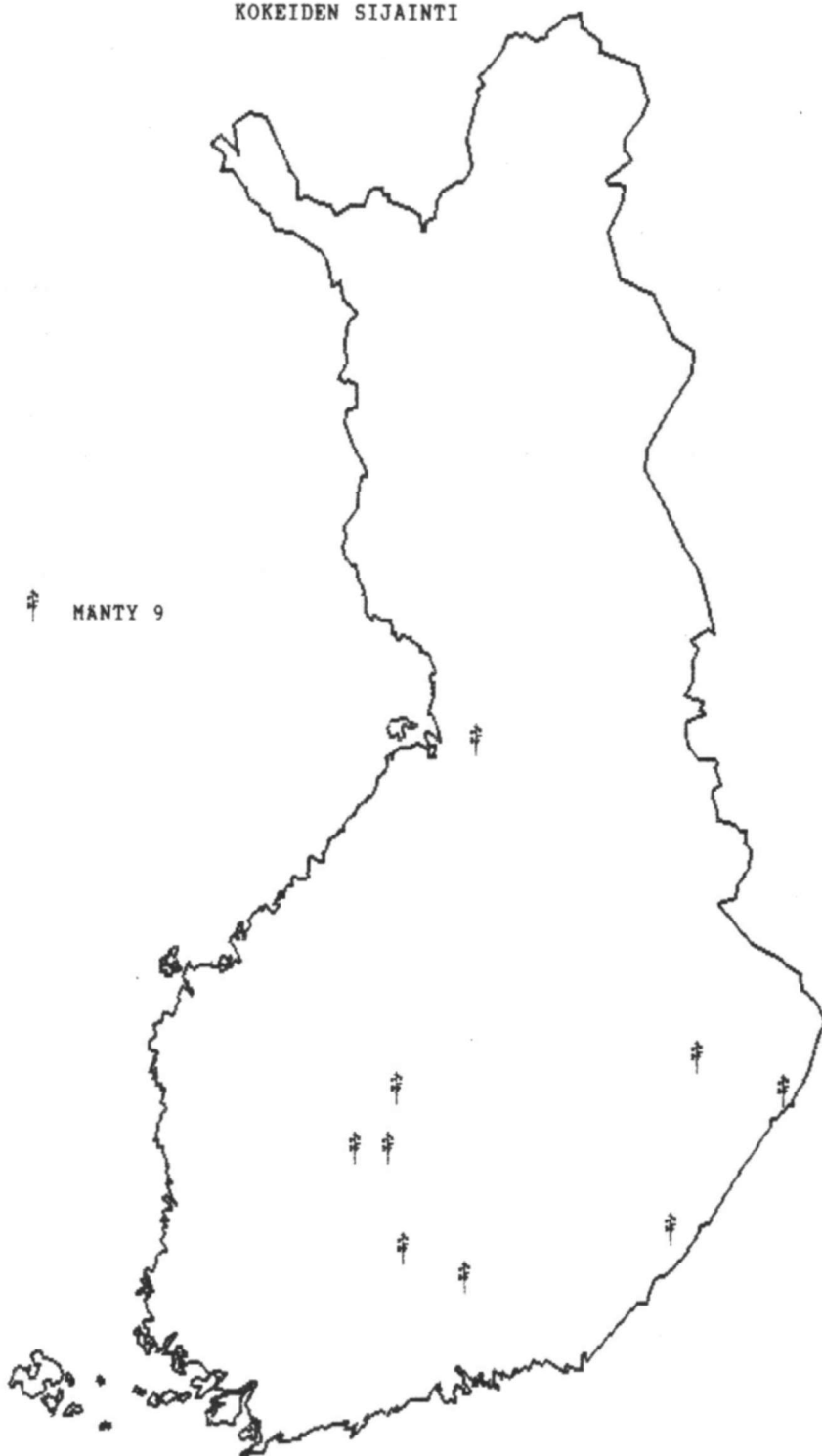
1. Käsittelemätön (käsitellään ehkä 10-11 m:n valtapituusvaiheessa)
2. Runkoluku harvennuksen jälkeen 2800-2500 kpl/ha
 - A. Harvennetaan, kun valtapituus on 2-3 m
 - B. " " " " 5 m
 - C. " " " " 8 m
3. Runkoluku harvennuksen jälkeen 2200-2000 kpl/ha
 - A. Harvennetaan, kun valtapituus on 2-3 m
 - B. " " " " 5 m
 - C. " " " " 8 m
4. Runkoluku harvennuksen jälkeen 1600-1500 kpl/ha
 - A. Harvennetaan, kun valtapituus on 2-3 m
 - B. " " " " 5 m
 - C. " " " " 8 m
5. Runkoluku harvennuksen jälkeen 1100-1000 kpl/ha
 - A. Harvennetaan, kun valtapituus on 2-3 m
 - B. " " " " 5 m
 - C. " " " " 8 m

6. Runkoluku harvennuksen jälkeen 700-600 kpl/ha
- | | | | | | |
|----|---------------|-----|-------------|----|-------|
| A. | Harvennetaan, | kun | valtapituus | on | 2-3 m |
| B. | " | " | " | " | 5 m |
| C. | " | " | " | " | 8 m |

Kokeet perustetaan puuston ollessa 2-3 m:n pituusvaiheessa, jolloin A-koealat harvennetaan suunniteltuun kasvatustiheyteen. Kun valtapituus on 5 m, harvennusvuorossa ovat B-koealat ja 8 m:n valtapituusvaiheessa C-koealat. Pohjoismaiseen yhteistutkimukseen liittyvissä vastaavissa kokeissa runkoluvut poikkeavat osin edellä esitetystä ja käsittely tapahtuu 1,5, 2,5, 4,0 ja 5,5 m:n keskipituusvaiheessa.

Taimikon käsittelyn ajankohtaa koskevia kokeita on 9 ja niissä on 122 koealaa.

KOKEIDEN SIJAINTI



TAIMIKON HARVENNUS: HARVENNUKSEN AJANKOHTA

343. Kylvötuppaiden käsittely

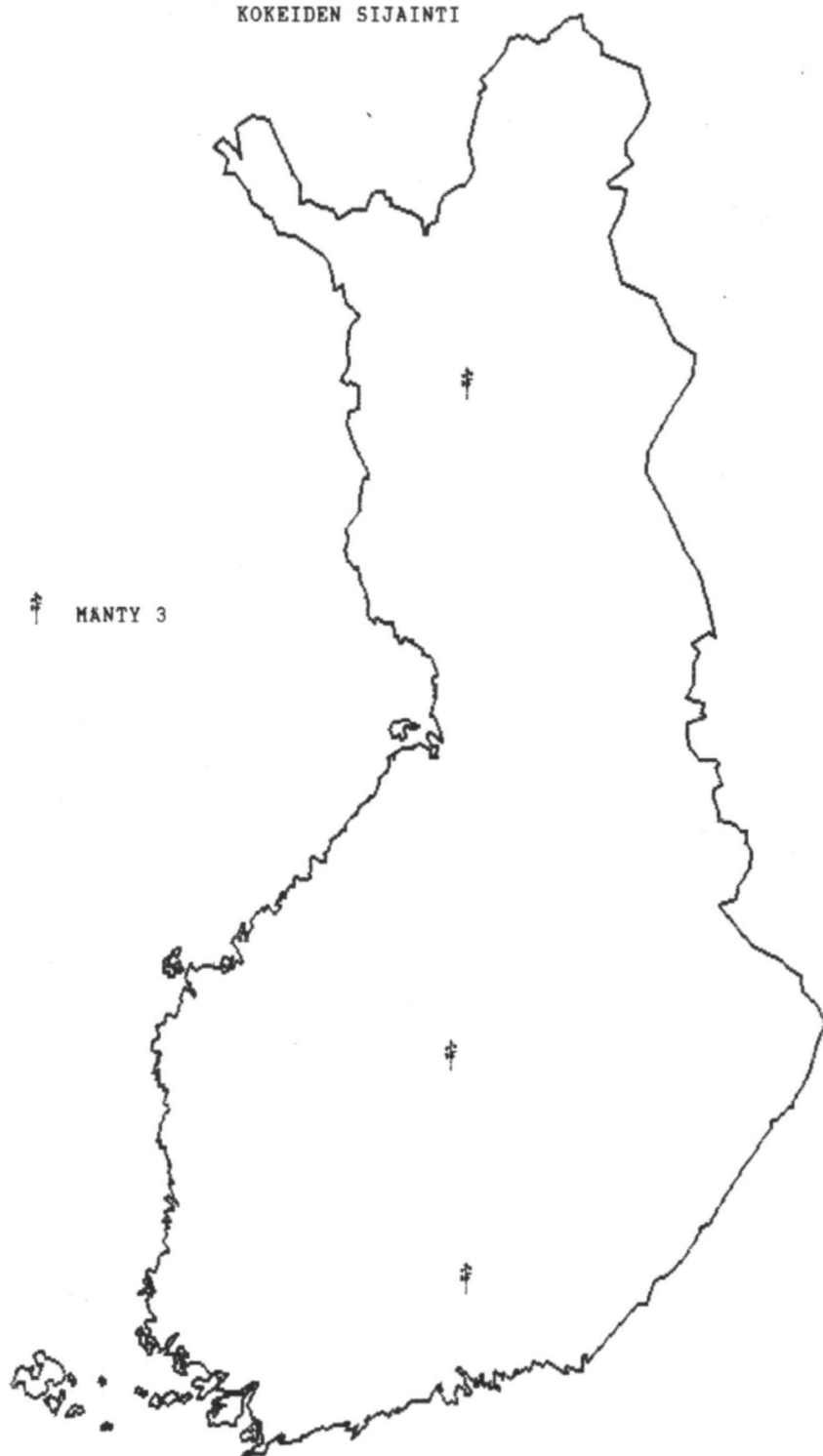
Kylvötaimikon tuppaisissa vallitsee suuri ylitiheys, josta syystä ohutoksaisten puun kasvattaminen on kylvömetsikössä helpompaa kuin esim. harvassa istutustaimikossa. Tutkimuksella etsitään vastausta kysymykseen, miten kylvötaimikkoa tulisi kasvattaa, jotta siitä saataisiin mahdollisimman korkealaatuista puuta.

Koejärjestelyssä ovat seuraavat käsittelyvaihtoehdot:

1. Jätetään yksi taimi tuppaiseen
2. Jätetään kaksi parasta tainta tuppaiseen
3. Jätetään kolme parasta tainta tuppaiseen
4. Poistetaan 1-2 pahinta valtataimen kilpailijaa
5. Jätetään luonnontilaiseksi

Aineiston muodostavat kolme metsikkökoetta. Heinolan lähistöllä sijaitseva koe on varsinaisesti taimikon harvennuksen ajankohtaa selvittävä koe, johon on kuitenkin sisällytetty käsittelyvaihtoehdot 1,4 ja 5. Konginkankaan kokeessa on toteutettu kahtena toistona niinkään käsittelyvaihtoehdot 1,4 ja 5. Sodankylän kokeessa on kahtena toistona käsittelyvaihtoehdot 1,2 ja kerran vaihtoehdot 3 ja 5. Aihe sisältyy siis kolmeen kokeeseen ja niiden 15 koealaan.

KOKEIDEN SIJAINTI



TAIMIKON HARVENNUS: KYLVÖTUPPAIDEN KASITTELY

344. Suojametsäalueen taimikot

Tutkimuksessa kerätään tietoja suojametsiin v:een 1978 mennessä tehdyistä metsänviljelyistä, selvitetään viljelyn onnistuminen ja tutkitaan syntyneiden taimikoiden alkukehitys.

Käytetty menetelmä on sovellutus valtakunnan metsien inventoinnin yhteyteen kehitetystä metsänuudistumisen inventointimenetelmästä.

Tiedot suojametsäalueen viljelystä kerätään metsähallituksesta saaduista kartanselityskirjoista, metsänviljelykorkeista ja karttaleikkeistä. Mukaan otetaan kaikki 0,5 ha:n suuruiset viljelyalat. Ne yksilöidään viljelyajan kohdan ja paikan perusteella.

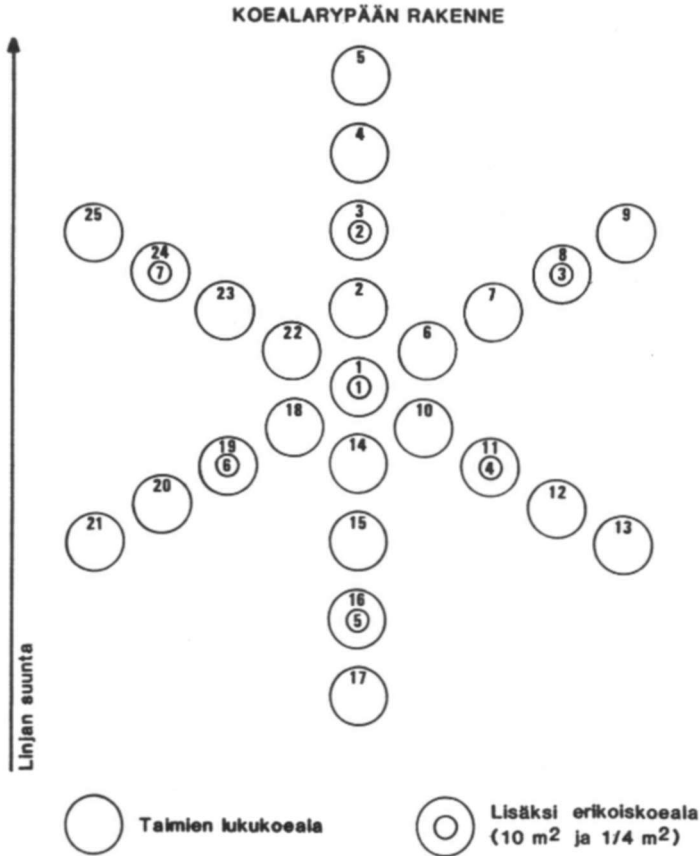
Kerätystä perusaineistosta valitaan luokitellulla satunnaisotannalla noin neljäsosa inventoitavaksi lähemmin maastossa. Luokittelutekijöinä pidetään viljelytapaa, viljelykorkeutta merenpinnasta ja maantieteellistä sijaintia (hoitoalue). Inventoitavat alueet pyritään jakamaan mahdollisimman tasaisesti kunkin luokittelutekijän suhteen.

Inventoitavalle alueelle sijoitetaan 1-3 koealaryvästä seuraavasti:

Alueen koko, ha	1-5	6-50	50+
Rypäitä, kpl	1	2	3

Viljelyalueen koon ollessa 1-5 ha ryvä asetetaan pisimmän halkaisijan puoliväliin. 6-50 ha:n alueille sijoitetaan kaksi ryvästä pisimmälle lävistäjälle 25 ja 75 %:n kohdalle sen pituudesta. Yli 50 ha:n alueille sijoitetaan pisimmälle lävistäjälle tasavälein kolme ryvästä.

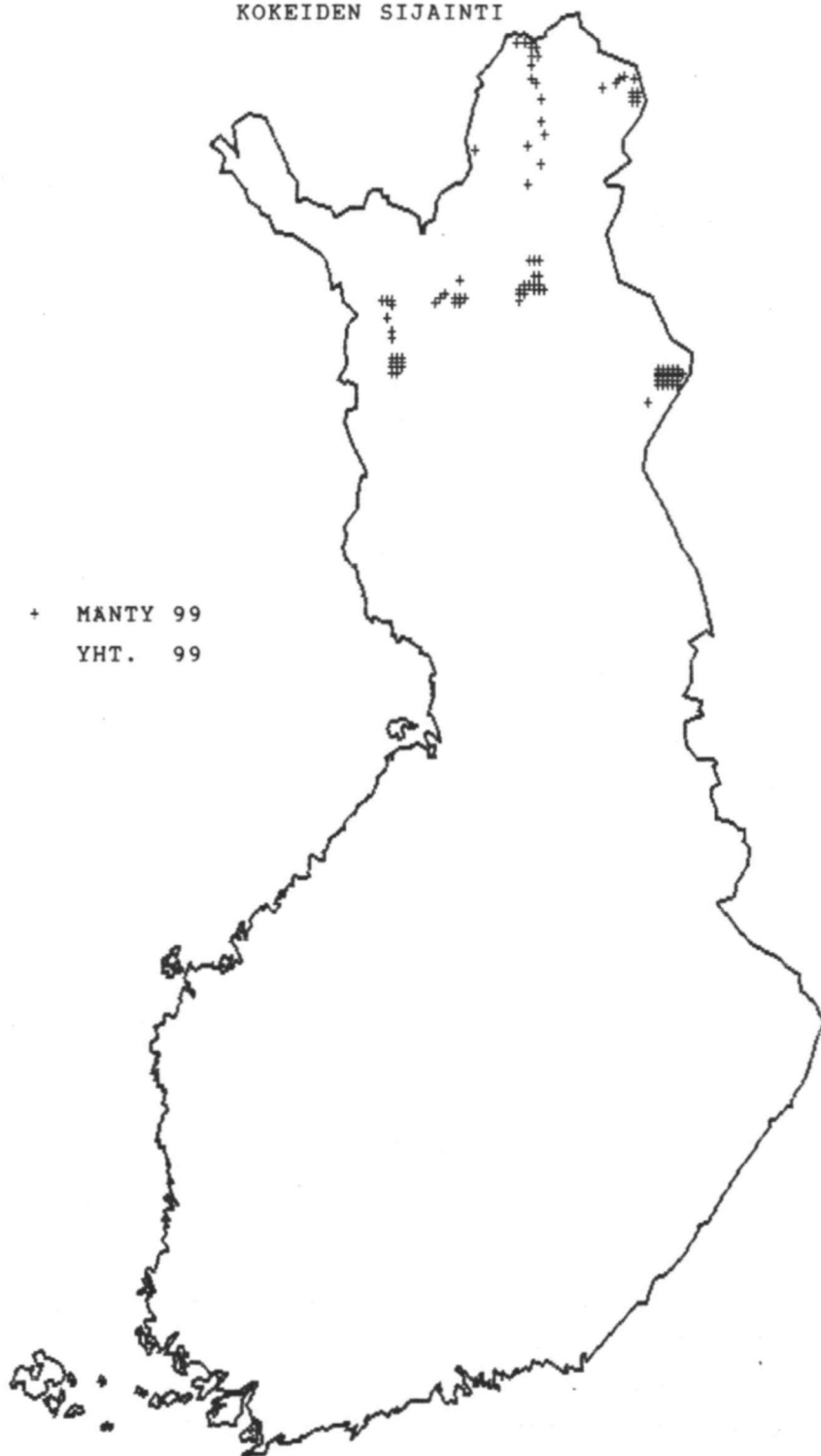
Rypään muodostaa $25 \text{ kpl } 10 \text{ m}^2$:n koealaa (ks. piirros). Näiltä kaikilta selvitetään puulajeittain kasvatuskelpoisten taimien määrä ja mitataan taksatoriset tunnuksat. Lisäksi mitataan $0,25 \text{ m}^2$:n erikoiskoealoilta taimiainneksen määrä.



Aineistoon kuuluu 99 männynviljelyaluetta, joihin on sijoitettu 218 yllä kuvatunkaltaista koealaryvästä. Viljelykeskittymiä on etenkin Tuntsan, Laanila-Vuotson, Sammalaselän, Kittilän, Utsjoen ja Pakanajoen alueilla. Inventoiduista alueista 17 on männyn nykyisen puurajan ja metsänrajan välisellä, erillisten mäntymetsäsaarekkeiden alueella.

Ensimmäiset mittaukset tehtiin v. 1978. Uusintamittaus tapahtuu 1988-90.

KOKEIDEN SIJAINTI



TAIMIKON HARVENNUS: SUOJAMETSÄALUEEN TAIMIKOT

35. Alikasvosten toipuminen

Aihetta koskevien kestokokeiden tarkoituksena on selvittää päällyskuuston korjuun aiheuttamia vaurioita alikasvokselle, kuusialikasvoksen toipumista vapautuksen jälkeen ja erilaisten käsittelyiden vaikutusta tähän.

Kohteet ovat joko vanhoja, lopetettuja harvennuskokeita, joihin on syntynyt alikasvoksia, tai koetoiminnan ulkopuolella kehittyneitä, alikasvoksia sisältäviä metsiköitä.

Alikasvosta on oltava niin runsaasti, että se lukumääräisesti riittää uuden puusukupolven muodostumiseen. Alikasvoksen kunto saa vaihdella, mutta pääpaino on pitkään kituneissa alikasvoksissa, jotka käytännössä yleensä poistetaan kehityskelvottomiksi luokiteltuina.

Vapautetun alikasvoksen peruskäsittelyt ovat seuraavat:

1. Jätetään käsittelemättä
2. Harvennuksen jälkeen jää 1000 kpl/ha
3. " " " 2000 "
4. " " " 4000 "
5. Alikasvos poistetaan ja istutetaan mäntyä tai kuusta 2000 kpl/ha

Lisäksi selvitetään (ks. oheinen koe-esite), miten täydennys (koivu, mänty), tuhkalannoitus ja biologinen typensidonta (leppä) vaikuttavat alikasvoksen toipumiseen.

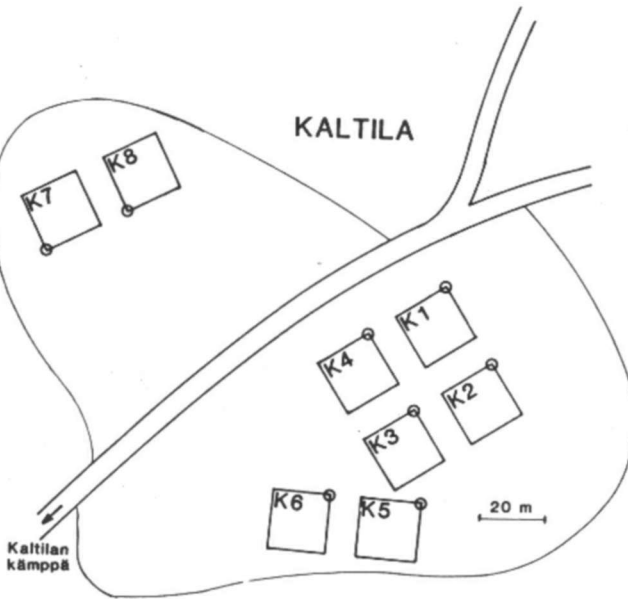
Tutkitaan myös sitä, mikä merkitys on päällyskuuston poistamisella kahdessa tai useammassa vaiheessa.

Alikasvoksen mittauksia tehdään kolmessa vaiheessa, päällyskuuston alla, päällyskuuston poiston jälkeen ja käsittelyn tapahduttua.

Perustamisvaiheessa mitataan myös päällyspuusto ennen sen poistamista, tehdään kasvipeiteanalyysyjä, tutkitaan maalaji ja kivisyys, mitataan pintamaakerrosten paksuudet ja kuvataan topografinen asema. Päällyspuuston latvuksen vaikutus alikasvoksen valo-oloihin selvitetään valaistusmittarin avulla.

Uusintamittauksia tehdään noin viiden vuoden väliajoin toipumistapahtuman selvittämiseksi.

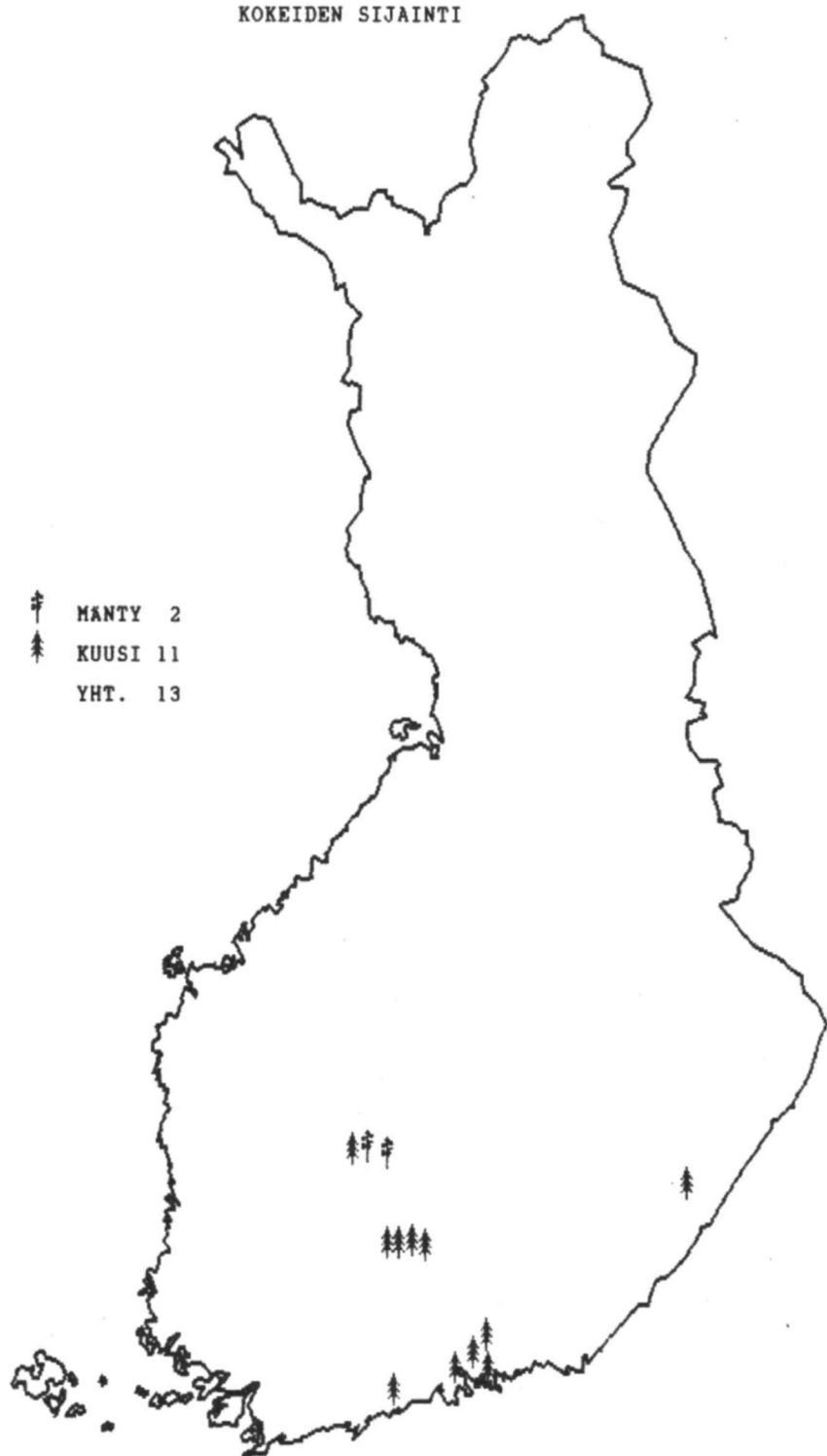
Uusintamittauksissa seurataan erityisesti oksien ja neulasten kehitystä koepuiden yksityiskohtaisten mittausten avulla. Koepuiden kohdalla kasvaneen päällyspuuston latvuspeittävyys tunnetaan "kalansilmäobjektiivilla" perustamisvaiheessa otetun kuvan avulla.



1. 1000/ha + leppä taimiväleihin
2. mä viljely 2000/ha
3. 1000/ha + tuhka 5 t/ha + leppä taimiväleihin
4. 1000/ha + tuhka 5 t/ha
5. ei käsittelyä
6. 2000/ha
7. 4000/ha
8. 2000/ha + koivu taimiväleihin.

Kokeita on perustettu syksyyn 1985 mennessä 13 kpl.
Niissä on kaikkiaan 69 koealaa.

KOKEIDEN SIJAINTI



ALIKASVOSTEN TOIPUMINEN

36. Vierasperäiset puulajit

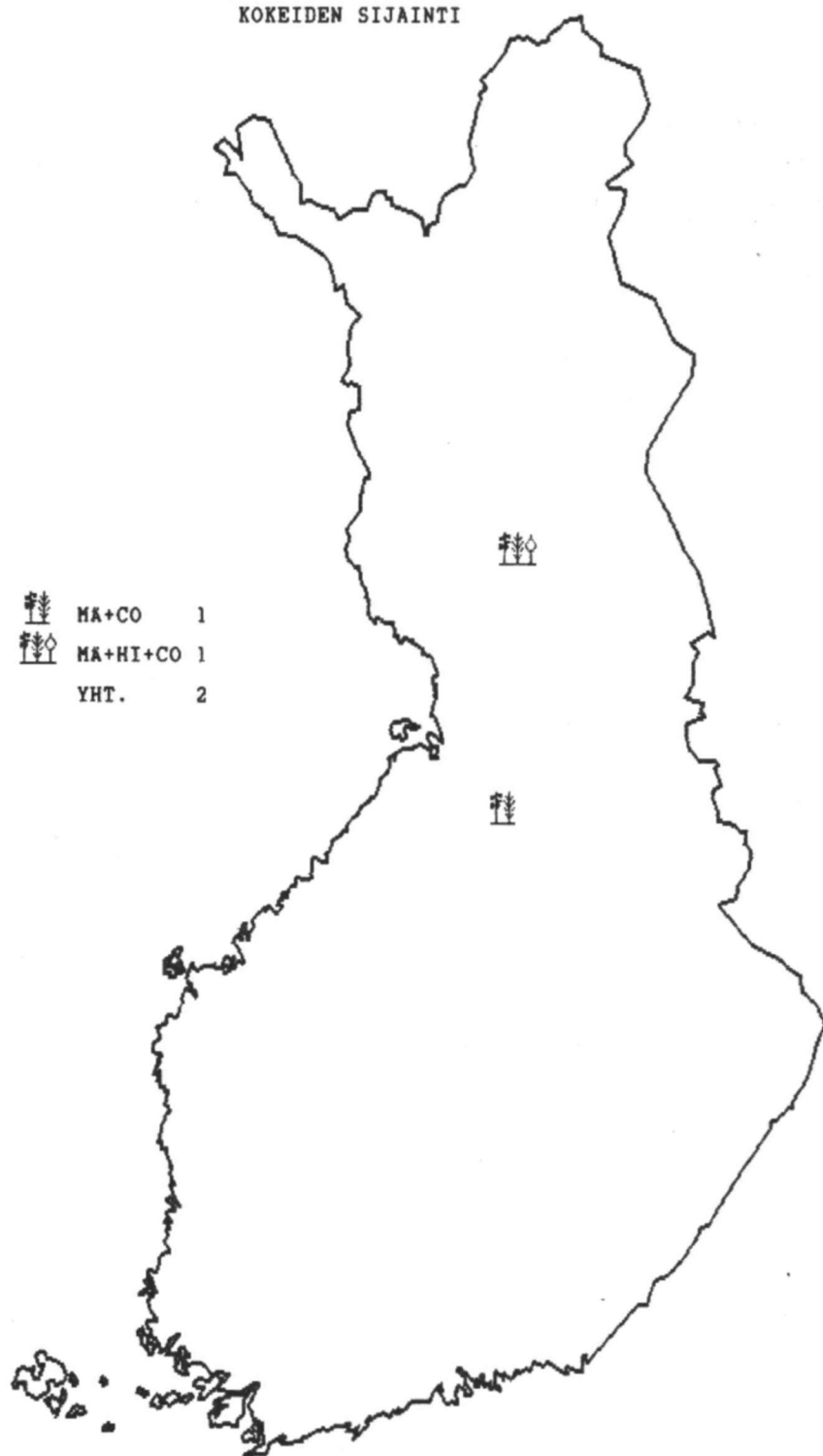
Vierasperäisten puulajien kasvattamisedellytyksiä selvittäviä kokeita on osastossa perustettu 1920-luvulta alkaen. Eräitä vanhoja kokeita seurataan yhä. Ne kuuluvat tässä julkaisussa ryhmään "vanhat harvennuskokeet". Uusia vierasperäisten puulajien kokeita ei tulla perustamaan.

Kivalon kokeilualueen koe on perustettu olemassaolevaan metsikköön, jossa alunperin on tutkittu Siperian lehtikuusen menestymistä erilaisilla kasvupaikoilla. Istutetun lehtikuusikon kasvua verrataan luontaisesti syntyneen puhtaan männikön, puhtaan koivikon, mänty-koivusekametsikön ja luonnontilaisen mänty-koivusekametsikön kasvuun. Eri puulajien ja puulajisekoitusten muodostamiin metsiköihin on rajattu 1/8 ha:n suuruiset koealat. Pelsossa puulajikoe liittyy istutusvälíkokeeseen.

Kivalon kokeen metsiköt on viljelty tai uudistuneet 1940-luvulla. Koealat on rajattu ja mitattu v. 1981. Pelson koe on istutettu v. 1974. Alueella on tehty kuolleisuusinventointi. Koe mitataan seuraavan kerran valtapituuden ollessa n. 6 m.

Kivalon kokeessa on jokaisessa puulaji- tai puulajisekoitusvaihtoehdossa 3 koealaa, yhteensä 15. Pelson kokeessa kontortamännyn istutusvaihtoehtoja on 10. Männyllä istutusvaihtoehtoja on 12 ja 13.

KOKEIDEN SIJAINTI



VIERASPERAISET PUULAJIT

37. Harmaalepän vaikutus karulla kasvupaikalla

Käyttökelpoisen typen määrä metsämaassa on useimmissa tapauksissa tärkein puuntuotantoa rajoittava tekijä ilmastoloissamme. Leppä elää symbioosissa ilmakehän typpeä sitovan Frankia alni - sädesienen kanssa, joka parhaimmillaan voi luovuttaa jopa 90 % sitomastaan tpeestä lepälle. Lepän karikkeet ovat helposti hajoavia ja hyvin typpipitoisia. Typpeä erittyy maahan lisäksi suoraan juurinystyröistä. Näin tapahtuvan ravinnekierron tehostumisen oletetaan vaikuttavan myös varsinaisen kasvupaikalla kasvatettavan puulajin puuntuotantoon. Varsinainen typen sidonta tapahtuu metsikön kehityksen alkuvaiheessa, mutta sen vaikutuksen maaperään odotetaan jatkuvan vielä kauan sen jälkeenkin.

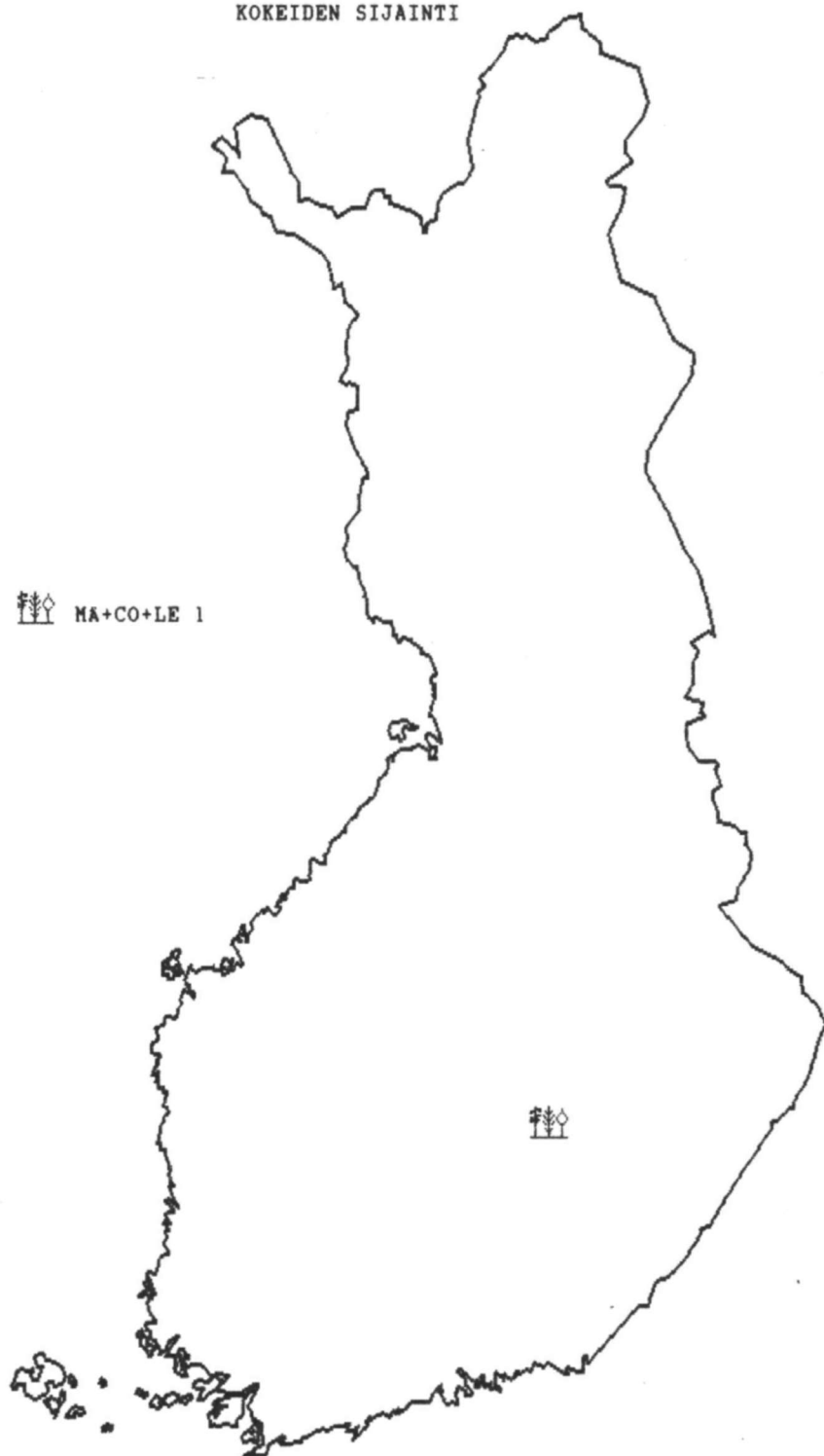
Lepän hyväksikäyttöä metsänviljelyssä tutkitaan Nikkarilan hoitoalueeseen, Pieksämäelle, perustetun kokeen avulla.

Kokeeseen kuuluu kolme muutaman aarin kokoista koeruutua CT-VT metsikössä. Viljelyvaihtoehtoja ovat kontortamännyn kasvatus yksin ja lepän (Alnus incana) kanssa sekä tavalisen männyn (Pinus sylvestris) kasvatus lepän kanssa. Kontortataimet (1+1) on istutettu 1971 ja mäntytaimet (1+1) 1972. Istutustiheys molemmilla on 2000/ha. Varsin kookkaat lepän taimet (100-150 cm) on istutettu vuonna 1974 asentoon 2000/ha.

Leppiä on kokeen perustamisen jälkeen perattu pariin otteeseen. Kanto- ja juurivesojen ansiosta typen sidonta on kuitenkin edelleen käynnissä.

Taimikot on kokeen perustamisen jälkeen mitattu kaksi kertaa. Puuston mittauksen lisäksi on määritetty kivennäismaalaji ja kivisyys sekä mitattu orgaanisten maakerosten paksuudet. Lisäksi on tehty typpianalyysit maaperästä, männyn neulasista ja lepän lehdistä. Pintakasvilisuus on tutkittu kasvipteanalyysin avulla.

KOKEIDEN SIJAINTI



HARMAALEPAN VAIKUTUS KARULLA KASVUPAIKALLA

4. VARSINAISET HARVENNUKSET

41. Vanhat harvennuskokeet

Metsänarvioimisen tutkimusosaston harvennuskokeet perustettiin 1950-luvun lopulle saakka seuraavin perustein. Tiedot ovat Yrjö Ilvessalon julkaisusta "The establishment and measurement of permanent sample plots in Suomi (Finland)" (MTJ 17.2/1932) ja Leevi Miettisen julkaisusta "Harvennusasteikoista ja niiden soveltamisesta" (MTJ 16.3/1930).

"Pysyvä koeala perustetaan metsikön kehitystä tarkkaan selvitteleviä yksityiskohtaisia tutkimuksia varten. Koealoilla määrääkojen kuluttua suoritettavat uudelleen mitaukset ovat tehtävät mahdollisimman tarkoin ja huolellisesti, muuten voidaan saada virheellisiä ja harhaan johtavia tuloksia.

Koealan tarkoitus

Koealaa perustettaessa on ensinnäkin harkittava, missä tarkoituksessa se asetetaan ja ovatko paikka, kasvupaikka ja metsikkö sellaisia, että niihin tällaista tarkoitusta varten asetettava koeala todella sopii. Koealaa ei kuitenkaan olisi yksinomaan jollekin määrätulle metsätieteelliselle tarkoitukselle monopolisoitava, vaan yleensä samoille pysyville koealoille olisi keskitettävä myöskin perusteellisia maaperä-, kasvi- ja taloustieteellisiä ym. tutkimuksia, jotta kalliilla kustannuksilla perustettu koeala antaisi mahdollisimman monipuolisia tuloksia.

Kokeiden perustaminen

Koealojen lopullisena tarkoituksena ei ole esimerkkien esittäminen harvennusten vaikutuksesta yms., vaan niistä on vastaisuudessa saatava laajalla pohjalla yleispäteviä tuloksia tutkituista kysymyksistä. Tätä tarkoitusta

varten koealojen tulee olla niin asetettuja, mitattuja ja kuvattuja, että ne voidaan milloin tahansa yhdistellä ryhmiksi yhtenäistä tutkimusta varten.

Sijainti

Koealan tulee kokonaisuudessaan sijaita samanlaisella metsämaalla (samalla metsä- tai suotyypillä). Metsikön tulee myöskin olla mahdollisimman yhtenäistä sekä puulajisuhteiden että tiheyden ja iän puolesta. Joidenkin pienien eroavaisuuksien voidaan kuitenkin odottaa metsikön vanheudessa tasaantuvan, esim. nuorien metsien pienehköt aukot sulkeutuvat ja vähäiset tiheyden epätasaisuudet häviävät.

Kasvupaikan kuvauksessa selvitetään koealan korkeus merenp. yläp., ilmastolliset suhteet, asema ympäristöön nähden (avonainen, suojattu, kumpu jne.), maan pinnan kaltevuus, vuorilaji, maalaji, kivisyys, humuskerros, karikkepeite, kosteus, soilla turvekerros, metsä- tai suotyyppi yms. Aluskasvillisuuden kokoonpano kuvataan Norrlinin runsausasteikon perusteella.

Metsikön kuvauksessa mainitaan ensin yleispiirtein metsikön laatu, sitten puulajisuhteet, ikä, valtakorkeus, metsikön synty tapa ja varhaisemmat vaiheet niin tarkoin kuin mahdollista sekä hyönteis-, sieni-, lumi- ym. vahingot.

Ala, muoto ja rajoitus

Koeala on mikäli mahdollista koetettava saada 1/4 ha:n suuruiseksi. Hyvin pieni koeala ei varsinkaan metsikön tullessa vanhemmaksi kuvaa riittävästi metsikköä, suurta koealaa taas on vaikea saada yhtenäiseksi ja sen mitauskin käy työlääksi.

Monissa tapauksissa ei kuitenkaan yksi ainoa koeala riitä, vaan samaan metsikköön on asetettava useita koealoja käsittevä sarja. Niinpä harvennushakkausten vaikutuksia selviteltäessä jokaisen harvennusasteen tulee saada oma

koealansa ja näiden lisäksi on välttämättömästi asetettava harventamatta, siis luonnontilaan, jäävä vertauskoeala. Hyvin ahtaissa tiloissa saatetaan useinkin parhaiten viimeksi mainittu jättää muita hieman pienemmäksi. Koealan muoto on yleensä oleva neliö tahi sitä lähenevä suorakaide.

Koealan tahi koealasarjan ympärille varataan mikäli mahdollista n. 10-20 m levyinen suojavyöhyke, joka suojaa koealaa ympäristössä mahdollisesti suoritettavilta hakkuilta ja josta saadaan kuutioimista varten välttämättömiä kaadettavia koepuita. Suojavyöhyke on harvennuksessa käsiteltävä tarkoin samalla tavalla kuin siihen rajoittuvat koealan osat. Saman sarjan eri koealojen välille asetettavat vähintään n. 10 m levyiset eristyskaistaleet jaetaan puoleksi kummankin koealan osalle ja näitä eri puoliskoja käsitellään harvennuksessa samalla tavalla kuin niihin rajoittuvia koealoja. Koealat tulevat siten rajoihinsa saakka kehittymään täysin samanlaisissa olosuhteissa. Aukean alan laidasta tulee vähintään n. 10 m leveisen vaipan erottaa koeala.

Puuluokitus

Metsikössä erotetaan seuraavat 4 latvuserrosta:

I. Vallitsevat latvuserrokset

1. latvuserros, päävaltapuut. Metsikön ylin, vallitsevin latvuserros, jonka muodostavat metsikön pisimmät ja samalla yleensä vartevimmat puut.
2. latvuserros, lisävaltapuut. Edellistä latvuserrosta hieman alempana oleva latvuserros. Latvukset ovat yleensä heikommin kehittyneet kuin päävaltapuiden. - Puiden pituus on suunnilleen 0,9-0,8 päävaltapuiden pituudesta.

II. Vallitut latvuserrokset

3. latvuserros, välipuut. Latvukset sijaitsevat enimmäkseen valtapuiden välissä, vähän edellistä latvuserrosta alempana. Ylhäältäpäin ne useimmiten ovat vapaat, mutta kärsivät sitä vastoin enemmän tai vähemmän sivuvarjostuksesta, minkä johdosta ne tavallisesti ovat heikosti kehittyneet. - Puiden pituus on suunnilleen 0,8-0,7 päävaltapuiden pituudesta.
4. latvuserros, aluspuut. Alin latvuserros. Latvukset ovat useimmiten paitsi sivulta myöskin ylhäältä varjostetut ja senvuoksi keskimäärin vieläkin heikommin kehittyneet kuin välipuiden latvukset. - Puiden pituus on korkeintaan 0,7-0,6 päävaltapuiden pituudesta.

Päävaltapuut ja lisävaltapuut yhteisesti siis muodostavat metsikön ylemmän, vallitsevan latvuserroksen, välipuut ja aluspuut yhteisesti alemman, vallitun latvuserroksen.

Edellisten lisäksi erotetaan tarpeen vaatiessa alikasvos (lyh. A) ja ylispuut (lyh. Y). Alikasvoksella tarkoitetaan yksilöitä, jotka ovat eri puulajia kuin varsinainen metsikkö tai sitä huomattavasti (tavallisesti yli 40 vuotta) nuorempia, edellyttäen, ettei niiden pituus ole täyttä puolta l. latvuserroksen puiden pituudesta. Jos ne ovat pitempiä, niin ne luetaan siihen latvuserrokseen, johon ne pituutensa mukaan kuuluvat. Ylispuilla tarkoitetaan puita, jotka ovat vähintään 40 vuotta vanhempia ja tavallisesti myös pitempiä ja järeämpiä kuin varsinaisen metsikön puut.

Kussakin latvuserroksessa erotetaan seuraavat puuluokat:

Normaaliset puut. Sekä latvuksen että rungon puolesta hyvämuotoiset ja ehyet, terveet puut. (Merkitään ainoastaan asianomaisen latvuserroksen numerolla, siis ilman mitään lisämerkintää.)

- a. Vajalatuksiset puut. Puut, joiden latvus on yhdeltä tai useammalta puolelta puristunut tai tupsuomainen. Tähän kuuluvat seuraavat luokat, joiden yhteisenä merkinä on kirjain a:
- a₁. Latvus yhdeltä puolelta puristunut (tai muuten toispuoleisesti kehittynyt).
 - a₂. Latvus kahdelta tai useammalta puolelta puristunut.
 - a₃. Latvus tupsuomainen.
- b. Huonorunkoiset puut. Puut, joiden runko on oksikas, mutkainen tai haarainen. Tähän kuuluvat seuraavat luokat, joiden yhteisenä merkinä on kirjain b:
- b₁. Runko oksikas ("susipuut").
 - b₂. " mutkainen.
 - b₃. " haarainen.
- c. Vioittuneet ja sairaat puut. Puut, jotka ovat myrskyn, lumen, tulen, ihmisen, jonkin tuhoeläimen tai -sienen t.m. vahingoittamat tai riutuvat ilman havaittavaa vauriota. Luokka merkitään kirjaimella c, jotapaitsi vaurion tai sairauden laatu ilmaistaan lyhyellä merkinnällä.
- †. Kuolleet puut. Puut, joiden elintoiminta on lakannut. Luokka merkitään †.

Luokissa a₁, a₂, a₃ ja b₁, b₂, b₃ sekä c ilmaistaan loppuun liitettyllä merkillä:

- + että luokan ominaisuus on vahvasti edustettu
sekä
- että " " " lievästi " .

Harvennusasteet

Edellä esitettyyn puunluokitukseen nojautuvat harvennusasteet on pyritty säilyttämään niin lähellä kuin mahdol-

lista Schotten esittämiä, jotka vuorostaan oleellisesti perustuvat kansainvälisen metsätieteellisten koelaitosten liiton harvennusasteikkoon.

Puhdistusharvennus

Poistetaan ainoastaan kuolleet (+) sekä pahasti vioittuneet tai sairaat (c+) puut (kaikista latvuserroksista).

Alaharvennus

Lievä alaharvennus. Poistetaan seuraavat luokat:

- | | | |
|-------------|---|--|
| 1. lasvusk. | } | kuolleet (+) ja pahemmin sairaat tai vioittuneet puut (c+) sekä kehoimmat huonomuotoiset puut, varsinkin haitallisimmat "susipuut" (a+, b+). |
| 2. " | | |
| 3. " | | |
| 4. " | | |

Myöskin ylispuut yleensä poistetaan (ellei tahallinen ylispuunkasvatus ole kysymyksessä). Jos harvennuksen johdosta uhkasi syntyä aukkoja, on niiden täytteeksi säilytettävä moitteettomia 4. latvuserroksen puita. Niinkään voidaan tässä latvuserroksessa, milloin se on eri puulajia kuin varsinainen metsikkö, toimittaa samanlainen harvennus kuin 1., 2. ja 3. latvuserroksessa, edellyttäen kuitenkin, että metsikön harvennus siitä huolimatta muodostuu ainakin kutakuinkin alaharvennuksen luontoiseksi. Tällainen tapaus saattaa esiintyä esim. männikössä, jossa on männyn kanssa samanikäinen kuusialimetsä.

Vahva alaharvennus. Poistetaan:

- | | | | |
|-------------|---|--|--------------------|
| 1. latvusk. | } | kuolleet (+) sekä tarkempaan kuin lievässä alaharvennuksessa sairaat ja vioittuneet (c) ynnä huonomuotoiset (a, b) puut; vain parhaita (etupäässä a-, b-, c-,) niistä jätetään jäljelle. | |
| 2. " | | | |
| 3. " | | | kokonaisuudessaan. |
| 4. " | | | |

Aukkojen täytteeksi säilytetään moitteettomia 3. ja 4. latvuserroksen puita. Myös voidaan harvennuksessa 4. latvuserroksesta tyytyä poistamaan yksinomaan kuolleet puut sekä a, b ja c luokista + merkityt ja 3. latvuserroksesta muut paitsi moitteettomat ja a₁ - merkityt puut, milloin nämä latvuserrokset ovat varj₁oa sietävää, mutta ylempät latvuserrokset valoa vaativaa puulajia. Joskus saattaa olla syytä jättää kasvamaan aukon reunalla oleva pää- tai lisävaltapuukin, jolla on toispuoleinen latvus, jos aukko sen poistamisen johdosta tulisi isommaksi.

Erittäin vahva alaharvennus. Poistetaan:

- | | | |
|-------------|---|---|
| 1. latvusk. | } | kuolleet (†) sekä kaikki vioittuneet ja sairaat (c) ynnä huonomuotoiset (a, b) puut, mikäli metsikkö ei tule aukkoiseksi tai ylen harvaksi (tällä edellytyksellä voidaan poistaa jokin osa normaalisiakin puita). |
| 2. " | } | kokonaisuudessaan. |
| 3. " | | |
| 4. " | | |

Haitallisten aukkojen syntymisen välttämiseksi jätetään tarpeen vaatiessa jäljelle moitteettomia 2., 3. tai 4. latvuserroksen puita. Milloin 3. ja 4. latvuserroksen puut ovat varj₁oa sietävää, mutta ylempät latvuserrokset valoa vaativaa puulajia, voidaan ensiksi mainittujen latvuserrosten harvennuksessa tyytyä poistamaan samat puut kuin vahvan alaharvennuksen vastaavassa tapauksessa.

YläharvennusLievä yläharvennus. Poistetaan:

- | | | |
|-------------|---|---|
| 1. latvusk. | } | muut paitsi normaaliset sekä lievemmin sairaat tai vioittuneet (c-) ja huonomuotoiset (a-, b-) puut.
kuolleet (†) sekä pahemmin sairaat tai vioittuneet puut; tarpeen vaatiessa muitakin huonoja puita, jos nämä latvuserrokset muuten jäisivät ylen tiheiksi. |
| 2. " | | |
| 3. " | | |
| 4. " | | |

Vahva yläharvennus. Poistetaan:

- | | | |
|-------------|---|--|
| 1. latvusk. | } | kuten lievässä yläharvennuksessa, mutta lievemminkin sairaista tai vioittuneista (c-) ja huonomuotoisista (a-, b-) puista suurin osa.
kuten lievässä yläharvennuksessa. |
| 2. " | | |
| 3. " | | |
| 4. " | | |

Erittäin vahva yläharvennus. Poistetaan:

- | | | |
|-------------|---|--|
| 1. latvusk. | } | kuolleet (†), sairaat tai vioittuneet (c) ja huonomuotoiset (a, b) puut yleensä kokonaisuudessaan, jotapaitsi normaalisiakin puita voidaan poistaa naapuripuiden hyväksi.
kuten lievässä yläharvennuksessa. |
| 2. " | | |
| 3. " | | |
| 4. " | | |

Väljennyshakkaus

Väljennyshakkaukset ovat jatkoa alaharvennuksille ja niitä toimitetaan vasta metsikön myöhemmällä iällä. Tällöin on aiemmin alaharvennuksilla käsitellyissä metsiköissä jäljellä yleensä vain moitteettomia 1. latvuserroksen puita. Väljennyshakkaussessa harvennetaan metsikköä niin vahvasti, että latvukset pääsevät esteettömästi kehittymään; latvusyhteys tulee tämän johdosta pysyvästi rikoiksi. Seuraavat väljennyshakkaukset voidaan tehdä ensimmäistä vahvemiksi.

Vapaaksihakkaus

Vapaaksihakkaukset ovat jatkoa yläharvennuksille, ja niitkin toimitetaan vasta metsikön myöhemmällä iällä. 3. ja 4. latvuserros säilytetään edelleen (maan suojaksi) ja poistetaan vain samanlaisia puita kuin yläharvennuksissa. 1. ja 2. latvuserrosta harvennetaan niin vahvasti, että latvukset pääsevät vapaasti kehittymään ja latvusyhteyden palautuminen estyy pysyvästi.

Pysyvien koealojen mittaus

Koealan puut numeroidaan yleensä koealaa perustettaessa. Aivan nuorissa metsiköissä, joissa numeroita on vaikea puihin saada, numerointi suoritetaan vasta myöhemmissä mittauksissa ja siihen saakka puiden luku suoritetaan 1 sm luokissa.

Läpimittojen mittaus

Puiden rinnankorkeusläpimittojen mittaus suoritetaan millimetrin tarkkuudella ja kahdessa toisiaan vastaan kohtisuorassa suunnassa: rinnankorkeusmerkin suunnassa ja sitä vastaan kohtisuoraan.

Pituusmittaukset

Pituusmittauksia suoritetaan keskimääräisten pituuskäyrien laatimista varten eri latvuserroksille, sekametsiköissä lisäksi eri puolajeille. Pituusmittaukset, samoin kuin kuutioiminen jne., suoritetaan useampiosaisissa koealoissa tietenkin eri osissa erikseen. Pituuskäyriä tarvitaan mm. koepuiden valinnassa apuna. Pituusmittauksia tehdään eri latvuserroksista ja vahvuusluokista siksi runsaasti, että pituuskäyrät saadaan varmallalla pohjalla piirrettyksi.

Merkitsemällä muistiin jokaisen puun numero, josta pituusmittaus on tehty, voidaan koealaa määrääjän kuluttua uudelleen mitattaessa suorittaa pituusmittaukset samoissa puissa, ja siis pituuskäyrien kehitys saadaan varmallalla pohjalla selvitettyksi. Mittausten tarkkuutta tarkistetaan kaadettujen koepuiden ja harvennuspuiden perusteella.

Koepuut

Koelan kuutioimista ja kasvun laskemista varten mitataan sekä kaadettuja koepuita että pysyviä pystykoepuita. Aiemmin käytettiin yksinomaan kaadettuja koepuita, mutta sittemmin kävi selväksi, että näiden perusteella on - ainakin ilman hyvin suuria koepuumääriä ja siitä johtuen korkeita kustannuksia - jotakuinkin mahdotonta päästä riittävän tarkkoihin tuloksiin.

Tämä on ilmennyt mm., kun määräjän kuluttua suoritettua uusintamittauksessa otettujen koepuiden perusteella on laskettu kuutiomäärä taaksepäin edellisen mittauksen ajankohtaan ja verrattu näin saatua kuutiomäärää silloiseen, erotus on ollut useinkin melkoinen. Vain hyvin suuren koepuumäärän perusteella voitaisiin ehkä saada sellaisia keskimääriä eri vahvuisille puille, että mainitunlaiset eroavaisuudet saattaisivat hävitä. Tähänkin nähden on kuitenkin huomattava, että pysyvä koela tulee vuosikymmenien kuluessa moneen kertaan uudelleen mitattavaksi ja suuria koepuumääriä on ajan mittaan hyvin vaikea saada. Jos koepuita otetaan suojavyöhykkeestä, harvenee tämä harvenemistaan, eivätkä saadut koepuut enää olekaan kasvaneet täysin samanlaisissa olosuhteissa kuin itse koelan puut, eivätkä ne siis enää tarkalleen edusta koalametsikköä.

Sekä kaadettuja että pystykoepuita valittaessa on pidettävä silmällä, että eri vahvuusluokat ja puuluokat tulevat riittävästi edustetuiksi (10-15 puuta I latvuserroksesta ja vähemmän muista) sekä että koepuut pituudeltaan vastaavat pituuskäyrien osoittamia keskimääriä. Koepuiden valintaa varten poimitaan puuluettelosta riittävä määrä puita osoittamaan puiden jakaantumista vahvuus- ja puuluokkiin.

Kaadetut koepuut kuutioidaan kokonaan tasapitkinä pätkinä latvakappale tietenkä erikseen. Yleisenä sääntönä on, että 12 m pitemmät puut kuutioidaan 2 m ja lyhyemmät 1 m (aivan lyhyet tavallisesti 1/2 m) pätkinä (mittauskohdat:

0,5, 2, 4, 6, 8 jne. tai 0,5, 1,5, 2,5, 3,5 jne. m tyvestä). Jokaisesta mittauskohdasta mitataan läpimitta kuoren päältä kahdessa vastakkaisessa suunnassa millimetrin tarkkuudella, kuoren vahvuus kuorimittarilla ja koealaa perustettaessa 5 vuoden sekä seuraavissa mittauksissa mittausten välisen ajan vahvuuskasvu joko poikkeileikkauksesta tai kairalla. Myöskin yhtä monen vuoden pituuskasvu on mitattava. Koealaa perustettaessa ja siis ensimmäistä kertaa mitattaessa on koepuissa tehtyjen kasvututkimusten lisäksi suoritettu kasvukairan avulla kasvututkimuksia myöskin kasvavissa puissa. Pystykoepuiden mittausta varten on konstruoitu tikapuut ja varsikaulain. Pystykoepuiden pituus mitataan mahdollisimman huolellisesti ja vähintään kahdelta eri suunnalta korkeusmittarilla.

Pystykoepuut ovat siis pysyviä koepuita, joiden mittaus uusitaan aina koealaa määrääjän kuluttua uudelleen mitattaessa ja aina tarkoin samoilta kohdilta. Perustamalla koealan kuutioiminen pääasiallisesti näihin puihin vältetään koepuiden vaihteluista aiheutuvat - pientä koepuümäärää käytettäessä hyvinkin suuret - epätarkkuudet kuutiomäärän kehityksen selvittelyssä. Pystykoepuita on alkuaan asetettava niin runsaasti, ettei niitä harvennuksissa tarvitse erikoisesti säästää, vaikka harvennus sääntöjen mukaan suoritettuna kohdistuisi niihinkin.

Kartoitus

Tavallisilla harvennuskoealoilla ei kartoitusta, so. puu- ja latvuskartan laatimista, yleensä kaikilla koealoilla ole pidetty tarpeellisena. Se vie runsaasti aikaa ja käy kalliiksi ja siitä on ainakin toistaiseksi huomattu olevan verraten vähän hyötyä. Varsinkin muutamissa erikoistarkoituksissa kartoitus on kuitenkin välttämätön, esim. tutkittaessa ylispuiden vaikutusta nuoren metsän kehitykseen tai taimiston syntymistä uudistushakkausalalle jne.

Harvennus

Sitten kuin kaikki mittaukset koealalla on suoritettu kaadetaan harvennuksessa poistettaviksi määrätyt puut. Ennen kaatoa on poistettavat puut selvästi merkittävä, niin ettei erehdyksiä kaadettaessa satu. Harvennuspuita mitataan sikäli kuin niitä koealan kuutioimista varten tarvitaan. Arvokkaammat puut kaadetaan vasta syksyllä, jotta ne eivät pilaannu. Joka tapauksessa koeala on vielä harvennuksen jälkeen tarkastettava. Rahatuottolaskelmia varten on koetettava saada selville harvennuksessa saadun puumäärän kantoarvo niin tarkoin kuin mahdollista.

Mittausaika

Koealan selostuksiin on merkittävä myöskin, minä kuukauden päivinä eri työt koealalla on suoritettu. Sitä paitsi mittaustyön päämiehenä toiminut metsänhoitaja merkitsee lomakkeeseen nimensä.

Pysyviä koealoja koskevat laskelmat

Talvikauden aikana suoritetaan osaston professorin johdon ja valvonnan alaisena pysyviä koealoja koskevat laskelmat. Kunkin koealan laskelmat suorittaa sama metsänhoitaja, joka koealan on mitannut, tietenkin laskuapulaisten avustamana. Nämä sisätyöt kuvataan lyhykäisesti seuraavassa.

Koepuiden kuutioiminen

Ensimmäisenä tehtävänä on tavallisesti koepuiden kuutioiminen. Kuutioiminen tapahtuu 12 m lyhyemmissä puissa 1 m (aivan lyhyissä 1/2 m) ja pitemmissä 2 m pätkinä.

Jos koepuun pituuden on huomattu kaadettuna mitattaessa (h') mainittavasti poikkeavan siitä kuin sen pituuskäyrän mukaan olisi tullut olla (h), korjataan koepuun kuutiomäärä (v') pituuksien suhteessa ($v:v'=h:h'$).

Koealan kuutioiminen ja kasvun laskeminen

Pysyvien koealojen kuutioimisessa käytetään ns. kuutioimisviivamenettelyä, siis graafista menettelytapaa. Tässä menettelyssä eri vahvuusluokkien kuutioimista ei toimiteta välittömästi koepuiden perusteella, vaan koepuiden kuutiomääriä tarkastellaan ensin rinnakkain samassa akselistossa ja tasoitellaan epätasaisuuksia, jotka näyttäisivät johdettavan poikkeavaisuuksiin todennäköisestä säännönmukaisuudesta.

Kun koepuut on kuutioitu, asetetaan eri latvuskerrosten kuorellisia kuutiomääriä edustavat pisteet kaikki samaan akselistoon, jossa rinnankorkeusläpimitta on vaakasuoralla ja kuutiomäärä pystysuoralla akselilla. Pisteiden perusteella piirretään keskimääräiset tasoitetut kuutiomääräkäyrät. Kun eri latvuskerrosten käyrät piirretään samaan akselistoon (millimetripaperille), antavat ne tukea toinen toisensa piirtämiselle mahdollisimman oikein. Saatuja käyriä verrataan edellisessä mittauksessa syntyneisiin käyriin, mikä myöskin tarjoaa sangen hyvän tarkistuskeinon. Harvennuksessa poistettavat puut kuutioidaan samoin kuin jäljelle jäävät. Kuutiomääräkäyristä saadaan eri latvuskerrosten kunkin vahvuusluokan keskimääräiset kuorelliset kuutiomäärät ja näiden perusteella eri latvuskerrosten kokonaiskuutiomäärät. Sekametsiköissä on kullekin merkitsevälle puulajille piirrettävä omat käyränsä, jos puulajit ovat huomattavasti erilaisia.

Jos koepuiden kuutiomääriä edustavat pisteet sijaitsevat akselistossa jotensakin lähellä toisiaan, niin käyrien piirtäminen on tottuneelle henkilölle verraten helppoa, käyrän kulku on kutakuinkin tarkalleen määrätty. Milloin käyrän piirtäminen näyttää olevan epävarmaa, käytetään välisti käyrän asemesta suoraa viivaa. Siihen pyrittäessä asetetaan vaakasuoralle akselille rinnankorkeusläpimitan neliö tahi, jos niin ei päästä suoraan viivaan, rinnankorkeusläpimitta korotettuna johonkin 1,1-2,5 välillä olevaan potenssiin. Sopivin potenssi löydetään kokeilemalla sellai-

sessä akselistossa, johon valmiiksi on asetettu kaikkien kyseeseen tulevien potenssien mukaiset asteikot. Useimmiten saadaan näin syntymään suora viiva, jolle tai jonka ympärille koepuiden kuutiomääriä merkitsevät pisteet hyvin ryhmittyvät. Suoran alkupää on kuitenkin usein tehtävä hieman käyräksi, origoa kohti kulkevaksi.

Toiseen akselistoon piirretään sitten vastaavanlaiset käyrät kuorettomille kuutiomäärille samalla verraten kuorellisten kuutioiden käyriin. Kun koeala perustetaan ja siis mitataan ensimmäisen kerran, laaditaan vielä kaadet-
tujen koepuiden ja niissä suoritettujen vahvuuskasvumittausten perusteella kolmanteen akselistoon vastaavanlaiset käyrät osoittamaan eri vahvuusluokkien yksikkökuutiomääriä esim. 5 vuotta sitten. Näiden käyrien ja kuoretonta nykyistä kuutiomäärää osoittavien käyrien erotuksen perusteella saadaan eri vahvuusluokkien sekä edelleen eri latvuserrosten ja koko koealametsikön kasvu selvitettyksi.

Kasvuksi käsitetään koealalla mittausvuonna olevien elävien puiden kasvu edellisen mittauksen jälkeen uuteen mittaukseen saakka.

Seuraava mittaus

Kahden peräkkäisen mittauksen väliaika suunniteltiin aluksi keskimäärin 5 vuodeksi. Mutta osoittautui, että on aivan tarpeetonta yleisesti näin lyhyin väliajoin mittauksia toistaa. Jos metsikössä suoritetaan esim. vahva alaharvennus, niin 5 vuoden kuluttua vain muutamia harvoja puita on tämän asteen mukaan poistettava. Vain aivan nuorissa ja erikoisen nopeakasvuissa metsiköissä suoritetaan mittaukset 5 vuoden väliajoin, muissa vaihdellen 6-10 v, Pohjois-Suomessa jopa 10-15 v väliajoin. Kun väliaika on pitkä, tarkastetaan esim. harvennuskoealoilla koepuita analysoimalla ja suorittamalla kasvavissa puissa kairauksia rinnankorkeudelta lähemmin harvennuksen mahdollisia vaikutuksia kasvuun.

Erittäin tärkeätä on, että mittaus määrävuoona suoritetaan oikeaan aikaan. Paras vuodenaika olisi tietenkin sellainen aika, jolloin metsän kasvu on täydellisessä levossa, siis myöhäsyksy, talvi tai kevät. Suomessa ei kuitenkaan mikään näistä ole sopiva: syksy on tavallisesti hyvin sateinen ja syyspäivät lyhyet, talvella haittaa pakkasen ja lumipeite, keväällä edelleen huhtikuulle saakka lumipeite. Puiden läpimitat vaihtelevat huomattavastikin lämpötilan paljon vaihdellessa. Lehtipuiden ollessa lehdettöminä on niissä latvuserroksen ja puuluokan määrääminen paljon vaikeampaa kuin lehtikauden aikana. Pääasiallisesti näistä syistä koealamittaukset olisi suoritettava huhtikuun lopulta lähtien lokakuun puoliväliin mennessä.

Kun mittaukset suoritetaan kesäkauden aikana, siis silloin kun kasvua puissa tapahtuu, olisi kukin koeala mitattava eri kerroilla samoina kuukauden päivinä, niin että kasvu saataisiin täysin vuosin selvitettyksi. Tällöinkin haittaa täsmällisten tulosten saamista jonkin verran se, että kesän sääsuhteet saattavat peräkkäisinä mittausvuosina olla erilaisia, esim. lämmin kevät ja alkukesä jouduttaa kasvua ja kylmä taas lykkää sitä myöhemmäksi.

Usein on kuitenkin mahdotonta suorittaa mittauksia täsmällään samoina päivinä kuin edellisellä kerralla. Tästä syystä on suoritettu tutkimuksia sen seikan selvittämiseksi, kuinka paljon mittausten päivämäärät eri kerroilla saattavat kuhunkin aikaan kesästä erota toisistaan, ilman että mainittavampaa virhettä tästä aiheutuu, sekä mikä aika kesäkaudesta on tässä suhteessa mittauksille edullisin ja mikä epäedullisin.

Näistä tutkimuksista ilmenee, että Suomessa alkupuoli kesää aina heinäkuun puolivälin vaiheille saakka sopii huonosti pysyvien koealojen mittauksiin. Pohjapinta-alan kasvu on nimittäin silloin sangen vilkasta, yhden viikonkin kuluessa muutos on hyvin huomattava. Samoinhan on

laita, kuten tunnettua, pituuskasvunkin. Heinäkuun loppupuolelta lähtien sitä vastoin muutokset metsikön pohjapinta-alassa ovat keskimäärin vähäisiä, joten koealan kahden peräkkäisen mittauksen päivämäärät saavat huomattavastikin erota, ilman että siitä aiheutuu mainittavaa virhettä. Koepuiden mittaustakin helpottaa tällöin se, että mittaavuoden kasvu on jo jotakuinkin täysi. Myöhemmin syksyllä rungot hyvin kylminä päivänä kutistuvat ja hyvin lämpiminä, sateisina päivänä taas paisuvat, joten vahvuusmittauksia olisi tällaisina päivinä mahdollisuuksien mukaan vältettävä."

P.S.

Vanhojen kestokokeiden mittaus- ja käsittelyohjeissa on vuosikymmenien kuluessa tapahtunut huomattavia muutoksia. Tärkeimpiä niistä ovat seuraavat 1950-luvulla tehdyt muutokset:

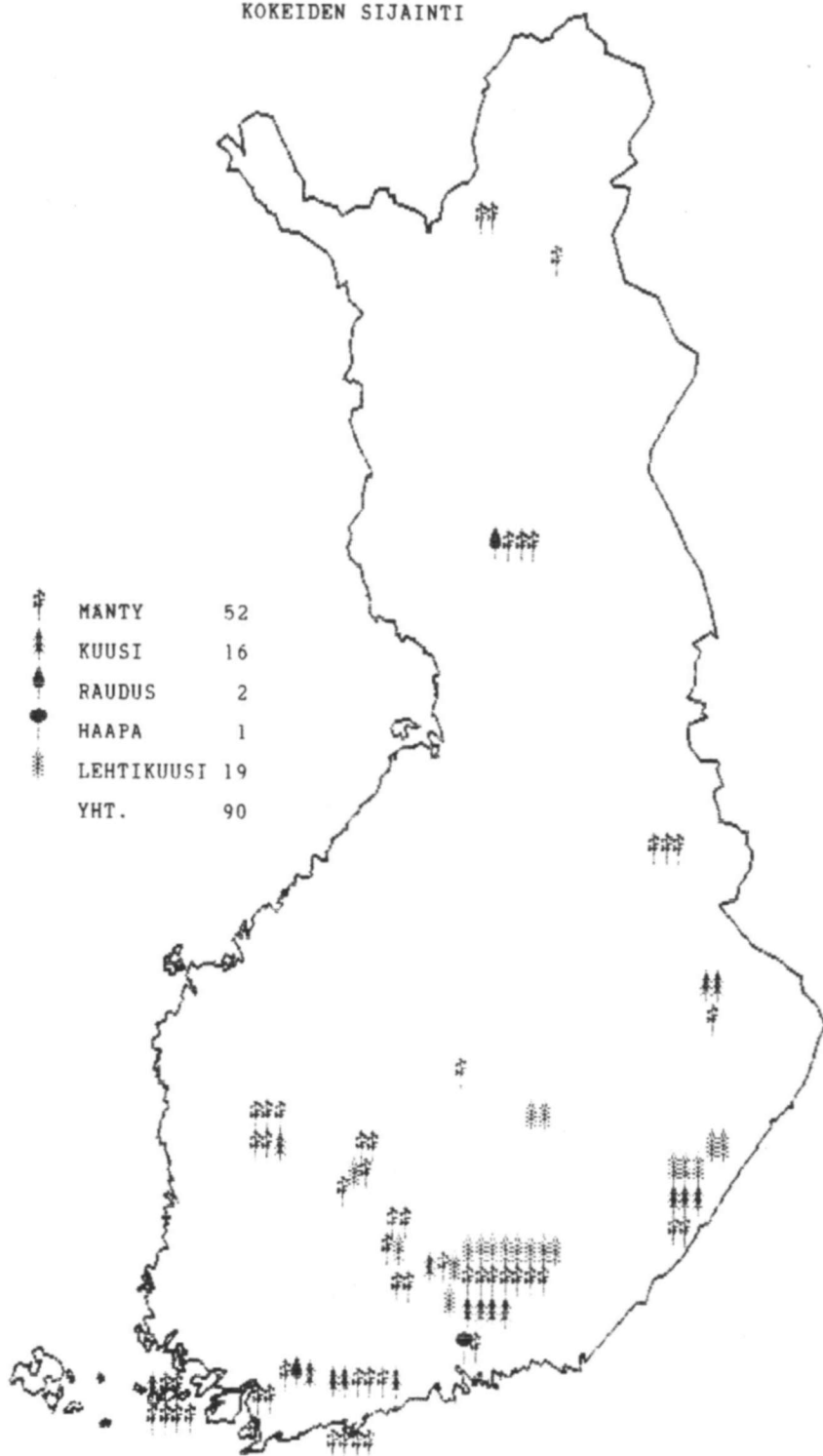
- Kuutioinnissa siirryttiin käyttämään Yrjö Ilvesalon taulukoita.
- Luovuttiin biologisesta puuluokituksesta harvennusasteikon pohjana. Tilalle tuli pohjapinta-alan porrastus.

1970-luvulla siirtyminen tietokonein tapahtuvaan tulosten laskentaan on merkinnyt sitä, ettei edellä esitetystä laskentatekniikasta ole enää mitään jäljellä.

Vuoden 1985 lopussa vanhoista harvennuskokeista oli seurannan kohteena vielä 90 kpl (173 koealaa). Lopetettuja kokeita on arkistossa 291 kpl (432 koealaa).

Mainittakoon lisäksi, että Y. Ilvessalon ilmoituksen mukaan 1930-luvun alussa oli käynnissä 210 pysyvää koealasarjaa.

KOKEIDEN SIJAINTI



VANHAT HARVENNUSKOKEET

42. Yhteiseurooppalainen harvennuskoe

**PROGRAMM DES EUROPÄISCHEN
STAMMZAHLVERSUCHS IN FICHTE
(PICEA ABIES KARST.)**

Gliederung:

1. Zielsetzung
2. Versuchsprogramm
3. Versuchsanlage
4. Versuchsdurchführung
5. Aufnahmeverfahren
6. Schlußbemerkung

1. Zielsetzung

Die von der IUFRO 1967 angeregten Versuche sollen die Frage klären, ob Durchforstungen vermieden bzw. notwendige Durchforstungen ökonomischer gestaltet werden können.

Die Versuche sind so konzipiert, daß zur Beantwortung technisch-biologischer Fragen künftig keine Extrapolationen mehr, sondern nur noch Interpolationen, evtl. in Zusammenhang mit vorhandenen Daten herkömmlicher Versuche, erforderlich sein sollten.

Die Baumzahlhaltungen dieses Versuches liegen deshalb bewußt an der Untergrenze des gewohnten und in jenem noch wenig erforschten Bereich, wo mit einer gewissen Grobästigkeit der Fichte (Astdurchmesser über 2 cm) zu rechnen ist. Da in vielen Ländern die Produktion von Qualitätsholz angestrebt wird, ist es von außerordentlicher Bedeutung, diese bisher wenig erforschten Bereiche besser kennen zu lernen.

Das Versuchsprogramm sieht obligatorische und fakultative Behandlungen vor. Die obligatorischen Behandlungen enthalten jene Versuchsvarianten, die für alle Versuchsteilnehmer von Bedeutung sein dürften. Als fakultative Behandlungen werden Varianten empfohlen, die zur Klärung von mehr regionalen Fragen geeignet sein dürften.

2. Versuchsprogramm

2.1 Technik der Baumentnahme

Es sind 2 verschiedene Mechanisierungsgrade der Holzernte - die teilmechanisierte und die vollmechanisierte Holzernte - vorgesehen.

Die Fragen der Bodenverdichtung und Zuwachsverluste durch Wurzelverluste und Stammbeschädigungen sowie Infektionsmöglichkeiten können nicht mit untersucht werden. Sie bedürfen besonderer Experimente. Es ist nicht ausgeschlossen, daß Erntemaschinen mit geringerem Bodendruck entwickelt werden. Deshalb ist auch bei der teilmechanisierten Holzernte

die bestandesschonendste, nicht dagegen die derzeit arbeitstechnisch rationellste Rückemethode zu wählen.

2.11 Die teilmechanisierte Holzernte

Fällung mit Ein-Mann-Motorsäge

Simuliertes Rücken des Holzes nach der Kurzholz-, Langholz- oder Ganzbaum-Methode
Rückegassenabstand 25 m (von Gassenmitte zu Gassenmitte)

Rückegassenbreite 3,5 m (von Baum zu Baum).

2.12 Die vollmechanisierte Holzernte

Simulierter Einsatz von Erntemaschinen, die den Baum von einer Rückegasse aus mit einem hydraulisch gesteuerten Arm erreichen (Abb. 1), stehend entasten, abzopfen, vom Stock trennen und senkrecht direkt zur Rückegasse heben, wo er entweder weiter verarbeitet oder verladen wird.

Rückegassenabstand 25 m (von Gassenmitte zu Gassenmitte)

Rückegassenbreite 5,0 m (von Baum zu Baum).

2.2 Das Programm der Baumentnahmen

Im Versuchsprogramm werden Zeitpunkt, Art und Intensität der Baumentnahmen festgelegt (Tabelle 1 und Abbildung 2).

2.21 Zeitpunkte der Baumentnahmen

Um alle europäischen Versuche trotz ihrer großen Bonitätsunterschiede vergleichbar zu gestalten, werden die Zeitpunkte der Baumentnahmen nicht in Funktion des Bestandesalters, sondern in Funktion der Oberhöhe des Bestandes (Ziffer 5.32) fixiert.

2.22 Art der Baumentnahme

Die Art der Baumentnahme wird so definiert, daß versuchsgefährdende, subjektive Entscheidungen weitgehendst verhindert werden. In der Regel wird eine Auslesedurchforstung zugunsten 400 markierter Zukunftsbäume (Z-Bäume) vorgesehen.

2.23 Intensität der Baumentnahme

Die Intensität der Baumentnahme wird durch die Anzahl der nach dem Eingriff verbleibenden Bäume definiert.

2.24 Obligatorisches Versuchsprogramm

Das obligatorische Versuchsprogramm sieht fünf Behandlungen vor, von denen:

Behandlung 1 nicht durchforstet wird,

Behandlungen 2 und 3 eine teilmechanisierte Auslesedurchforstung erfahren,

Behandlung 4 eine vollmechanisierte Auslesedurchforstung erfährt,

Behandlung 5 eine teilmechanisierte Sortiments-Auslesedurchforstung erfährt.

2.25 Fakultatives Versuchsprogramm

Das fakultative Versuchsprogramm sieht weitere 5 Behandlungen vor, von denen

Behandlung 6 ähnlich Behandlung 1 undurchforstet bleibt, jedoch keine 2.500 Fichten bei einer Oberhöhe von 5 m haben muß,

Behandlung 7 im Gegensatz zu Behandlung 1 bei einer Oberhöhe von 10 m eine einmalige teilmechanisierte Auslesedurchforstung erfährt und dann weiterhin unbehandelt bleibt,

Behandlung 8 im Gegensatz zu den Behandlungen 2 und 3 eine Auslesedurchforstung mit höherer Baumzahlhaltung erfährt,

Behandlung 9 eine geometrische Freistellung der 400 Z-Bäume (Auskesselung) vorsieht (nicht geeignet für quadratische Pflanzverbände).

Behandlung 10 schließlich die Möglichkeit einer vollkommen freien Auslesedurchforstung ohne eine bestimmte Anzahl von Z-Bäumen bietet. Lediglich Ausgangs- und Endbaumzahl sind vorgegeben.

Tabelle 1

Oberhöhe in m	Baumzahlen je ha nach der Durchforstung in den									
	obligatorischen Behandlungen					fakultativen Behandlungen				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Keine Baumentnahmen	Teilmechanisierte Auslesedurchforstung	Vollmechanisierte Auslesedurchforstung	Teilmechanisierte Sortiments-Auslesedurchforstung		Keine Baumentnahmen	Teilmechanisierte Auslesedurchforstung			
							mit markierten Zukunftsbäumen		ohne markierte Zukunftsbäume	
5.0	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	n.b.	2.500	2.500	2.500	2.500
10.0		1.200	1.200	1.200			1.200			
12.5		900			Eingriff nur wenn 80 Vfm _D m. R. je ha aus Bäumen über 12 cm d _{1,3} m.R. anfallen			1.600	Ø 2 m	
15.0		700						900	Ø 2,5 m	
17.5			900	900						
20.0										
22.5			700	700	700			700	700	700
(27.5)		(400)	(400)	(400)	(400)			(400)	(400)	(400)

Auf ein obligatorisches Vergleichsfeld ohne jede Baumzahlreduzierung wird verzichtet. An seine Stelle tritt Behandlung 1, die mit einer bestimmten Baumzahlhaltung nach der Kultur für alle Versuchsteilnehmer eine sichere und einheitliche Bezugsbasis darstellt. Da unter Umständen durch mangelndes Vermögen zur Differenzierung und Selbstausscheidung von Bäumen mit der Zeit auch in dieser Behandlung Wuchshemmungen und schließlich Schnee-, Sturm- und Insektenschäden auftreten können, wird die fakultative Behandlung 7 mit einer einmaligen Baumentnahme auf 1.200 Fi/ha bei einer Oberhöhe von 10 m als zusätzliche Vergleichsbasis empfohlen.

Um gewisse Regionalbeziehungen zu eigenen Versuchen zu ermöglichen, ist außerdem die fakultative Behandlung 6 ohne aktive Durchforstung und ohne Reduzierung auf 2.500 Fi/ha nach der Kultur vorgesehen. Aus gleichen Gründen wird eine freie Auslesedurchforstung als fakultative Behandlung 10 empfohlen.

2.26 Versuche mit zu erwartenden Endbestandshöhen von mehr als 30 m

Wird eine größere Höhe des Endbestandes als 30 m erwartet, ist bei einer Bestandeshöhe von 27,5 m eine weitere Durchforstung mit Ziel-Baumzahl von 400 Fichten je ha zu führen. In diesen Fällen verbleiben also nur die 400 Zukunftsbäume. Aus Gründen der Betriebssicherheit (Sturmwurf) ist diese Durchforstung evtl. auf 2 Eingriffe zu verteilen.

3. Versuchsanlage

3.1 Bestandesverhältnisse

Die Versuche sollen in gleichaltrigen, reinen Fichten-Dickungen mit 2.500 Fi/ha bei einer Oberhöhe von 5 m angelegt werden.

Ersatzweise können auch dichtere Dickungen bzw. Kulturen ausgewählt werden, sofern noch keine Konkurrenzerscheinungen zwischen den Bäumen aufgetreten sind. Dies ist in 2 - 4 m hohen Dickungen bei max. 5.000 Fi/ha bzw. 4 - 6 m hohen Dickungen bei max. 3.000 Fi/ha noch zu erwarten. Übersichtliche klare Pflanzverbände sind wünschenswert.

Sehr ungleichaltrige Naturverjüngungen und Kulturen mit Entwicklungsstörungen durch Altholzschirm, Frost, Nässe etc. sollten gemieden werden, da sie in der Regel nicht gestatten, einheitliche Ausgangssituationen zu Versuchsbeginn herzustellen.

Oberhöhenunterschiede von 1 m zwischen den Parzellen eines Blockes können toleriert werden. Die Hangneigung soll 20° nicht überschreiten.

3.2 Versuchsanordnung

3.21 Größe und Zahl der Felder

Die Feldgröße soll ca. 0,1 ha betragen. Je Behandlung sind 2 Felder vorgesehen.

3.22 Form der Felder

Um die Rückegassen flächenrepräsentativ in die Felder einlegen zu können, empfiehlt sich eine Länge von 40 m und eine Breite von 25 m (Abbildung 3).

Die Felder und Behandlungen sollen nach eingehender Untersuchung des Standorts und Bestandes (Homogenitätstest) nach der Blockmethode verteilt werden.

3.23 Flächenbedarf

Einschließlich eines mindestens 5 m breiten obligatorischen Isolierstreifens ergibt sich somit für einen Versuchsblock mit 5 obligatorischen Behandlungen ein Flächenbedarf von ca. 1 ha. Für einen Versuch (2 Blöcke) werden somit mindestens ca. 2 ha benötigt.

4. Versuchsdurchführung

4.1 Gleichstellung der Bestockungsdichte vor Erreichen von 5 m Oberhöhe

Zu Versuchsbeginn werden in allen Behandlungen mit Ausnahme der fakultativen Behandlung 6 die Baumzahlvorräte auf 2.500 Fi/ha reduziert. Durch Aushieb aller schadhafte und aller ausgesprochen vorwüchsigen Bäume sowie anschließend der durchmesserschwächsten Bäume sollen zwischen allen Versuchsreihen, zumindest aber innerhalb einer Versuchsreihe, hinsichtlich Durchmesserfrequenz und Baumverteilung möglichst homogene Ausgangssituationen angestrebt werden. Die Baumzahl von 2.500 Fi/ha ist einzuhalten, auch wenn dadurch noch schadhafte Fichten verbleiben müssen.

4.2 Die Behandlungen ab 5 m Oberhöhe

4.21 Rückegassen

Unmittelbar vor der ersten Durchforstung nach Versuchsbeginn (bei 10 bzw. 12,5 m Oberhöhe) sind die Rückegassen flächenrepräsentativ einzulegen (siehe Ziffer 2.1, 3.22 und Abbildung 3).

Die Breite der Rückegassen beträgt:

in den Behandlungen 2, 3, 5, 8, 9 3,5 m

in der Behandlung 4 5,0 m.

In den Behandlungen 1, 6, 7 und 10 werden keine Rückegassen angelegt.

4.22 Durchforstungen

Sie sollen nach Möglichkeit zunächst anhand der aufgestellten Rechenprogramme simuliert und das Ergebnis im Wald geprüft werden. Voraussetzung hierzu sind Baumverteilungsplan und Vollaufnahme für jede Parzelle wie auch für deren Isolierstreifen.

4.221 Auswahl der Z-Bäume

Der Computer zerlegt jede Parzelle in 40 quadratähnliche Teilstücke. Er bestimmt unter Wahrung eines Mindestabstandes zur Rückegasse und zwischen den Zukunftsbäumen den jeweils stärksten Baum je Teilstück.

Zukunftsbäume dürfen erst ab einer Entfernung von 50 cm zur Rückegasse stehen, müssen also einen Mindestabstand von der Achse der Rückegasse von 2,25 bzw. 3,0 m haben.

Der Abstand zwischen den Zukunftsbäumen sollte 3,5 m nicht unterschreiten.

Die derartig über Simulation ausgewählten Zukunftsbäume sind am Objekt zu überprüfen. Gegebenenfalls sind Korrekturen vorzunehmen.

4.222 Bestimmung der zu entnehmenden Bäume

Vor jeder Durchforstung werden grundsätzlich zunächst alle schadhafte und kranke Bäume zur Entnahme vorgesehen (Zwiesel etc.).

Um Unterschiede in den Bestandesverhältnissen genügend berücksichtigen zu können, die nicht im Kausalzusammenhang mit dem Versuchsprogramm stehen, können auch benachbarte Bäume gleichzeitig entnommen werden. Es dürfen dabei aber keine Schlußunterbrechungen entstehen, die größer sind als die doppelte Standfläche herrschender Fichten. Diese Beschränkung gilt nicht für ovale Schlußunterbrechungen, deren kleinerer Durchmesser nicht größer ist als der mittlere Kronendurchmesser herrschender Fichten.

Bei den **Behandlungen 2, 3, 4, 7 und 8** mit Auslesedurchforstung kann der Computer die Konkurrenten der Z-Bäume bestimmen (verschiedene Variable).

Als Konkurrent gilt z.B. der im Umkreis von 2,5 m Radius stehende stärkste Baum, sofern sein Durchmesser mehr als 70 % des Z-Baumdurchmessers beträgt. Radius und Durchmesser-Relation können variabel programmiert werden.

Das simulierte Ergebnis ist am Objekt zu überprüfen und gegebenenfalls zu korrigieren.

Anschließend ermittelt der Computer so viele Bäume vom schwächsten Durchmesser her bis die vorgegebene Ziel-Baumzahl für die betreffende Oberhöhe erreicht ist.

Auch dieses Ergebnis ist am Objekt zu überprüfen und gegebenenfalls zu korrigieren.

Bei **Behandlung 4** erfolgen die Baumentnahmen nur unter der Voraussetzung, daß die Bäume von den einzelnen Maschinen-Operationspositionen aus radial auch tatsächlich erfaßt werden können (Abb. 4). Auch hierfür liegt ein Computer-Programm vor, das verschiedene Variable (für Maschinen-Operationspositionen, Breite des Maschinenarms etc.) enthält.

Bei **Behandlung 5** sollen nur vermarktungsfähige Stämme bestimmter Dimensionen und Menge je Eingriff geerntet werden. Eine Baumentnahme erfolgt nur dann, wenn mit diesem Eingriff 80 Vfm Schaftholz m.R. je ha aus Bäumen mit Brusthöhendurchmessern von mindestens 12 cm m.R. erwartet werden können. Dabei dürfen die 400 Z-Bäume je ha nicht mitbeansprucht werden.

Es muß also nach jeder Aufnahme das Volumen jener Bäume über 12 cm $d_{1,3}$ berechnet werden, die nicht zu den 400 Z-Bäumen gehören. Wenn dieses Volumen sich erstmals auf 80 Vfm Schaftholz m.R. je ha beläuft, erfolgt die Baumentnahme.

Da beim ersten Eingriff auch die Rückegasse eingeschlagen wird, fallen auch Bäume mit einem geringeren Durchmesser als 12 cm an. Diese zählen jedoch nicht zu den 80 Vfm.

Da ab Oberhöhe 22,5 m auch in dieser Behandlung die Ziel-Baumzahl 700 eingehalten werden soll, muß evtl. zu diesem Zeitpunkt ein Hieb geführt werden, auch wenn dieser keine 80 Vfm Schaftholz m.R. je ha erbringt.

Bei **Behandlung 9** werden bei der Oberhöhe von 12,5 m alle Nachbarbäume der Z-Bäume in einem Umkreis von 2 m Radius entfernt. Bei einer Oberhöhe von 17,5 m erfolgt die Auskesselung in einem Radius von 2,5 m. Würde dadurch die Zielbaumzahl von 700 Fichten je ha unterschritten werden, findet lediglich eine Niederdurchforstung bis zur Zielbaumzahl 700 statt.

5. Aufnahmeverfahren

5.1 Aufnahmezeitpunkt

Die Zeitpunkte für Vollaufnahmen (Brusthöhendurchmesser oder Baumumfang sowie Höhenermittlung) richten sich grundsätzlich nach den Eingriffszeitpunkten, die ihrerseits von der

Entwicklung der Oberhöhe abhängen (Ausnahme Behandlung 5).

Zur Bestimmung dieser Zeitpunkte bedarf es einer ständigen Beobachtung der Oberhöhenentwicklung. Eine gewisse Prognose kann über die Durchmesserentwicklung und das h/d-Verhältnis der Oberhöhenbäume erstellt werden.

Vollaufnahmen sollten jedoch spätestens alle 5 Jahre wiederkehren und sich stets auf alle Felder erstrecken, also auch dann, wenn nur ein Feld durchforstet wird.

Die Messungen sollen in der Vegetationsruhe stattfinden.

5.2 Maßeinheiten

Schaftdurchmesser bei Klappung und Umfangmessung in mm mit Rinde. Gezieselte Bäume gelten als ein Baum, wenn die Zieselung oberhalb von 1,3 m Schafthöhe liegt.

Höhen und Längen in 0,1 m ab Brusthöhenmeßmarke zuzüglich 1,30 m.

Schaftholzvolumen in Vfm m.R. ab Erdboden.

5.3 Obligatorische Messungen

5.31 Baumverteilungspläne und baumweise Nummerung zu Versuchsbeginn. In Pflanzbeständen kann zunächst eine „stille Nummerung“ der Bäume erfolgen (Kennzeichnung nur jedes 10. Baumes).

5.32 Bestimmung der Oberhöhe nach der Methode Hart-Becking (Höhe des jeweils durchmesserstärksten Baumes eines 8 x 12,5 m Rechteckes), bei 0,1 ha Feldgröße somit an 10 Bäumen (nach Möglichkeit sollten Z-Bäume gewählt werden).

Zusätzlich kann die Oberhöhe auch als Höhe des Grundflächenmittelstammes der 100 stärksten Bäume je ha abgeleitet werden.

5.33 Baumdurchmesser in markierter 1,3 m Schafthöhe (bis $h_0 = 10$ m einfache Klappung, ab $h_0 = 10$ m über Umfangmessung). Bei quirlnaher Lage des Brusthöhendurchmessers werden in gleicher Entfernung darüber und darunter Meßstellen zusätzlich markiert und die Meßwerte gemittelt.

Sofern aus versuchstechnischen Gründen bei Versuchsbeginn noch keine Baumdurchmesser in 1,3 m Schafthöhe gemessen werden können, sind Höhenmessungen (mindestens 50 % des Baumzahlvorrates) durchzuführen.

5.34 Herleitung einer Bestandeshöhenkurve durch Höhenmessungen an den 10 Oberhöhenbäumen (Ziff. 5.32) und zusätzlich an 20 Bäumen, die proportional zur Durchmesserverteilung vor der Durchforstung ausgewählt werden. Die periodischen Höhenmessungen sollen möglichst an den gleichen Bäumen wiederholt werden. Zur Herleitung der Bestandeshöhenkurve sind die an den entnommenen Bäumen gemessenen Längen (Ziff. 5.35) mitzuverwenden.

5.35 Schaftform durch 7 relative Sektionierungen nach Hohenadl/Altherr (Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 1960, Seite 232) an mindestens 20 Bäumen des Aushiebs, die entsprechend der Durchmesserverteilung der entnommenen Bäume ausgewählt werden (analog der Höhenmessung).

5.4 Fakultative Messungen

Vor Durchführung von fakultativen Messungen insbesondere aber von Sonderuntersuchungen empfiehlt sich grundsätzlich Rücksprache mit den übrigen Versuchsteilnehmern über den Leiter der Arbeitsgruppe, um die jeweils neuesten meßmethodischen Erkenntnisse anwenden zu können und evtl. Parallelmessungen bei den anderen Versuchsteilnehmern anzuregen.

5.41 Längenmessungen am gesamten Aushieb (mit Stockhöhe)

5.42 Höhen- und Stammanalysen am ausscheidenden Bestand

- 5.43 Aststärkenmessungen. Eine Trockenästung bis auf eine Schafthöhe von 2 m ist jederzeit statthaft. Eine weitergehende Ästung sollte jedoch zur Beobachtung der Ästigkeit unterbleiben.
- 5.44 Zusätzliche Durchmesserbestimmungen oberhalb 1,3 m Schafthöhe am stehenden Baum.
- 5.45 Kronenmessungen (Kronenradien, Kronenprojektion, Kronenansatz).
- 5.46 Rindenstärkenmessungen an entnommenen Bäumen.
- 5.47 Bestimmungen von Druckholz, Rohdichte u.a.
- 5.48 Bodenkundliche und vegetationskundliche Untersuchungen

5.5 Datenverarbeitung

Zur besseren Vergleichbarkeit der Meßergebnisse stehen den Versuchsteilnehmern Rechenprogramme zur Verfügung. Diese Rechenprogramme werden in einem Programmkatalog registriert und bei Bedarf weiterentwickelt.

6. S c h l u ß b e m e r k u n g

Die Institute haben sich durch ihre Mitglieder in der Arbeitsgruppe S 1.05.05 der IUFRO (Internationaler Verband Forstlicher Forschungsanstalten) bereiterklärt, im Rahmen des vorstehenden Versuchsprogramms langfristige Versuche in Fichte anzulegen und durchzuführen. Die Versuchsteilnehmer informieren sich gegenseitig über

- a) Versuchspläne
- b) Hauptergebnisse von Zwischenaufnahmen und Behandlungen
- c) etwaige Störungen und Schwierigkeiten bei der Versuchsdurchführung, die möglicherweise zu einer Änderung des Versuchsprogramms oder zu einer vorzeitigen Beendigung des Versuches führen könnten
- d) geplante Sonderuntersuchungen.

Der Leiter der Arbeitsgruppe verpflichtet sich, diese Informationen allen Versuchsteilnehmern durch Rundschreiben bekanntzugeben.

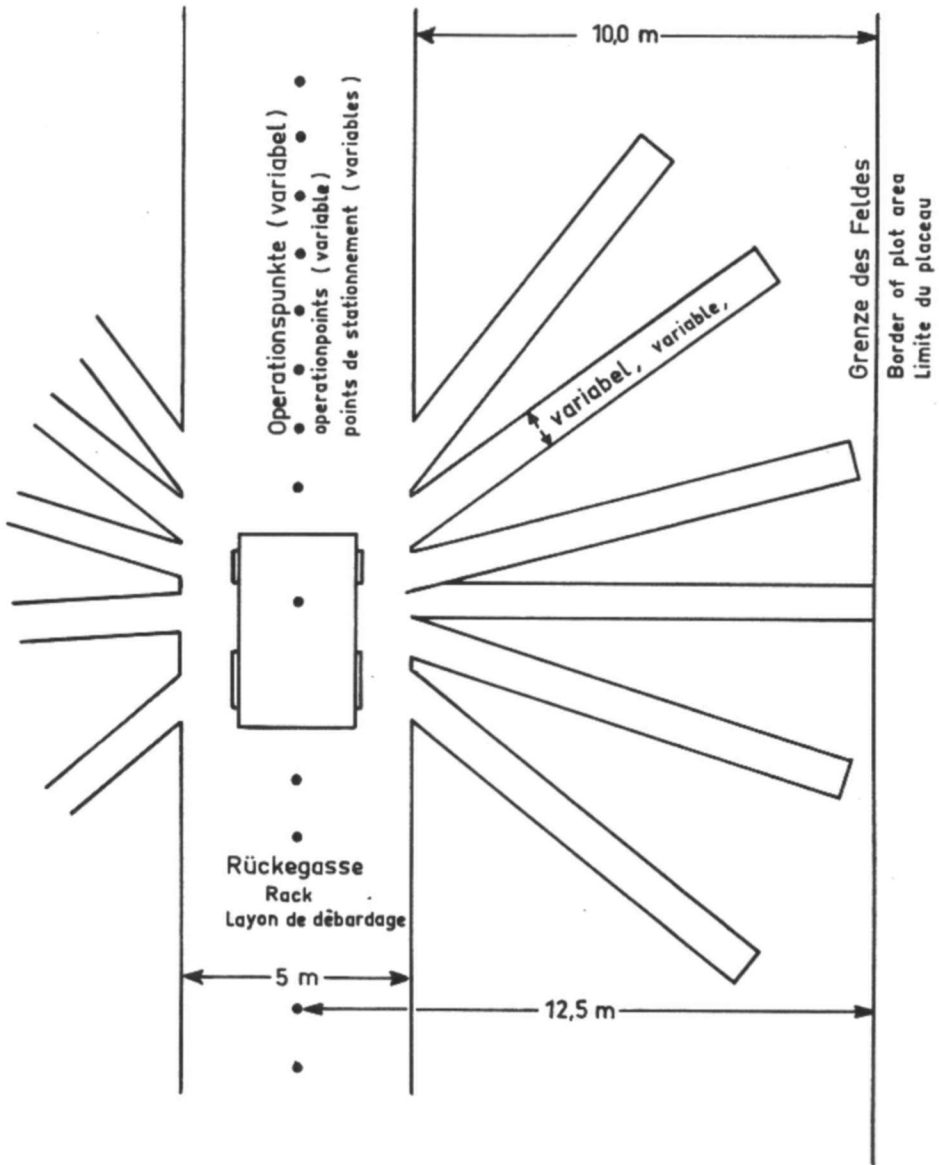
Die Auswertung der Versuche und die Veröffentlichungen der Versuchsergebnisse bleiben dem für die Versuche zuständigen Versuchsteilnehmer vorbehalten. Die Verwertung der durch interne Rundschreiben und nicht durch Veröffentlichungen mitgeteilten Daten fremder Versuche bedarf der ausdrücklichen Billigung des betreffenden Datenspenders.

Freiburg im Breisgau, im Februar 1977

Der Leiter der Arbeitsgruppe

Peter Abetz

Abb., fig. 1



Schema für die vollmechanisierte Auslesedurchforstung (Behandlung 4).

Abb., fig. 2

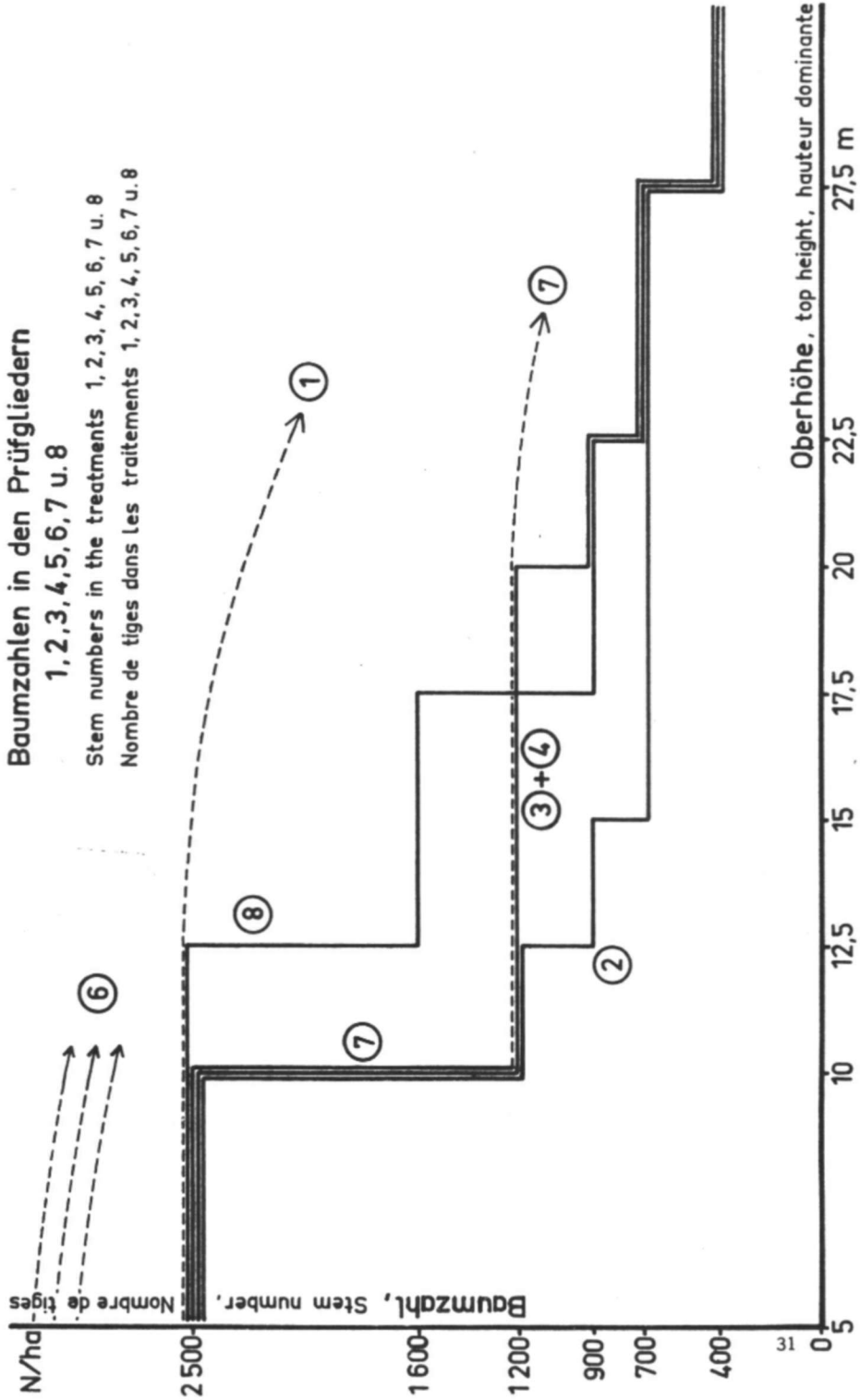
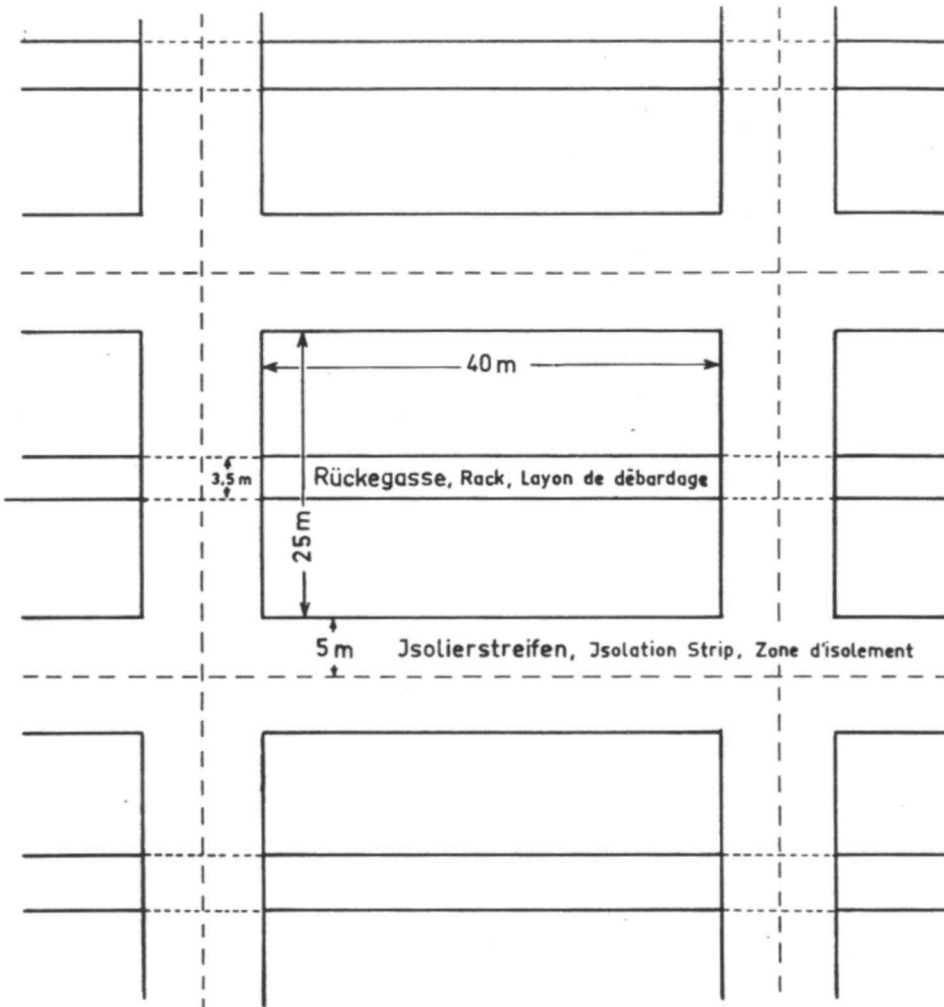


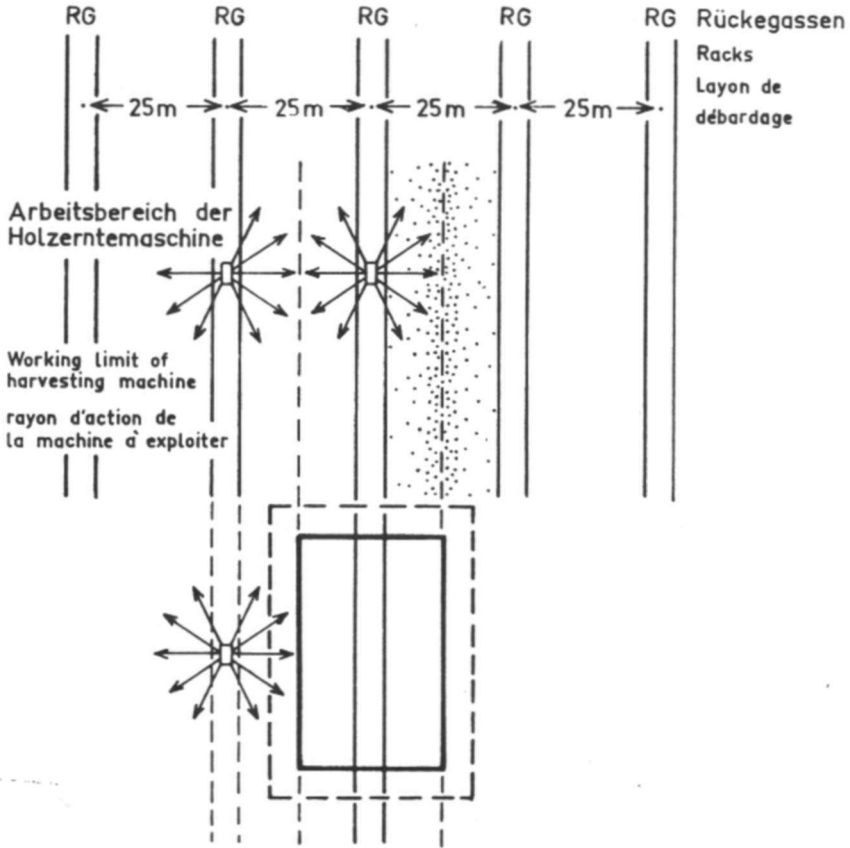
Abb., fig. 3



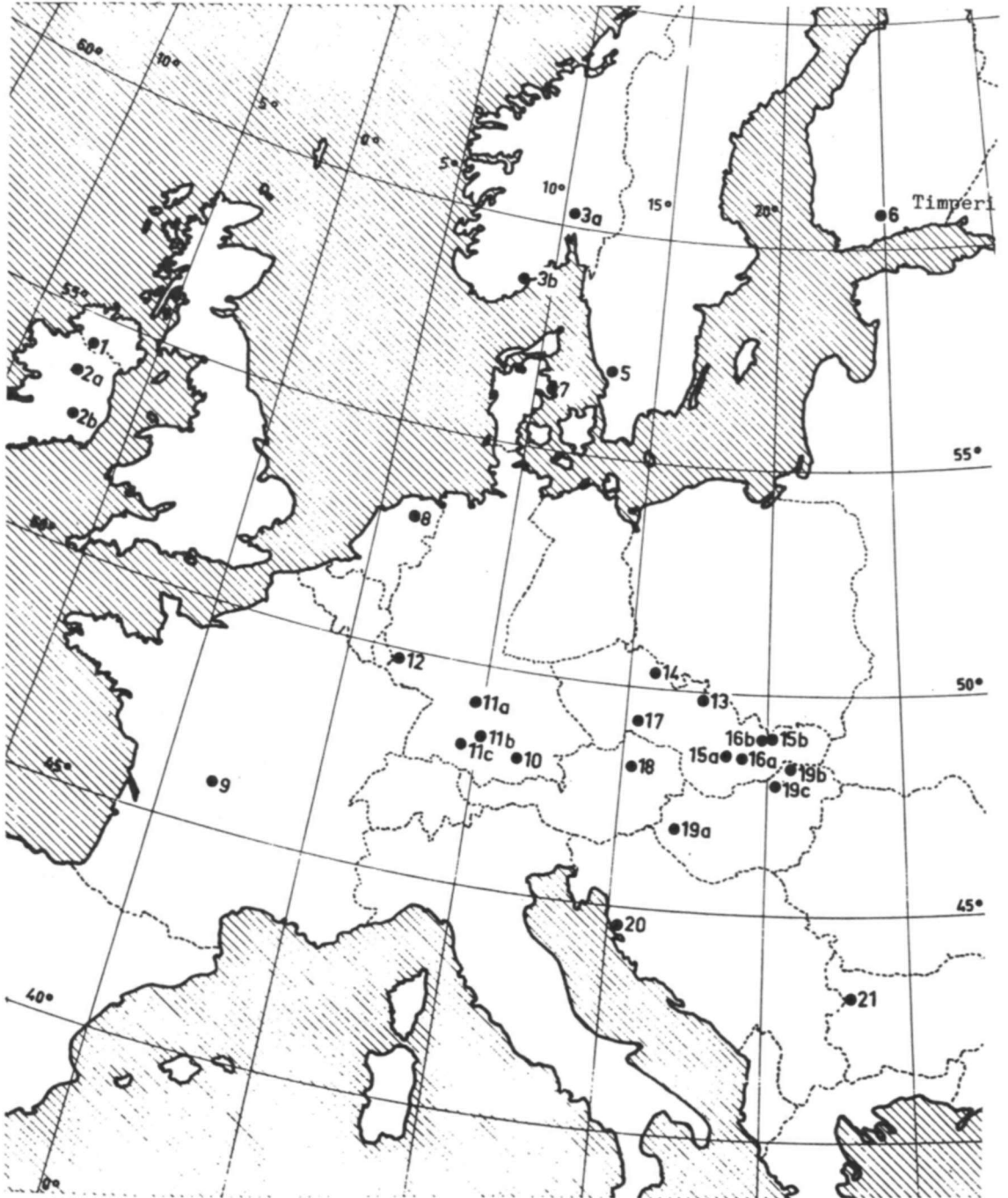
Die räumliche Lage der Rückegassen

Wenn der Abstand zwischen den Rückegassen 25 m betragen soll, muss die Rückegasse in einem 0,1 ha grossen Feld 40 m lang sein. Die künftigen Rückegassen sollten nicht in der gleichen Richtung wie die Pflanzreihen verlaufen.

Abb.,fig. 4



In Behandlung 4 erfolgt die Durchforstung in den längs laufenden Isolierstreifen von ideell angenommenen Rückegassen aus. In diesen Isolierstreifen nimmt also die Bestockungsdichte eventuell nach aussen hin wieder ab.



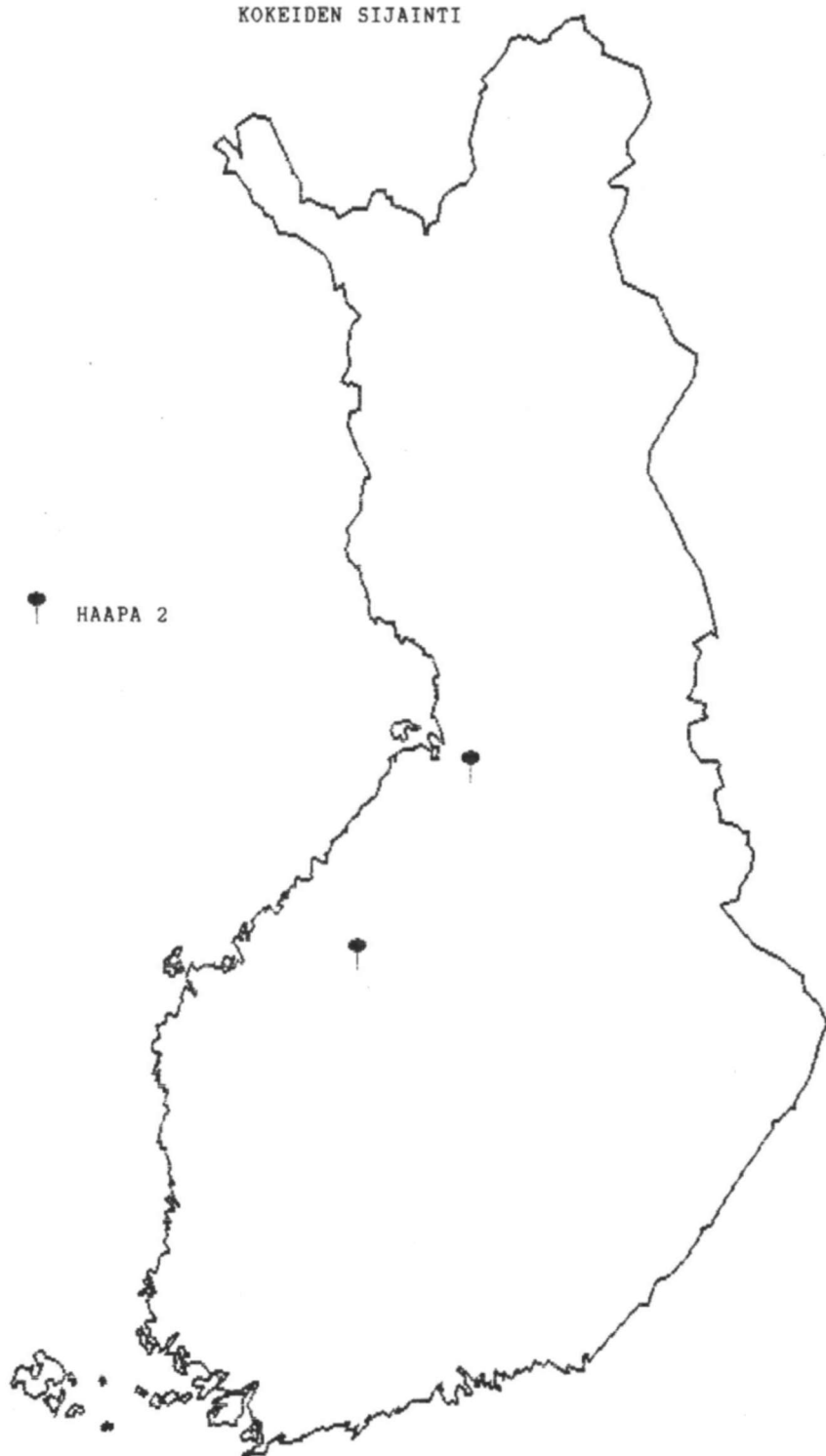
43. Haavikoiden käsittely

Luontaisesti syntynyt tiheä haavikko on ongelmametsikkö, jonka kasvattamisen periaatteet ovat etenkin Muhoksen tutkimusaseman toimialueella tutkittavina. Ongelman selvittämiseksi on perustettu kaksi koetta, joiden tarkoituksena on selvittää harvennuksen vaikutusta toisaalta haavikon kehitykseen ja toisaalta haapaylispuiden vaikutusta kuusi-
taimikon kehitykseen.

Kokeisiin liittyy erilaisia haavankasvatustiheyksiä rajoissa 800-2200 puuta hehtaaria kohden. Lisäksi on mukana tavanomainen käsittelemätön koeala molemmissa kokeissa. Toinen kokeista lähtee siitä, että haavikkoa kasvatetaan pääpuulajina hakkuukypsyyteen saakka. Toisessa kokeessa on eri asentoihin asetetun haavikon alle istutettu kuusta 2200 kpl/ha. Lisäksi on eräs koeala hakattu paljaaksi ja istutettu tilalle kuusta.

Kokeita on siis 2 ja niissä 23 koealaa. Mittauksia tehdään viiden vuoden väliajoin.

KOKEIDEN SIJAINTI



HAAVIKOIDEN KÄSITTELY

44. Koivuvitikoiden kasvattaminen

Koivu uudistuu luontaisesti herkästi ja muodostaa ylitiheitä "vitikoita", joita, etenkin hieskoivua kasvavia, pidetään yleisesti kasvatuskelvottomina. Kuitenkaan näihin vitikkoihin ei ole kohdistettu sanottavasti koetoimintaa. Ei ole kokeiltu esim. erittäin voimakasta käsittelyä alusta alkaen.

Koemetsiköt ovat ylitiheitä koivunuoreikkoja, joiden valtapituus on 2-3, korkeintaan 5-6 m. Sekä raudus että hies kelpaavat. Sekametsiköistä käytetään kokeessa kuitenkin ennen muuta raudusyksilöt kasvatusmielessä hyväksi.

Kokeeseen tarvitaan 1-2 ha. Sopivien kohteiden puuttuessa pienialaisempikin kuvio voidaan yrittää käyttää hyödyksi. Kysymykseen tulee tuore kangas. Soistuneisuutta on kentties pakko sallia.

Kysymyksessä on puhdas käsittelykoe. Vaihtoehdot ovat seuraavat:

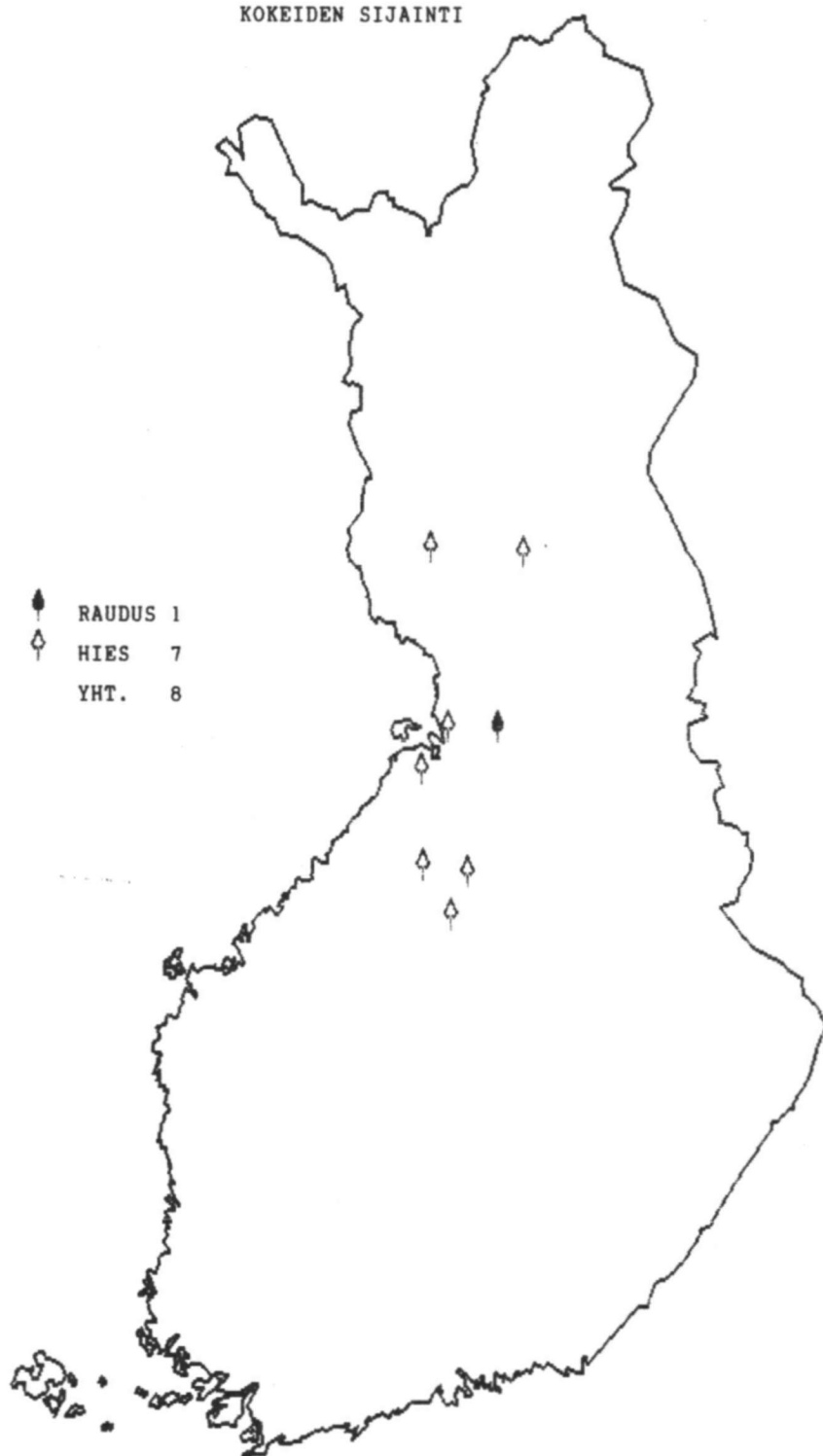
- Ei mitään käsittelyä
- Jätetään 5000 kpl/ha
- " 3000 "
- " 2000 "
- " 1000 "
- " 600 "

Asennot 5000 ja 3000 kpl/ha harvennetaan suhteellisen pian uudestaan tavoitellen esim. asentoja 1500 kpl/ha ja 800 kpl/ha. Tarkoitus on päästä selvyteen, onko runkoluvun vahva pienennys suoritettava yhdessä vaiheessa. Erityisesti lumivauriot voivat olla yksivaiheisen harvennuksen esteenä.

Kokeen perustamisvaiheessa (jos pituus on 2-3 m) selvitetään vain runkoluku ja pituussuhteet ennen ja jälkeen harvennuksen, ennen harvennusta vain luonnontilaiseksi jäävältä koealalta. Jos pituus on 4-6 m, luetaan myös läpi-
mitat. Koealat voivat olla myös ympyröitä, vaikkei perustamisvaiheessa vielä koealoja kartoitettaisikaan.

Toistaiseksi on perustettu 8 koetta (118 koealaa) Muhoksen ja Rovaniemen tutkimusasemien toiminta-alueille.

KOKEIDEN SIJAINTI



45. Harvoin toistuvat harvennukset (HARKAS-kokeet)

Kokeissa kiinnitetään päähuomio voimakkaiden, harvoin toistuvien harvennusten kasvu- ja tuotosvaikutuksiin, mukaan luettuna kuiva-aineen tuotos, käyttöpuun osuus kokonaistuotoksesta ja puuston tekninen laatu. Selvitystä on saatava siihen, kuinka paljon ja millaista puuta harvennuksissa kunakin kertana poistetaan. Tästä saadaan tietoa jo koealojen ensi käsittelyn jälkeen. Tutkittava on myös luontaisen harventumisen määrää pitkän harvennusvälin aikana.

Tutkimusta varten perustetaan yli koko maan ulottuva harvennuskokeiden sarja. Tutkimuksia tehdään tuoreiden (MT), kuivahkojen (VT) ja kuivien (CT) kankaiden männiköissä sekä lehtomaisten (OMT) ja tuoreiden kankaiden kuusikoissa ja rauduskoivikoissa.

Harvennusohjelmiin kuuluu neljä pääomatasoa, jotka määräytyvät metsikön runkoluvun mukaan (lähtötasot 3000, 2500, 2000 ja 1500 kpl/ha). Kokeissa toteutettavat harvennusohjelmat on esitelty pääomatasoittain taulukoissa 1 a-c. Kullakin puustopääoman tasolla kokeillaan siis erilaisia harvennusohjelmia, joissa harvennuksen voimakkuus, harvennusväli ja harvennustapa vaihtelevat. Kiertoajan lopussa runkoluku on kuitenkin kaikissa tietyn pääomatason ohjelmissä sama.

Taulukko 1a. Kokeiltavat harvennusohjelmat. MT:n ja sitä parempien kasvupaikkojen metsiköt.

Valta- pituus, m	Puupääomataso							
	I				II			
	Harvennusten lukumäärä							
	0	2	3	5	0	2	3	5
	Runkoluku harvennuksen jälkeen, kpl/ha (Poisto, % runkoluvusta)							
2-5	3000	3000	3000	3000	2500	2500	2500	2500
		(44)	(44)	(25)		(44)	(44)	(25)
12,5		<u>1680</u>	1680	2250		1410	1410	1880
		(58)	(35)	(25)		(58)	(35)	(25)
15,0				1680				1410
				(25)				(25)
17,5			<u>1090</u>	<u>1270</u>			920	1060
			(35)	(25)			(35)	(25)
20,0		<u>710</u>		950		590		790
				(25)				(25)
22,5			710	710			590	590
	Puupääomataso							
	III				IV			
2-5	2000	2000	2000	2000	1500	1500	1500	1500
		(44)	(44)	(25)		(44)	(44)	(25)
12,5		1120	1120	1500		840	840	1120
		(58)	(35)	(25)		(58)	(35)	(25)
15,0				1120				840
				(25)				(25)
17,5			730	840			550	630
			(35)	(25)			(35)	(25)
20,0		470		630		360		470
				(25)				(25)
22,5			470	470			360	360

Taulukko 1 b. Kokeiltavat harvennusohjelmat. Puolukka-
tyypin metsiköt.

Valta- pituus, m	Puupääomataso							
	I				II			
	Harvennusten lukumäärä							
	0	2	3	4	0	1	2	4
	Runkoluku harvennuksen jälkeen, kpl/ha (Poisto, % runkoluvusta)							
2-5	3000	3000	3000	3000	2500	2500	2500	2500
			(51)	(30)			(51)	(30)
12,5		1100	1470	2100		910	1220	1750
			(51)	(30)			(51)	(30)
15,0				1470				1220
				(30)				(30)
17,5				1030				860
				(30)				(30)
20,0			720	720			600	600
	Puupääomataso							
	III				IV			
2-5	2000	2000	2000	2000	1500	1500	1500	1500
			(51)	(30)			(51)	(30)
12,5		730	980	1400		550	740	1050
			(51)	(30)			(51)	(30)
15,0				980				740
				(30)				(30)
17,5				690				520
				(30)				(30)
20,0			480	480			360	360

Taulukko 1 c. Kokeiltavat harvennusohjelmat. Kanervatyypin metsiköt.

Valtapi- pituus, m	Puupääomataso											
	II				III				IV			
	Harvennusten lukumäärä											
	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3
	Runkoluku harvennuksen jälkeen, kpl/ha (Poisto, % runkoluvusta)											
2-5	2500	2500	2500	2500	2000	2000	2000	2000	1500	1500	1500	1500
			(46)	(35)			(46)	(35)			(46)	(35)
12,5		910	1350	1620		730	1080	1300		550	810	980
			(49)	(35)			(49)	(35)			(49)	(35)
15,0				1060				850				640
				(35)				(35)				(35)
17,5			690	690			550	550			420	420

Tulosten jouduttamiseksi kokeita perustetaan eri kehitysvaiheessa oleviin metsiköihin. Puuston kehitystä seurataan vähintään siihen saakka, kunnes metsikkö siirtyy seuraavaan kehitysvaiheeseen. Eri kehitysvaiheiden metsiköistä saatavat tulokset yhdistetään tilastomatemaattisin menetelmin kehityssarjoiksi, jotka kuvaavat metsikön kehittymistä ensi harvennuksesta päätehakkuuseen saakka.

Metsikön kehitysvaiheet määritellään valtapiisuuden perusteella. Kokeita perustetaan metsiköihin, joiden valtapiisuus on saavuttanut 2-5, 12,5, 17,5 ja 22,5 m.

Täydellinen koeariasarja voidaan perustaa vain silloin, kun metsikön valtapiisuus on 2-5 tai 12,5 m. Taimikkovaiheessa (2-5 m:n valtapiisuudella) kaikki kokeen koeariat harvennetaan samaan, ennalta päätettyyn pääomatasoon (3000-1500 kpl/ha). Käsittely eriytyy vasta 12,5 m:n pituusvaiheessa. Nämä taimikko- ja nuoreikkovaiheessa perustettavat kokeet ovat pitkällä aikavälillä hyödyllisimpiä.

Varttuneempiin metsiköihin ei ole mahdollista saada koeetta, johon sisältyisivät kaikki taulukossa 1 esitetyt kä-

sittelyohjelmat. Näidenkin kehitysvaiheiden sarjoihin jätetään kuitenkin aina vähintään yksi koeala, jossa perustamisen yhteydessä tai sen jälkeen ei suoriteta mitään toimenpiteitä. Tämä koeala edustaa esitetyistä pääomatasoista poikkeavaa yhden tai kahden harvennuksen ohjelmaa.

Luonnosta tuskin löytyy metsiköitä, joissa runkoluku olisi määrätyllä valtapituudella täsmälleen se, mitä esitetyissä taulukoissa on edellytetty. Sen vuoksi sekä valtapituudessa että runkoluvussa täytyy sallia poikkeuksia näistä keskimääräisenä pidettävistä arvoista. Taulukko 2 osoittaa, kuinka paljon vaihtelua sallitaan kullakin pääomatasolla ja kussakin kehitysvaiheessa.

Taulukko 2. Valtapituuden ja runkoluvun sallittu vaihtelu eri puupääomatasoilla koetta perustettaessa.

Valta- pituus, m	Puupääomataso			
	I	II	III	IV
	Runkoluku, kpl/ha			
5- 6	3000	2500	2000	1500
12-13	3300-2700	2700-2250	2250-1750	1750-1350
17-18	2100-1750	1750-1360	1360- 875	875- 500
21-22,5	1400-1125	1125- 820	820- 550	-

Harvennustavasta riippumatta metsiköstä poistetaan aina sairaat, vahingoittuneet ja epämuodostuneet puut. Vähemmän vahingoittuneita puita voidaan ylimenokaudeksi jättää aukkopaikkoihin. Aina on pyrittävä mahdollisimman tasaiseen asentoon harvennuksen jälkeen. Harvennusleimauksen suorittaa tai ainakin ennen pysyvää leimausta tarkastaa tutkimusassistentti.

Kaikilla sarjan varsinaisilla koealoilla sovelletaan leimauksissa alaharvennuksen periaatteita. Harvennus ei saa olla jäykän kaavamaisista, vaan tarpeen tullen on puututtava myös vallitseviin latvuskerroksiin. Leimattujen puiden keskiläpimitan tulee kuitenkin aina olla selvästi pienempi kuin jäljelle jäävän puuston keskiläpimitta, ensi harvennuksessa 70-80 % jäljelle jäävän puuston läpimitasta. Harvennuksissa suositetaan elinvoimaisia ja hyvälaatuisia puita; niiden on oltava tasaisesti jakaantuneina koko metsikön alueella.

Harvennuksen voimakkuuden mittana käytetään hakkuissa poistettavien runkojen määrää. Taulukoissa 1 a-c on esitetty myös miten monta prosenttia runkoluvusta poistetaan kussakin harvennuksessa.

Jos runkoluku ennen harvennusta ei ole taulukoiden mukainen, sitä ei harvennuksessa alenneta ilmoitettuihin teoreettisiin runkolukumääriin, vaan metsikön kulloistakin runkolukua alennetaan taulukoissa 1 a-c ilmoitetuilla prosenttimäärillä.

Harvennuksen voimakkuuden kasvaessa täytyy harvennusvälin pidentyä, ettei metsikön puupääoma pääse liiaksi laskemaan. Taulukoissa 3 nähdään kasvu- ja tuotostaulukoiden perusteella tehty kasvupaikkaluokittainen arvio siitä, missä metsikön iänkohdassa tietty valtapituus saavutetaan ja miten monta vuotta kuluu seuraavien 2,5 valtapituusmetrin kasvamiseen.

Taulukko 3. Harvennusajankohdat ja harvennusten toistuminen.

Valtapituus, m	Pituusboniteetti, H_{100}				
	33	30	27	24	21 ja 18
	Harvennusajankohdat (puuston ikä), v (harvennusväli), v				
12,5	28 (6)	32 (7)	38 (8)	51 (10)	66 (12)
15,0	34 (7)	39 (8)	46 (9)	61 (12)	78 (14)
17,5	41 (8)	47 (9)	55 (11)	73 (14)	92 (16)
20,0	49 (9)	56 (10)	66 (13)	87 (16)	108
22,5	58	66	79	103	

Männiköissä pidetään lähtörunkolukuina ensi sijassa tasoja III ja IV ja kuusikoissa tasoja II ja III (taulukko 2). Muillekin tasoille sarjoja kyllä perustetaan, mutta vähäisemmässä määrin.

Tutkimusmetsiköille asetettavat vaatimukset

Metsikön ja sen kasvupaikan on koetta perustettaessa täytettävä seuraavat ehdot ennen lopullista hyväksymistä:

Metsikön koko

Metsikköön tulee sopia vähintään yksi sarja eli neljä 10 aarin kokoista osakoealaa, joilla kullakin on 6-7 m leveä vaippa. Koealat vaativat siten 20-25 aaria kukin ja metsikön alan tulee olla siten runsaat 1 hehtaari. Suotavaa on, että samaan metsikköön saadaan sarjan toisto, jolloin alan on oltava noin 2,5 ha.

Puulajit ja metsikön puhtaus

Tutkimuksen alaisia ovat puhtaat männiköt, kuusikot ja rauduskoivikot. Metsikköä pidetään puhtaana, kun sekapuun osuus pohjapinta-alasta jää alle 10 %. Nuorissa metsissä sekapuun osuus saa olla suurempikin, jos se ensiharvennuksen jälkeen jää mainitun rajan alapuolelle.

Tasaisuus

Tasaisuuden vaatimus tarkoittaa lähinnä sitä, että runkoluku on koealasta toiseen mahdollisimman sama, mutta pituus ja pohjapinta-alakaan eivät saa vaihdella suuresti. - Yksityisen koealankaan puusto ei saa olla ryhmittynyttä ja aukkoista.

Terveydentila ja tekninen laatu

Sarjaa ei perusteta metsikköön, jossa on selviä sieni- tai hyönteisvaurioita. Yksittäiset sairaat puut eivät aiheuta hylkäämistä. Puuston teknisen laadun vaatimuksia ei aseteta liian korkeiksi. Hyvin oksikkaat männiköt ja koivikot eivät kelpaa, mutta kuusikoissa oksaisuus tuskin asettaa esteitä kokeelle.

Aiempi käsittely

Ehdoton vaatimus on, että aiemmat harvennukset ovat olleet alaharvennuksen luonteisia. Varhempien hakkuiden luonne nähdään ensi sijassa kaadettujen puiden kantojen suuruudesta. Edellisestä hakkuusta tulee olla kulunut nuorissa metsiköissä vähintään 5 v, vanhemmissa mielellään enemmänkin.

Metsikön perustamistavalle ei aseteta rajoituksia.

Kasvupaikkaluokat

Tutkimuksia tehdään seuraavilla metsätyypeillä: männiköissä MT, VT ja CT, kuusikoissa ja koivikoissa OMT ja MT Etelä-Suomessa ja muilla kasvualueilla vastaavilla kasvupaikkatyypeillä (ks. Lehdon opaskirja, jossa myös kuvaus eri kasvupaikkatyyppien metsäkasveista). Kasvualustan

vaihtelu kunkin sarjan sisällä on pyrittävä supistamaan minimiin, mutta jos metsikkö on niin suuri, että siihen sopii sarjan toisto, voi sarjojen kesken olla eroja.

Soistuneisuus ja kivisyys

ei kohtalaisessakaan määrin ole haitaksi, kunhan nämä ominaisuudet ovat tasaisesti samat koko lohkolla. Tästä on kussakin tapauksessa neuvoteltava kokeen johdon kanssa, joka tällöin lopullisesti päättää metsikön hyväksymisen.

Maaston muoto

Koetta ei perusteta rinteelle, jonka kaltevuus on yli 15^o, ja rinteellä saman sarjan koealat asetetaan samalle korkeudelle. Loivemmilla rinteillä sijoittelu voi olla vapaampaa. Maasto saa kohtuullisesti kumpuilla.

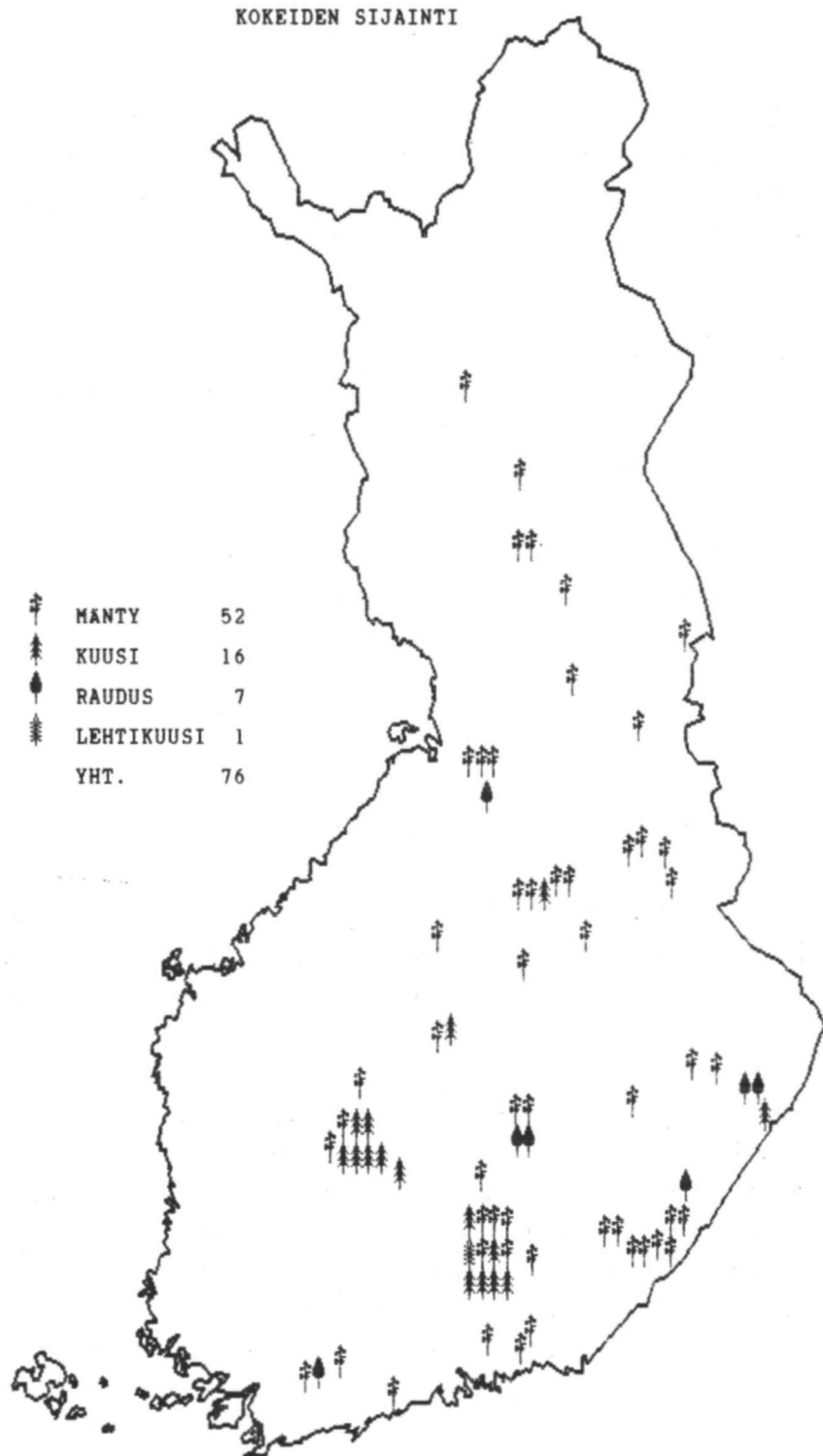
Maalaji

Lajittuneet maalajit (hiekkakankaat, harjut) ovat kasvu-
alustana tasaisimmat, mutta koska niiden pinta-ala on Suomessa vähäinen (ehkä 10 %), kelpuutetaan niillä kasvavia metsiköitä rajoitetusti. Tällöin tulevat kysymykseen män-
niköt. Eniten kokeita perustetaan moreenimaiden metsi-
köihin.

Metsämaa vai entinen pelto. Ei rajoituksia.

HARKAS-kokeita on 76 kpl (562 koealaa).

KOKEIDEN SIJAINTI



HARVOIN TOISTUVAT HARVENNUKSET

46. Puustopääoman puuntuotannollinen merkitys

Tarkoituksena on selvittää, mikä on se alhaisin puustopääoman taso, jolla saavutetaan vielä korkein mahdollinen tilavuuskasvu ja tukkipuun tuotos hehtaaria kohden. Mitä kasvatustiheys vaikuttaa puuston järeytymiseen ja kierto-aikaan?

Kokeet perustetaan ensiharvennusvaiheessa oleviin metsiköihin, joihin sijoitetaan vähintään 0,1 ha:n kokoisia koealoja seuraavien puustopääomatasojen puuntuotannollisen merkityksen selvittämiseksi:

Käsittelyn tunnus	Puustopääoma (%) ensiharvennuksen jälkeen
0	100 (harventamaton)
1	90
2	75
3	60

Puustopääoma ilmaistaan pohjapinta-alana hehtaaria kohden (m^2/ha). Ensiharvennuksessa poistetaan siis 10, 25 tai 40 % pohjapinta-alasta ja jätetään yksi neljästä koealasta harventamatta.

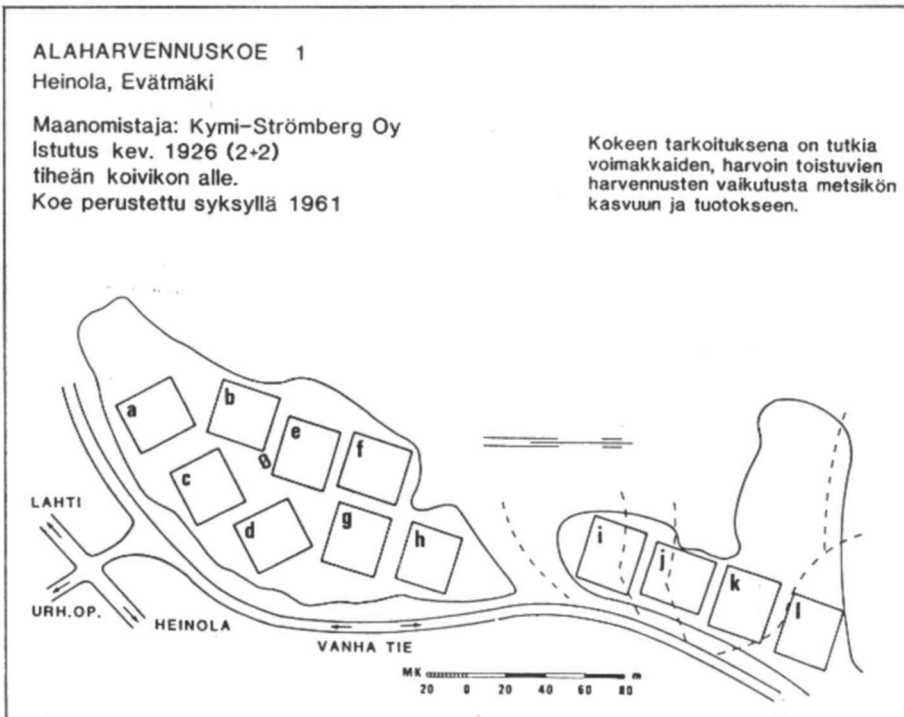
Myöhemmissä harvennuksissa ei ole ennalta määrättyä poistoprosenttia missään käsittelyvaihtoehdossa. Harvennuksissa poistetaan sen verran pohjapinta-alaa, että kussakin vaihtoehdossa operoidaan koko ajan keskimäärin ensiharvennuksessa osoitetulla puustopääomalla, 90, 75 tai 60 % luonnontilaisen puuston (100 %) pohjapinta-alasta. Toisessa ja sitä seuraavissa harvennuksissa on kuitenkin ali-tettava esitetyt prosenttirajat jossain määrin, jotta keskimääräinen pääomataso olisi suunnitelman mukainen.

Puunkorjuun olisi tapahduttava jäljelle jäävää puustoa vaurioittamatta. Koneiden - mikäli niitä on pakko käyttää - on sallittua liikkua vain koealojen vaipoissa.

Metsikön sisäisen vaihtelun vaikutuksen eliminoimiseksi on samaan metsikköön pyrittävä sisällyttämään vähintään kaksi toistoa, ts. kaksi koealaa kutakin käsittelyvaihtoehtoa varten.

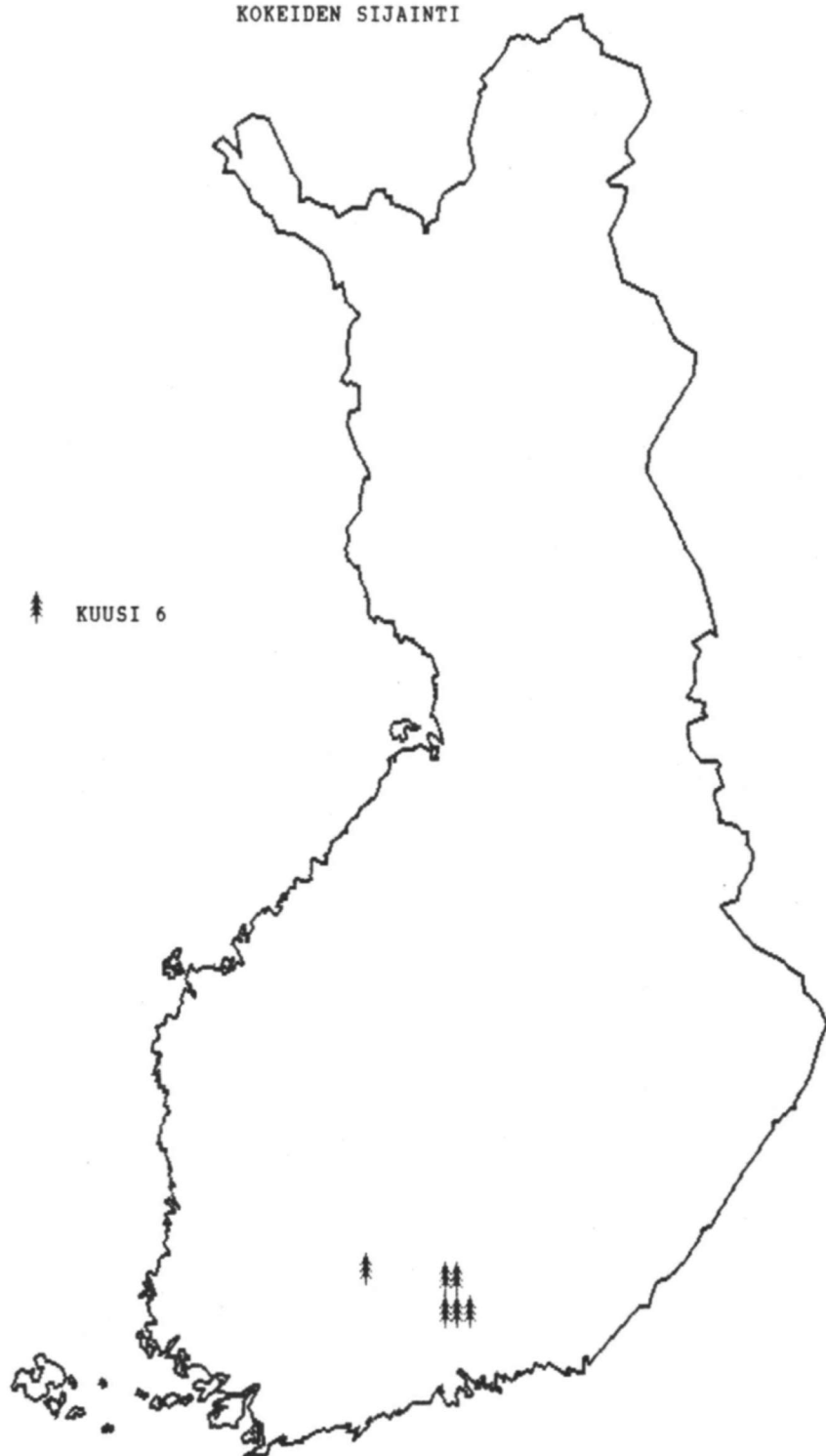
Pääosa tämän koetyypin kokeista sijaitsee Heinolan läheisyydessä, Nynäsin metsäalueella. Kokeita on siellä 5 metsikössä, 32 koealaa (4 käsittelyn 8 toistoa).

Kokeiden yhteismäärä on 6 (37 koealaa).



Vuonna 1961 perustettu kestokoe (Nynäs nro 1), jossa on neljä käsittelyä toistettu kolme kertaa.

KOKEIDEN SIJAINTI



PUUSTOPAAOMAN PUUNTUOTANNOLLINEN MERKITYS

47. Harvennustavan vaikutus puuntuotokseen

471. Valikoivat harvennukset

Suomessa käytetään harvennushakkuissa alaharvennusperiaa-
tetta. Puita poistetaan lähinnä "alhaalta päin", pienim-
mästä päästä. Vallitsevia puita poistetaan vain tasaisen
kasvatusasennon saavuttamiseksi ja kasvutilan antamiseksi
toisille, paremmille vallitseville puille.

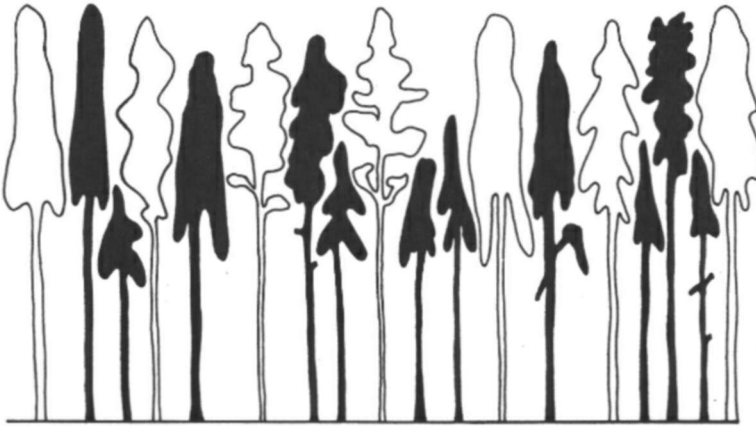
Kokeiden tarkoituksena on tutkia, mikä puuntuotannollinen
merkitys on sillä, jos harvennuksissa otetaan enemmän
puuta "ylhäältä käsin" välittömien harvennustulojen lisää-
miseksi. Voidaanko näin menetellä pitkän tähtäyksen puun-
tuotannollisia tavoitteita vaarantamatta?

Käsittelyvaihtoehtoja on kaksi, alaharvennus ja harsinta-
harvennus. Kumpikin tarkoittavat ns. valikoivia harven-
nusmenetelmiä. Systemaattiset harvennusmenetelmät eivät
kuulu näiden kokeiden piiriin.

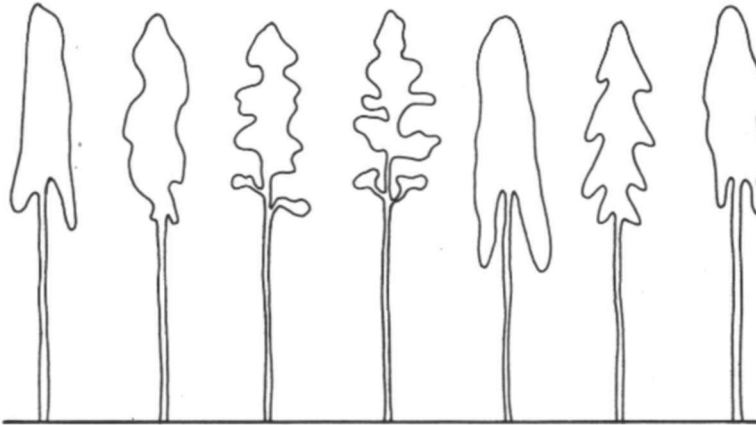
Alaharvennuksessa noudatetaan Suomessa yleisesti hyväksyt-
tyjä ja käytettyjä periaatteita, joita havainnollistaa
oheinen piirros.

Harsintaharvennus (ks. piirros) on voimakkuudeltaan sa-
manlainen kuin alaharvennus. Kummassakin jätetään jäl-
jelle sama pohjapinta-ala hehtaaria kohden. Ero ilmenee
poistettavien puiden koossa. Harsintaharvennuksessakin
tosin poistetaan sellaiset vallitut yksilöt (alaharvennus-
momentti), joiden suhteen ei ole toivoa toipumisesta.
Vallitsevista puista voidaan poistaa kuitenkin kaikkein
kookkaimpiakin, jos niiden naapureina on kehityskelpoisia
pää- tai lisävaltapuita (harsintamomentti). Tavoitteena
on, että mahdollisimman moni puu kasvatetaan tukkipuuko-
koon, jolloin niiden yksikköhinta nousee hyppäykselli-
sesti. Harvennuksessa poistetaan mieluummin ryhmän kook-
kain, tukkipuuta antava päävaltapuu kuin sen ympäriltä 2-3

Alaharvennusperiaatteita

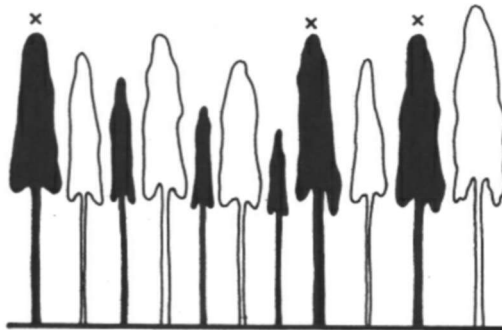


Ennen
harvennusta
Tummennetut
leimattu



Alaharven-
nuksen
jälkeen

Harsintaharvennusperiaatteita



Tummennetut
poistetaan.
Ristillä merkityt
tukkipuita.

alaharvennus-
momentti

x



harsinta-



pino-



tukki-

puu

kuitupuukokoa olevaa lisävaltapuuta. Pyritään siis kasvattamaan mahdollisimman moni lisävaltapuu korkeimpaan mahdolliseen hintaluokkaan. Vallitseviin puihin ei luoteta.

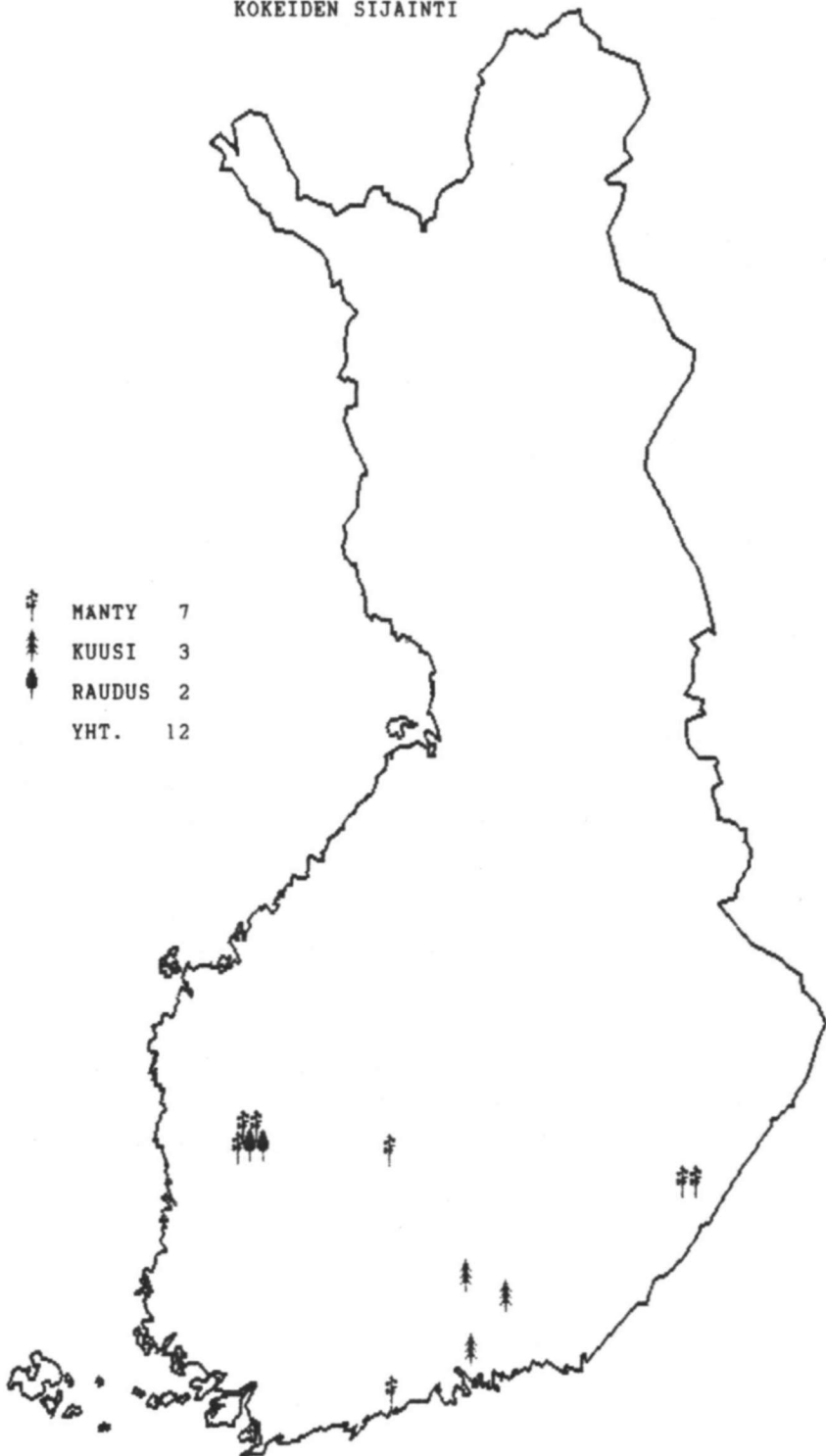
Kokeita perustetaan kuusen, männyn ja koivun muodostamiin puhtaisiin metsiköihin. Yleensä ne ovat metsiköitä, joissa on tehty jo ensiharvennus alaharvennusperiaatteella. Kysymys on siten ennen muuta toisen ja kolmannen harvennuksen periaatteista. Voidaan testata kuitenkin harsintaharvennusta myös ensiharvennusmetsiköissä.

Käsittelyn voimakkuus ei tietyssä kokeessa vaihtelee lainkaan. Kaikilla koealoilla noudatetaan suurin piirtein voimassa olevia harvennusmalleja. Vain harvennustapa vaihtelee koealasta toiseen.

Kokeiden rakenne on yksinkertaisin mahdollinen. On vain kahdenlaisia koealoja, alaharvennettuja ja harsien harvennettuja, mahdollisimman monena toistona. Tietyissä metsiköissä voidaan kokeilla myös lannoituksen vaikutusta eri harvennustavoin käsiteltyjen puustojen kehitykseen. Voidaan kokeilla myös käsittelyohjelmaa, jossa harsien käsitelty puusto "kunnostetaan" seuraavassa harvennuksessa alaharventaen.

Selostettua tyyppiä olevia kokeita on 12 kpl, joissa on yhteensä 59 koealaa. Kokeista 7 on männiköissä (32 koealaa), 3 kuusikoissa (21 koealaa) ja 2 rauduskoivikoissa (6 koealaa).

KOKEIDEN SIJAINTI



472. Systemaattiset harvennukset

Systemaattisella harvennuksella tarkoitetaan sellaista harvennusmenetelmää, jossa poistettavat puut määräytyvät yksinomaan sijaintinsa perusteella, ts. jossa puita poistetaan kaavamaisesti, tietyn systeemin mukaan kiinnittämättä huomiota niiden kokoon tai biologiseen asemaan metsikössä tai ylimalkaan jäljelle jäävän puuston koostumukseen. Vähänkin laajemmassa metsikössä poistetun puuston keskiarvotunnukset ovat samat kuin jäljelle jäävän puuston. Systemaattisilla harvennuksilla pyritään puunkorjuun rationalisointiin ja erityisesti sellaiseen menetelmään, joka soveltuu harvennushakkuiden koneellistamiseen.

Päämääränä on systemaattisten harvennusmenetelmien kasvu- ja tuotosvaikutusten tutkiminen koko laajuudessaan.

Puunkorjuun koneellistamisesta mahdollisesti aiheutuvat vauriot eivät kuulu tutkimuksen piiriin. Kokeet ovat simuloituja, joten niissä vain jäljitellään koneellistettuja harvennusmenetelmiä suorittamatta niitä kuitenkaan koneiden avulla. Vauriokysymyksen poissulkeminen kokeista on aiheellista jo silläkin perusteella, että sen merkitys tulee koneiden kehittymisen mukana merkittävästi pieneneväksi. Nykyisin konein ja korjuumenetelmin saataisiin harhauttava kuva vaurioista ja samalla tehtäisiin mahdottomaksi päätelmien teko systemaattiselle käsittelylle ominaisen puuston rakenteen ja kasvuasennon vaikutuksesta kasvuun ja tuotokseen. Vaurio-ongelma on tutkittava erikseen.

Perustetaan kestokoealasarjoja, joihin sisältyy jäljempänä esiteltäviä systemaattisia ja näiden kanssa yhtä voimakkaita selektiivisiä (valikoivia) harvennuskäsittelyitä. Valikoivalla harvennuksella tarkoitetaan alaharvennusta, joka suoritetaan puuyksilökohtaisesti tavanomaiseen tapaan. Kuitenkin voi alaharvennuskin olla sikäli nykykäy-

tännöstä poikkeava, että se on kokeiltavan menetelmän ja vertailumenetelmän rinnastuskelpoisuusvaatimuksen mukaisesti usein poikkeuksellisen voimakas. Vertailumenetelmä on tällöin "radikaali" alaharvennus, joka toistuu täsmälleen samassa kehitysvaiheessa ja yhtä voimakkaana kuin vastaava systemattinen käsittely.

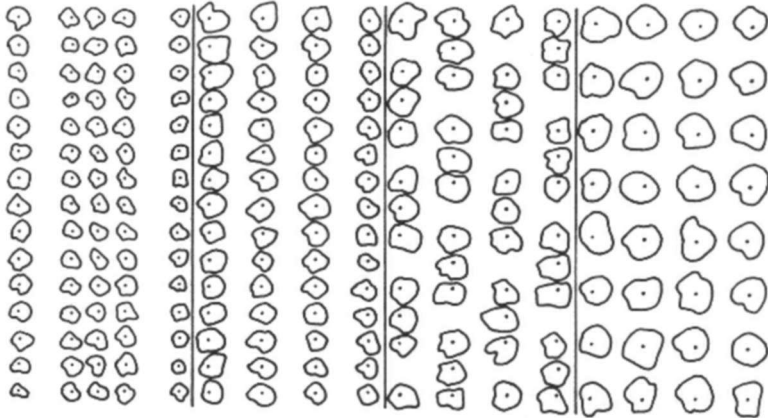
Systemaattisia harvennusmenetelmiä voidaan suunnitella miltei rajaton määrä. Tutkimuksen piiriin näistä valitaan kiintoisimpia ja nimenomaan niin, että eri kokeissa testataan hyvinkin erilaisia käsittelyvaihtoehtoja.

Systemaattisen harventamisen perusajatus on avata käytäviä harvennettavaan metsikköön. Tällöin puhutaan käytäväharvennuksesta. Käytävien välisiä metsikönsia ei tavallisesti käsitellä lainkaan. Puunkorjuu on yksinkertaista ja helposti koneellistettavissa.

Viljelymetsiköistä poistetaan systemaattisessa harvennuksessa tavallisesti kokonaisia puurivejä tietyn kaavan mukaan. Tällaisesta käytäväharvennuksesta käytetään myös nimitystä riviharvennus. Riviharvennukseen voidaan helposti liittää puuyksilöiden systemaattinen poiminta poistettavan rivin viereisistä puuriveistä.

Täyssystemaattisten käytävä- ja riviharvennusten ohella kokeillaan myös puolisystemaattisia menetelmiä, jotka ovat eriasteisia yhdistelmiä valikoivasta alaharvennuksesta ja täyssystemaattisesta harvennuksesta.

Seuraavassa eräs esimerkki neljän täyssystemaattisen harvennuksen systeemistä istutusmetsikössä. Ohjelma johtaa siihen, että viime vaiheessa jäljellä oleva puusto on tassa-asentoinen.



1. harvennus:
joka 4. rivi
(25%) pois-
tetaan

2. harvennus:
ryhmien keskim-
mäinen rivi (33%)
poistetaan

3. harvennus:
joka 4. puu
(25%) pois-
tetaan

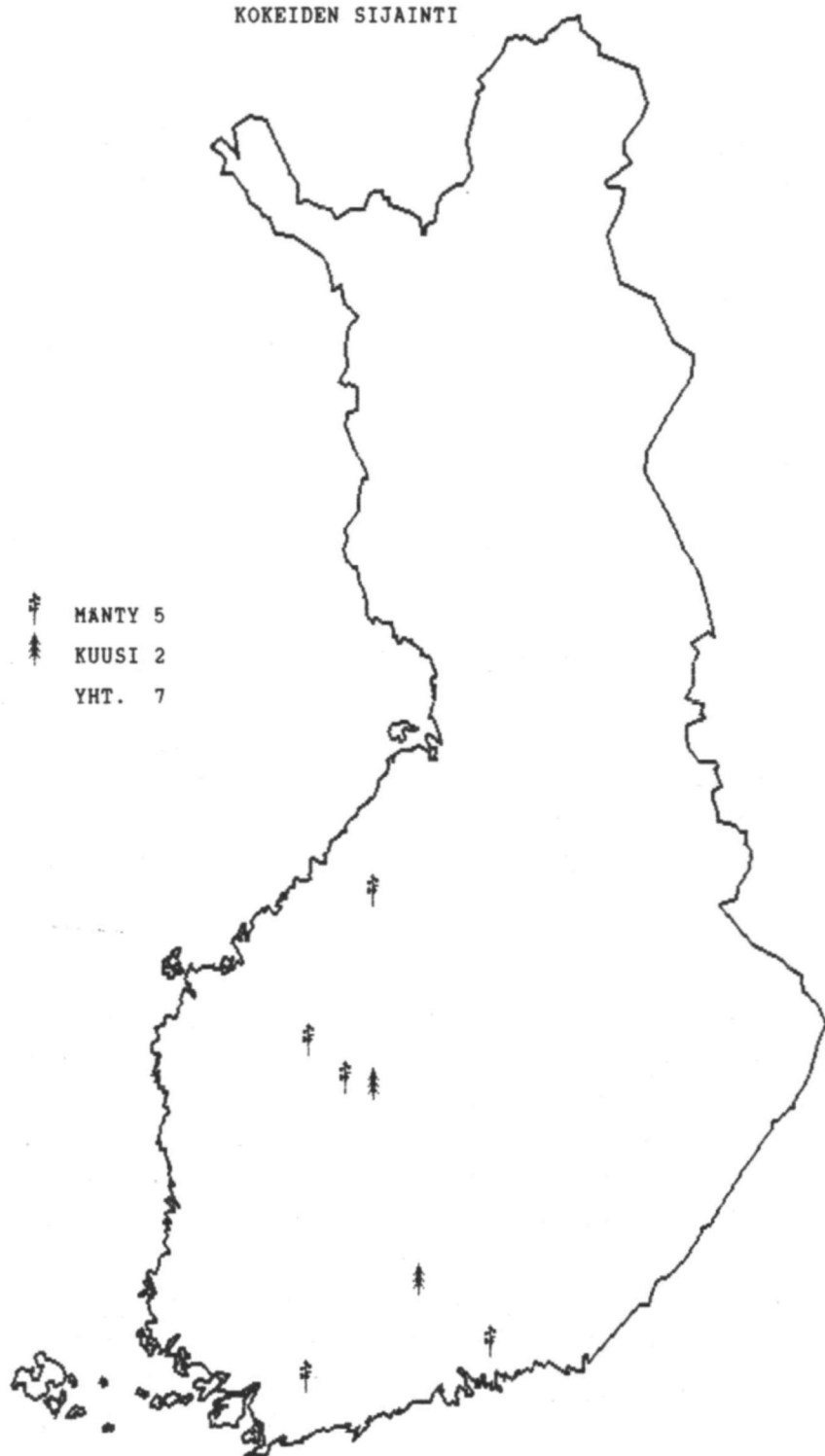
4. harvennus:
ryhmien keskim-
mäinen puu (33%)
poistetaan

Esimerkki suppeasta käytäväharvennuskokeesta, johon sisältyy myös puolisystemaattinen vaihtoehto.



Perustettuja kokeita on kaikkiaan 7 kpl ja niissä 43 koealaa. Kokeista 5 ja koealoista 27 sijaitsee männiköissä ja 2 (16 koealaa) kuusikoissa.

KOKEIDEN SIJAINTI



HARVENNUSTAVAN VAIKUTUS PUUNTUOTOKSEEN: SYSTEMAATTISET HARVENNUKSET

48. Mekaanisen vaurion vaikutus puun kehitykseen

Harvennuspuun korjuun koneistaminen on lisännyt kasvamaan jätettävän puuston vaurioitumisvaaraa. Puunkorjuun yhteydessä aiheutettujen vaurioiden seurauksia ryhdyttiin Suomessa tutkimaan SITRAn rahoittaman Harvennuspuun Korjuun Koneellistamistoimikunnan (HAKO-toimikunta) toimeksiantosta Helsingin yliopiston metsäteknologian laitoksella vuosina 1971 ja 1972.

Toimikunnan selvitykset perustuivat tilapäiskoealoihin. Käytännön työmaita jälkikäteen tarkastaen etsittiin puunkorjuun yhteydessä vaurioituneita puita. Aineisto kerättiin Etelä-Suomen kuusikoista. Se sisälsi tiedot noin 850 vaurioituneesta puusta ja noin 1000 yksittäisestä vauriosta. Aineiston avulla pyrittiin ennen muuta löytämään mitattavissa tai muuten määriteltävissä olevia metsikkö-, puu- tai vauriokohtaisia tunnuksia, joiden perusteella voitaisiin mahdollisimman luotettavasti ennustaa lahon iskeytymistodennäköisyys vaurioiden kautta puuhun sekä toisaalta puuhun iskeytyneiden lahottajien etenemisnopeus puuaineessa. Aineiston avulla pyrittiin myös selvittämään vaurioiden vaikutusta puiden kasvuun.

Pohjoismaisena yhteistutkimushankkeena perustettiin vuodesta 1980 alkaen kestokoealoja vaurioiden seurausvaikutusten tarkempaa selvitystä varten. Koealat perustettiin yhteistoiminnassa metsäpatologian tutkimussuunnan kanssa. Kohteeksi valittiin nuorehkoja, tasarakenteisia kuusi- ja mäntymetsiköitä Metsäntutkimuslaitoksen kokeilualueista.

Metsiköihin luotiin keinotekoisesti mahdollisimman yksiselitteisiä vauriotapauksia - ts. vain yksi vaurio/runko, vaurioitumisajankohta luotettavasti tunnettu, vaurio kooltaan ja sijainniltaan määriteltävissä. Vertailuaineetoksi valittiin vastaava määrä terveitä puita siten, että jokaista vaurioitettua puuta kohti valittiin samankaltai-

sista olosuhteista samankokoinen terve puu. Käytetään runkoanalyysimenetelmää. Kasvututkimukset ovat keskeisiä ja ne suoritetaan mahdollisimman tarkasti. Lisäksi tutkitaan lahon levinneisyyttä puissa. Tulosten analysoinnissa käytetään samoja menetelmiä kuin HAKO-toimikunnan vastaavassa työssä.

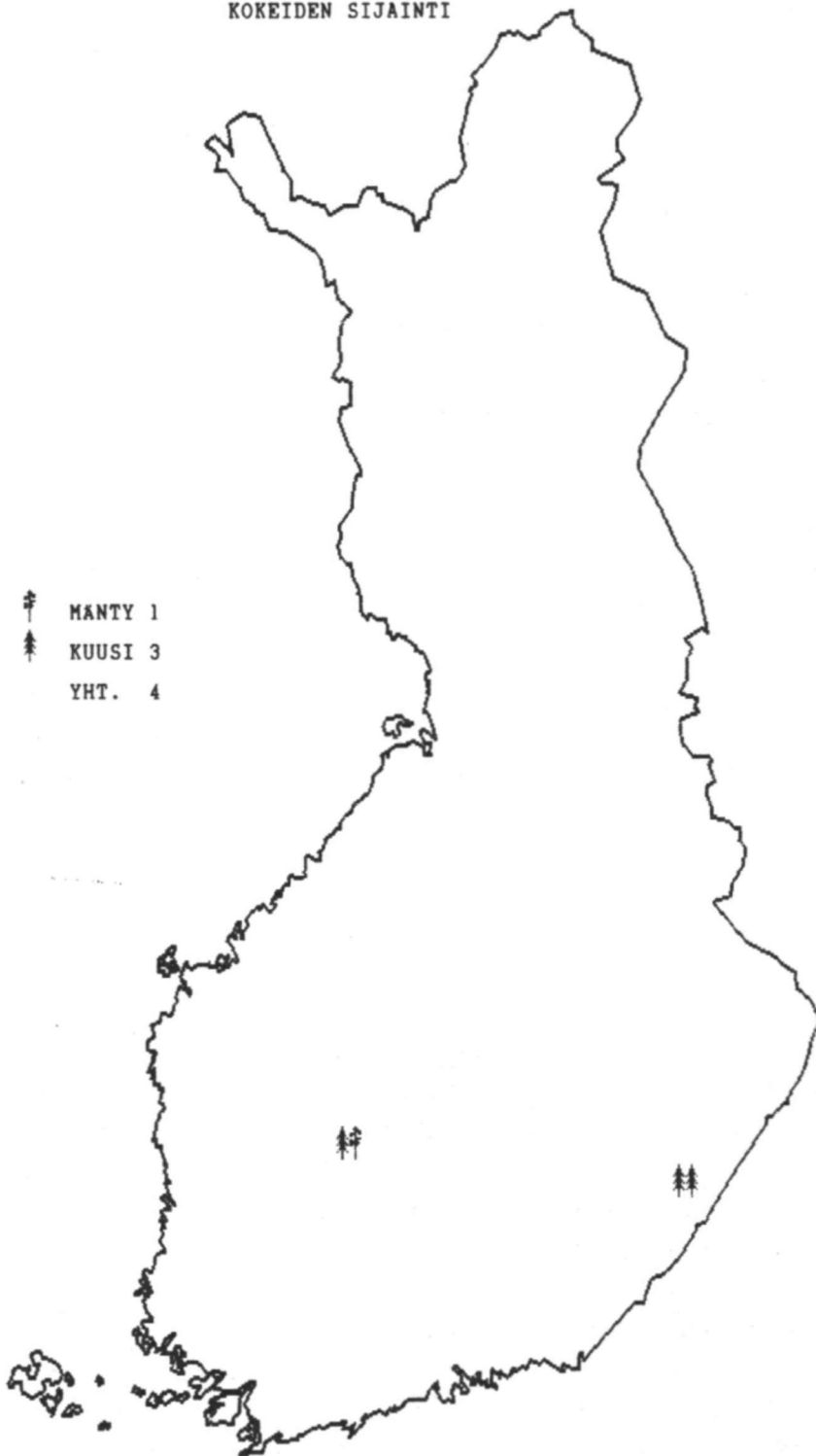
Tunnukset, joiden mukaan aineisto luokitellaan:

1. Puulaji
 - kuusi (MT, OMT)
 - mänty (VT)
2. Vaurioitumisajankohta
 - talvi (lumen aika)
 - alkukesä (ennen 15.7.)
 - loppukesä (jälkeen 15.7.)
3. Vaurion sijainti
 - runko
 - juurenniska
 - maanalainen juuristo
4. Vaurion syvyys
 - pintavaurio
 - syvä vaurio
 - juuri poikki
5. Vaurion pinta-ala
 - kasvukaira
 - 1 dm²
 - 5 dm²

Koska tutkittavat puut pyrittiin valitsemaan siten, ettei niiden vaurioittaminen ja poistaminen oleellisesti alenna metsikön myöhempää puuntuotantokykyä, tuli koemetsikössä olla vähintään noin 1500 runkoa eli metsikön pinta-alan tuli olla vähintään 1,5-2,0 ha.

Kokeita on perustettu 4 kpl. Niissä on yhteensä 787 vaurioitettua puuta ja sama määrä vertailupuita. Kokeista yksi on perustettu männikköön ja kolme kuusikkoon.

KOKEIDEN SIJAINTI



49. Harvana syntyneet vaara-alueen metsiköt

Muhoksen tutkimusaseman toimintapiiriin kuuluu kolme toisistaan selvästi poikkeavaa aluetta, rannikko, sisämaa ja itäinen vaara-alue.

Vaara-alueen karuissa oloissa, korkealla merenpinnasta, metsien uudistaminen, olipa se sitten luontainen tai keinollinen, on vaikeaa. Parhaimmillaankin syntyy metsikkö, joka on harva ja aukkoinen ja jonka puut ovat oksikkaita, jopa pensastavia.

Ongelmana on, miten näitä harvana syntyneitä metsiköitä olisi kasvatettava. Ovatko minkäänlaiset toimenpiteet aiheellisia? Mitä metsiköt tuottavat?

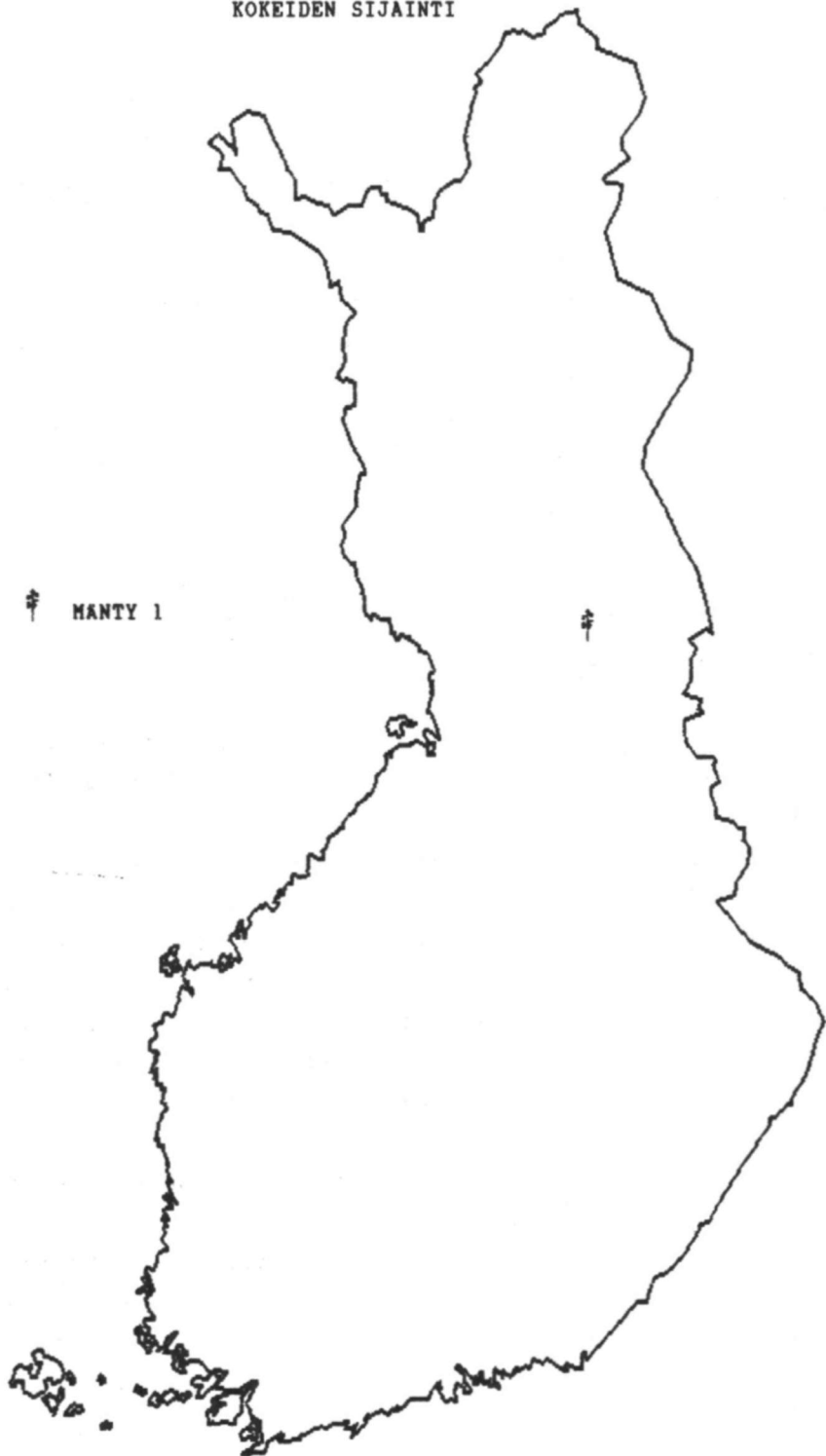
Ongelman tutkimiseksi on perustettu yksi koe v. 1974. Se sijaitsee metsähallituksen maalla Taivalkosken Loukusassa. Maasto on 280 m merenpinnan tason yläpuolella.

Aluetta on yritetty metsittää kylvämällä, todennäköisesti useampaan otteeseen. Metsitys on huomattavalta osin epäonnistunut. Toisaalla voi olla täysiä kylvötuppaita, toisaalla on laajoja aukkoja.

Alueelle on rajoitettu 8 koealaa, joiden pinta-ala on 0,4 ha. Puut on kartoitettu. Koealat on ryhmitelty kahteen lohkoon. Toisessa lohkossa runkoluku vaihtelee rajoissa 382-586 kpl/ha ja toisessa 713-1285 kpl/ha. Jälkimmäisen lohkon suurempuoleiset runkoluvut johtuvat osaksi siitä, että niihin sisältyvät kylvötuppaidenkin kaikki puut.

Perustamisvaiheessa ei ole tapahtunut puuston käsittelyä. Alkuvaiheessa seurataan mittauksin, miten eri koealojen puuyksilöt ja koko puusto kehittyvät. Käsittelyvaihtoehtoista päätetään aikanaan tämän kehityksen perusteella.

KOKEIDEN SIJAINTI



HARVOINA SYNTYNEET VAARA-ALUEEN METSIKÖT

410. Liukuvan harvennusvoimakkuuden koealat

Liukuvalla käsittelyllä tarkoitetaan sitä, että harvennuksen voimakkuus lisääntyy tasaisesti (kaistoittain) siirryttäessä pitkän suorakaiteen muotoisen koealan päästä toiseen. Kaistojen välille ei jää vaippaa. Koska tietyn kaistan käsittely on kuitenkin viereisten kaistojen käsittelyn keskiarvo, reunavaikutus on keskimäärin ko. kaistan käsittelyä vastaava. Koetyypin etuna on pieni pinta-alan tarve, mikä pienikuvioisessa suomalaisessa metsäluonnossa on koetoiminnan kannalta suurimerkityksinen. Myönteisessä tapauksessa ko. tekniikalla saadaan aikaan merkittäviä kustannussäästöjä.

Nyt kysymyksessä olevaa menetelmäkokeilua varten perustettiin Kannuksen kokeilualueeseen (Maksamaan Bodö) nuoreen metsikköön harvennuskoe 201.

Kokeessa on viisi koealaa. Koealat 1-3 ovat pitkiä suorakaiteita, joiden mitat ovat 80 x 25 m. Niihin mahtuu 8 kpl 10 m leveitä ja 25 m pitkiä kaistoja. Koealat 4-5 ovat tavanomaisia 1000 m²:n vertailukoealoja. Niiden sisällä käsittely ei vaihtelee. Koeala 4 jätettiin käsittelemättä. Koeala 5 leimattiin silmävaraisesti normaalia harvennuskäytäntöä noudattaen (28,3 % pohjapinta-alasta). Leimattujen koealojen ympärille leimattiin 7-10 m:n levyinen vaippa noudattaen silmävaraisesti samaa harvennustetta kuin vastaavassa kohdassa koealalla.

Liukuva käsittely toteutetaan Niemistön ja Isomäen kehittämällä atk-leimausohjelmistolla. Sitä varten puut luetaan ja kartoitetaan. Esimerkitapauksessa lähtökohtana oli, että pitkän koealan tiheämpänä kasvatettavaan päähän jätetään leimauksessa koealan keskimääräistä tiheyttä ennen harvennusta vastaava pohjapinta-ala. Viereisellä kaistalla poistuma on tähän verrattuna 10 % pohjapinta-alasta. Harvennus voimistuu 10 %:n askelin niin, että

viimeisellä kaistalla se on 70 % pohjapinta-alasta.

Bodön kokeessa leimausohjelman ohjetta ei noudatettu täsmällisesti, vaan saman 10 m:n kaistan sisällä puuvalintaa muutettiin silmävaraisesti muutamien puiden osalta, koska ohjelman ehdotusta ei voitu sellaisenaan aina hyväksyä. Joka tapauksessa huolehdittiin siitä, että kaistan harvennusaste säilyi ohjeen mukaisena. Lopullinen liukuva käsittely käy ilmi seuraavista luvuista:

BÖDÖ

KOEALA 1

Kaista	1	2	3	4	5	6	7	8
Alku-ppa/ha	39,7	29,2	34,9	34,3	36,1	33,1	33,3	35,9
Tavoite-ppa/ha	10,4	13,8	17,3	20,7	24,2	27,7	31,1	34,6
Poisto-%	73,9	52,6	50,4	39,5	33,0	16,4	6,6	3,9

Harvennus keskimäärin 34,9 %

KOEALA 2

Kaista	1	2	3	4	5	6	7	8
Alku-ppa/ha	36,7	40,6	34,5	37,5	46,3	41,9	45,4	45,2
Tavoite-ppa/ha	12,3	16,4	20,5	24,6	28,7	32,8	36,9	41,0
Poisto-%	66,5	59,6	40,5	34,5	38,0	21,7	18,7	9,3

Harvennus keskimäärin 33,6 %

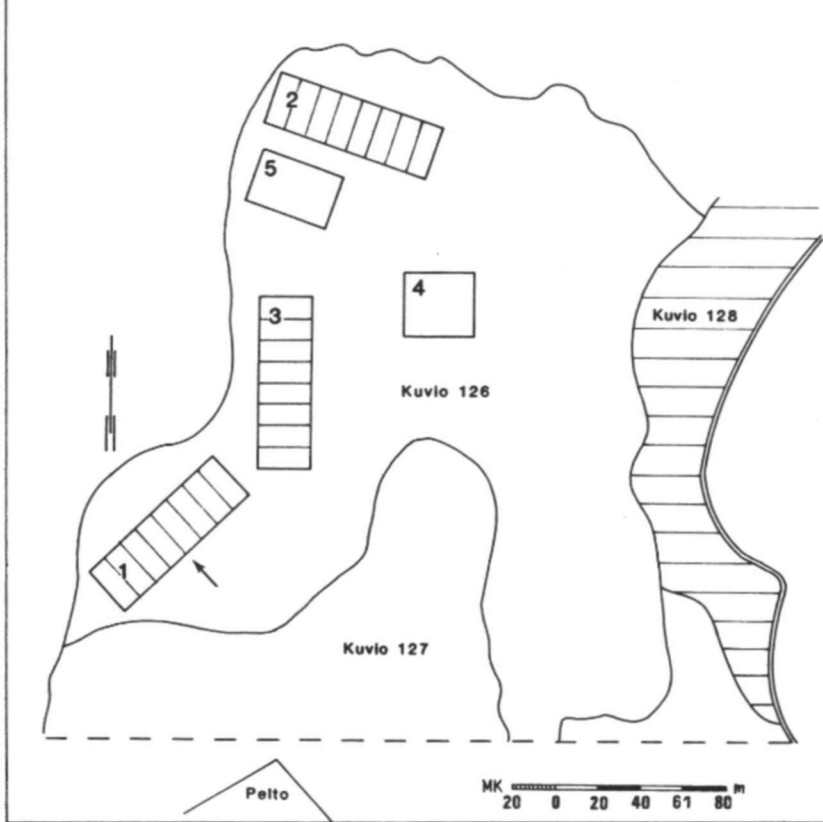
KOEALA 3

Kaista	1	2	3	4	5	6	7	8
Alku-ppa/ha	34,5	35,0	34,6	40,4	29,2	36,4	36,2	32,0
Tavoite-ppa/ha	34,8	31,3	27,8	24,3	20,9	17,4	13,9	10,4
Poisto-%	-0,8	10,5	19,5	39,7	28,4	52,2	61,6	67,4

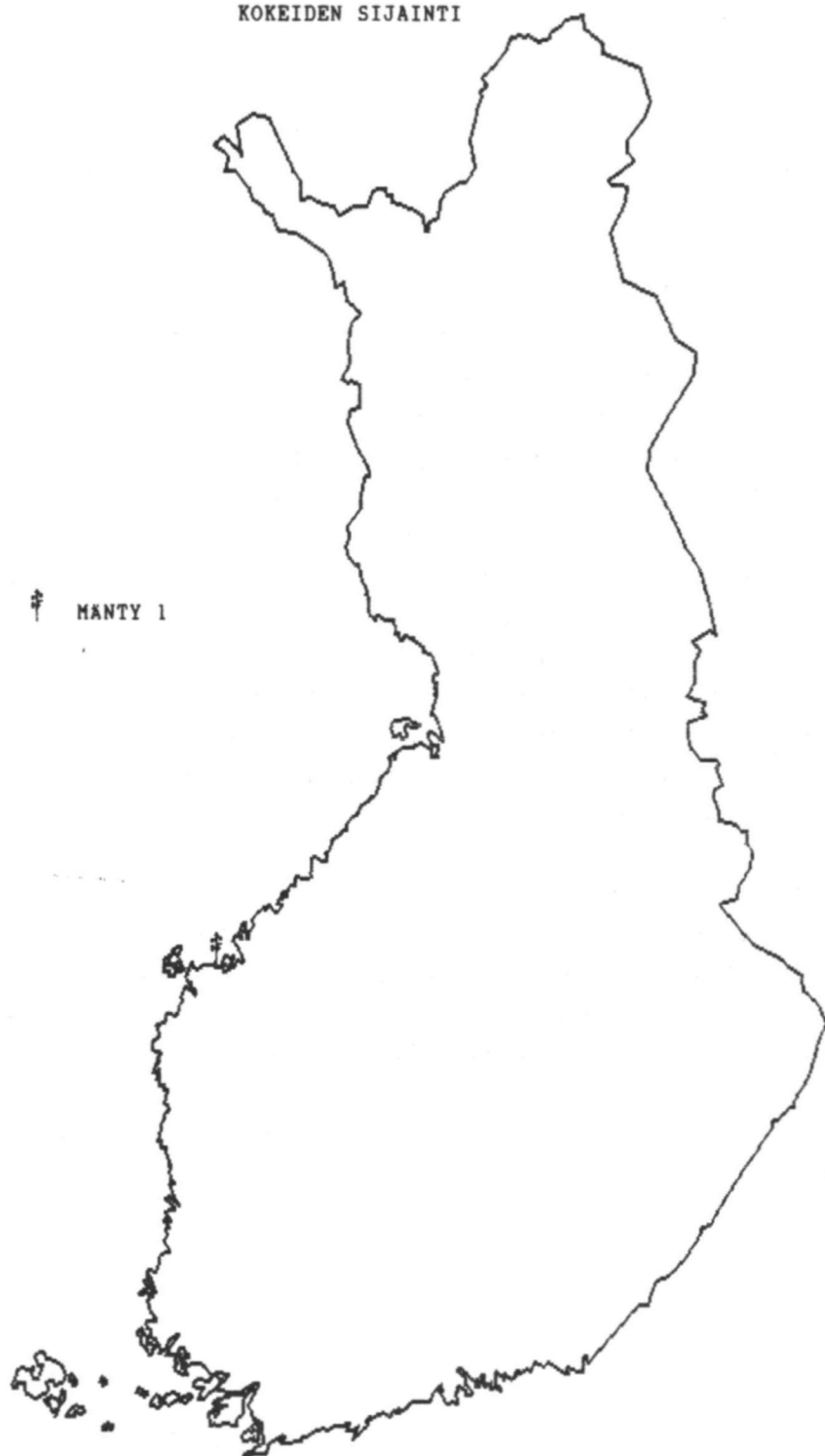
Harvennus keskimäärin 33,3 %

HARVENNUSKOE 201
Kannuksen kokeilualue
Maksamaa, Bodö, (kuvio 126)

Koe perustettu kesällä 1984.



KOKEIDEN SIJAINTI



LIUKUVAN HARVENNUSVOIMAKKUUDEN KOEALAT

411. Pohjois-Suomen vanhat pysyvät koealat

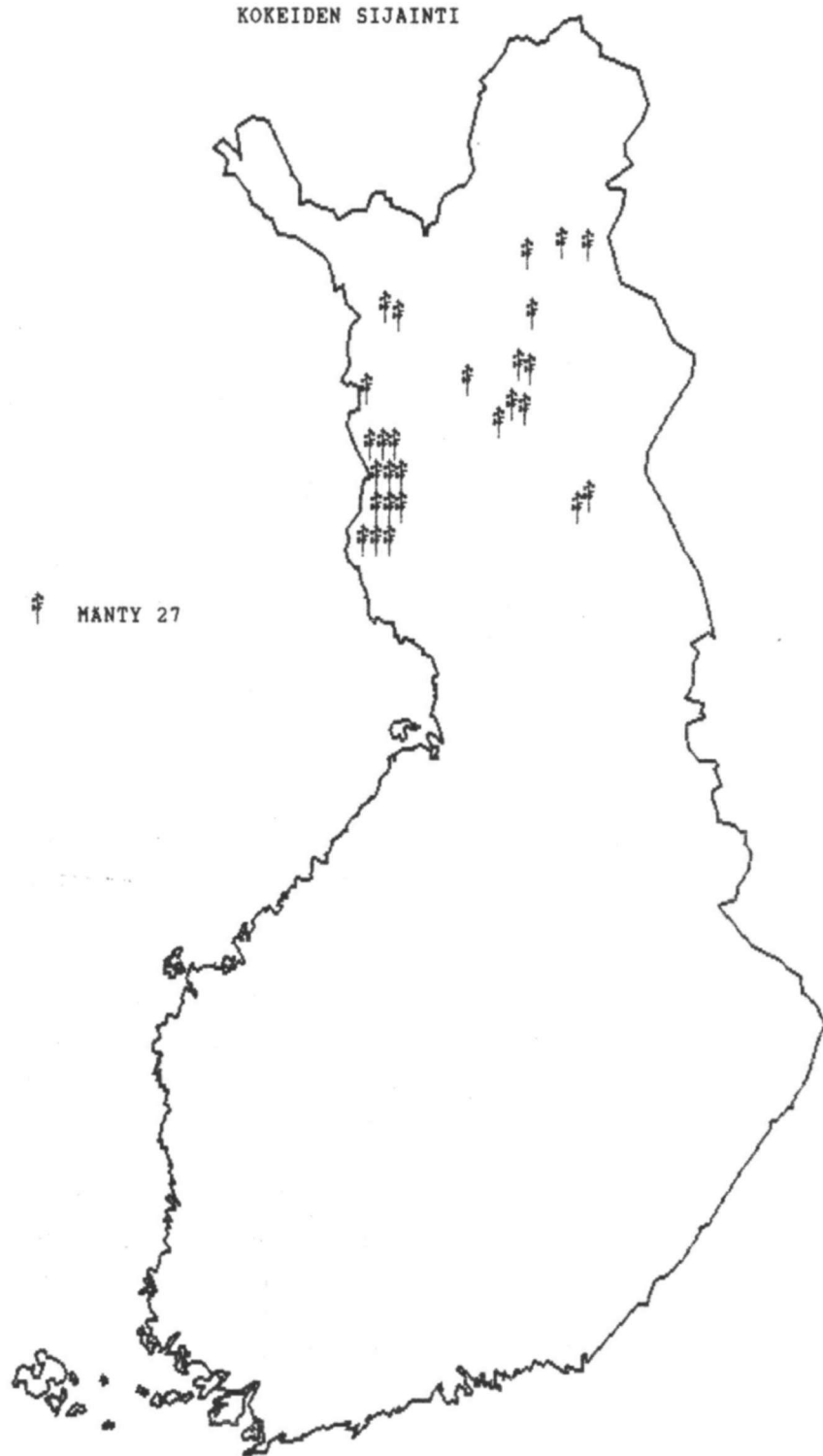
Pohjois-Suomen pysyvillä metsikkökokeilla pyritään kuvaamaan alueen metsien kasvua ja kehitystä. Koealojen tietoja voidaan käyttää esim. kasvuyhtälöiden testausmateriaalina.

Aineisto koostuu eri tavoin perustetuista, joko yksittäisistä koealoista tai neljän koealan sarjoista. Suuri osa koealoista on rajattu maastoon ja mitattu ensimmäisen kerran 1950-luvulla VMI:n näytekoealoiksi. Nämä koealat sijaitsevat enimmäkseen varttuneissa männiköissä. Neljän koealan sarjat on mitattu ensimmäisen kerran 1960-luvulla. Nämä koealat sijaitsevat enimmäkseen riukuvaiheen männiköissä ja osa näistä on vastikään ensiharvennettu. Mitään yhtenäistä koesuunnitelmaa koealoilla ei ole, vaan tutkimussuunta on halunnut säilyttää kaikki vielä kasvatettavina säilyneet yksittäisetkin koealat. Nuoriin ensiharvennusmetsiköihin on tehty harvennusohjelma tutkimussuunnan HARKAS-kokeiden ohjeita soveltaen.

Perustamisvaiheen jälkeen koealat on mitattu uudelleen v. 1977 (Länsi-Lappi) ja 1983 (Sodankylä). Nuoret metsiköt on mitattu tai mitataan silloin, kun ensiharvennus on ajankohtainen. Uusimmissa mittauksissa koealojen puut on normaalien mittausten lisäksi kartoitettu.

Kaikki koealat ovat männiköitä. Koemetsiköitä on 27 ja niissä 86 koealaa.

KOEIDEN SIJAINTI



412. Suojametsien käsittely

Käsittelykokeilla pyritään tutkimaan eri vaihtoehtojen vaikutusta suojametsien kehitykseen. Vastausta etsitään kysymykseen: millä tavoin harvennukset olisi järkevintä toteuttaa ääreissä olosuhteissa.

Suojametsät kasvavat hitaasti, mistä johtuen kertymät ovat pieniä. Ei ole taloudellisesti kannattavaa suorittaa useita harvennuksia metsikön kiertoajan kuluessa. Jos harvennuksia tehdään, niiden on oltava voimakkaita. Kuinka paljon puustopääomaa voidaan poistaa, jottei siitä vielä olisi haittaa metsikön jatkokehitykselle, on eräs suojametsien käsittelykokeiden tutkimuksellinen tavoite. Talousmetsissä asia tunnetaan, mutta ääreissä suojametsäoloissa samat lainalaisuudet eivät välttämättä ole voimassa.

Suojametsäalueen puustolla on varsinkin karuilla kasvupaikoilla taipumus eri-ikäisrakenteisuuteen. Käsittelykokein on selvitettävä, olisiko näillä alueilla jokin muu kuin alaharvennukseen perustuva ratkaisu metsikön kehityksen kannalta järkevämpi.

Toteutetuissa käsittelykokeissa noudatetaan kahta päälinjaa: nuorissa, valtapituudeltaan alle 12-metrisissä metsiköissä, on perustettu kasvatustiheyskokeita, ja sitä pitemmissä varsinaisia harvennuskokeita.

Kokeet perustetaan vähintään neljänä toistona. Käsittelytapoina ovat alaharvennus, yläharvennus, harsintaharvennus, määrämittaharsinta ja käsittelemätön. Lisäksi useissa kokeissa tutkitaan luontaista uudistumista avohakkuuruuduin. Kasvatustiheyskokeissa käytetään 4-5 tiheyttä runkoluvun vaihdella 250:stä 3000:een. Koemetsiköiden koko tiheysvaihtelu on pyritty käyttämään hyväksi.

Suojametsäalueelle on perustettu v. 1982-85 aikana kaikkiaan 6 koetta (104 koealaa). Niistä on kolme kasvatustiheyskoetta ja kolme käsittelykoetta.

KOKEIDEN SIJAINTI



SUOJAMETSIEN KASITTELY

5. TEKNINEN LAATU

51. Karsiminen

511. Vanhat karsimiskokeet

Tutkimuksen tarkoituksena on tutkia, kuinka paljon eläviä oksia voidaan karsia puun kasvua heikentämättä, kuinka suuria kasvutappioita aiheuttaa voimakas karsiminen ja kuinka puu kykenee - jos kykenee lainkaan - toipumaan erittäin voimakkaan karsimisen aiheuttamasta latvuksen supistumisesta. Näiden tulosten tarjoamalta pohjalta pyritään tekemään metsänhoidollisia päätelmiä ja esittämään näkökohtia karsimisen liiketaloudellisesta kannattavuudesta.

Aihe tarjoaa mahdollisuuden puuyksilön käyttämiseen tutkimuksen perusyksikkönä. Yksittäiset sieltä täältä valitut koepuut - vaikka ne kasvavatkin karsimattomien puiden keskellä - muodostavat tutkimuskokonaisuuden, joka vastaa käytännön metsätalouden asettamia edellytyksiä. Puuyksilötutkimuksen tietä voidaan tehdä päätelmiä, jotka ovat suoraan käytäntöön sovellettavissa.

Tutkimusmetsiköiden valinta

tapahtuu aivan kuten karsittavien metsiköiden valinta käytännössäkin, subjektiivisesti. Tutkimuskohteiksi pyritään löytämään sopivassa kehitysvaiheessa olevia mänty- ja koi-vumetsiköitä eri puolilta maan eteläosaa. Aineistoon pyritään saamaan mahdollisuuksien mukaan vaihtelua myös kasvupaikan ja puulajin osalta. Tutkimusmetsiköt ovat joko luontaisesti tai kylvään perustettuja (valtapituus 10-12 m).

Koepuiden valinta

tapahtuu, niin ikään karsimiskäytännön tapaan, harkintaan perustuen. Subjektiivinen valinta on paikallaan senkin

tähden, että tutkimukset pyritään keskittämään kasvukyvyltään ja elinympäristöltään samankaltaisiin yksilöihin. Koepuiksi valitaan siis rungon ja latvuksen sekä elinympäristönsä puolesta mahdollisimman samanlaisia päävalta-puita. Koepuiden sijoittelu eri karsimisasteisiin tapahtuu sitä vastoin arpomalla.

Karsimisaste

Tarkoituksena on peittää koko se vaihtelualue, mikä metsäpuiden karsimisessa voi tulla kysymykseen. Voimakkain aste on tästä syystä sellainen, että se todennäköisesti johtaa puun luontaisen kuoleman rajamaille. Toisena äärimmäisyytenä on karsimaton tila. Kokeisiin sisällytetään neljä karsimisen kannalta erilaista astetta seuraavan asetelman osoittamin perustein:

Karsimisaste	Karsitaan elävän latvuksen pituudesta, %
Karsimaton	0
Lievä	20
Voimakas	50
Erittäin voimakas	80

Lievä aste merkitsee luontaisesti ja kylvään syntyneissä nuorissa metsiköissä 2-3 alimman elävän oksakiehkuran poistamista, kun taas erittäin voimakkaassa asteessa jää sama määrä ylimpiä kiehkuroita. Voimakas karsiminen on prosenttilukunsa keskeisyydestä huolimatta lähempänä lievää astetta, koska poistettavat oksat edustavat tavallisesti hyötysuhteeltaan keskimääräistä heikompaa ainesta.

Karsiminen

suoritetaan karsimisraudalla ja oksasahalla mahdollisimman huolellisesti. E erityistä huolellisuutta on noudatettava latvan huippuosissa, missä karsiminen voi aiheuttaa melkoista vauriota. Tämä johtuu paitsi hankalasta karsimis-

korkeudesta myös siitä, että oksien koko suhteessa rungon paksuuteen on ylempillä korkeuksilla yleensä suuri.

Karsimisen jälkeen puut jätetään kasvamaan myöhemmin ta-
pahtuvia mittauksia varten. Metsiköitä ei kokeen perusta-
misvaiheessa harvenneta.

P.S.

Kokeet perustettiin syksyllä 1955 ja keväällä 1956. Pe-
rustettiin kaikkiaan 8 koetta, niistä 2 rauduskoivikoihin
ja 6 männiköihin. Yksi männikkökoe tuhoutui, kun alue
luovutettiin toiseen maankäyttötarkoitukseen. Kokeet si-
jaitsivat Vilppulassa, Lapinjärvellä, Tuusulassa, Luumä-
ellä ja Valkealassa.

Koepuita sisältyi kokeisiin alunperin 184 kpl, kutakin
karsimisastetta siis 46 kpl. Yhden kokeen tuhoutumisen
jälkeen jäi 160 koepuita, 40 kpl karsimisastetta kohti.

Kokeet lopetettiin v. 1976, jolloin koepuut kaadettiin
lahovikaisuuksien selvittämistä varten.

Kokeiden perusteella on ilmestynyt neljä tutkimusta:

Vuokila, Y. 1960. Elävien oksien karsimisen vaikutuk-
sesta puun kasvuun. Summary: The effect of green prun-
ing on the growth of Scots pine. Commun. Inst. For.
Fenn. 52.1: 1-27.

Vuokila, Y. 1968. Karsiminen ja kasvu. Summary:
Pruning and increment. Commun. Inst. For. Fenn.
66.5:1-61.

Vuokila, Y. 1976. Karsimisen vaikutus männyn ja
koivun terveystilaan. Summary: Effect of green prun-
ing on the health of pine and birch. Folia For.
281:1-13.

Vuokila, Y. 1976. Pystypuun kairaus vikojen aiheuttajana. Summary: The boring of standing trees as a source of defects. *Folia For.* 282:1-11.

512. Uudet karsimiskokeet

Viljelymänniköt muodostavat huomattavan osan taimikoista. Istutusmänniköt kehittyvät etenkin hyväpohjaisilla kangasmailla erittäin oksaisiksi. Myös kylvömanniköillä on taimipumusta oksikkuuteen etenkin, jos tupaat on hajoitettu varhaisessa vaiheessa.

Karsiminen on lähes ainoa keino parantaa oksikkaiden mentyjen laatua aikaisessa kehitysvaiheessa. Kokeissa tul- laan tutkimaan karsinnan vaikutusta sekä yksittäisten puiden että metsiköiden kasvuun ja laadun kehitykseen.

Aiempien tutkimusten perusteella voidaan osoittaa yleiset suuntaviivat metsänhoidollisesti järkevälle karsinnalle:

- karsittavien puiden lukumäärä 400-600 kpl/ha
- karsinnan jälkeinen vihreä latvus n. 40 % puun kokonaispituudesta

Karsinta voidaan tehdä yksi- tai kaksivaiheisena. Yleisesti on käytännössä käytetty yksivaiheista karsintaa. Karsinta kahdessa vaiheessa saattaa kuitenkin olla puustolle miellyttävämpi vaihtoehto: karsinnan mahdollisesti aiheuttama shokkivaikutus voi olla pienempi. Lisäksi etenkin hyvän kasvupaikan männiköt saattavat olla siinä vaiheessa, jolloin yksivaiheinen karsinta tulee ajankoh- taiseksi, jo niin järeäoksaisia, että karsimisen toteutta- minen on hankalaa.

Yksi- ja kaksivaiheisen karsinnan käytöstä voidaan antaa seuraavat ohjeet:

- Kun taimikon elinvoimaisimpien, karsittaviksi ai- ottujen puiden keskipituus on 9-12 m, käytetään yksivaiheista karsintaa.

Puut karsitaan seuraavasti:

- oksattoman osan pituuden tulee olla vähintään 4,5 m, enintään 6 m
- karsinnan jälkeisen latvuksen tulee olla vähintään 40 % puun pituudesta
- Kaksivaiheista karsintaa voidaan käyttää silloin, kun taimikon elinvoimaisimpien puiden keskipituus on yli 5, mutta vähemmän kuin 7 m

Puut karsitaan seuraavasti:

- oksattoman osan pituus ensikarsinnan jälkeen on noin 3-4 m
- latvus karsimisen jälkeen vähintään 40 % puun pituudesta
- puut karsitaan toisen kerran niiden ollessa 10-12 m:n pituisia, jolloin oksattoman osan pituudeksi saadaan 5-6 m.

Tutkimusmetsiköiksi soveltuvat normaalit istutus- ja kylvömänniköt, joissa karsinta on oksaisuuden vuoksi aiheellista. Kuhunkin metsikköön perustetaan vain yksi yhden tai kaksi koealaa käsittävä koe. Tämä siitä syystä, että karsinnan aiheuttamaa reaktiota tarkastellaan puukohtaisesti, jolloin ei tarvita laajoja toistoja samassa metsikössä.

Tärkeää on saada tietää, miten karsitut puut kasvavat erilaisilla kasvupaikoilla, kuinka paljon vihreätä oksistoa voidaan poistaa ja onko kaksivaiheinen karsinta kannattavaa.

Yleensä karsittaviksi puiksi valitaan kaikkein elinvoimaisimmat valtapuut. Lisäksi suositetaan mahdollisuuksien mukaan hieno-oksaisia puita. Istutustaimikoissa saattaa esiintyä erityisen paksuoksaisia ja huonomuotoisia, mutta nopeakasvuisia puita, joita normaalisti ei karsittaisi. On aiheellista perustaa sellaisiakin kokeita, joissa kar-

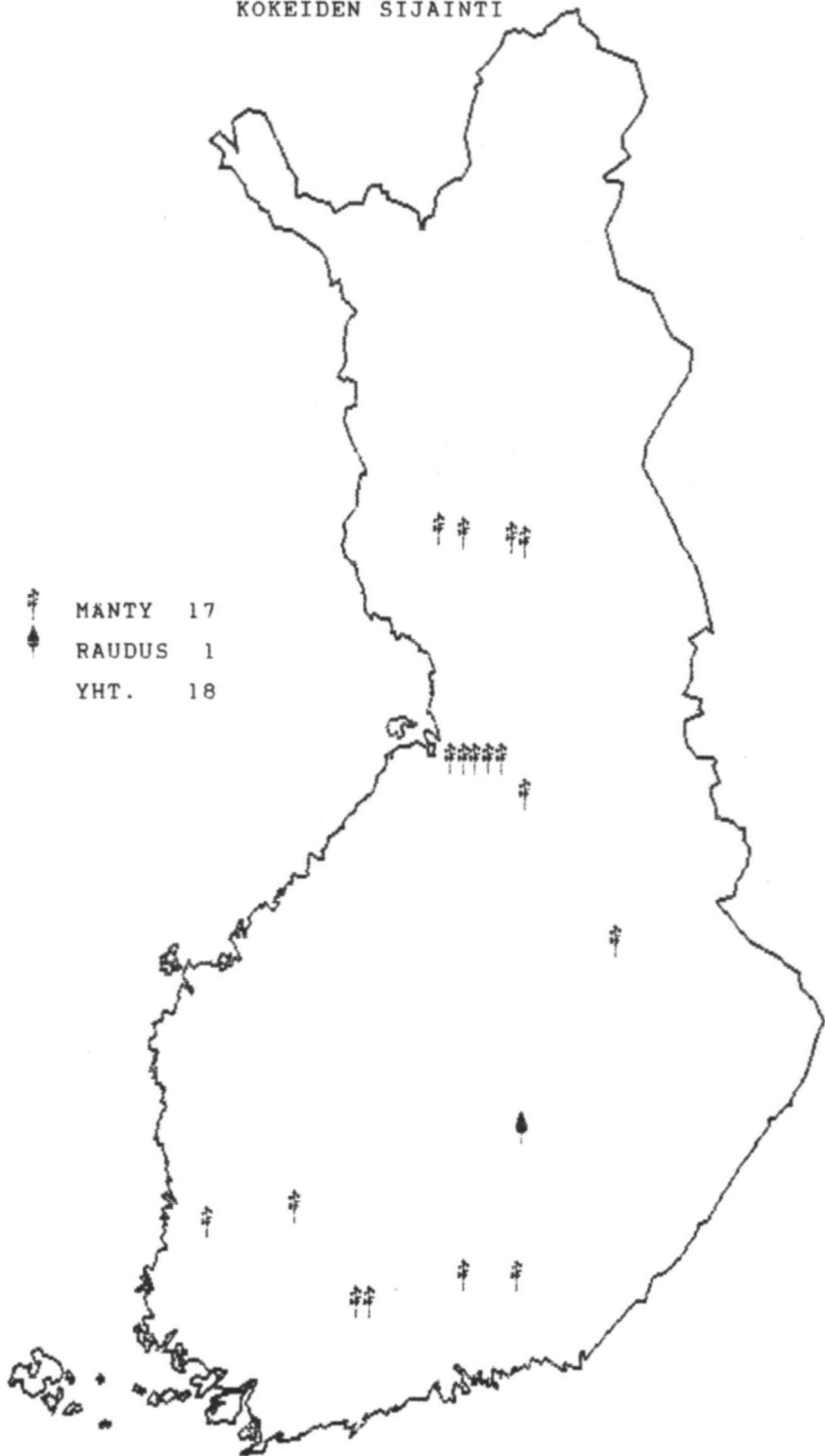
sitaan juuri näitä ylioksikkaita puita. Tällöin on puuvallinnasta tehtävä selvä merkintä perustamispapereihin.

Kokeet perustetaan ympyräkoeloina, joiden puut kartoitetaan. Kullakin koelalla tulee olla alueelle tasaisesti jakaantuneena n. 20 karsittua puuta. Kun karsittavien puiden lukumäärä/ha on 500, tarvitaan 4 aarin koela (säde 11,28).

Kahta Pieksämäellä sijaitsevaa koivukoetta lukuunottamatta karsimiskokeita on perustettu männiköihin. 18 metsikössä on karsittu kaikkiaan 2639 puuta. Näistä 2023 on karsittu yhdellä kerralla lopulliseen korkeuteen (4-6 m). 616 puuta on karsittu enintään 3 m:n korkeuteen. Nämä puut tullaan karsimaan toistamiseen.

Karsimista on harjoitettu myös tutkimussuunnan taimikoidenharvennuskokeiden voimakkaimmin käsitellyillä ruuduilla. On karsittu joko koeruudun kaikki puut (600 kpl/ha) tai joka toinen puu (1000 kpl/ha).

KOKEIDEN SIJAINTI



UUDET KARSIMISKOKEET

52. Laatuharvennus

Nuorten männiköiden tekninen laatu on yleisesti heikohko. Siitä syystä on paikallaan kiinnittää ensiharvennuksessa erityistä huomiota laadun parantamiseen käsittelytekni-
sesti.

Koemetsiköt ovat heikko- tai heikohkolaatuisia ensiharven-
nusmänniköitä, joissa laatu vaihtelee paljon puusta toiseen ja jotka eivät ole ylitiheyden vuoksi vielä menettäneet liikaa latvuksiaan. Valtapituus on tiheydestä riippuen 10-15 m. Pinta-alaa 2-3 ha.

Kokeeseen sisältyy seuraavantapaisia käsittelyitä:

- Tiukka, laadusta piittaamaton alaharvennus normaalein runkolukutavoittein.
- Sama kuin edellä, mutta sen lisäksi karsitaan 400-500 runkoa hehtaaria kohti normaalein karsintaperustein.
- Jätetään yksinomaan vähäoksisimmat yksilöt (kaikki kuitenkin joko pää- tai lisävaltapuita).
- Sama kuin edellä, mutta lisäksi 400-500 runkoa/ha karsitaan.
- Ei harvennusta ensiharvennusvaiheessa vaan vasta, kun edelliset käsittelyt tulevat uuden harvennuksen ajankohtaan (10-15 v:n kuluttua).

Kaikkien harvennuksin käsiteltyjen koealojen pohjapinta-alan harvennuksen jälkeen tulee olla sama, ts. käsittelyn voimakkuus on vakio.

Tutkimusmetsikön tulee olla mahdollisimman tasainen. Kasvupaikka OMT-VT. Kuvion suunnilleen kahteen samankaltaiseen osaan jakava kasvupaikkaraja sallitaan.

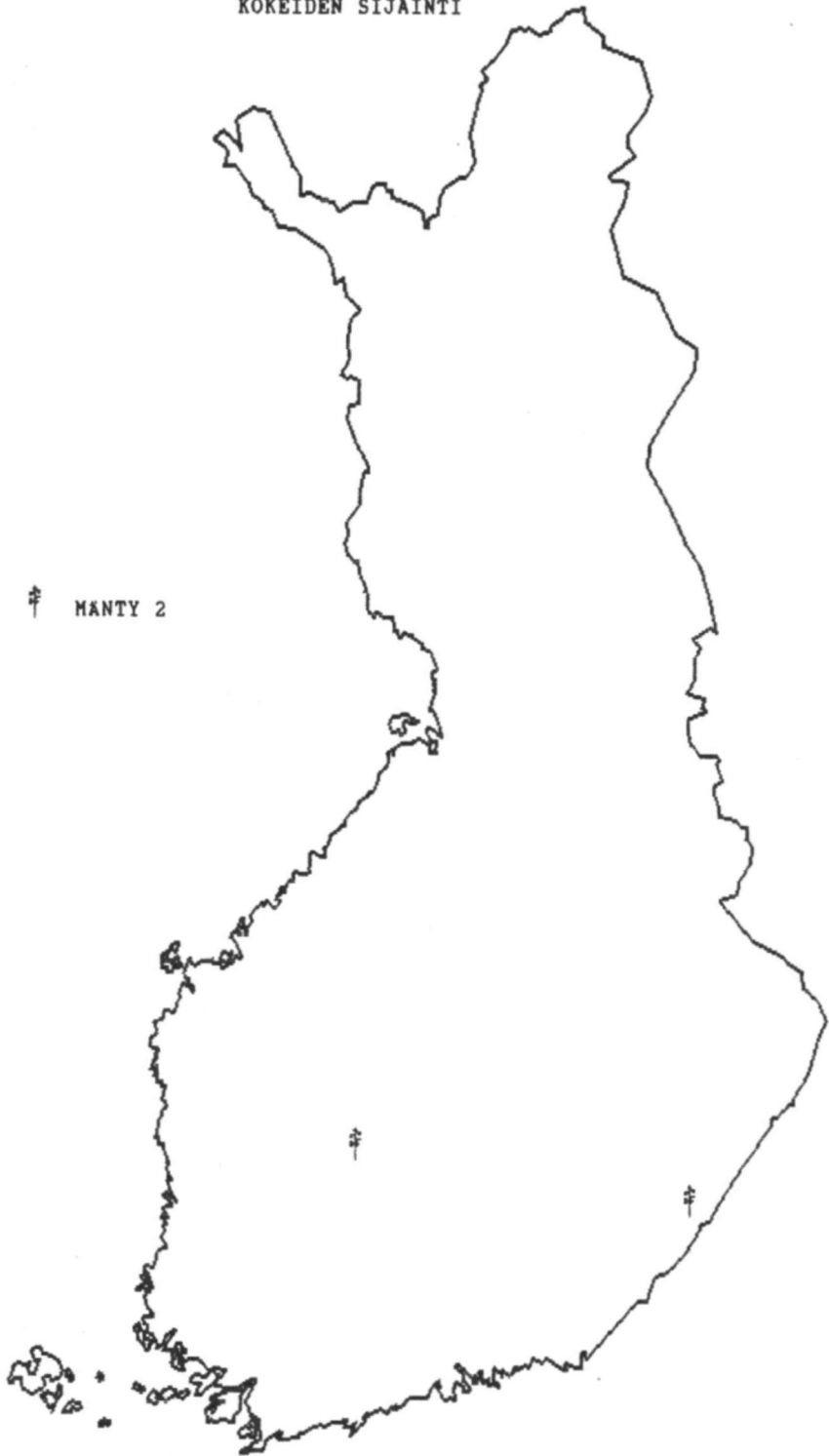
Metsikköön tulisi mahtua 10 koealaa (à vähintään 0,1 ha), jolloin jokainen käsittely voidaan toistaa kaksi kertaa.

Koealat voivat olla myös ympyräkoaloja, jolloin kartoittaen vältettäisiin numerointi. Kullekin koealalle tulisi säteen suunnassa mitaten 2-3 m:n vaippa, mielellään enemmänkin.

Normaalien mittausten ohella kuvataan puuston laadun kehitystä erikoismittauksin.

Kaksi perustettua koetta, joissa yhteensä 7 koealaa.

KOKEIDEN SIJAINTI



6. LANNOITUKSEN PUUNTUOTANNOLLINEN MERKITYS

61. Maantutkimusosaston perustamat vanhat lannoituskokeet

Professori Pentti Viron laatiman suunnitelman mukaisesti maantutkimusosasto ryhtyi v. 1956 perustamaan laajaa lannoituskoesarjaa kangasmetsien lannoituksen biologisten perusteiden selvittämiseksi. Keskeisimpänä tavoitteena oli selvittää tärkeimpien pääravinteiden: typen, fosforin, kaliumin ja/tai kalsiumin yksittäis- ja yhdysvaikutuksia puuston kasvuun erilaisilla kasvupaikoilla.

Kenttäkokeet perustettiin faktoriaalisen koejärjestelyn mukaisesti, jolloin kokeeseen sisältyvät tutkittavat ravinteet yksittäin ja kaikkina mahdollisina yhdistelminä. Kun kutakin tarkasteltavaa ravinnetta joko on annettu tai ei, saadaan kullekin ravinteelle kaksi tasoa. Näin kolmen ravinteen kokeessa on 2^3 eli 8 koealaa ja neljän ravinteen kokeessa vastaavasti 2^4 eli 16 koealaa.

Kokeiden perustamisvaiheessa typpi annettiin pääsääntöisesti ammoniumsulfaattina, fosfori hienofosfaattina, kalium kalisuolana ja kalsium kalkkikivijauheena. Alkuvaiheessa käytetty typpiannos (82 kg N/ha) osoittautui liian pieneksi, minkä takia typpilannoitus uusittiin useimmiten 4-10 v:n kuluttua. Vaikka nämä faktorikokeet oli alunperin tarkoitettu esiselvitykseksi, jatkettiin niitä mahdollisuuksien mukaan. Jatkolannoituksissa käytettiin eri typpilannoitelajeja, useimmiten ureaa tai oulunsalpietaria. Myös typpimäärää lisättiin saatujen tulosten myötä.

Vuonna 1978 näille lannoituskokeille laadittiin jatko-ohjelma, jonka tavoitteena on selvittää:

- toistuvilla lannoituksilla saatavaa kasvunli- säystä ja lannoitusmetsiköiden kehitystä (ARP)
- puuston ravinnetarpeen kehittymistä sekä maan ravinteisuuden muutoksia toistuvien lannoitusten jälkeen (MAA).

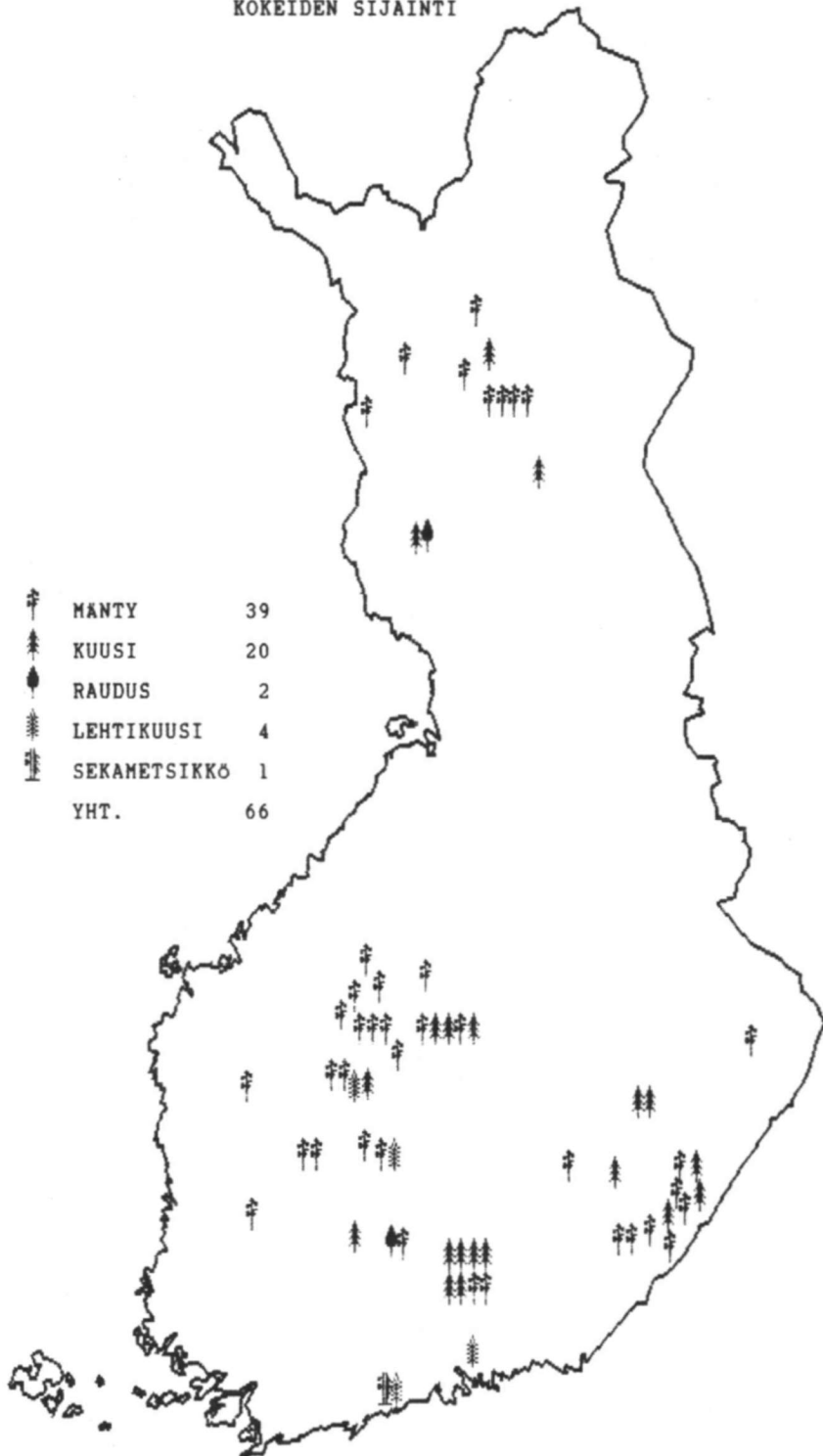
Suunnitelman mukaan jatketaan sellaisten kokeiden ylläpitoa, joilla puuston ikä koetta perustettaessa oli Etelä-Suomessa alle 60 v ja Pohjois-Suomessa alle 100 v edellyttäen, että typpilannoitus on uusittu likimain säännömukaisesti 4-10 v:n väliajoin eli kaikkiaan 1-4 kertaa.

Kokeilla jatketaan typpilannoituksia vakiintuneen käytännön mukaisesti. Kuitenkin tiettyjen vuosijaksojen kuluttua annetaan kaikkia kokeen perustamisvaiheessa käytettyjä ravinteita (N, P, K ja Ca). Lannoiteannokset ovat: Etelä-Suomessa N 180 kg/ha ja Pohjois-Suomessa 120 kg/ha oulunsalpietarina, P 40 kg/ha superfosfaattina, K 100 kg/ha kalisuolana ja Ca käyttäen 4000 kg/ha kalkkikivijauhetta. Lannoitteet levitetään keväällä.

Vuodesta 1978 lähtien koaloilta on otettu maa- ja neulasnäytteet aina ennen jatkolannoitusta sekä kolmen kasvu- kauden kuluttua lannoituksesta. Neulasnäytteiden ottamista varten koaloille on merkitty pysyvästi viisi koe- puuta vallitsevasta latvuskerroksesta. Humus- ja kivennäismaanäytteet on otettu systemaattisesti puuston mit- tauksen yhteydessä aina ennen jatkolannoitusta. Lisäksi kolmen vuoden kuluttua jatkolannoituksesta on otettu hu- musnäytteet.

Nykyisin tähän koesarjaan kuuluu 66 koetta, joista männi- köitä 39, kuusikoita 20, koivikoita 2, lehtikuusikoita 4 sekä 1 kuusen, männyn ja koivun muodostama sekametsikkö. Koaloja on kaikkiaan 584 kpl.

KOKEIDEN SIJAINTI



62. Lannoitelaji ja lannoitusväli

Tutkitaan toistuvan lannoituksen vaikutusta puuntuotukseen käyttäessä eri lannoitelajeja ja erilaisia lannoitusvälejä. Tavoitteena on selvittää, mitä lannoitteita tulisi käyttää ja kuinka usein tulisi lannoittaa, kun halutaan ylläpitää jatkuvaa lannoitusvaikutusta.

Tutkimus rajoitetaan männiköihin ja kuusikoihin, jotka ovat viljavuudeltaan boniteetteja $H_{100} = 20-28$ ja joissa runkoluku on enintään 2200 kpl/ha. Puuston valtapituuden tulee olla koetta perustettaessa 10-12 m.

Perustetaan kestokokeita, joissa muuttuvina tekijöinä ovat lannoitelaji ja lannoituksen toistumisaika. Kokeen perusrunko on 3 x 2 -koe, johon lisätään yksi harvennettu mutta lannoittamaton koela. Toistossa on siis 7 koelaa (à 0,1 ha).

Lannoitelajit ovat:

1. Ureaa 391 kg/ha (180 kg N/ha)
2. Oulunsalpietaria 662 kg/ha (180 kg N/ha)
3. Y-lannosta 1200 kg/ha (180 kg N/ha, 78 kg P/ha, 149 kg K/ha)

Lannoitusvälit ovat:

1. 4 vuotta
2. 8 vuotta

Ensiharvennuksessa poistetaan 30-40 % runkoluvusta niin, että tavoiterunkoluku harvennuksen jälkeen on n. 1000 kpl/ha.

Ensimmäinen lannoitus tapahtuu kaksi vuotta (todellisuudessa kolme vuotta) tämän harvennuksen jälkeen.

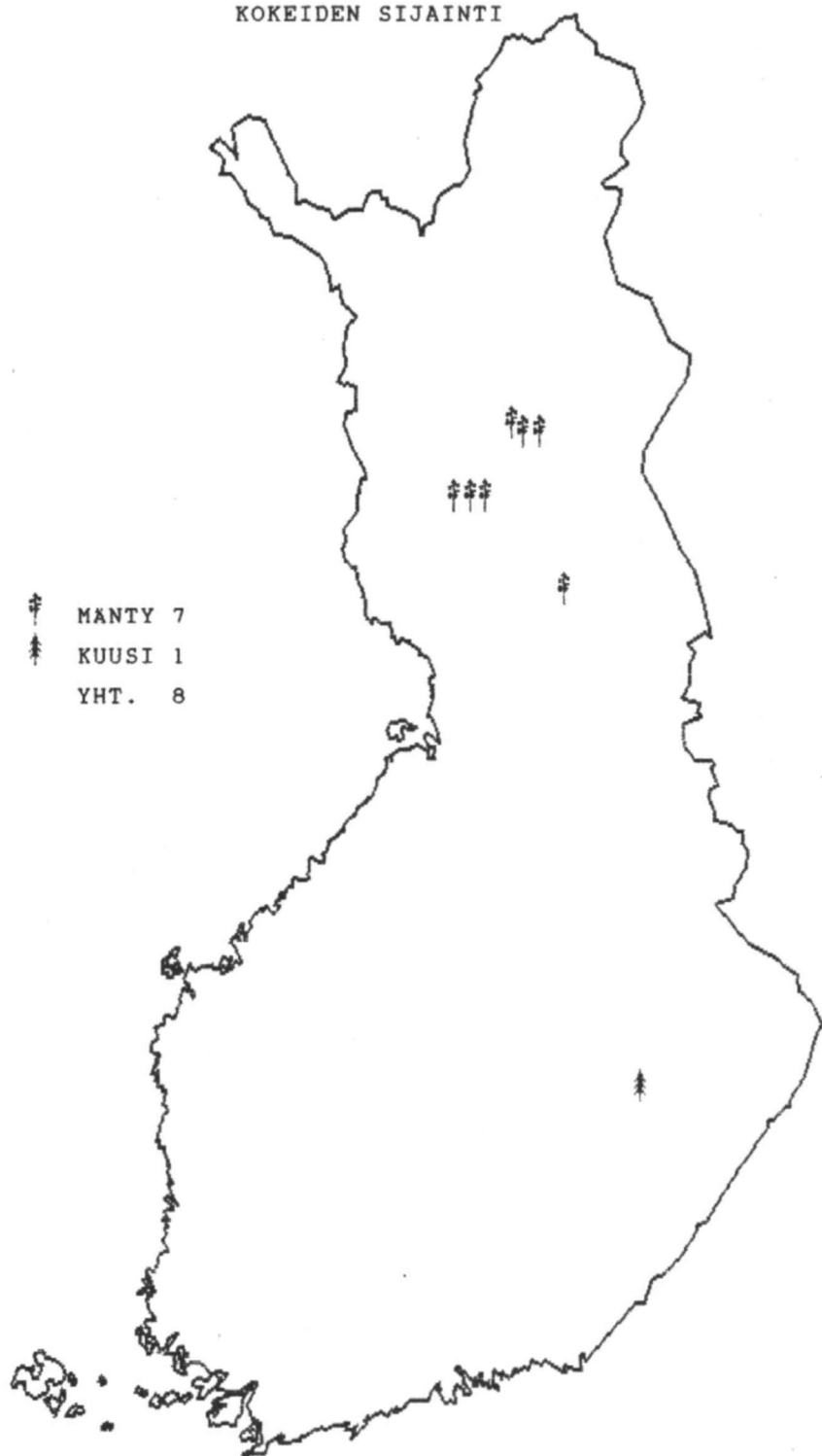
Mittauksia tehdään aina kun kokeen jotakin koealaa käsitellään. Kultakin koealalta otetaan maanäytteet, joista selvitetään raekoostumus ja pääravinteiden määrät. Puuston ikä tutkitaan kairaamalla tai asiapapereista.

Esitetyn suunnitelman mukaan perustettuja kokeita on vain 2, toinen kuusikko ja toinen männikkö. Kummassakin kokeessa on 7 koealaa, yhteensä siis 14.

Hyvin samantapaisia ovat pohjoissuomalaiset männiköiden jatkolannoituskokeet, joita on 6 kpl (120 koealaa). Ne edustavat erilaisia kasvupaikkoja ja kehitysvaiheita. Näissäkin kokeissa selvitetään lannoitusvälin merkitystä, mutta lannoitus aloitetaan kautta linjan oulunsalpietarilla ja sitä jatketaan NPK:lla. Lannoitusvälit ovat 3, 6 ja 9 v.

Edellä mainittujen kokeiden lisäksi on Sotkamoon perustettu vuosien 1961 ja 1964 aikana jatkolannoituskoe, jossa selvitetään vajaapuustoisten kuusikoiden reagointia eri ravinteisiin, lannoittelajeihin ja -määriin. Ravinneyhdistelminä ovat lannoittamaton, N, NP ja NPK sekä lannoittelajeina oulunsalpietari, hienofosfaatti, kaliumsulfaatti ja Y-lannos. Koealoja on yhteensä 20.

KOKEIDEN SIJAINTI



63. Tuhka- ja algominlannoituksen vaikutus puuston kasvuun

Kokeen tarkoituksena on selvittää, onko tuhka- tai algominlannoituksella vaikutusta kivennäismaiden lannoituksessa, kun peruslannoituksena annetaan tyyppiä.

Koe on tyypiltään arvottujen lohkojen koe, jossa on seuraavat kuusi koejäsentä:

1. lannoittamaton
2. 400 kg ureaa/ha
3. 400 kg ureaa/ha + 600 kg Algomin/ha
4. 400 kg ureaa/ha + 1 000 kg tuhkaa/ha
5. 400 kg ureaa/ha + 2 500 kg tuhkaa/ha
6. 400 kg ureaa/ha + 5 000 kg tuhkaa/ha

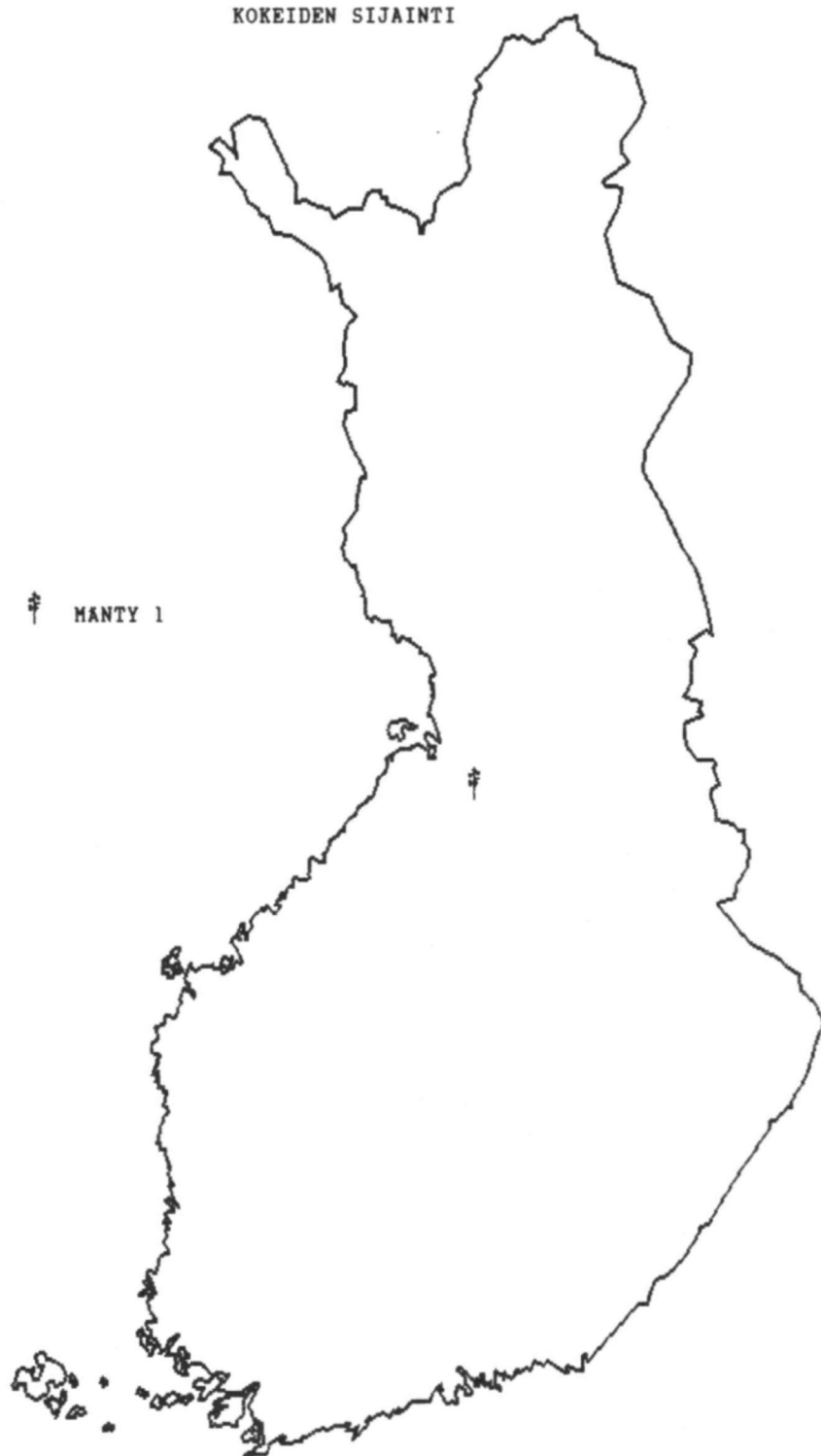
Kokeessa on 6 toistoa. Käytettävä tuhka on puun kuoren, turpeen tai puun tuhkaa. Lisäksi on 6 yksittäiskoealaa, joilla kokeillaan turpeentuhkalannoitusta suuriakin määriä, enimmillään 20 000 kg/ha. Ennen tuhkan levitystä siitä otetaan näytteet, joista selvitetään myöhemmin ravinteiden määrät. Samoin ennen levitystä otetaan maanäytteet sekä humus- että kivennäismaasta.

Kaikki koealat harvennetaan asentoon 1 200 kpl/ha. Koealojen koko on 0,25 ha.

Kultakin koealalta mitataan 4 osakoealaa, jotka kukin sisältävät 30-40 puuta. Osakoealat kartoitetaan. Osakoealojen keskeltä otetaan noin 10 koepuuta, joista mitataan pituus. Koepuualueen pinta-ala on noin 1/3 osakoealan pinta-alasta. Kunkin koealan yhdeltä osakoealalta mitataan koepuista myös läpimitta 6 metrin korkeudelta kii-
veten.

Ainoaan kokeeseen liittyy 42 koealaa.

KOKEIDEN SIJAINTI



† MANTY 1

64. Kasvatushakkuun ja lannoituksen keskinäinen ajoittaminen
(Försöksplan för samnordiskt projekt rörande gödsling-gallring)

Frågeställning

Hur inverkar gallring på effekten av gödsling och hur bör de båda åtgärderna tidsmässigt samordnas för att ge bästa produktion?

Försöksplaner

Plan 1:

Inverkar gallring på gödslingseffekten och i så fall bör gödslingen utföras före, samtidigt eller efter gallringen?

Som intervall mellan gödsling och gallring sättes här tre år. Försökets principiella uppläggning framgår av principskiss.

Plan 2:

Hur många år efter gallringen bör gödsling insättas för att största möjliga produktionsökning skall erhållas? Försökets principiella uppläggning framgår av principskiss.

Plan 3:

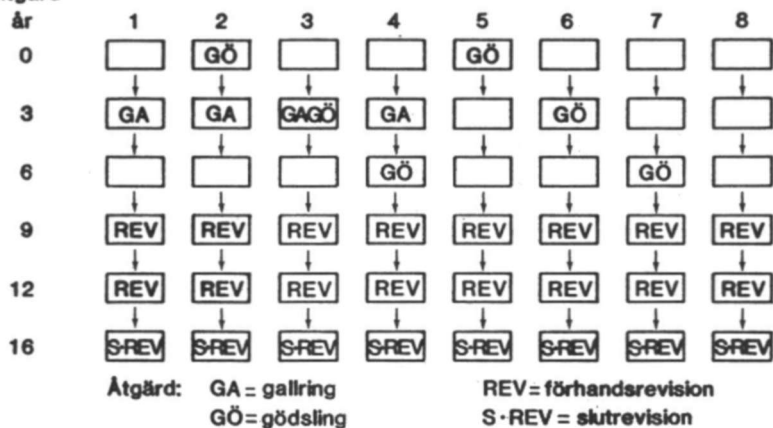
Hur många år före gallringen skall gödsling insättas för att största möjliga produktionsökning skall erhållas? Försökets principiella utformning framgår av principskiss.

I samtliga försöksplaner är gallringstidpunkten fast medan gödslingstidpunkten varierar. Detta med hänsyn till att stormskaderisken bör vara så lika som möjligt mellan försöksleden.

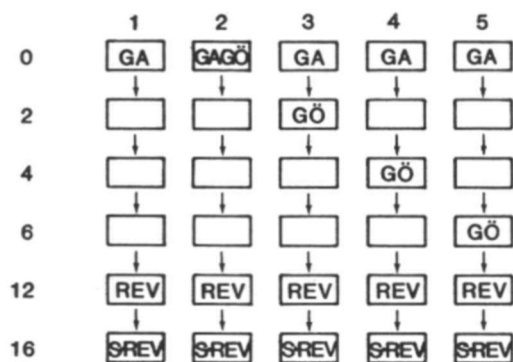
GÖDSLING - GALLRING

Plan 1. FÖRSÖKSLED

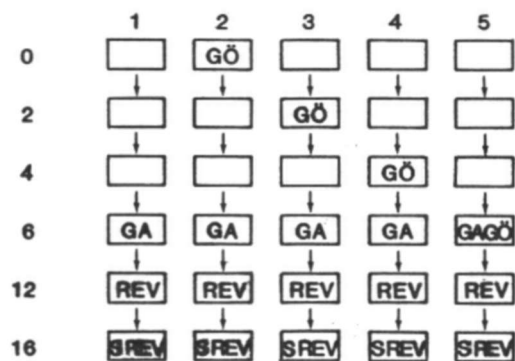
Åtgärd



Plan 2. FÖRSÖKSLED



Plan 3. FÖRSÖKSLED



Plan nr 1 ger svar på vilket som är bäst, att gödsla före, samtidigt med eller efter gallringen. Plan nr 2 och 3 betyder hur många år före eller efter gallringen som gödslingen bör insättas för att största produktionsökningen skall erhållas. Resultaten från plan nr 1 kan till viss del även användas vid denna bedömning i och med att tidsintervallet där är tre år.

Indelning i klimatzoner och fördelning av försöken på land

För att få försöken så väl utspridda som möjligt ur klimatologisk synpunkt har de tre länderna indelats i åtta klimatzoner vilka numrerats. Vissa delar inom respektive land ingår icke i något sådant numrerat område. Inom dessa delar av respektive land bör icke något försök i detta samarbetsprojekt anläggas. Detta med motiveringen att tillräckligt noggranna upplysningar om gödslingens och gallringens samspelseffekter bör kunna erhållas från angränsande lands motsvarande klimatområde. Så bör t ex försök i klimatzon III kunna täcka området i södra Finland och försök i klimatzon V bör på liknande sätt kunna täcka området på den svenska västkusten.

Med hänsyn till att resultaten från försök i zoner med relativt likvärdigt klimat skall kunna komplettera varandra är försöken fördelade mellan länderna med sex försök med sammanlagt 126 parceller i Sverige samt sex försök med sammanlagt 117 parceller i Norge och sju försök med sammanlagt 129 parceller i Finland.

Zonindelning samt försökens geografiska belägenhet framgår av kartan i figur 1.



Figur 1. Gödsling-gallringförsökens belägenhet inom klimatzoner.

Krav på försöksbestånden

Försöken bör inom de olika klimatzonerna fördelas på följande bonitetsområden angivna i H₁₀₀:

Klimatzon	Tall	Gran
I	T 22-26	G 24-28
II	T 20-24	-
III	T 22-26	G 24-28
IV	T 22-26	G 24-28
V	T 20-26	G 24-28
VI	T 22-26	G 24-28
VII	-	G 24-28
VIII	T 20-24	

Försöken bör om möjligt fördelas på såväl morän som sedimentmarker.

Beståndets övre höjd bör helst vara mellan 12 och 15 meter, men bestånd med övre höjden 10-17 meter bör även kunna utnyttjas.

Huggning i beståndet bör icke ha förekommit de sista tio åren. Om något ingrepp förekommit bör detta ha skett enbart i form av röjning.

Bestånden skall vara rena tall- eller granbestånd. Detta innebär att högst 10 procent av grundytan före första gallring får utgöras av annat trädslag än huvudträdslaget.

Försök bör icke anläggas i terräng med starkare lutning än 15 procent.

Det gallringsingrepp som skall göras bör vara relativt starkt varför beståndets slutenhet före gallring bör vara stor. Stamantalet per hektar bör ligga mellan 2000 och 3000 stammar vid övre höjden 12 meter och på motsvarande

sätt mellan 1500 och 2400 vid övre höjden 15 meter.

Varje försök enligt respektive plan skall omfatta minst tre block. Blocken får läggas i skilda bestånd vilka dock bör ha så likvärdig ålder, bonitet, trädslagssammansättning och skogstyp som möjligt. Relativt stort avstånd mellan blocken måste tillåtas. Det är väsentligare att mark och beståndsdata är så likvärdiga som möjligt än att blocken ligger i närheten av varandra. Samtliga block måste dock ligga inom samma klimatzon.

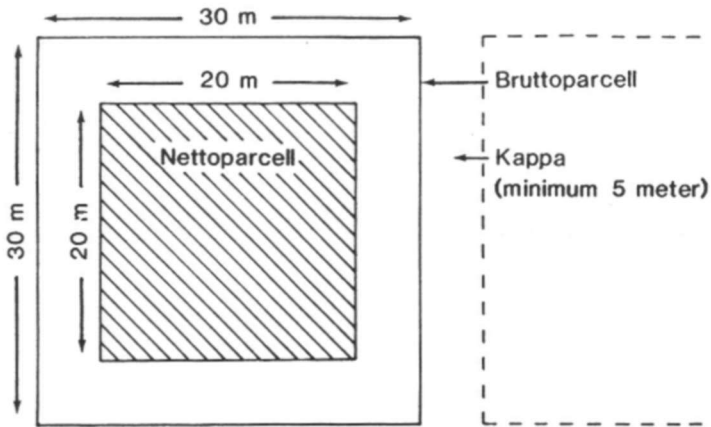
Grundytan på en enskild nettoparcell (se försöksanläggning, figur 2) inom ett block får avvika från blockets medelgrundyta med högst 9 procent i försök enligt plan 1 och med högst 7 procent i försök enligt plan 2 och 3. Samtidigt bör stamantalet på den enskilda nettoparcellen inom blocket icke avvika från blockets medelstamantal med mer än högst 15 procent.

Övre höjden på den enskilda nettoparcellen inom ett block bör icke avvika med mer än högst $\pm 1,0$ meter från parcelternas medeltal för blocket i fråga. Mellan blocken tillåts en variation på $\pm 2,0$ meter.

Gallringsstyrkan skall vara 35-40 % av grundytan. Gallringsformen skall vara lågt orienterad fri gallring, innebärande att man satsar på de bästa träden och släpper något på kravet på jämn stamfördelning. Gallringen skall ske hösten/vintern mellan vegetationsperioderna.

Försöksanläggning

De enskilda rutorna inom försöken utstakas som bruttoparceller om 30 x 30 meter. Innanför dessa utstakas nettoparceller om 20 x 20 meter enligt figur 2.



Figur 2. Gödsling-gallringsparcell.

Inom nettoparcellen måste efter gallringen minst 20 träd återstå. I stället för kvadratiska nettoparceller kan även cirkelrunda sådana med radien 10 meter utnyttjas.

Mellan bruttoparcellerna skall en ogödslad kapp om minst 5 meter lämnas. All körning av gödsel och gallringsvirke skall ske i denna kapp mellan bruttoparcellerna. Kappan skall gallras på motsvarande sätt som parcellerna.

Samtliga träd inom nettoparcellen numereras med fasta nummer på valfritt sätt. Brösthöjden markeras med färgpunkt eller färgkors på samtliga träd på hela bruttoparcellen. Eventuellt skall koordinatbestämning av träden på nettoparcellen ske på samtliga eller vissa försök.

Alla mätningar skall ske på bark. Vid anläggningen och varje gång en åtgärd utföres i beståndet korsklavas samtliga träd på nettoparcellerna samt att de fyra grövsta träden skall höjdmätas för bestämning av övre höjden inom varje nettoparcell.

Vid anläggningen, efter 3 år (försök enligt plan 1), efter 6 år, efter 9 år (plan 1), efter 12 år och vid slutrevisionen höjdmätes samtliga träd inom nettoparcellerna. Den årliga höjdtvecklingen kan - om så önskas - bestämmas genom stamanalys av provträd vid slutet av försöksperioden. Höjdtvecklingen under femårsperioden före försöksanläggningen bör bestämmas genom tillbakaräkning av toppskott vid anläggningen på nettoparcellerna om detta kan ske med tillräcklig säkerhet.

Vid försöksanläggningen bestämmas ålderna på övre-höjd-träden genom tillbakaräkning av toppskott samt genom borring av likvärdiga träd i den obehandlade kappan. Vid slutrevisionen av tallförsök tas en borkärna intill märg på samtliga stående träd.

Vid gallringen uttas bland de utgallrade träden på nettoparcellerna provträd som höjdmäts och en borkärna intill märg uttas i brösthöjd. Samtliga utgallrade träd korsk-lavas.

Prover för jordanalys tas från samtliga försök enligt särskild instruktion. Målsättningen skall vara att klas-sificera och karakterisera ett blocks allmänna markegens-kaper. Försöken beskrivs genom angivande av bl a latitud, longitud, höjd över havet, ålder, bonitet, skogstyp, kli-matförhållanden m m. Klimatförhållanden under försökspe-rioden beskrivs med data från närmaste klimatstation.

Frivilligt mäts diametern på 6 meters höjd över mark (ut-förs i Finland) samt bestäms krongränsen. Båda dessa mät-ningar utförs på hälften av träden på nettoparcellerna och endast i samband med att höjden mäts, dvs efter 3 år (plan 1), efter 6 år, efter 9 år (plan 1), efter 12 år och efter 16 år. Med krongräns avses den nedersta gröna grenen, om denna ej är skild från övriga kronan av mer än ett torrt grenvarv.

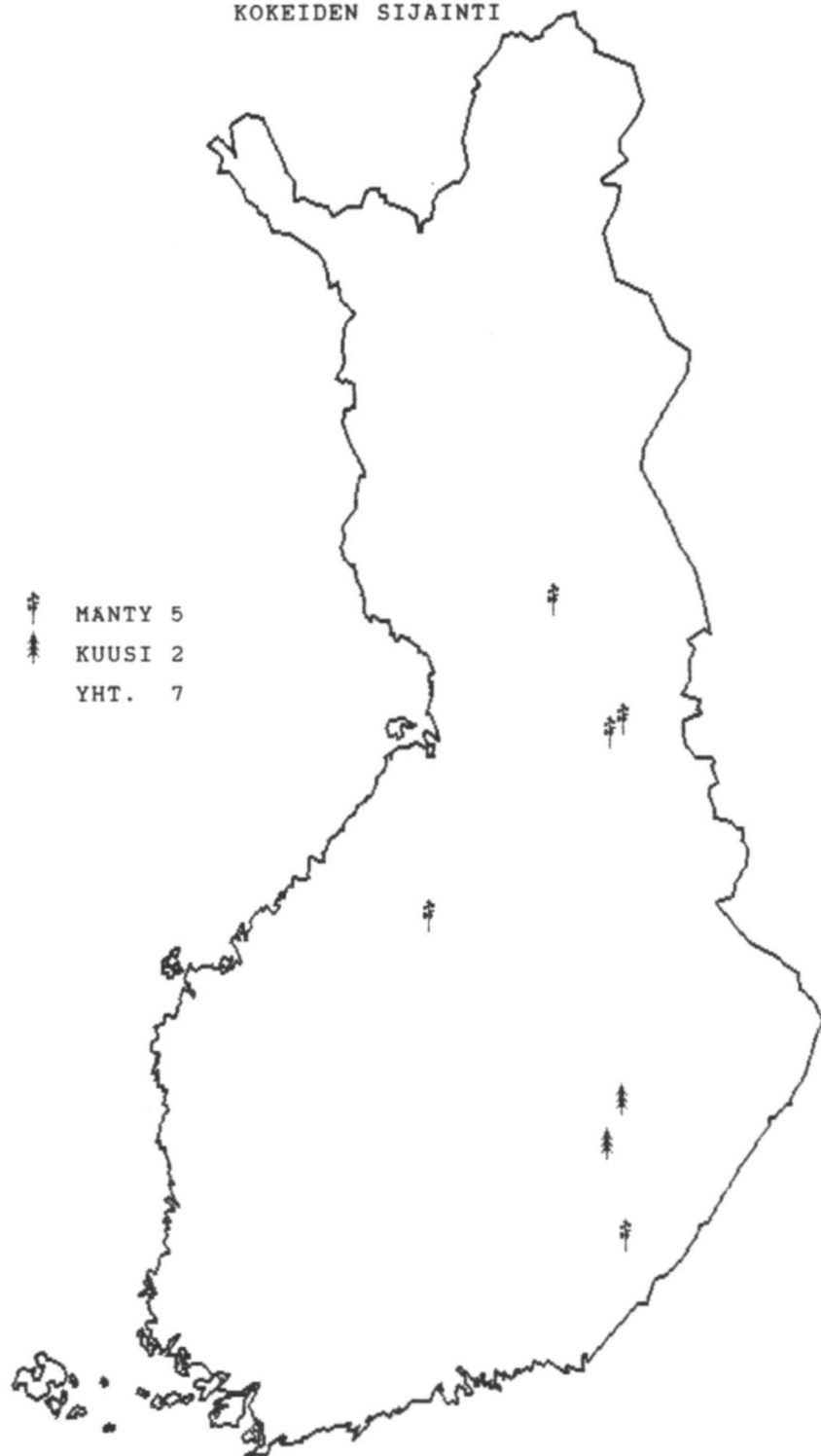
Gödselmedel och giva

De rutor som skall gödslas enligt planerna tillförs 150 kg N/ha som ammoniumnitrat eller kalkkammonsalpeter (kalkammoniumnitrat). Gödsling bör ske mellan 1 juni och 15 juli.

Revisionsintervall

Generellt skall samtliga parceller inom ett block revideras när någon av parcellerna inom blocket blir föremål för åtgärd (gödsling eller gallring). Härutöver skall samtliga parceller revideras fem respektive tio år efter den sist utförda åtgärden.

KOKEIDEN SIJAINTI



KASVATUSHAKKUUN JA LANNOITUKSEN KESKINAINEN AJOITTAMINEN
YHTEISPOHJOISMAINEN TUTKIMUS

65. Harvennuksen ja lannoituksen yhteisvaikutus

Tutkitaan toistuvan lannoituksen vaikutusta erilaisiin harvennusohjelmiin kytkettynä. Tavoitteena on selvittää, tulisiko tai voidaanko jatkuvasti lannoitettavia metsiä käsitellä voimakkaammin kuin lannoittamattomia. Toinen tavoite on selvittää, kuinka nuoresta alkaen metsää kannattaa lannoittaa.

Tutkimus rajoitetaan männiköihin ja kuusikoihin, jotka ovat viljavuudeltaan boniteetteja $H_{100} = 20-28$. Kokeita ta perustetaan kolmeen kehitysvaiheeseen:

- valtapituus 3- 5 m
- " 10-12 m
- " 16-18 m

Ensisijaisia kohteita ovat metsiköt, joissa valtapituus on 10-12 m ja joissa on suoritettu taimikonkäsittely.

Perustetaan kestokokeita, joilla muuttuvina tekijöinä ovat harvennusvoimakkuus (3 astetta) ja lannoitus (3 lannoitusvaihtoehtoa). Koejärjestely on faktoriaalinen (3^2), jolloin koealoja on 9.

Harvennusvaihtoehdot ovat:

1. Ei harvennusta (taimikon harvennus suoritettu ensiharvennusmetsiköissä niin, että jäljellä on korkeintaan 2200-2000 runkoa).
2. Normaali harvennus (30 % havupuiden runkoluvusta poistetaan).
3. Voimakas harvennus (60 % havupuiden runkoluvusta poistetaan).

Kaikki lehtipuuyksilöt poistetaan ja kannot myrkytetään myös muuten käsittelemättömiksi jääviltä koealoilta. Har-

vennuksissa käytetään alaharvennusperiaatetta.

Seuraava harvennus tapahtuu kokeiden 10-vuotismittauksen yhteydessä.

Lannoitusvaihtoehdot ovat:

1. Ei lannoitusta
2. 150 kg N/ha + 33 kg P/ha + 62 kg K/ha (750 kg/ha typpirikasta Super-Y-lannoitetta (20-4-8))
3. 300 kg N/ha + 65 kg P/ha + 124 kg K/ha (1500 kg/ha typpirikasta Y-lannoitetta (20-4-8))

Taimikkokokeissa on lisäksi vaihtoehto, jossa annetaan 375 kg/ha typpirikasta Super Y-lannoitetta (20-4-8).

Tutkimusta varten maa jaetaan kolmeen ilmastovyöhykkeeseen. Jokaiseen vyöhykkeeseen perustetaan kutakin kehitysvaihetta edustavia kokeita.

Taimikkokokeiden koealat ovat 25-50 aarin kokoisia. Niihin sijoitetaan 4-6 ympyräkoealaa, joilta puustotiedot mitataan.

Varttuneempien metsiköiden koealat rajataan 0,1 ha:n suuruiseksi niin, että kahden koealan väliin jää vähintään 15 m:n yhteinen vaippa. Saman kokeen koealojen valtapituus saa vaihdella korkeintaan $\pm 5 \%$ ja runkoluku $\pm 10 \%$ kokeen keskiarvosta. Puut numeroidaan pysyvästi ja koealat kar-
toitetaan puittain.

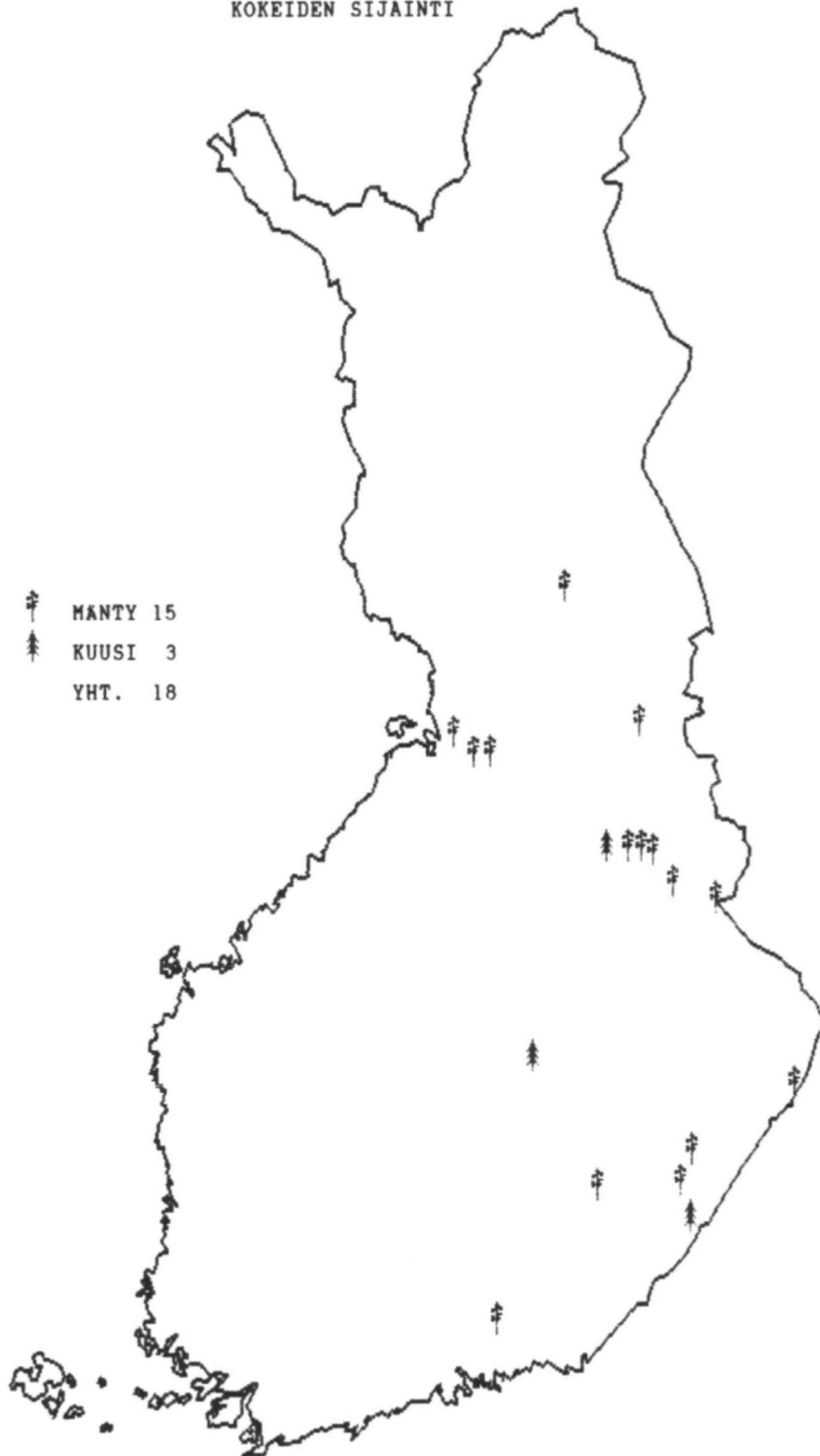
Koe mitataan myöhemmin aina kun kokeen jotakin koealaa käsitellään.

Kultakin koealalta otetaan maanäytteet, joista selvitetään raekoostumus sekä pääravinteiden määrät. Koealan puuston ikä määritetään joko kairaamalla tai asiapapereista.

Kokeita on seuraavasti:

	Kokeita	Koealoja
Taimikot		
mänty	3	49
Varttuneemmat		
metsiköt		
mänty	12	113
kuusi	3	27
<hr/>		
Yhteensä	18	189

KOKEIDEN SIJAINTI



HARVENNUKSEN JA LANNOITUKSEN YHTEISVAIKUTUS

66. Harvennustavan vaikutus lannoitusreaktioon

Tutkimuksella pyritään selvittämään lannoituksen merkitystä eteläsuomalaisissa harvennusvaiheen metsissä, kun harvennustapa vaihtelee. Erityisenä tavoitteena on pyrkiä maksimoimaan harvennustuloja heikentämättä tulevaa puuntuotoskykyä.

Kokeet perustetaan arvottujen lohkojen koejärjestelyä noudattaen. Koejäsenet ovat:

1. Nykykäytännön mukainen alaharvennus: vallittujen latvuskerrosten (3. ja 4. lk) lisäksi poistetaan ennen muuta lisävaltapuita (2. lk), vain tasarakenteisuuden vuoksi päävaltapuita (1. lk). Ei lannoitusta.
2. Kuten 1., mutta lannoitetaan oulunsalpietarilla niin, että lannoiteannos vastaa 180 kg N/ha.
3. Harsintaharvennus: poistetaan 4. lk ja huomattava osa 3. lk:n puista ja pyritään tietoisesti harvennustulojen maksimointiin poistamalla kookkaimmista 1. lk:n puista ne, joilla on paraskuntoiset naapurit. Ei lannoitusta.
4. Kuten 3., mutta lannoitetaan oulunsalpietarilla niin, että lannoiteannos vastaa 180 kg N/ha.
5. Määrämittaharsinta: poistetaan lähinnä kookkaimpia päävaltapuita, mutta myös kaikkein heikoimmat eli kuolevat 3. ja 4. lk:n puut. Ei lannoitusta.
6. Kuten 5., mutta lannoitetaan oulunsalpietarilla niin, että lannoiteannos vastaa 180 kg N/ha.

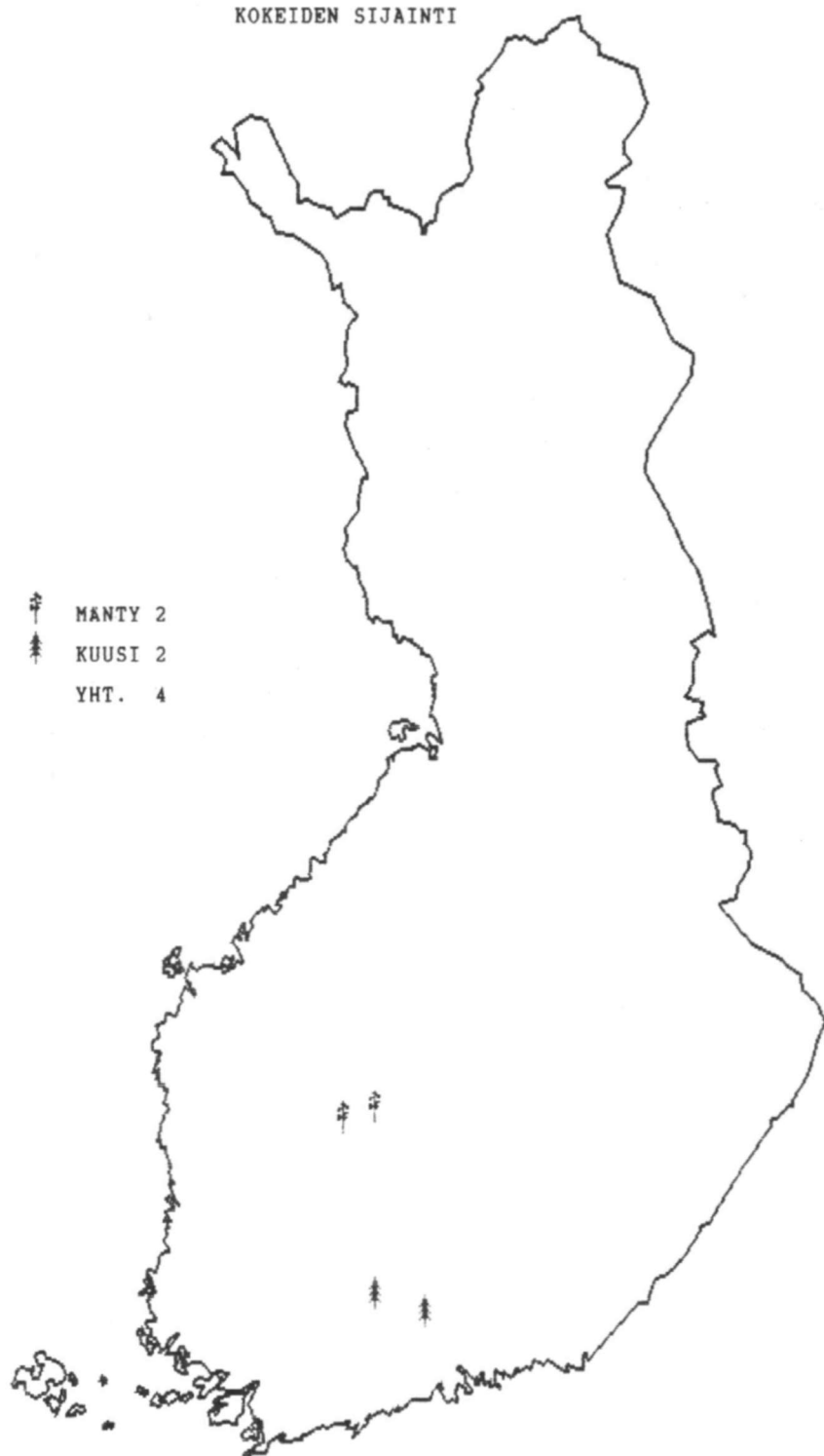
Kaikissa käsittelyissä harvennusvoimakkuus säädetään niin, ettei Kml. Tapion asettamia pohjapinta-alanormeja aliteta. Kuhunkin metsikköön sijoitetaan em. koejäsenet vähintään kahtena toistona. Mikäli metsikön pinta-ala sallii, lisätään vielä yksi käsittelyvaihtoehto: 7. voimakas määrämittaharsinta: poistetaan kaikki tukkimitan täyttävät puut välittämättä jäävän puuston pohjapinta-alasta. Lannoitetaan oulunsalpietarilla, kuten edellisissä vaihtoehdoissa.

Kokeita perustetaan väljennysvaiheen kuusikoihin ja männiköihin. Ensiharvennusvaiheen metsiköt eivät tule kysymykseen. Koekohteiden tulee olla selvässä harvennustarpeessa olevia metsiköitä, joita on aiemmin käsitelty harvennushakuilla vähintään tyydyttävästi. Kasvupaikkoina käyvät kuuselle MT ja OMT sekä männylle CT, VT ja MT. Koska kuhunkin metsikköön tulee vähintään 12 koalaa, on metsiköiden oltava pinta-alaltaan vähintään kolme hehtaaria. Useimmissa tapauksissa on sen verran pientä epätasaisuutta, että vaaditaan isompi (n. 5 ha) kuvio. Kokeet sijoitetaan Etelä-Suomeen.

Koalat perustetaan 9-10 aarin suuruisina. Koalan puusto kartoitetaan.

Kokeita on perustettu 4 kpl ja niissä on yhteensä 86 koalaa.

KOKEIDEN SIJAINTI



HARVENNUSTAVAN VAIKUTUS LANNOITUSREAKTIOON

67. Kokopuun korjuun vaikutus puuntuotokseen

671. Kotimainen tutkimus

Puunkorjuun alalla on lähiajan tavoitteena kokopuun korjuu päätehakkuiden yhteydessä sekä puiden koko maanpäällisen osan talteenotto lehtipuuvesakoiden korjuussa ja viljelymetsiköiden ensiharvennuksissa. Puuston biomassan nykyistä tarkempi talteenotto aiheuttaa ilmeisesti maan viljavuuden heikkenemistä, jonka merkityksestä puuntuotantoon ei olla selvillä.

Harvennuskokeiden perusteella on todettu, ettei suhteellisen voimakasaan harvennus vielä vähennä runkopuun kokonaistuotosta. Tämä aiheutunee paljolti siitä, että säilyneen puuston kasvu lisääntyy hakkuutähteiden lannoitusvaikutuksen vuoksi. Kun lannoitusvaikutus hakkuutähteiden talteenoton takia heikkenee huomattavasti, on mahdollista, että toimenpide kuvastuu jo melko pian säilyvän puuston kasvussa.

Kenttäkokeiden avulla selvitetään harvennusvaiheen männiköistä ja kuusikoista kokopuun korjuussa poistuva ravinnemäärä ja sen vaikutus säilyvän puuston kasvuun. Lisäksi tarkastellaan, millaisella lannoiteannoksella ravinteiden menetys on kompensoitavissa.

Koejärjestely

1. Kokopuun korjuu
2. Ainespuun korjuu
3. Ainespuun korjuu, jossa koealalle levitetään lisäksi toisen koealan hakkuutähteet
4. Kokopuun korjuu sekä korvaava lannoitus, jossa annetaan hakkuutähteissä poistuva määrä typpeä, fosforia ja kaliumia

5. Kokopuun korjuu sekä normaali lannoitus, jossa annetaan typpirikasta Y-lannosta (20-4-8) 900 kg/ha (180 kg N/ha, 36 kg P/ha, 72 kg K/ha)
6. Ainespuun korjuu sekä normaali lannoitus

Mittaukset ja näytteenotto

1. Mitataan harvennuksessa saatavan ainespuun määrä sekä haketetaan ja mitataan kokopuun korjuussa saatava hakkuutähde.
2. Koealoilta otetaan maanäytteet koetta perustettaessa sekä 5 ja 10 v:n kuluttua. Samoin ajankohdina otetaan koepuista neulasnäytteet ravinnemäärityksiä varten.
3. Koealat mitataan perustettaessa ja pohjapinta-alan kasvu selvitetään kolmen kasvukauden kuluttua harvennuksesta. Varsinaiset tilavuuskasvun mittaukset tehdään viiden vuoden välein.
4. Maan biologista aktiviteettia humuskerroksessa selvitetään selluloosan hajontakokein.

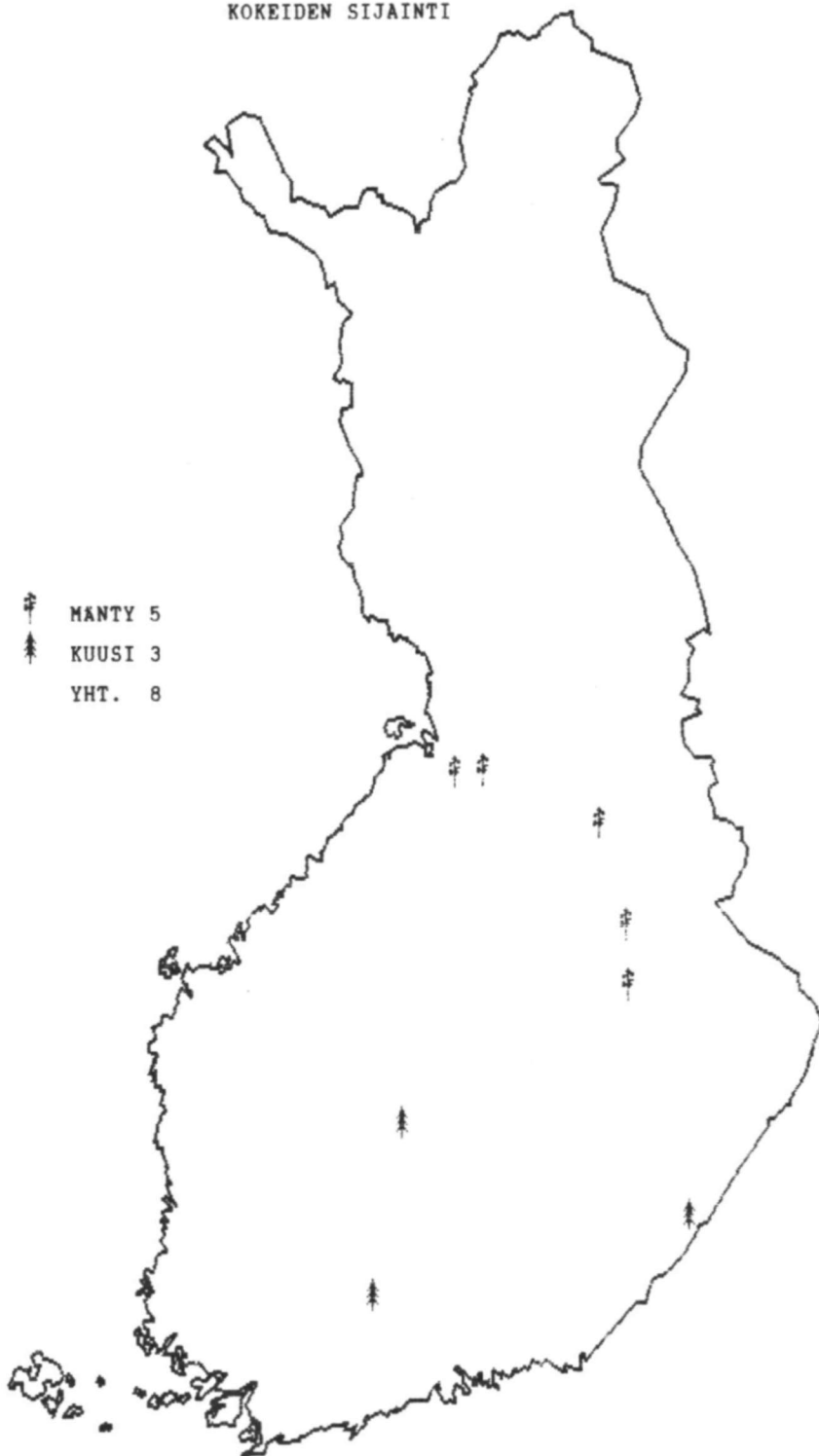
Kokeiden perustaminen

Kokeet sijoitetaan selvässä harvennustarpeessa oleviin OMT-MT:n kuusikoihin ja MT-CT-männiköihin, joiden valtipituus on 12-15 m. Harvennuksessa poistetaan 35 % pohjapinta-alasta. Kokeiden perustamistyöt aloitetaan talvikaudella 1976-77.

Tutkimus suoritetaan Metsäntutkimuslaitoksen maantutkimusosaston sekä kasvu- ja tuotostutkimuksen yhteistyönä.

Kokeista on käynnissä v:n 1985 lopussa 8 kpl, joissa on kaikkiaan 152 koealaa. Koemetsiköistä on 3 kuusikkoa (54 koealaa) ja 5 männikköä (98 koealaa). Yksi koe on lopetettu myrskytuhojen vuoksi.

KOKEIDEN SIJAINTI



672. Yhteispohjoismainen tutkimus

(Tillväxt och näringsekologiska effekter av helträdsutnyttjande; Finland, Norge, Sverige)

Syfte

Syftet med denna försöksserie kan sammanfattas i följande punkter:

- att empiriskt kvantifiera eventuella tillväxtförändringar till följd av helträds-gallring samt att belysa effekternas beroende av trädslag och ståndort liksom att undersöka möjligheterna att genom gödsling kompensera eventuella negativa tillväxteffekter,
- att jämföra effekterna på bestånd och mark av en viss mängd näringsämnen tillförda antingen som hygesavfall eller som gödselmedel.

Med "helträds-gallring" avses här bortförsel av trädets del ovan stubbe.

Med stöd av den här planerade samnordiska försöksserien kan man med relativt begränsade arbetsinsatser inom respektive land få en stor spridning i ståndorts- och klimatförhållanden, vilket bör medföra goda möjligheter att spåra eventuella samband mellan tillväxtförändringar och ståndortsförhållanden.

Försöksseriens dimensionering samt val av objekt

Försök anlägges i tämligen trädslagsrena och välslutna tall- och granbestånd, som uppnått lämpligt utvecklingskede för en första gallring. Beståndets övre höjd bör vara 8-14 m.

Antalet försök per land planeras till 6 stycken, 3 försök per trädslag och land. Försöken planeras så att starkt varierande klimat- och ståndortsförhållanden blir representerade.

Försökens utformning

Varje försök omfattar minst 3 stycken randomiserade block med följande behandlingar:

1. Helträdsgallring
2. Konventionell gallring
3. Helträdsgallring + gödsling med motsvarande mängder av N, P och K som har bortförts med huggningsavfallet på den aktuella parcellen.
4. Helträdsgallring + gödsling
 - i granbestånd 150 kg N/ha och 30 kg P/ha
 - i tallbestånd 150 kg N/ha
 I försök som ligger i norra Finland och norra Sverige tillföres dessutom 1 kg B/ha när borhalten i barren (som genomsnitt för samtliga parceller) understiger 12 ppm.
5. Konventionell gallring + gödsling enligt punkt 4

Om möjligt kan också tas med:

6. Helträdsgallring + gödsling med träaska och kvävegödselmedel med motsvarande mängder av P och N som har bortförts med huggningsavfallet på den aktuella parcellen.

Gallring göres selektivt underifrån och gallringsstyrkan bör ligga mellan 30 % och 40 % av grundytan.

Vid gödsling användes ammoniumnitrat som kvävegödselmedel, superfosfat som fosforgödselmedel och kalisalt (kaliumklorid) som kaliumgödselmedel. Gödslingen skall utföras på våren.

Skattning av tillväxt och näringsbortförsel

Försöken är av långsiktig karaktär och skall i princip följas till slutavverkning. För skattning av tillväxteffekter och bortförsel av näringsämnen utväljes provträd från två strata: det kvarstående beståndet och det utgallrade beståndet (se figur).

Grenarnas och barrens biomassa uppskattas enligt regressionsmetoden varvid parametrarna i biomassafunktionerna löses separat för varje försök (tre biomassa provträd per parcell). Om blocken lagts i olika bestånd bör biomassafunktionerna konstrueras blockvis.

Mängden bortförda näringsämnen fastställs genom stickprovvis uttagning av barr-, skott- och grenprover från biomassa provträden för bestämning av torrvikter och näringshalter. Härigenom kan den totala mängden bortförda näringsämnen beräknas.

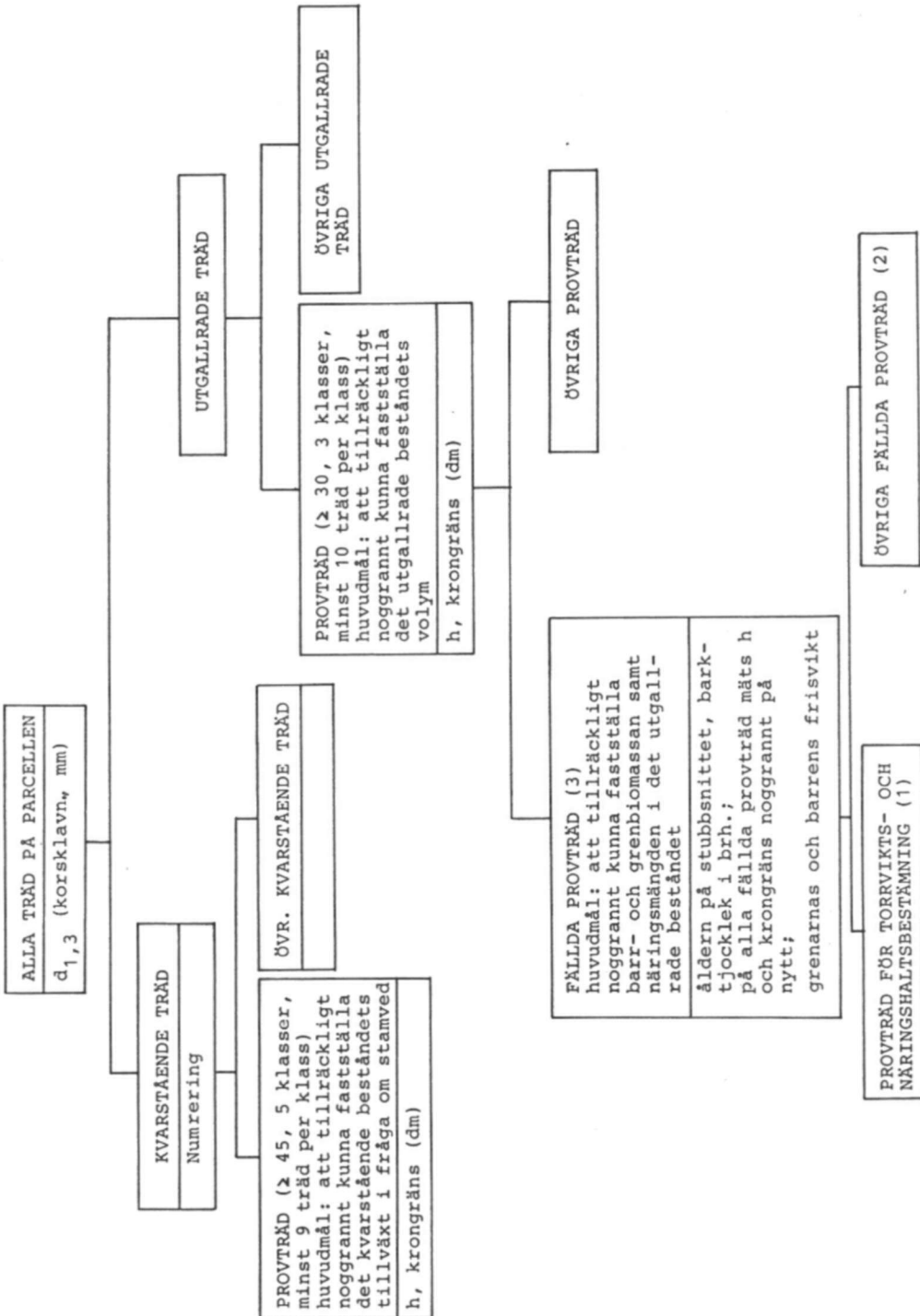
Barr- och markprov

Barrproverna tas på ett reproducerbart sätt från 10 provträd per parcell. Jordprov tas från 24 provpunkter, vilka utplaceras systematiskt på nettoprovytan. Stenigheten bestäms på provtagningspunkterna.

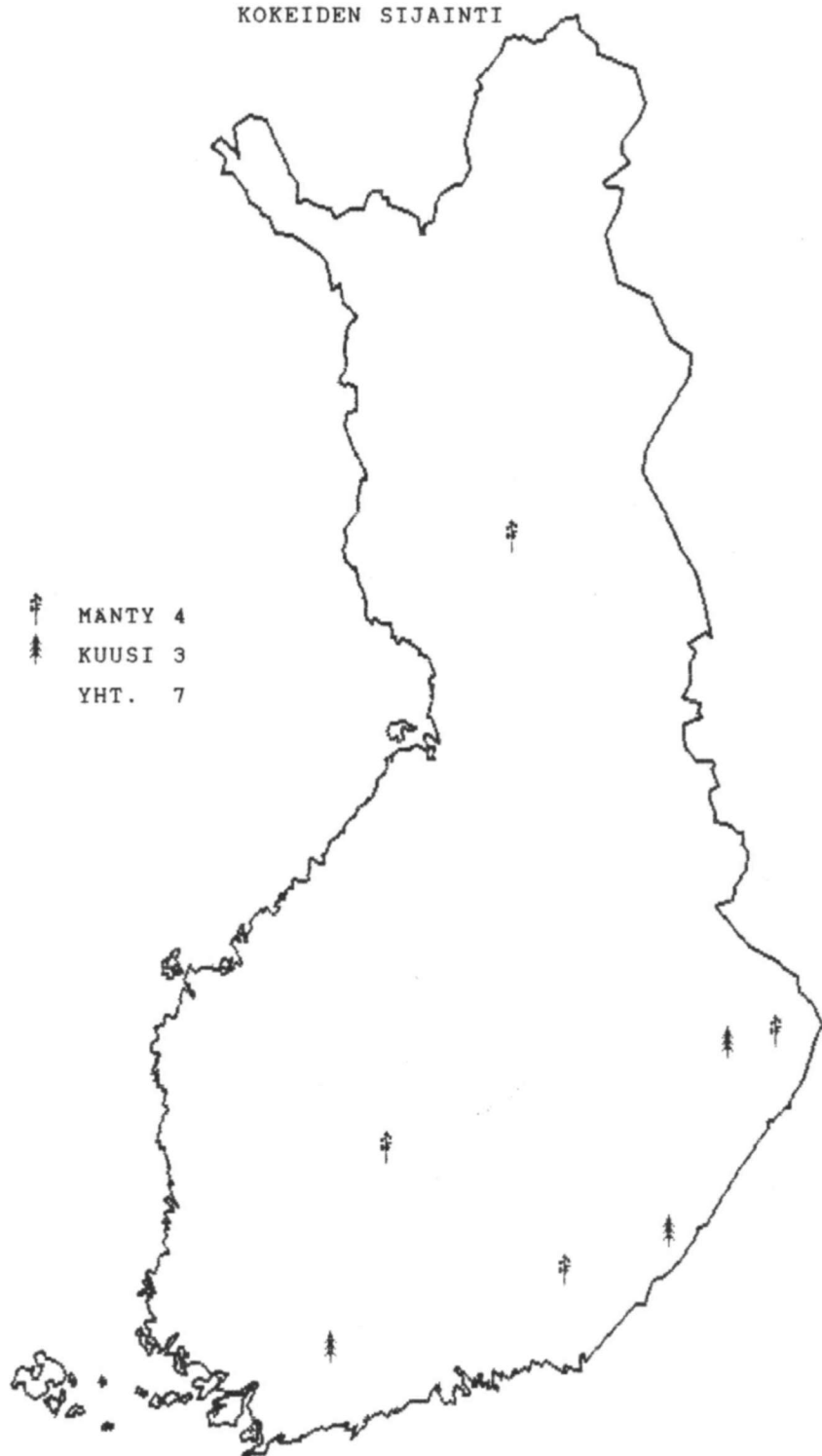
Mätningar och provtagningar upprepas med 5-års intervaller.

Kokeita on Suomessa 7 kpl ja niissä 114 koealaa. Koemet-siköistä on 4 männikköä ja 3 kuusikko.

Uttagning av provträd på parcellen.



KOKEIDEN SIJAINTI



KOKOPUUN KORJUUN VAIKUTUS PUUNTUOTOKSEEN:
YHTEISPOHJOISMAINEN TUTKIMUS

7. TALOUSMETSÄT

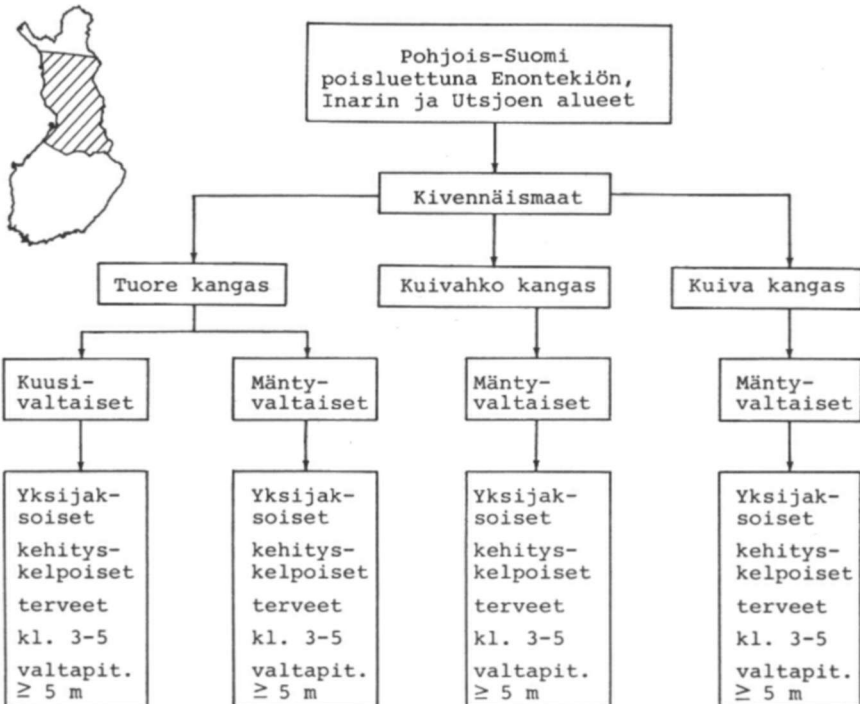
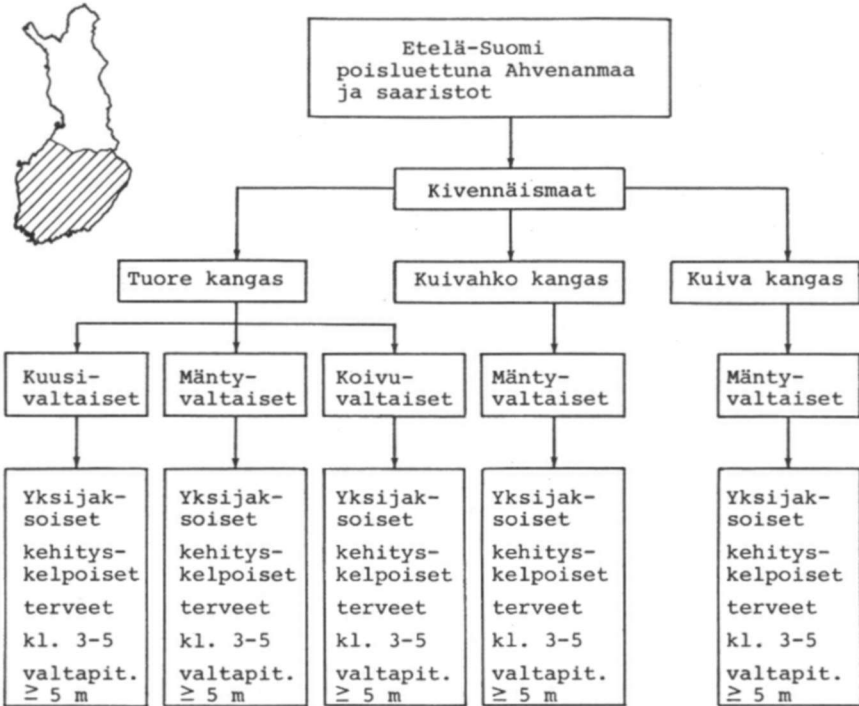
71. Valtakunnan metsien inventoinnin (VMI) systeemiin perustetut INKA-kokeet

Tavoitteena on täydentää valtakunnan metsien inventoinnin tuloksia, kerätä metsikkökohtaisia lisätietoja Suomen metsistä, analysoida niitä ja laatia kasvu- ja käsittelymalleja erilaisille kasvupaikoille, puulajeille ja puustoille. INKAN avulla pyritään rakentamaan seurantajärjestelmä, joka pysyy jatkuvasti ajan tasalla Suomen metsien tilasta ja kehittämismahdollisuuksista. Kun puuntuotostutkimus on toistaiseksi paljolta keskittynyt ideaalipuustojen tutkimiseen, INKA tekee mahdolliseksi laajentaa tutkimussektoria koskemaan suuresti vaihtelevat ja ihanteesta poikkeavat talousmetsät.

Perusjoukon rajaaminen

Tutkimus käsittää koko maan, Etelä-Suomen 15 ja Pohjois-Suomen 4 piirimetsälautakuntaa.

Perusjoukkoon kuuluvat tuoreet, kuivahkot ja kuivat kankaat. Tuoreilta kankailta mukana ovat mänty-, kuusi ja koivuvaltaiset metsiköt. Muilla kasvupaikoilla tutkimus rajoittuu mäntyyn. Puulajivaltaisuuden osalta tavoitellaan kahta kolmasosaa ja sitä runsaampaa pääpuulajin osuutta. Pohjois-Suomen kivennäismaiden metsistä tutkitaan siis neljä ja Etelä-Suomen metsistä ensisijaisesti viisi osapopulaatiota, joista edelleen mukaan otetaan vain kehityskelpoiset, terveet ja yksijaksoiset metsiköt, ts. VMI:n kehitysluokat 3-5. Veroluokkaa alentava soistuneisuus ja kivisyys sallitaan. Perusjoukon sisältöä kuvaa seuraava piirros:

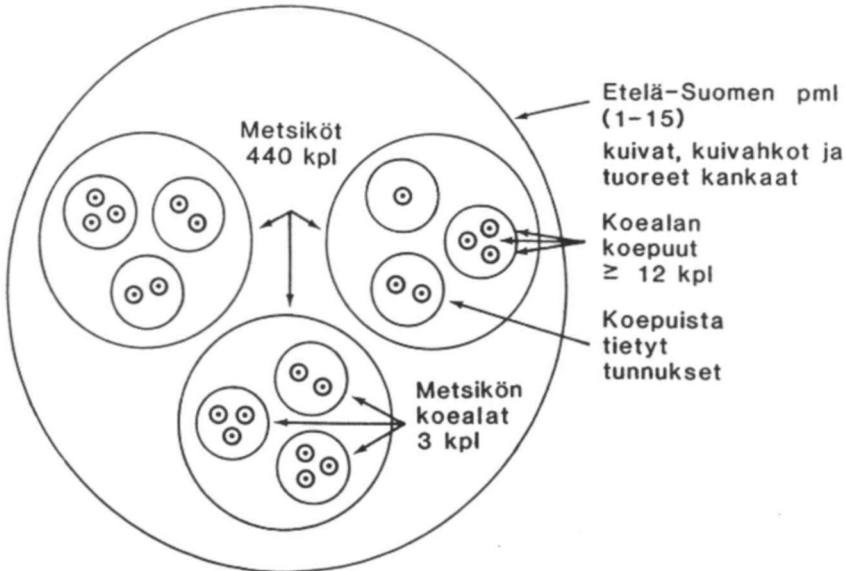


Otantamenettely

Kohdemetsiköt valitaan valtakunnan metsien inventoinnin (Pohjois-Suomessa 6. ja Etelä-Suomessa 7. inventoinnin) systemaattisesta otoksesta satunnaisotantaa käyttäen, jossa otosyksiköt (metsiköt) jaetaan ositteiden kesken suhteellisen kiintiöinnin (allokoinnin) avulla. Lisäperiaate on, että valitaan vain yksi kohde valittua lohkoa kohti.

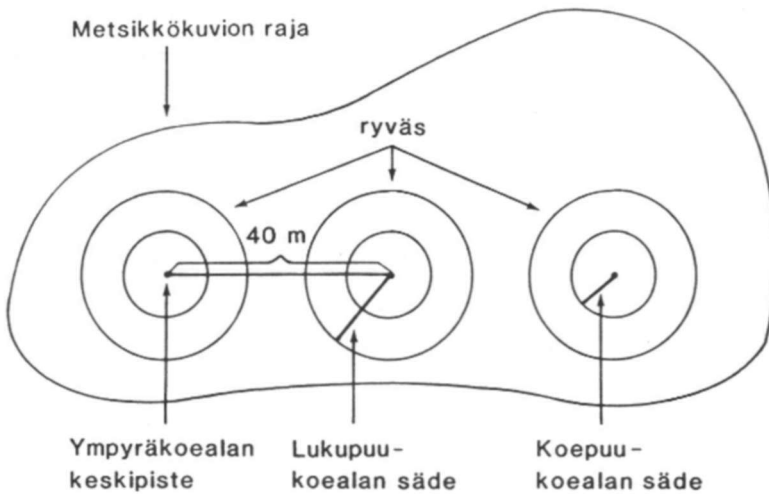
Otosyksikkö

Tutkimuksen otos- eli poimintayksikkö on edellä kuvatut ehdot täyttävä metsikkö. Metsikön peruselementti on yksittäinen puu (koepuu), joka muodostaa siten koko otoksen alkeisyksikön. Seuraavassa esitetään esimerkki metsiköstä moniasteotannalla kerättävän tiedon hierarkiasta:



Maastovaihe

Kuhunkin valittuun metsikköön perustetaan kolmesta ympyrä-
koelasta koostuva ryväs, jonka sijoittelusta metsikkökuv-
violle ja osaksi mittausmenettelystäkin antaa esimerkin
seuraava piirros:



Ympyränmuotoinen koelata on mittausteknisesti edullisin. On lisäksi nopeampaa mitata yhden suuren koelalan asemesta kolme pienempää. Ryväksen avulla saadaan myös käsitys metsikön sisäisestä vaihtelusta.

Yhden ryväskoelalan maksimikoko on 12 aaria. Minimitavoitteena on, että kolmen koelalan yhteinen runkoluku on vähintään 100 (Pohjois-Suomessa) tai 120 (Etelä-Suomessa). Koelalan koko lisääntyy täten puuston ikääntyessä ja järeytyessä.

Kaikista puista mitataan tarkka rinnankorkeusläpimitta, sekä puun etäisyys ja suunta koelalan keskipisteestä. Näin tulee koelata kartoitetuksi, eikä puita tarvitse numeroida.

Koepuut sijaitsevat pienemmän säteen rajaamalla alueella, joka on $1/3$ koelalan pinta-alasta. Koepuista mitataan li-

säksi pituus, läpimitta 6 m:n korkeudelta, latvusrajan korkeus maanpinnasta ja pituuskasvu viimeisten viiden vuoden ajalta. Tehdään ikäkairauksia koealalla tai sen vaipoissa. Metsiköistä suoritetaan lisäksi koealasärjojen yleisten perustamisohjeiden mukaiset havainnot, näytteiden otot ja mittaukset.

Otoskoko

Erityisesti Koiviston julkaisemiin kasvuprosentin keskiha-jontalaskelmiin nojautuen on tehty arvio otoksen suuruudesta. Tällöin on pyritty sellaiseen kasvuprosentin estimaattiin, joka ei 95 %:n todennäköisyydellä poikkea enempää kuin ± 5 % populaatioarvosta. Äärellisen perusjoukon korjaustekijää ei ole otettu huomioon. Laskennassa on käytetty ositetun satunnaisotannon optimaalista kiintiöintiä.

Tämän teoreettisen ajatusmallin mukaan tarvitaan n. 1000 metsikköä, jotta em. tarkkuus saavutetaan. Toisaalta on kuitenkin otettava huomioon käytettävissä olevat tutkimusresurssit.

Tutkimusmetsiköiden kokonaismäärä v. 1983, jolloin koekeiden perustaminen saatiin päätökseen on seuraava:

	Mänty	Kuusi	Koivu	Yht.
Etelä-Suomi				
(pml 1-15)	255	160	25	440
P-Pohjanmaa ja				
Kainuu (pml 16-17)	185	46	-	231
Lappi (pml 18-19)	132	23	2	157
<hr/>				
Koko maa	572	229	27	828

Aineisto on - kustannussyistä - jonkin verran pienempi kuin alunperin suunniteltiin, ts. 828 metsikköä (ryvästä)

ja 2484 koealaa. INKA-kokeiden sijainti näkyy oheisesta kartakkeesta.

Uusintamittaukset

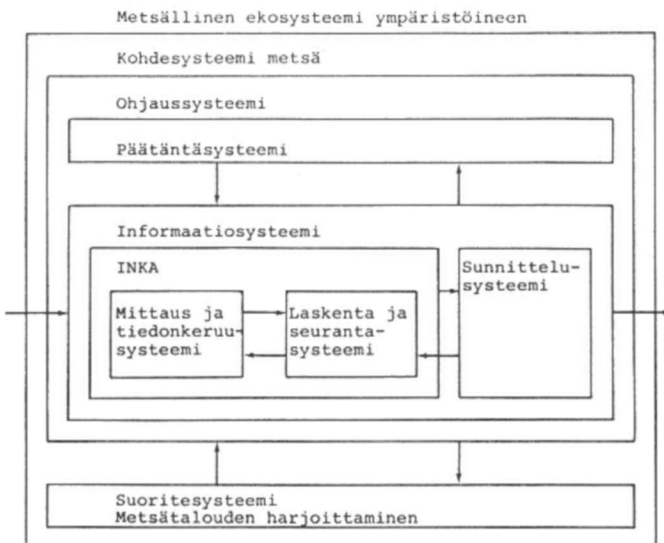
Mittaus uusitaan aluksi kaksi kertaa 5 v:n väliajoin, minkä jälkeen jouduttaneen pitämään 10 v:n mittausväli.

Peruspopulaatio on jatkuvasti muuttuva. Vanhoja metsiköitä uudistetaan, uusia syntyy ja kasvatettavia harvennetaan. Otosta on siksi ajanoloon täydennettävä ja entiset pidettävä - uudistushakkuista huolimatta - edelleen tarkkailun alaisina.

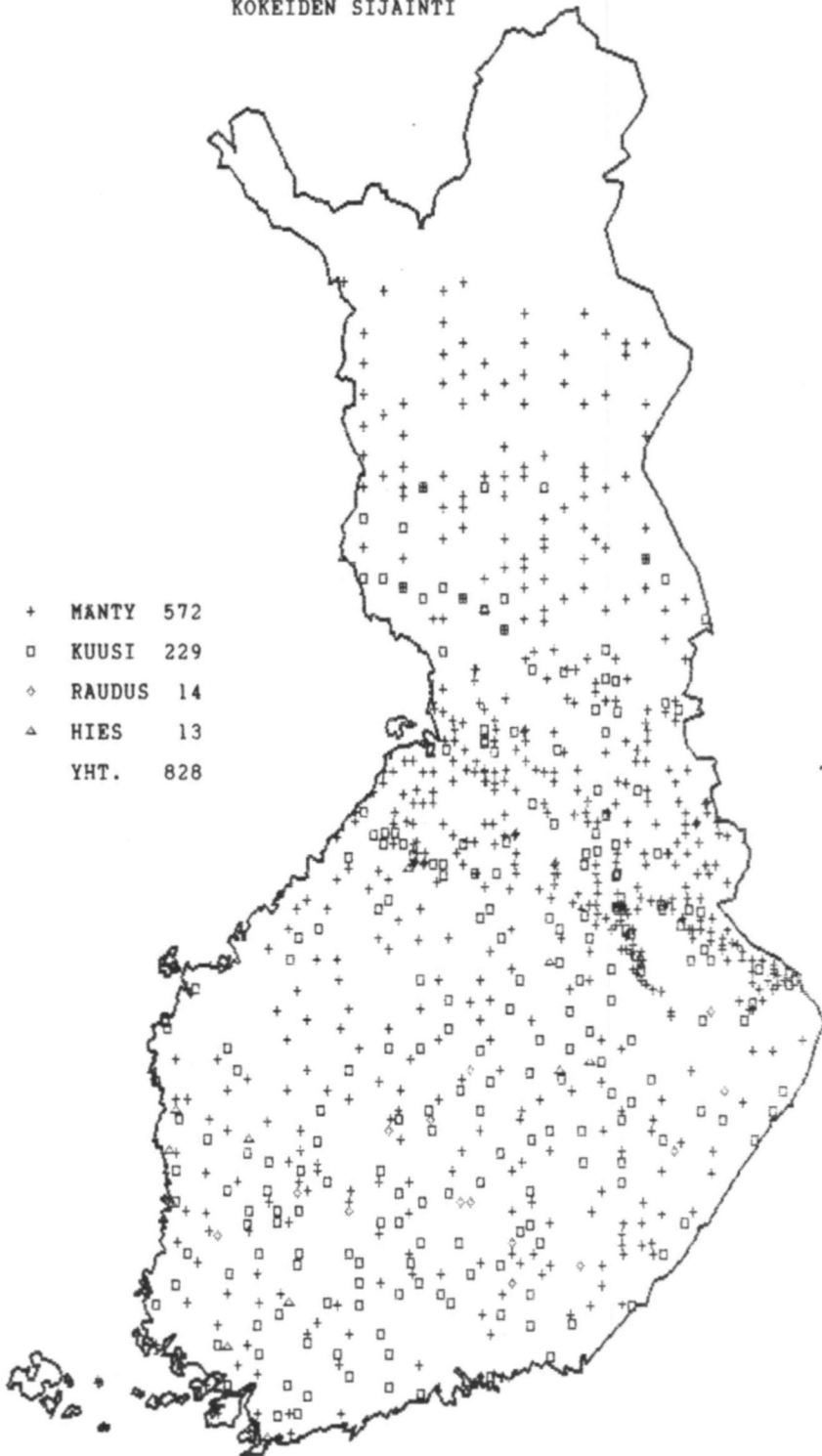
Aineiston käsittely

Aluksi luodaan tutkimusmetsiköiden perustiedot (runkotilavuus, kasvu, puutavaralajirakenne yms.) käsittävä tietokanta. Samanaikaisesti kehitetään koko tiedonhallintajärjestelmä niin, että aineistosta saataisiin suurin mahdollinen hyöty. Päämääränä on luoda pysyvä, parhaimmillaan tosiaikainen informaatiojärjestelmä nykymetsien seurantaan ja ohjausta varten.

INKAn ympäristön kehitysmalli:



KOKEIDEN SIJAINTI



72. VMI:n systeemiin perustetut TINKA-kokeet

TINKA-tutkimuksen tavoitteena on kuvata nykytaimikoiden tilaa ja seurata metsiköiden kehitystä aina päätehakkuvaiheeseen saakka. Aineisto tulee antamaan mahdollisuuden laatia taimikoiden ja puiden syntymistä, kasvua ja kuolemista samoin kuin esim. puiden teknisen laadun kehittymistä kuvaavia malleja. TINKA-tutkimus täydentää tutkimussuunnan INKA-tutkimusta metsiköiden varhaiskehityksen osalta. Tutkimusten aineistot sulautuvat toisiinsa siten, että ensiharvennusvaiheessa TINKA-koealat muutetaan INKA-koealoiksi ja päätehakkuun jälkeen INKA-koealat TINKA-koealoiksi.

Perusjoukkona ovat Suomen talousmetsäalueen havupuuvaltaiset taimikot. Otanta tehdään VMI 7:n aineiston perusteella ositettuna puulajin, syntytavan ja kasvupaikan suhteen. Kehityskelvottomia taimikoita eli selvästi uudelleen uudistettavia ei hyväksytä otantaan. Ikäluokittain otanta keskittyy valtapituudeltaan alle 5 m:n mittaisiin taimikoihin. Ositteet ovat seuraavat:

Puulajivaltaisuus	Syntytapa	Kasvupaikka
Mänty	luontainen	tuoreet kankaat kuivahkot kankaat kuivat kankaat
	viljelty	tuoreet kankaat kuivahkot kankaat
Kuusi	luontainen	lehtomaiset kankaat tuoreet kankaat
	viljelty	lehtomaiset kankaat tuoreet kankaat

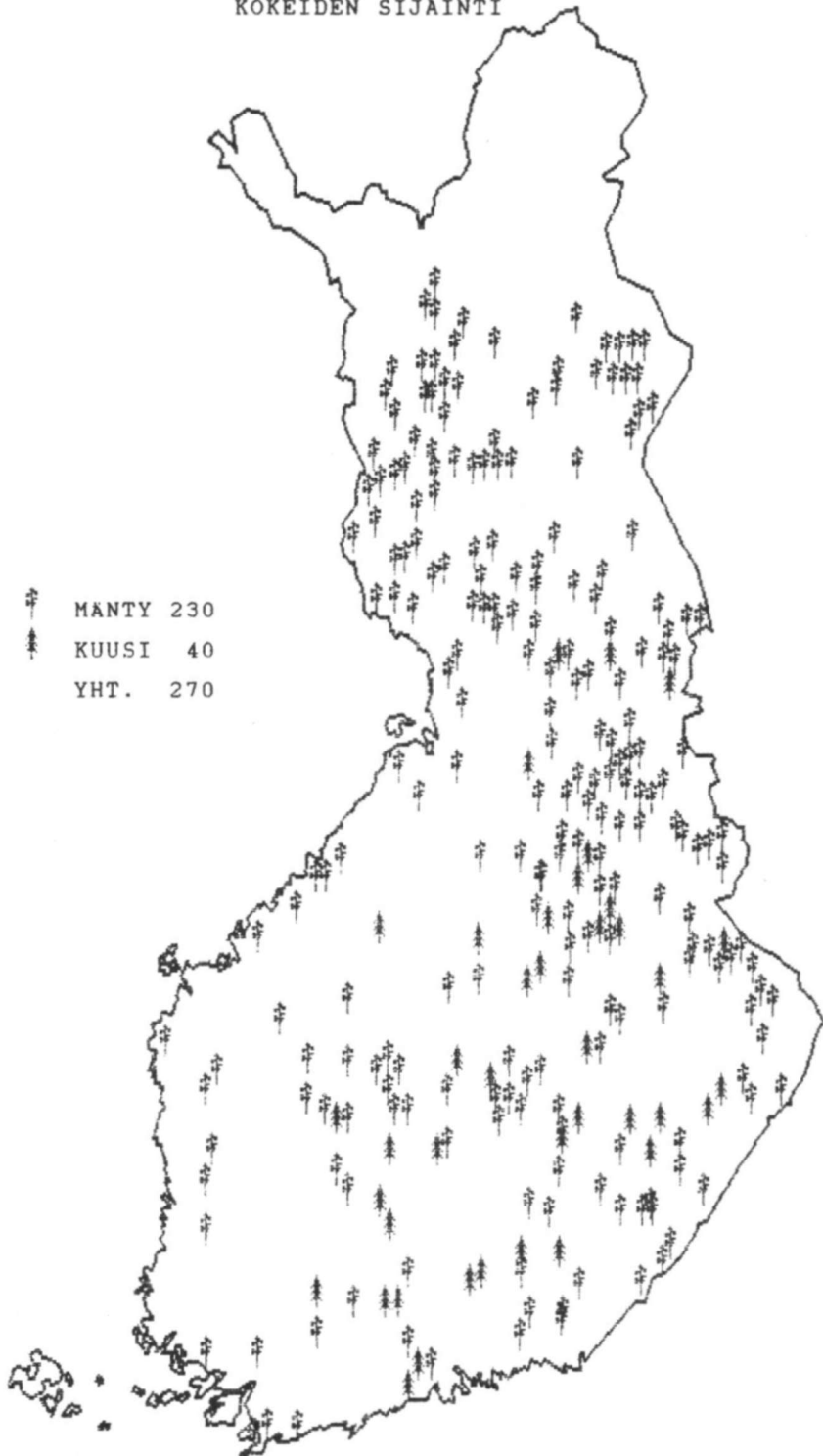
Tavoitteena on mitata kussakin ositteessa 30 metsikköä. Kuusen osalta tavoitteesta on jouduttu tinkimään taimikoiden vähyyden vuoksi.

Metsikköön rajataan kolme ympyränmuotoista koealaa. Koealojen koko vaihtelee kehityskelpoisten taimien lukumäärän mukaan siten, että näitä mitataan vähintään 100 puuta/metsikkö. Kolmasosa puusta on koepuita. Jokaisesta puusta selvitetään sijainti, syntytyapa, kolme läpimittaa, pituus, latvuksen kunto ja mahdollisen tuhon vaikutus. Koepuista selvitetään lisäksi pituuskasvut ja useita lähinnä teknistä laatua kuvaavia tekijöitä. Koepuiden lähiympäristöä kuvataan muiden puiden lukumäärällä ja koolla. Koealoittain kokonaispuusto selvitetään viideltä ryväskoealalta. Metsiköiden yleistiedot, sijainti, kasvupaikan laatu, metsikön historia ja ehdotetut toimenpiteet kuvataan tarkoin.

Tutkimuksen kenttätyöt aloitettiin v. 1984. Ensimmäinen mittauskerta saadaan valmiiksi v. 1986. Metsiköt tullaan mittaamaan viiden vuoden välein uudelleen.

Syksyllä 1986 on mitattu yhteensä 270 taimikkoa (230 männikköä ja 40 kuusikkoa). Kesällä 1986 aineisto täydennettiin Kaakkois-Suomen osalta.

KOKEIDEN SIJAINTI



VMI:N SYSTEMIIN PERUSTETUT TINKA-KOKEET

73. Suojametsäalueen kokeet

Suojametsäalueelle perustetaan omat seurantakokeensa INKA-kokeita muistuttavasti. Tarkoituksena on selvittää suojametsien rakenteeseen, kasvuun ja tuotokseen vaikuttavat tekijät.

Erikoistehtävänä on suojametsärajan puuntuotannollisen sijainnin tutkiminen. Pyritään kehittämään matemaattinen malli, jota voidaan hyödyntää suojametsärajan sijaintia harkittaessa muuttuvissa ilmastollisissa olosuhteissa. Sijainti voi joutua harkittavaksi myös puhtaasti taloudellisista syistä, ts. hakkuupaineiden kohdistuessa lisääntyvässä määrin nykyiselle suojametsäalueelle.

Suojametsäalueen kokeet poikkeavat INKA-kokeista etenkin siinä mielessä, että ne sijoitetaan pääasiassa luonnontilaisiin tai likimain käsittelemättömiin metsiköihin. Tämä on pidettävä mielessä silloin, kun po. koeala-aineistoa käytetään INKA-kokeiden pohjoisena jatkeena.

Tutkimuskohteet ovat yksinomaan männiköitä, koska suojametsäalueella kuusen ja koivun metsätaloudellinen merkitys on vähäinen. Otantakehikkona käytetään VMI 5:n ilmakehikko- ja maastomittausaineistoa. Peruspopulaation muodostavat kivennäismaiden mäntyvaltaiset metsiköt. Otantaa rajoitettavia tekijöitä ovat seuraavat:

1. Metsikön on sijaittava karukko-, kuivalla, kuivahkolla tai tuoreella kankaalla. Lievä soistuneisuus sallitaan.
2. Metsikön pinta-alan on oltava vähintään 0,5 ha.
3. Metsikön on oltava mäntyvaltainen. Verraten voimakasta vaihtelua metsikön sisällä on sallittava.

4. Metsikön on oltava niin tiheä, että puiden lukumäärä on vähintään 80 kpl kolmen koealan muodostamassa rypäässä (korkeintaan 0,38 ha:n pinta-alalla). Kaikki rinnankorkeudelta 20 mm täytävät puut luetaan.
5. Metsikön on oltava kehityskelpoinen. Jos selviä sieni- tai hyönteisvaurioita on havaittavissa, koetta ei tule perustaa.

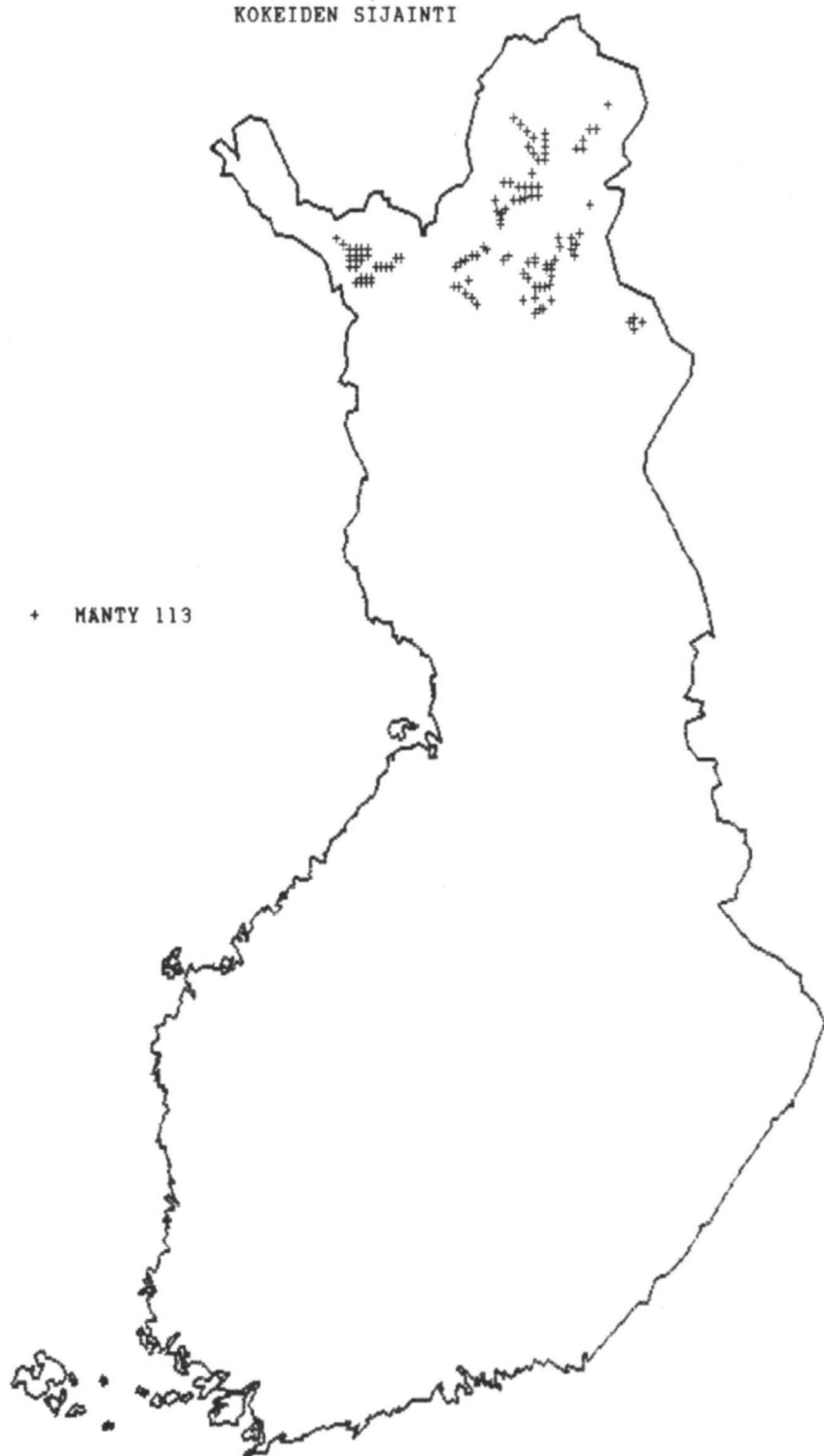
Tutkimuskohteita valittaessa on lisäksi pakko suosia kustannussyistä hyvien kulkuyhteyksien varressa sijaitsevia metsiköitä. Aineisto ryhmittyy näin kulkuteiden läheisyyteen. Koska kysymys on luonnontilaisista tai likimain luonnontilaisista metsiköistä, tämä valintarajoitus ei vaikuttane merkittävästi tutkimustuloksiin.

Tutkimusmetsikköön sijoitetaan INKA-kokeiden tapaan kolmen ympyräkoealan ryväs niin, että niiden yhteinen runkoluku on 80 kpl/metsikkö. Näistä valitaan 27 koepuiksi, joista tehdään normaalit koepuumittaukset. Kasvuindeksien laskentaa varten suoritetaan rinnankorkeudelta ydinkai-
rauksia. Erikoistehtäviä ovat puuston rakenteen ja uudistumisajankohdan arviointi. Koealojen puut kartoitetaan.

Kokeet perustetaan vuosina 1978-80. Seuraava mittaus tapahtuu vuosina 1988-90.

Suojametsäkokeita on perustettu kaikkiaan 113. Niihin sisältyy 339 koealaa.

KOKEIDEN SIJAINTI



+ MANTY 113

SUOJAMETSÄALUEEN KOKEET

74. Kasvun vaihtelu

Seurantatutkimuksen tarkoituksena on selvittää ilmaston vuosittaisista muutoksista johtuvia vaihteluita puiden kasvussa.

Ilmaston vaikutusta mitataan kasvuindeksillä. Keskimääräistä kasvutasona merkitään indeksillä 100. Epäedullisena kasvukautena indeksi on pienempi kuin 100 ja edullisena vastaavasti yli 100.

Vallitsevana käytäntönä on ollut kasvuindeksien julkaiseminen 5-10 v:n väliajoin. Perustettavien kokeiden avulla pyritään nopeuttamaan indeksien saamista.

Tutkimuksen kohteena on koko valtakunta. Alkeisyksikkö on puu ja sen kasvun vuotuinen vaihtelu. Tutkimusta varten maa jaetaan kolmeen alueeseen: Etelä-Suomi, Oulun lääni ja Lapin lääni. Koealoja perustetaan lähinnä männiköihin ja kuusikoihin.

Tavoitteena pidetään kasvuindeksin estimaattia, joka ei 95 %:n todennäköisyydellä poikkea puulajeittain ja alueittain enempää kuin 1,5 % todellisesta. Tällöin oletetaan, että kasvunvaihtelu jakaantuu satunnaisesti otosyksikön sisällä ja että otanta on harhaton. Tältä pohjalta lähtien tarvitaan seuraavat määrät kokeita ja koeputia:

Puu- laji	Lappi		Oulu		E-Suomi		Yhteensä	
	Kokeita	Koe- putia	Kokeita	Koe- putia	Kokeita	Koe- putia	Kokeita	Koe- putia
Mä	20	1800	15	1350	17	1530	52	4680
Ku	15	1350	18	1620	17	1530	50	4500
Yht.	35	3150	33	2970	34	3060	102	9180

Kokeella tarkoitetaan tässä kolmen koealan ryvästä, joista yksi edustaa nuorta, toinen keski-ikäistä ja kolmas vanhaa metsikköä. Nämä eri ikäkausia edustavat koealat sijaitsevat mahdollisimman lähellä toisiaan.

Esitetyllä koe- ja koepuuaineistolla kasvuindeksin puula-jeittainen estimaatti poikkeaa valtakunnallisesti korkeintaan 1 % todellisena pidettävästä.

Koemetsiköiltä vaaditaan, että ne ovat:

- mahdollisimman luonnontilaisia (hakkaamatta, lan-
noittamatta yms. vähintään 20 v)
- suhteellisen väljäasentoisina kasvavia
- terveitä.

Lisäksi edellytetään, että kokeet jakautuvat mahdolli-
simman tasaisesti valtakunnan ja ko. alueen puitteissa
sekä että kokeen muodostava kolmen koealan ryvä voidaan
perustaa mahdollisimman lähekkäin sijaitseviin metsi-
köihin.

Koeala on ympyrän muotoinen ja niin suuri, että siihen si-
sältyy n. 30 tutkimustarkoitukseen sopivaa puuta. Yhteen
kokeeseen sisältyy näin yleensä 90 koepuuta. Koealan puut
kartoitetaan keskipisteestä mitatun etäisyyden ja suunnan
avulla.

Koalojen ulkopuolelta valitaan samasta metsiköistä vas-
tinpuita, joista tehdään kairauksia metsiköiden varhemman
kasvunvaihtelun selvittämiseksi ja tutkimusmenetelmän
tarkkuuden tutkimiseksi. Metsikön pituusboniteetti määri-
tetään iän ja valtapituuden avulla.

Koepuista mitataan vuosittain tai tietyin jaksoin ympäry-
mitta 0,1 mm:n tarkkuudella rinnankorkeudelta. Tätä
varten mittauskohta maalataan täsmällisesti puuhun noin
sentin paksuisin viivoin. Lisäksi kasvunvaihtelumetsi-

köstä otetaan 5 v:n kasvukairaukset koealaa ympäröivistä vastinpuista. Vastinpuut vaihtelevat eri mittauskerroilla. Kasvukairausten avulla saadaan määritetyksi kasvuideksit, kun koemetsikön aiempi iän mukainen kehitys tunnetaan.

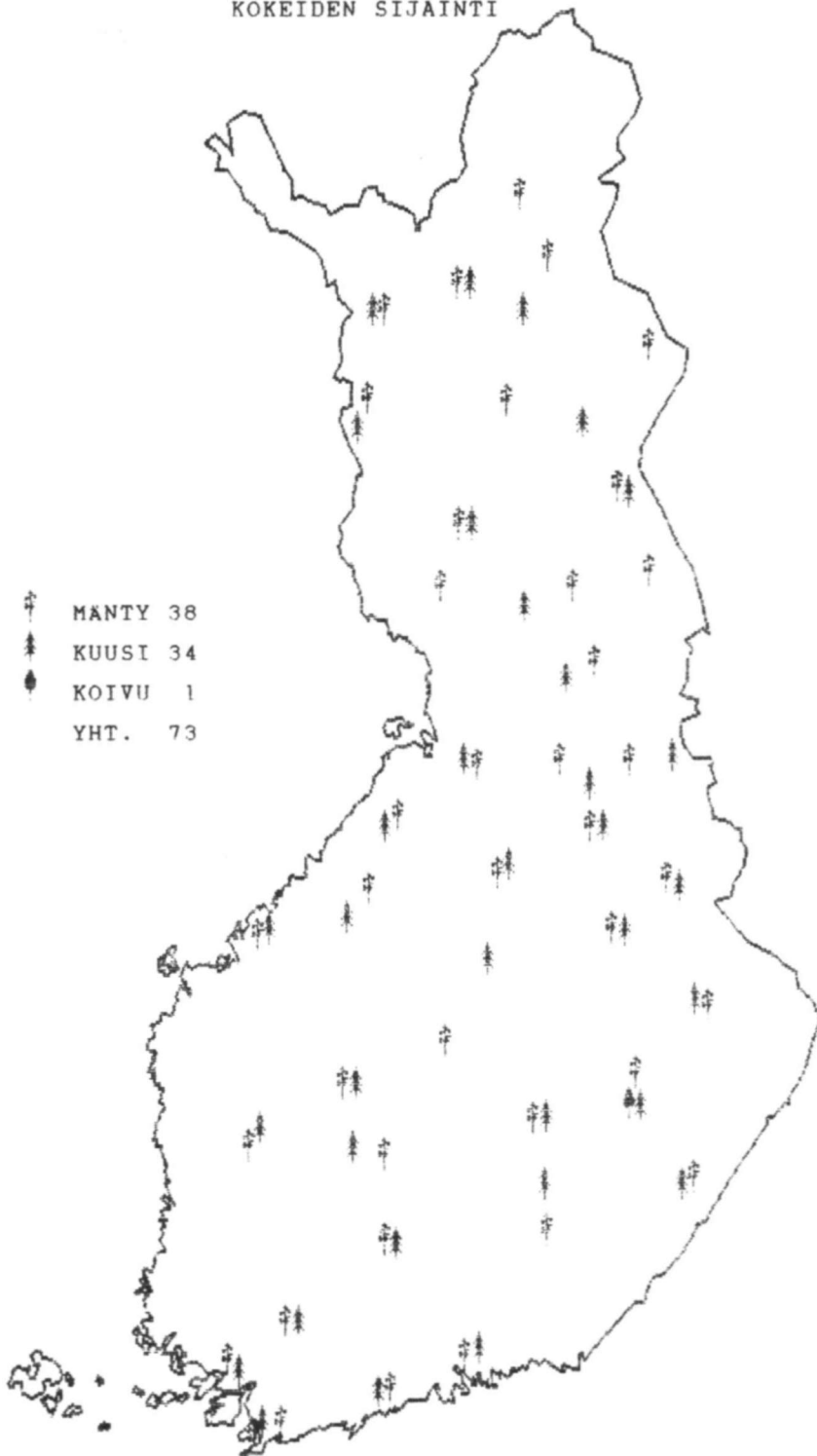
Mittaukset on toistettu vuosittain 1979-84. Tämän jälkeen mittaukset tapahtuvat kolmen vuoden välein. Ympärysmittauksen lisäksi suoritetaan vastinpuista kairauksia.

Suunnitellusta aineistosta on perustettu vuoden 1985 loppuun mennessä seuraavat määrät kokeita (jokainen koeala sisältää nuoren, keski-ikäisen ja vanhan metsikön):

	E-Suomi	Oulu	Lappi
Mänty	13	12	13
Kuusi	13	11	9
Koivu	1		

Aineisto on tarkoitus täydentää vuoden 1987 loppuun mennessä.

KOKEIDEN SIJAINTI



KASVUNVAIHTELUKOKEET

8. KÄYNNISSÄ OLEVIA KOKEIDEN JA NIIDEN KOEALOJEN LUKUMÄÄRÄT
V. 1985

Kokeita (Koealoja)

TAIMIKOT JA NIIDEN KÄSITTELY

Istutusväli ja -kuviointi

Puhtaat metsiköt.....	22	(354)
Sekametsiköt.....	11	(137)
Istutusviuhka.....	1	(4)

Taimikon perkaus

Yhteispohjoismainen tutkimus.....	4	(28)
Nurmes-suunnitelmaan liittyvä tutkimus...	3	(36)
Perkaukseen liittyvä puulajivalinta.....	-	(-)

Hirvivauriot.....	18	(188)
-------------------	----	-------

Taimikon harvennus

Harvennuksen voimakkuus.....	25	(288)
Harvennuksen ajankohta.....	9	(122)
Kylvötuppaiden käsittely.....	3	(15)
Suojametsäalueen taimikot.....	99	(5450)

Alikasvosten toipuminen.....	13	(69)
------------------------------	----	------

Vierasperäiset puulajit.....	2	(50)
------------------------------	---	------

Harmaalepän vaikutus karulla kasvupaikalla...	1	(3)
---	---	-----

VARSINAISET HARVENNUKSET

Vanhat harvennuskokeet.....	90	(173)
-----------------------------	----	-------

Yhteiseurooppalainen harvennuskoe.....	1	(10)
--	---	------

Haavikoiden käsittely.....	2	(23)
----------------------------	---	------

Koivuvitikoiden kasvattaminen.....	8	(118)
------------------------------------	---	-------

Harvoin toistuvat harvennukset (HARKAS- kokeet).....	76	(562)
---	----	-------

Puustopääoman puuntuotannollinen merkitys....	6	(37)
---	---	------

Harvennustavan vaikutus puuntuotokseen

Valikoivat harvennukset.....	12	(59)
------------------------------	----	------

Systemaattiset harvennukset.....	7	(43)
----------------------------------	---	------

Mekaanisen vaurion vaikutus puun kehitykseen.	4	(4)
---	---	-----

Harvana syntyneet vaara-alueen metsiköt.....	1	(8)
--	---	-----

Liukuvan harvennusvoimakkuuden koealat.....	1	(5)
Pohjois-Suomen vanhat pysyvät koealat.....	27	(86)
Suojametsien käsittely.....	6	(104)

TEKNINEN LAATU

Karsiminen

Vanhat karsimiskokeet.....	-	(-)
Uudet karsimiskokeet.....	18	(107)
Laatuharvennus.....	2	(7)

LANNOITUKSEN PUUNTUOTANNOLLINEN MERKITYS

Maantutkimusosaston perustamat vanhat

lannoituskokeet.....	66	(584)
Lannoitelaji ja lannoitusväli.....	8	(134)
Tuhka- ja algominlannoituksen vaikutus puus- ton kasvuun.....	1	(42)
Kasvatushakkuun ja lannoituksen keskinäinen ajoittaminen.....	7	(129)
Harvennuksen ja lannoituksen yhteisvaikutus..	18	(189)
Harvennustavan vaikutus lannoitusreaktioon...	4	(86)
Kokopuun korjuun vaikutus puuntuotokseen		
Kotimainen tutkimus.....	8	(152)
Yhteispohjoismainen tutkimus.....	7	(114)

TALOUSMETSÄT

Valtakunnan metsien inventoinnin (VMI) sys- teemiin perustetut INKA-kokeet.....	828	(2484)
VMI:n systeemiin perustetut TINKA-kokeet.....	270	(810)
Suojametsäalueen kokeet.....	113	(339)
Kasvun vaihtelu.....	73	(205)

Kokeita yhteensä 1 875

Koealoja yhteensä 13 358

METSÄNTUTKIMUSLAITOS
Metsänarvioimisen tutkimusosasto
Puuntuotoksen tutkimussuunta
Kornetintie 8
00380 Helsinki
p. (90)556 276

Vuokila Yrjö

professori

Tutkijat

Gustavsen Hans Gustav
Hynynen Jari
Isomäki Antti
Koistinen Esa
Kukkola Mikko
Luoma Pirkko
Nöjd Pekka
Ojansuu Risto

kasvuennusteet, bonitointi
metsänlannoitus
kasvatushakkuut
alikasvokset
metsänlannoitus
atk
ILME-tutkimukset
menetelmätutkimukset

Muu henkilökunta

Alhola Hannele
Herno Marja-Liisa
Huttunen Tapio
Ollikainen Hilikka
Pekonen Ari
Sanaslahti Anja
Siitonen Timo
Ylimartimo Tapio

toimistovirkailija
ylim. tutkimusapulainen
suunnittelija
tutkimusmestari
metsätalousinsinööri
tutkimussihteeri
metsätalousinsinööri
metsätalousteknikko

Ulkopuoliset tutkijat

Mielikäinen Kari
Roiko-Jokela Pentti

Rovaniemen tutkimusasema
Eteläranta 55
96300 Rovaniemi
p. (960)15 721

Tutkijat

Salminen Hannu
Timonen Mauri
Varmola Martti (toimivap.)

Muu henkilökunta

Hyvärinen Jouni
Oinas Erkki
Ruotsalainen Kullervo
Siivola Eero
Timonen Tapio

ohjelmoija
tutkimusapulainen
metsätalousteknikko
metsätalousteknikko
ohjelmoija

Ulkopuolinen tutkija

Pöhtilä Eljas

Muhoksen tutkimusasema
Kirkkosaarentie
91500 Muhos
p. (981)431 404

Tutkija

Niemistö Pentti

Muu henkilökunta

Alatalo Kari
Poutiainen Eero

metsätalousinsinööri
tutkimusapulainen

Joensuun tutkimusasema
Yliopistokatu 7
80100 Joensuu
p. (973)28 331

Tutkija

Saramäki Jussi (toimivap.)

