

# ACTA FORESTALIA FENNICA

Vol. 131, 1973

Soiden metsänkasvatuskelpoisuuden laskentamene-  
telmä

*A method for calculation of the suitability of peatlands  
for forest drainage*

*Leo Heikurainen*



SUOMEN METSÄTIETEELLINEN SEURA

## **Suomen Metsätieteellisen Seuran julkaisusarjat**

**ACTA FORESTALIA FENNICA.** Sisältää etupäässä Suomen metsätaloutta ja sen perusteita käsitteleviä tieteellisiä tutkimuksia. Ilmestyy epäsäännöllisin väliajoin niteinä, joista kukin käsittää yhden tutkimuksen.

**SILVA FENNICA.** Sisältää etupäässä Suomen metsätaloutta ja sen perusteita käsitteleviä kirjoitelmia ja lyhyehköjä tutkimuksia. Ilmestyy neljästi vuodessa.

Tilaukset ja julkaisuja koskevat tiedustelut osoitetaan Seuran toimistoon, Unioninkatu 40 B, 00170 Helsinki 17.

## **Publications of the Society of Forestry in Finland**

**ACTA FORESTALIA FENNICA.** Contains scientific treatises mainly dealing with Finnish forestry and its foundations. The volumes, which appear at irregular intervals, contain one treatise each.

**SILVA FENNICA.** Contains essays and short investigations mainly on Finnish forestry and its foundations. Published four times annually.

Orders for back issues of the publications of the Society, subscriptions, and exchange inquiries can be addressed to the office: Unioninkatu 40 B, 00170 Helsinki 17, Finland.

## ALKUSANAT

Metsäparannustöiden kehittäminen on Suomessa keskeistä metsätalouden ja ympäristön suojelemiseksi. Metsäparannustyön kehittäminen on keskeistä metsätalouden ja ympäristön suojelemiseksi. Metsäparannustyön kehittäminen on keskeistä metsätalouden ja ympäristön suojelemiseksi.

# SOIDEN METSÄNKASVATUSKELPOISUUDEN LASKENTAMENETELMÄ

LEO HEIKURAINEN

Metsäparannustyön kehittäminen on Suomessa keskeistä metsätalouden ja ympäristön suojelemiseksi. Metsäparannustyön kehittäminen on keskeistä metsätalouden ja ympäristön suojelemiseksi.

Tämä yhteistyö on ollut merkittävä. Pyydän entistä kiitoksella myös Valtion maatalous-metsätalouden tutkimuslaitosta, joka on hoitanut tutkimuksen rahoitusta.

Heikurainen, L. (1973) Soiden metsäkasvatuskelpoisuuden laskentamenetelmä. Metsäparannuslaitoksen julkaisu 107.

Helsinki, toukokuussa 1973

Leo Heikurainen

## SUMMARY:

### A METHOD FOR CALCULATION OF THE SUITABILITY OF PEATLANDS FOR FOREST DRAINAGE

0000-0000 0000

HELSINKI 1973

SOIDEN METSÄNKASVATUSKELPOISUUDEN  
LASKENTAMENETELMÄ

Suomen Metsätieteellisen Seuran julkaisusarjat

ACTA FORESTALIA FENNICA. Sisältää otteita Suomen metsätalouden ja kasvatustieteen perusteista käsitteleviä tieteellisiä tutkimuksia. Ilmestyy epäsäännöllisesti vuosittain yhden tai kahden osan muodossa.

SILVA FENNICA. Sisältää otteita Suomen metsätalouden ja sen perusteista käsitteleviä kirjoituksia ja lyhyitä tutkimuksia. Ilmestyy säännöllisesti vuosittain.

Tilaukset ja julkaisuja koskevat tiedustelut osoitetaan Seuran toimistoon, Unioninkatu 40 B, 00170 Helsinki 17.

Publications of the Finnish Forestry Society in Finland

A METHOD FOR CALCULATION OF THE SUITABILITY OF PEATLANDS FOR FOREST DRAINAGE  
ACTA FORESTALIA FENNICA. Contains scientific papers mainly dealing with Finnish forestry and its foundations. The volumes, which appear at irregular intervals, contain one or two parts.

SILVA FENNICA. Contains essays and short investigations mainly on Finnish forestry and its foundations. Published four times annually.

Orders for book issues of the publications of the Society, subscriptions, and exchange inquiries can be addressed to the office Unioninkatu 40 B, 00170 Helsinki 17, Finland.

ISBN 951-651-006-x

Hämeenlinna 1973 Arvi A. Karisto Oy:n kirjapaino

## ALKUSANAT

Metsänparannustöiden keskinäistä edullisuusjärjestystä koskevan sopimustutkimuksen erääksi tavoitteeksi asetettiin parantaa nykyistä biologis-taksatorisiin perusteisiin nojautuvaa soiden metsänkasvatuskelpoisuuden määrittämenetelmää. Käsillä oleva julkaisu pyrkii toteuttamaan tämän.

Menetelmän kehittämisessä on metsänparannusten keskinäistä edullisuusjärjestystä selvitelleen työryhmän osuus huomattava. Eri-tyisesti minulla on syytä kiittää tohtoreita MATTI KELTIKANGAS ja KUSTAA SEPPÄLÄ, jotka ovat ratkaisevalla tavalla osallistuneet menetelmän kehittämiseen. Edellinen on kantanut päävastuun ekonomisten ja jälkimmäinen taksatoristen ongelmien ratkaisuissa.

Tässä yhteydessä haluan esittää parhaat kiitokseni myös työryhmän muille päätutkijajäsenille, prof. VALTER KELTIKANKAALLE ja prof. PAAVO YLI-VAKKURILLE, joiden vaikutus työn ideoitten kehittämisessä on ollut merkittävä. Pyydän esittää kiitokseni myös Valtion maatalous-metsätieteelliselle toimikunnalle, joka on hoitanut tutkimus-sarjan rahoitusta.

Eri-tyisesti toivon, että nyt esitettävä soiden metsänkasvatuskelpoisuuden laskentamenetelmä olisi omiaan auttamaan metsäojitustoimintaa yhä vaikeammaksi käyvässä tehtävässään.

Helsinki, toukokuussa 1973

Leo Heikurainen

... tutkimus on suhteellisen helppoa tekni-  
na edullisuus 0-10 ja että ilmasto-työhyök-  
keet jakavat mittauskellin todellisen puuston  
harvun alueellisen muutoksen viitteen ta-  
vallaan alueeseen eli ilmasto-työhyökkeeseen.  
Jokaisella suotyyppillä on kussakin ilmasto-  
työhyökkeessä oma, sen ojitukseen jälkeistä  
metsänkasvatuskelpoisuutta ilmaiseva indeksi  
eli metsäojitusboniteettiluku. Yksityiskok-  
tien osalta viitataan aikaisemmin julkai-  
ttuun tutkimukseen (Hämäläinen 1959).

Ennen edellä viitattuja tutkimuksia soi-  
den metsänkasvatuskelpoisuuden arvioinnin  
tapahdintametsätyyppien rinnalla (Tamm-  
en 1915) tai sen hyvyysluokkia (Lukkala  
1929) tai hyvyysluokkia ja metsäojituksen  
ilmasto-työhyökkeitä käyttämällä (Lukkala  
ja Korhonen 1945). Metsänkasvatuskel-  
pöisyys luonnehdittiin näiden perusteella  
yleensä verbaalisesti, mutta myös opti-  
sojitusarvon (1-10) käytettiin jonkila-  
ista jyvitysarvona tai esitettiin suhteelli-  
sia lukuja sena arvoita ilmen, että mu-  
takkatyyppiä metsä suunetta luku 100 (Luk-  
kala ja Korhonen 1951).

Maamme rajojen ulkopuolella soiden va-  
llista metsäojitusta varten tehdään yleensä  
ensimmäisen tai vähemmän verbaalista kei-  
non ilmasto-työ ja maaperälliset puunkas-  
vatuksen edellytykset huomioon ottaen  
(esim. Malmström 1938 ja 1959). Noinassa  
vähemmän perusteet ovat kuitenkin meillä

... tutkimus on suhteellisen helppoa tekni-  
ka ja ennen kaikkea työryhmän  
muille huomiota monet ojitukseen edullisen  
teen vaikuttavat tekijät, kuten metsä-  
nuket ja kantohuono sekä hyvinsoiva ja  
tulokset maanin valtion ajan.

### 12. Menetelmän tavoitteet

... menetelmä tähtää nykyistä metsänkas-  
vatuskelpoisuuden luokitusta tarkempaan so-  
vitettiin. Tähän pyritään korvaamalla lu-  
kitus laskentamenetelmällä, joka tekee mah-  
dolliseksi perustatuksen muutoksen huomioon  
ottamisen. Tämä tarkoittaa eli ole luokkava-  
hista, esim. ilmasto-työhyökkeestä tai metsä-  
ojitusboniteettista riippuvainen. Tarkkuutta  
ja joustavuutta menetelmässä tavoitellaan  
myös siten, että sijaintipaikan tarkkava-  
man vaikutus metsänkasvatuskelpoisuuden  
arvioinnin huomioon. Noinsojitusarvon puu-  
ton määrän, lähemmin sanottuna on kas-  
vatuskelpoisuutta osalla, on huomattava vaikutus  
laskelmaan.

Edellä kuvattujen biologis-taksatoristen  
tutkimusten lisäksi menetelmä pyrkii ot-  
tamaan metsänkasvatuskelpoisuuden val-  
kuttavat ekonomiset tekijät huomioon. Har-  
joissa viimeksi mainittu on oleellisesti otta-  
tavoitteena on ollut rakentaa teoreettinen  
metsänkasvatuskelpoisuuden määrittämenet-  
elmä, tähänastiset ovat olleet biologis-  
taksatorisia.

## SISÄLLYS

1. Johdanto .....	5
11. Katsaus soiden valintamenetelmiin .....	5
12. Menetelmän tavoitteet .....	5
2. Menetelmän pääpiirteet ja käsitteet .....	6
3. Metsäojitusboniteetti .....	7
4. Diskontatut puusadon lisät .....	9
41. Laskenta .....	9
42. Yleistäminen .....	10
5. Kantohinta .....	14
6. Kustannukset .....	15
61. Peruskustannukset .....	15
62. Jälkikustannukset .....	15
7. Menetelmän käyttö .....	17
71. Tarvittavien suureiden arviointi ja laskenta .....	17
72. Aputaulukot ja esimerkkejä .....	18
73. Erikoistapauksia .....	19
74. Suunnitteluteknisiä näkökohtia .....	19
8. Menetelmän arviointia .....	21
Kirjallisuutta .....	23
Summary .....	24
Liitetaulukot — <i>Appendices</i> .....	27

ISSN 0156-200X

Hänneentien 103 Aasi & Marjo Ojan Kirjapaino

## 1. JOHDANTO

### 11. Katsaus soiden valintamenetelmiin

Soiden valinta metsäojitusta varten on maassamme hoidettu käytännöllisesti katsoen metsäojitustoiminnan alusta alkaen metsänkasvatuskelpoisuuden eli ojituskelpoisuuden arvioinnin pohjalta. Soiden metsänkasvatuskelpoisuutta arvioidaan nykyisin metsäojitusboniteetin avulla (HEIKURAINEN 1959, 1968). Metsäojitusboniteetin määrittäminen tapahtuu suotyypin ja ilmastovyöhykkeen mukaan. Siitä, miten kullekin suotyypille on saatu metsäojitusboniteetin lukuarvot ja miten ilmastovyöhykkeet on rakennettu, tyydytään tässä yhteydessä vain toteamaan, että metsäojitusboniteetin lukuarvo ilmaisee ojituksen jälkeistä kuutiokasvua suhteellisina lukuihin asteikossa 0–10 ja että ilmastovyöhykkeet jakavat mittauksilla todetun puuston kasvun alueellisen muutoksen viiteen tasaväliseen alueeseen eli ilmastovyöhykkeeseen. Jokaisella suotyypillä on kussakin ilmastovyöhykkeessä oma, sen ojituksen jälkeistä metsänkasvatuskelpoisuutta ilmaiseva indeksiluku eli metsäojitusboniteettiluku. Yksityiskohdientien osalta viitataan aikaisemmin julkaistun tutkimukseen (HEIKURAINEN 1959).

Ennen edellä viitattuja tutkimuksia soiden metsänkasvatuskelpoisuuden arviointi tapahtui metsätyypeihin rinnastaen (TANTTU 1915) tai ns. hyvyysluokkia (LUKKALA 1929) tai hyvyysluokkia ja metsäojituksen ilmastovyöhykkeitä käyttämällä (LUKKALA ja KOTILAINEN 1945). Metsänkasvatuskelpoisuus luonnehdittiin näiden perusteella yleensä verbaalisesti, mutta myös »metsäojitusarvoa» (1–10) käytettiin jonkinlaisena jyvitysarvona tai esitettiin suhteellisia lukuja »maan arvosta» siten, että mustikkatyyppin maalle annettiin luku 100 (LUKKALA ja KOTILAINEN 1951).

Maamme rajojen ulkopuolella soiden valinta metsäojitusta varten tehdään yleensä enemmän tai vähemmän verbaalisin keinoin ilmastolliset ja maaperälliset puunkasvatuksen edellytykset huomioon ottaen (esim. MALMSTRÖM 1938 ja 1959). Norjassa valinnan perusteet ovat kuitenkin meillä

käytettyä muistuttavia (JERVEN ja WISTH 1967) ja osin meillä kehitettyjä menetelmiä soveltavia (THURMANN—MOE 1963).

Nykyinen metsänkasvatuskelpoisuuden määrittäminen menetelmä on biologis-taksatorisiltakin perusteiltaan sikäli hatara, ettei se ota huomioon ojituksen aiheuttamaa tuotoksen lisäystä, vaan yksinomaan ojitetun suon keskimääräisen tuotoksen. Metsäojitusboniteetti ei myöskään ota huomioon suon ojituksen aikaista puustoa, jonka määrällä ja elpymiskyvyllä on ratkaiseva vaikutus ojituksen edullisuuteen. Metsäojitusboniteettia voidaan myös pitää liian karkeana etenkin karujen soiden tapauksissa ja pohjoisessa. Sijaintipaikan korkeuden vaikutus jää myös kokonaan pois arvioinnista. Ja ennen kaikkea nykyinen arviointi jättää vaille huomiota monet ojituksen edullisuuteen vaikuttavat tekijät, kuten kustannukset ja kantohinnan sekä investoinnin ja tulojen saannin välisen ajan.

### 12. Menetelmän tavoitteet

Menetelmä tähtää nykyistä metsänkasvatuskelpoisuuden luokitusta tarkempaan arviointiin. Tähän pyritään korvaamalla luokitus laskentamenetelmällä, joka tekee mahdolliseksi portaattoman muutoksen huomioon ottamisen. Täten tarkkuus ei ole luokkavälistä, esim. ilmastovyöhykkeestä tai metsäojitusboniteetista riippuvainen. Tarkkuutta ja joustavuutta menetelmässä tavoitellaan myös siten, että sijaintipaikan korkeusaseman vaikutus metsänkasvatuskelpoisuuteen on otettu huomioon. Myös ojitushetken puuston määrällä, lähemmin sanoen sen kasvatuskelpoisella osalla, on huomattava vaikutus laskelmaan.

Edellä kuvattujen biologis-taksatoristen tarkennusten lisäksi menetelmä pyrkii ottamaan metsänkasvatuskelpoisuuteen vaikuttavat ekonomiset tekijät huomioon. Itse asiassa viimeainittu on oleellista uutta; tavoitteena on ollut rakentaa ekonominen metsänkasvatuskelpoisuuden määrittäminen menetelmä, tähänastiset ovat olleet biologis-taksatorisia.

## 2. MENETELMÄN PÄÄPIIRTEET JA KÄSITTEET

Menetelmän tavoitteisiin pyritään laske-  
malla *bruttohyödyn* ( $H_b$ ) ja *investointikus-*  
*tannusten* ( $K$ ) erotus, jota kutsutaan *netto-*  
*hyödyksi* ( $H_n$ ) tai bruttohyödyn ja inves-  
tointikustannusten suhde, jota kutsutaan  
*hyötykerroimeksi* ( $h$ ).

$$1) H_n = H_b - K$$

$$2) h = \frac{H_b}{K}$$

Nettohyötyä voidaan, tosin suurin va-  
rauksin, pitää myös absoluuttisena hyötynä.  
Hyötykerrointa puolestaan voidaan käyt-  
tää määritettäessä heikoimmin kannatta-  
vien toteutettavien ojituskohteitten rajaa  
eli ns. toimenpiderajaa sekä verrattaessa  
erilaisten kohteitten ojittamisen edullisuut-  
ta toisiinsa. Bruttohyötyä ja nettohyötyä  
ilmaistaan markoilla, hyötykerroin on suhde-  
luku.

Bruttohyöty on edellä esitetyissä kaavoissa  
tietysti keskeisessä asemassa ja se saadaan  
tulevaisuuden bruttotuottojen lisäysten ny-  
kyarvona eli kaavana (vrt. myös SAARI  
1942):

$$H_b = \sum (T_i - T_0) \cdot 1.0p^{-i}, \text{ jossa}$$

$T_i$  = bruttotuotto ojituksen jälkeen vuon-  
na  $i$

$T_0$  = bruttotuotto ilman ojitusta vuonna  $i$

Bruttotuotot ovat puutavaralajeittaisia  
osatuloja, jotka puolestaan syntyvät puu-  
määrien ja kantohintojen tuloina.

Tässä laskelmassa myöhemmin esitettä-  
vällä tavalla konstruoidut puutavaralajeit-  
taiset, ojitushetkeen diskontatut hakkuu-  
määrät, joista on vähennetty samoin käsi-  
tellyt potentiaaliset hakkuumäärät ilman  
ojitusta, on muunnettu hintasuhteiden avulla  
kuusiainespuuksi ja summattu. Näin saadut  
*diskontatut puusadon lisät* ( $A$ ) on kerrottu  
*kantohinnalla* ( $P$ ). Tuloa nimitetään brut-  
tohyödyksi, josta puolestaan lasketaan, ku-  
ten edellä mainittiin, nettohyöty ja hyöty-  
kerroin.

Käsitteet, joita tässä laskelmassa käytet-  
tään ja joita ei vielä ole esitetty, ovat seu-  
raavat: *metsäojitusboniteetti* ( $bo$ ), joka on  
*viljavuusindeksin* ( $v_j$ ) ja *alueindeksin* ( $a_j$ )  
tulo sekä *kustannukset* ( $K$ ), jotka koostuvat  
*peruskustannuksista* ( $K_p$ ), kuten ojituskus-  
tannukset ( $K_o$ ) ja metsityskustannukset  
( $K_m$ ) ja *jälkikustannuksista* ( $K_j$ ), joita ovat  
ojien kunnossapitokustannukset ( $K_k$ ), tai-  
mistonhoitokustannukset ( $K_t$ ) ja lannoitus-  
kustannukset ( $K_l$ ).



### 3. METSÄOJITUSBONITEETTI

Metsäojitusboniteetti-käsitettä käytetään ilmaisemaan puuston kasvua ojituksen jälkeen, ja tärkeimmät metsänkasvuun vaikuttavat tekijät ovat viljavuus ja ilmastolliset tekijät. Edellistä kuvaamaan sopii suotyyppi ja jälkimmäisiä ilmaistaan metsäojituksen ilmastollisilla vyöhykkeillä (HEIKURAINEN 1959). Nykyisen metsäojitusboniteettijärjestelmän mukaan kukin suotyyppi saa oman metsäojitusboniteettiluvun kussakin ilmastovyöhykkeessä.

Tässä esitettävän menetelmän yhteydessä on metsäojitusboniteetti-käsitettä tarkennettu siten, että mainitut kaksi tärkeintä tekijää, viljavuus ja ilmastolliset tekijät, on erotettu omiksi numerollisiksi suureikseen, *viljavuusindeksiksi* ( $v_i$ ) ja *alueindeksiksi* ( $a_i$ ). Metsäojitusboniteetti lasketaan näiden tulona.

Tämän uuden metsäojitusboniteetin yksityiskohtia on esitetty aikaisemmin (HEIKURAINEN 1972 b), joten tässä yhteydessä voidaan tyytyä esittelemään vain pääpiirteitä.

*Viljavuusindeksi* ilmaisee eri suotyyppien ojituksen jälkeisen puuntuottokyvyn samalla ilmastoalueella. Puuntuottokykyä on mahdollista arvioida lähinnä kirjoittajan tutkimusten (HEIKURAINEN 1959) ja metsänparannustöiden keskinäistä edullisuuserjäytystä koskeneiden uudempien mittausten (HEIKURAINEN ja SEPPÄLÄ 1973) perus-

teella. Edellisessä mitattiin 1 368 pienehköä ympyräkoealaa ja jälkimmäisessä 411 moniosaista kaistakoealaa eri puolilta maamme ja eri suotyypeiltä.

Saatujen kasvulukujen muokkaaminen viljavuusindekseiksi on tapahtunut edellä mainitun tutkimuksen (HEIKURAINEN 1959) taulukoiden 62 ja 64 perusteella pyrkimällä siihen, että indeksi kuvaisi juoksevaa vuotuista kasvua. Eri suotyyppien viljavuusindeksit esitetään taulukossa 1.

Taulukon »uusista suotyypeistä», lyhytkortisesta kalvakkanevasta (LkKN), tupasvillasararämeestä (TSR) ja vaivaiskoivurämeestä (VKR) on esitetty yksityiskohtaisemmat perustelut toisaalla (HEIKURAINEN 1972 a).

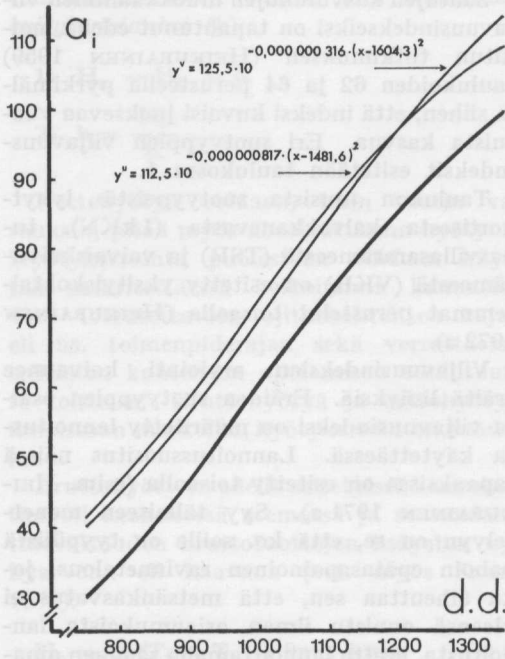
Viljavuusindeksien arviointi kaivanne eräitä lisäyksiä. Eräiden suotyyppien osalta viljavuusindeksi on määritetty lannoitusta käytettäessä. Lannoitusuusitus näissä tapauksissa on esitetty toisaalla (esim. HEIKURAINEN 1971 a). Syy tällaiseen menettelyyn on se, että ko. soille on tyypillistä pahoin epätasapainoinen ravinnetalous, joka aiheuttaa sen, että metsänkasvatus ei yleensä onnistu ilman asianmukaista lannoitusta, mutta lannoittamalla saadaan ainakin tyydyttävä metsänkasvu.

Taulukon indeksiluvut samoin kuin entiset metsäojitusboniteettiluvutkin ovat vain ohjelukuja, joista on syytä poiketa seuraa-

Taulukko 1. Suotyyppien viljavuusindeksit.

VL	varsinainen letto (lann.)	(70)	MK	mustikkakorpi	75
RiL	rimpiletto (lann.)	(30)	PK	puolukkakorpi	65
RhSN	ruohoinen saraneva	65	PsK	pallosarakorpi	50
VSN	varsinainen saraneva	50			
LkKN	lyhytkortinen kalvakkaneva (lann.)	(50)	VLR	varsinainen lettoräme	80
LkN	lyhytkortinen neva (lann.)	(30)	RLR	rahkainen lettoräme (lann.)	(60)
RN	rahkaneva (lann.)	(20)	RhSR	ruohoinen sararäme	70
RhRiN	ruohoinen rimpineva (lann.)	(25)	VSR	varsinainen sararäme	50
VRiN	varsinainen rimpineva (lann.)	(15)	TSR	tupasvillasararäme	40
			LkR	lyhytkortinen räme	30
VLK	varsinainen lettokorpi	80	TR	tupasvillaräme	25
KoLK	koivulettokorpi (lann.)	(95)	KgR	kangasaräme	45
RhSK	ruohoinen sarakorpi	90	PsR	pallosararäme	45
VSK	varsinainen sarakorpi	70	KR	korpiräme	35
LhK	lehtokorpi	100	VKR	vaivaiskoivuräme	40
KgK	kangaskorpi	65	VIR	varsinainen isovarpuinen räme	30
RhK	ruoho- ja heinäkorpi	100	RR	rahkaräme (lann.)	(25)

vissa tapauksissa: Jos suolla on rahkamättäitä (*Sphagnum fuscum*) tai rimpitä, on indeksilukua pienennettävä rahkamättäiden ja rimpitien määrästä riippuen (yleensä 5–15 yksikköä). Jos suo on ohutturpeinen ja kyseessä on karu suo, on indeksilukua syytä nostaa (yleensä 5–10 yksikköä). Tapauksissa, jolloin kyseessä on kahden



Kuva 1. Suhteellinen kasvu lämpösunnan (d.d.) funktiona eli alueindeksin ( $a_i$ ) kuvaaja.  $Y^v$  = vanha aineisto (HEIKURAINEN 1959).  $Y^u$  = uusi aineisto (HEIKURAINEN ja SEPPÄLÄ 1973).

Fig. 1. The relative growth as a function of the effective temperature sum (d.d.), i.e., the curve indicating the locality index ( $a_i$ ).  $Y^v$  = the old material (HEIKURAINEN 1959),  $Y^u$  = the new material (HEIKURAINEN and SEPPÄLÄ 1973).

indeksiltään erilaisen suon välimuoto tai suossa voidaan havaita selviä jonkin toisen suotyypin vivahteita, voidaan indeksi valita ko. indeksilukujen välistä.

Alueindeksi saadaan tehoisan lämpötilan summan ja suhteellisen kasvun välisestä regressiosta, joka on laskettu sekä kirjoittajan vanhan aineiston että metsänparannustöiden edullisuusjärjestystä koskevan ns. sopimustutkimuksen yhteydessä (HEIKURAINEN ja SEPPÄLÄ 1973). Tässä yhteydessä käytetään mainittujen aineistojen keskimääräistä kuvaajaa, joka on sikäli muutettu, että vuosien 1931–1960 lämpösunnalle 1350 d.d. (KOLKKI 1966) on merkitty suhteellinen kasvu 100 (vrt. kuva 1). Todellisuudessa kuvaajan arvo lämpösunnalla 1350 d.d. vaihteli puulajista ja aineistosta riippuen välillä 110–120.

Metsäojitusboniteetti voidaan edellä esitettyjen käsitteiden mukaan laskea seuraavasti.

$$3) \quad b_o = \frac{v_i \cdot a_i}{1000}, \text{ jossa}$$

$b_o$  = metsäojitusboniteetti

$v_i$  = viljavuusindeksi

$a_i$  = alueindeksi

Jakamalla tuhannella saadaan metsäojitusboniteettiluku samaan mittakaavaan kuin tähän astikin. Riittävän tarkkuuden saavuttamiseksi voidaan käyttää yhtä desimaalia. Seuraavassa asetelmassa nähdään esimerkkejä metsäojitusboniteetin määrittämisestä.

Eri suotyypin metsäojitusboniteetit voidaan myös taulukoida, esim. 50 asteen luokkavälein. Liitetaulukko 1 esittää tällaista taulukkoa.

Sijainti	Lämpösunna, d.d.	Suotyyppi	$V_i$	$a_i$	$b_o$
Rovaniemi .....	870	VIR	30	43	1.3
Kemijärvi .....	840	VLR*)	75	39	2.9
Kuusamo .....	790	MK	75	34	2.6
Paltamo .....	1.000	VLK	80	61	4.9
Kauhava .....	1.110	KR	35	75	2.6
Luumäki .....	1.310	TR	25	97	2.4
Ähtäri .....	1.090	RhK	100	73	7.3
Taivalkoski .....	850	LkR	30	40	1.2

\*) vivahdusta rahkaiseen lettorämeeseen

## 4. DISKONTATUT PUUSADON LISÄT

### 41. Laskenta

Diskontattuja puusadon lisää koskevat tiedot perustuvat KELTIKANKAAN ja SEPPÄLÄN (1973) tutkimukseen, jossa niiden laskennassa käytettyjä menetelmiä myös yksityiskohtaisesti selostetaan. Tässä yhteydessä tyydytään koskettelemaan vain eräitä pääperiaatteita.

Ojitettujen suometsien poistumasarjoja rakennettaessa on metsiköiden kehitys- ja käsittelymalleina käytetty ns. tavoitepuustosarjoja (HEIKURAINEN ym. 1960), jotka tiettyjen olettamusten varassa on ulotettu koskemaan kaikkia kolmea laskenta-alueita ja tutkittuja kasvupaikkoja. Mainituissa tavoitepuustosarjoissa käytettiin kolmea laskenta-alueita, 1) Etelä- ja Keski-Suomi, 2) Pohjanmaa ja Kainuu ja 3) Peräpohjola. Myös tässä selvityksessä laskenta on suoritettu näiden laskenta-alueiden puitteissa. Sopimustutkimuksessa tutkittavat kasvupaikat rajoitettiin koskemaan seuraavia keskeisiä metsäisiä suotyyppisiä: RhK, MK ja PK, RhSR, VSR ja PsR sekä IR ja TR. Koealojen määrä, jakaantuminen sekä koealojen mittauksia koskevat yksityiskohdat on esitetty toisaalla (KELTIKANGAS ja SEPPÄLÄ 1973 sekä HEIKURAINEN ja SEPPÄLÄ 1973).

Tavoitepuustosarjojen poistuman rakenne on arvioitu samoin perustein kuin aikaisemmissakin metsäojituksen hyötyä ja edullisuutta koskevilla selvityksissä (HEIKURAINEN ym. 1960, KELTIKANGAS ja SEPPÄLÄ 1966), kuitenkin niin että ainespuun ja hukkapuun keskinäisiä osuuksia on tarkistettu nykyisiä minimikatkaisuläpimittoja vastaaviksi ja samalla on otettu huomioon NYSSÖSEN ja ALALAMMIN (1968) tutkimuksen tulokset.

Sopimustutkimuksessa n. 35 vuotta siten ojitetuilta soilta mitatut metsiköt rinnastettiin tavoitepuustosarjojen kehitysvaiheisiin niiden valtapituutta kriteerinä käyttäen. Tavoitepuustosarjojen edellyttämät poistumat korvattiin 25 ja 35 vuotta ojituksen jälkeen tapahtuvissa hakkuissa maastomittausten tuloksilla. Koealametsiköiden jäävän puuston määrän, rakenteen ja kas-

vun perusteella korjattiin tavoitepuustosarjan poistumia siten, että suometsien ja tavoitepuustojen erot tasoittuivat neljän vuosikymmenen kuluessa.

Luonnontilaisten suometsien poistumasarjat rakennettiin niinkään sopimustutkimuksessa kertyneestä aineistosta saaduista tiedoista, joita on jo aikaisemmin esitelty (HEIKURAINEN 1971 b). Periaatteena on ollut, että ojittamatonta suometsää käsitellään kerran 10–30 vuodessa poiminnanluonteisin hakkuin, jolloin siitä hakataan kasvun edellyttämä poistuma.

Vähentämällä ojitettujen suometsien nykyhetken diskontatuista ja summatuista poistumista luonnontilaisen suometsän samoin käsitellyt poistumat ja muuntamalla ne alueittaisten hintasuhteiden avulla kuusiainespuuksi saadaan diskontattu puusadon lisää.

Tulokset on esitetty erikseen 5 %:n ja erikseen 3 %:n diskonttosadannesta käytettäessä liitetaulukoissa 2 ja 3. Niistä voidaan todeta, että yleensä diskontattu puusadon lisää suurenee mittaushetkellä olevan kasvatuskelpoisen puuston suuretassa tiettyynajaan asti (korvissa 50–80 m<sup>3</sup>/ha, rämeillä 30–70 m<sup>3</sup>/ha), jonka jälkeen diskontattu puusadon lisää pysyy samana tai alkaa jopa pienetä. Yksinkertaistamiseen pyrkien ja tietäen muutenkin, että lähtöpuuston suuretassa sen elpymiskyky heikkenee ja siten käyttökelpoisuus pienenee (vrt. HEIKURAINEN ja KUUSELA 1962), on tässä työssä korpisoiilla 40 m<sup>3</sup>/ha ja rämeillä 30 m<sup>3</sup>/ha otettu siksi rajaksi, jonka jälkeen diskontattu puusadon lisää pysyy vakiona.

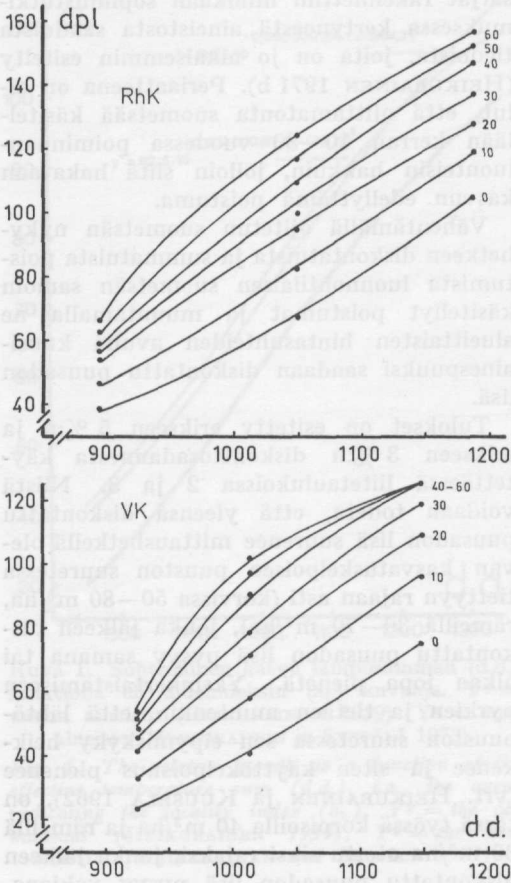
Todettakoon vielä, että kolmen prosentien mukaan laskien diskontattu puusadon lisää on yli kaksinkertainen viiden prosentien mukaan laskettuun verrattuna, kuten liitetaulukoista 2 ja 3 ilmenee. Perustelematta ratkaisua tässä yhteydessä yksityiskohtaisemmin käytetään menetelmän edelleen kehittelyssä yksinomaan kolmen prosentien diskonttaukseen perustuvia laskelmia.

## 42. Yleistäminen

Laskennan pohjana olleiden koealojen sijaintipaikkojen tehoisan lämpötilan sum-

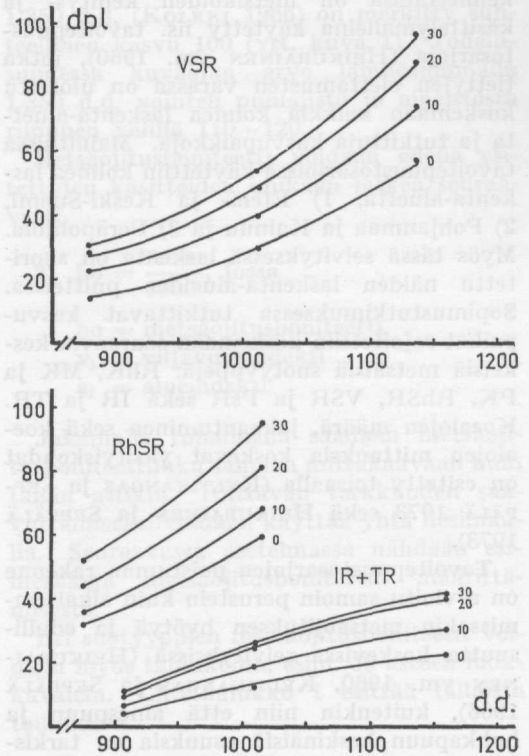
mien keskiarvot ovat laskenta-alueittain seuraavat:

	Etelä- ja Keski-Suomi	Pohjanmaa-Kainuu	Peräpohjola
RhK .....	1 187 d.d.	1 050 d.d.	895 d.d.
VK .....	1 147 »	1 012 »	925 »
RhSR .....	—	1 014 »	876 »
VSR + PsR .....	1 137 »	1 013 »	881 »
IR + TR .....	1 160 »	1 011 »	907 »



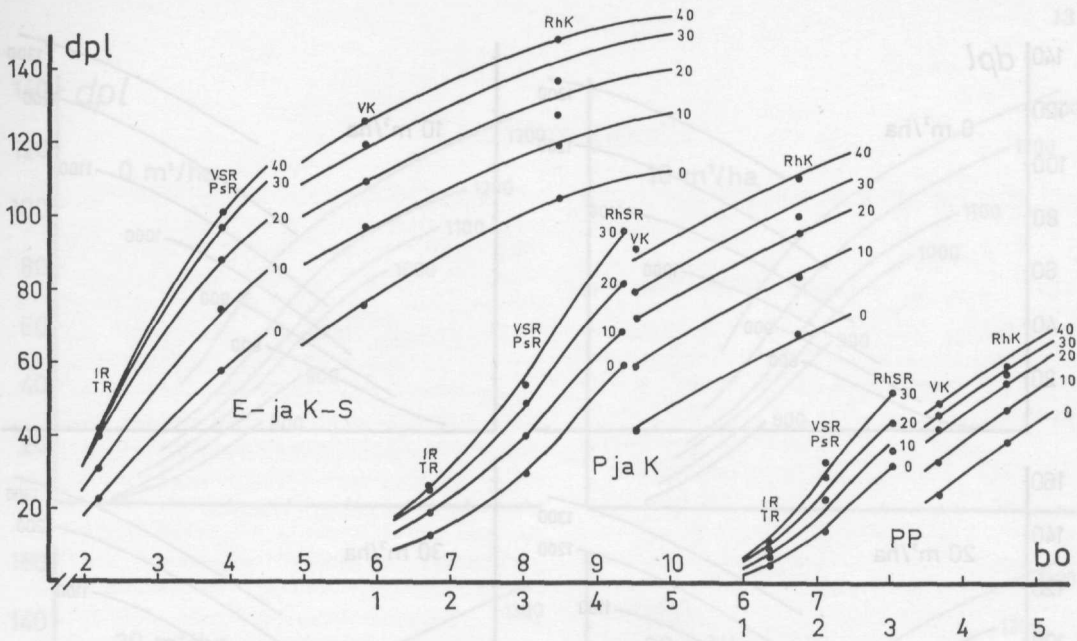
Kuva 2. Korprien diskontatun puusadon lisän (dpl) kuvaajat lämpösunnan (d.d.) funktiona. Fig. 2. The discounted yield increase (dpl) in spruce swamps as a function of the temperature sum (d.d.).

Laskenta-alueittaisia koealojen sijaintipaikkojen lämpösunnien keskiarvoja apuna käyttäen voidaan kullekin suotyypille ja lähtöpuustoluokalle esittää diskontatut puusadon lisän kuvaajat lämpösunnan mukaisina muuttujina. Näin on tehty kuvissa 2 ja 3.



Kuva 3. Räreiden diskontatun puusadon lisän (dpl) kuvaajat lämpösunnan (d.d.) funktiona. Fig. 3. The discounted yield increase (dpl) in pine swamps as a function of the temperature sum (d.d.).

Lämpösunnan funktiona esitetyt diskontatun puusadon lisän käyrät (kuvat 2 ja 3) ovat jo sellaisenaan käyttökelpoisia diskontatun puusadon lisän arviointiin. Ratkaisu on kuitenkin rajoittunut, se käsittää vain 5 suotyyppiä tai suotyyppiryhmää, ja alueellisesti se ulottuu vain osaan maa-



Kuva 4. Diskontatun puusadon lisän (dpl) kuvaajat metsäojitusboniteetin (bo) funktiona.  
 Fig. 4. The discounted yield increase (dpl) as a function of the site quality index (bo).

tamme. Ratkaisu vaatii yleistämistä. Tällaiseen yleistämiseen on pyritty siten, että kussakin laskenta-alueessa lasketaan tutkittujen suotyypin metsäojitusboniteetti ja esitetään diskontatun puusadon lisät metsäojitusboniteetin funktiona. Näin on tehty kuvassa 4.

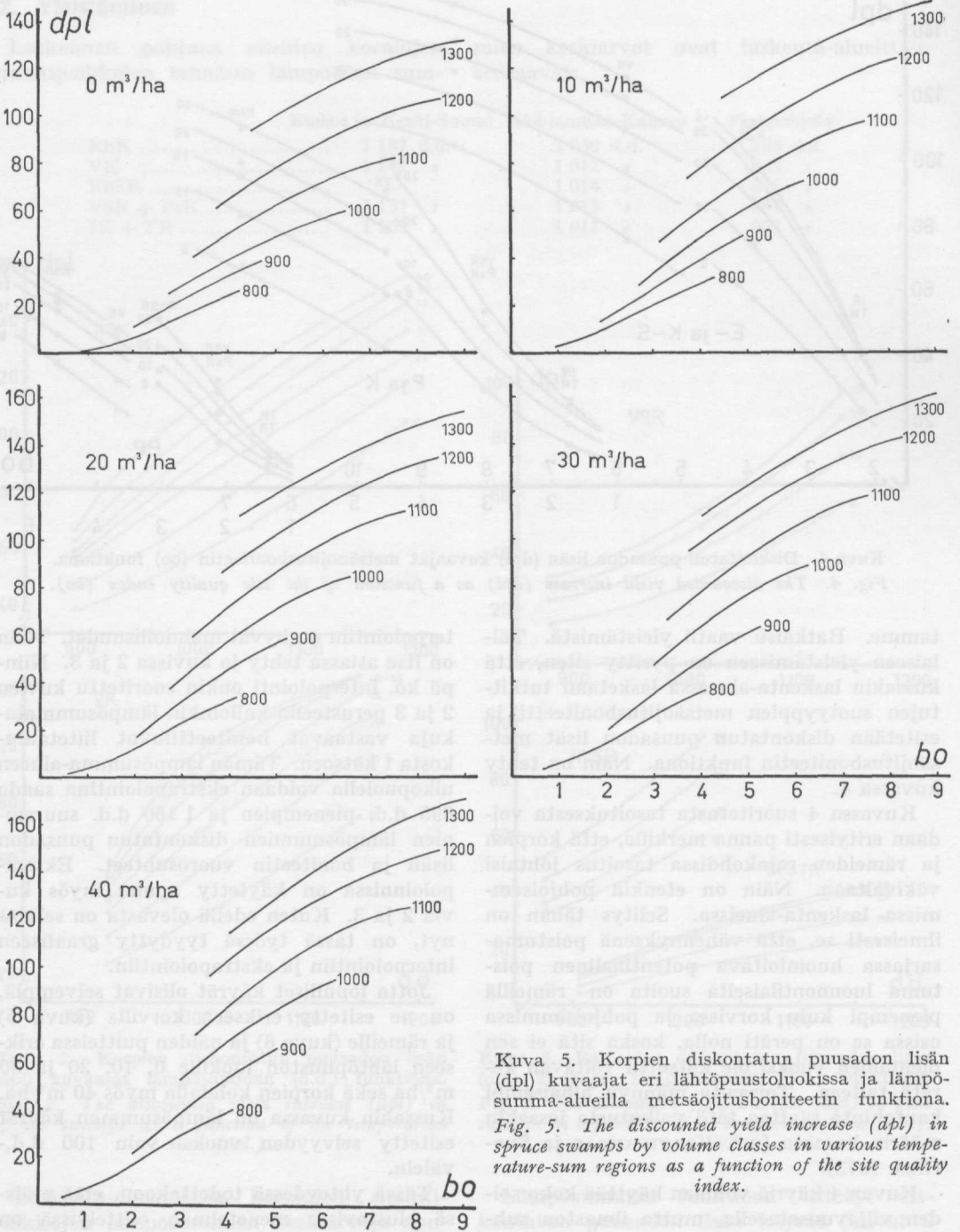
Kuvassa 4 suoritettusta tasoituksesta voidaan erityisesti panna merkille, että korpien ja rämeiden rajakohdissa tasoitus johtaisi väkivaltaan. Näin on etenkin pohjoisemmissa laskenta-alueissa. Selitys tähän on ilmeisesti se, että vähennyksenä poistumasarjassa huomioitava potentiaalinen poistuma luonnontilaiselta suolta on rämeillä pienempi kuin korvissa ja pohjoisimmissa osissa se on peräti nolla, koska sitä ei sen pienuuden vuoksi ole katsottu voitavan kerätä talteen. Toisaalta männyn alhaisempi kantohinta saattaa tätä vaikutusta jossakin määrin kumota (vrt. KELTIKANGAS ja SEPÄLÄ 1973).

Kuvan 4 käyriä voidaan käyttää koko siten viljavuusalueella, mutta ilmaston suhteen ne edustavat vain koalojen sijaintipaikkojen lämpösummien keskiarvoja. Lämpösomma-alueella 1 160–895 d.d. muutos on kuitenkin rajattu kolmella pisteellä, joten esim. 50 d.d.-välein tapahtuvaan in-

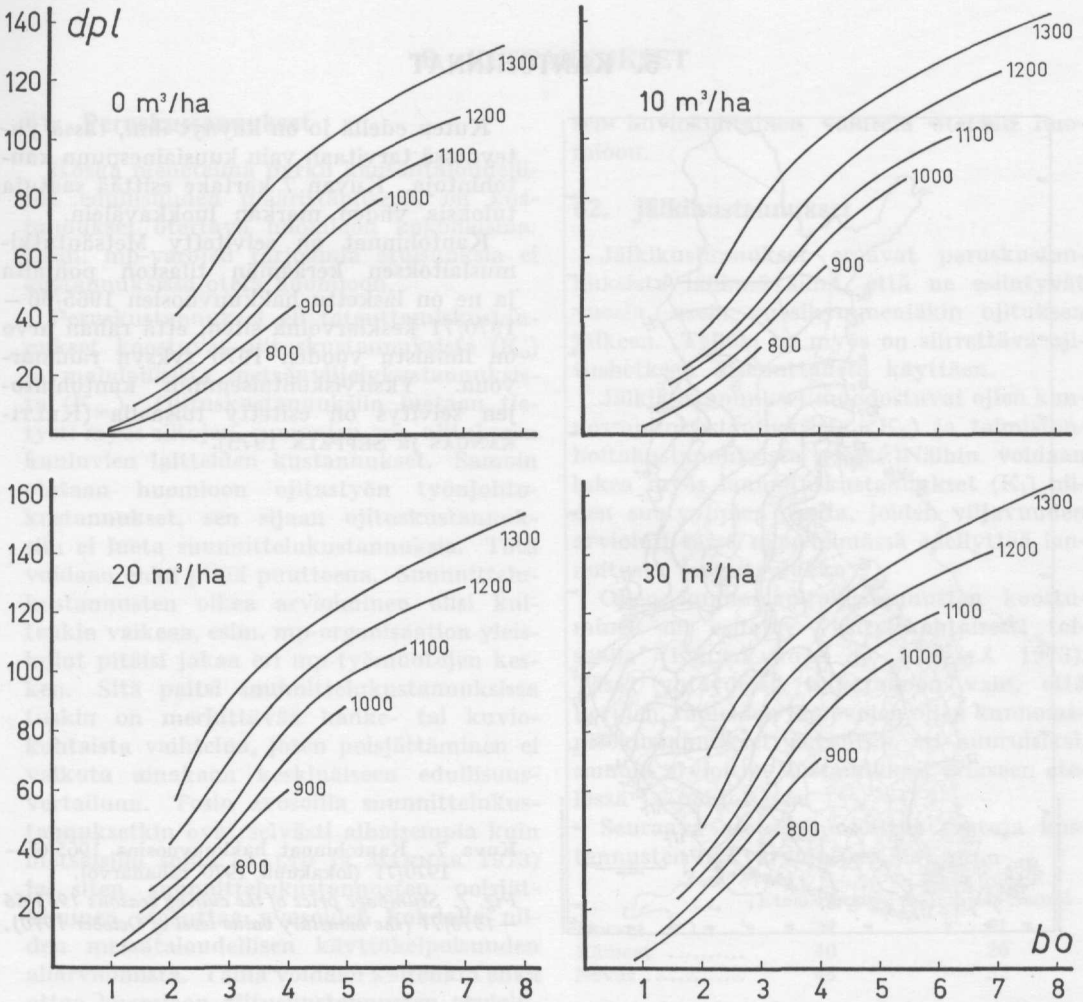
terpolointiin on hyvät mahdollisuudet. Näin on itse asiassa tehty jo kuvissa 2 ja 3. Niinpä ko. interpolointi onkin suoritettu kuvien 2 ja 3 perusteella kulloinkin lämpösommalukuja vastaavat boniteettiluvut liitetäulukosta 1 katsoen. Tämän lämpösomma-alueen ulkopuolella voidaan ekstrapolointina saada 895 d.d. pienempien ja 1 160 d.d. suurempien lämpösummien diskontatun puusadon lisän ja boniteetin vuorosuhteet. Ekstrapoloinnissa on käytetty apuna myös kuvia 2 ja 3. Kuten edellä olevasta on selvinnyt, on tässä työssä tyydytty graafiseen interpolointiin ja ekstrapolointiin.

Jotta lopulliset käyrät olisivat selvempiä, on ne esitetty erikseen korville (kuva 5) ja rämeille (kuva 6) ja näiden puitteissa erikseen lähtöpuuston luokille 0, 10, 20 ja 30 m<sup>3</sup>/ha sekä korpien kohdalla myös 40 m<sup>3</sup>/ha. Kussakin kuvassa on lämpösomman käyrät esitetty selvyuden vuoksi vain 100 d.d.-välein.

Tässä yhteydessä todettakoon, että eräissä alustavissa menetelmän esittelyissä on edellä selostettu yleistäminen esitetty siten, että kaikki muuttujat, metsäojitusboniteetti, lähtöpuusto sekä sijaintipaikan lämpösomma ovat samassa monogrammissa (vrt. esim. HEIKURAINEN 1972 c, kuva 3). Esi-



Kuva 5. Korprien diskontatun puusadon lisän (dpl) kuvaajat eri lähtöpuustoluokissa ja lämpösumma-alueilla metsäojitusboniteetin funktiona.  
 Fig. 5. The discounted yield increase (dpl) in spruce swamps by volume classes in various temperature-sum regions as a function of the site quality index.



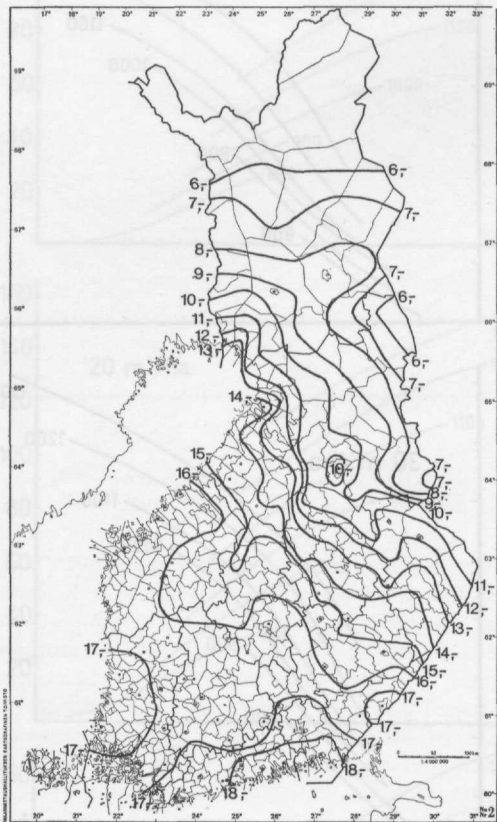
Kuva 6. Rämeiden diskontatun puusadon lisän (dpl) kuvaajat eri lähtöpuustoluokissa ja lämpösoma-alueilla metsäojitusboniteetin funktiona.

Fig. 6. The discounted yield increase (dpl) in pine swamps by volume classes in various temperature-sum regions as a function of the site quality index.

tystapaa on kuitenkin tässä jouduttu muuttamaan, koska tarkistuksessa vuorosuhteet osoittautuivat monimutkaisemmiksi, joskin periaatteessa aikaisemmin kuvatun kaltaisiksi.

Kuvissa 5 ja 6 voidaan diskontattu puusadon lisä lukea sillä tarkkuudella kuin halutaan. Liitetaulukoon 4 on poimittu arvoja siten, että luokkaväleinä on ollut lämpösoman osalta 50 d.d., boniteetin osalta 0.5 ja lähtöpuuston osalta 10 m³/ha.

## 5. KANTOHINNAT



Kuten edellä jo on käynyt ilmi, tässä yhteydessä tarvitaan vain kuusiainespuun kantohintoja. Kuvan 7 kartake esittää saatuja tuloksia yhden markan luokkavälein.

Kantohinnat on selvitetty Metsäntutkimuslaitoksen keräämän tilaston pohjalta ja ne on laskettu hakkuuvuosien 1965/66 – 1970/71 keskiarvoina siten, että rahan arvo on ilmaistu vuoden 1970 syksyn rahanarvona. Yksityiskohtaisemmin kantohintojen selvitys on esitetty toisaalla (KELTIKANGAS ja SEPPÄLÄ 1973).

Kuva 7. Kantohinnat hakkuuvuosina 1965/66 – 1970/71 (lokakuun 1970 rahanarvo).

*Fig. 7. Stumpage price of the cutting seasons 1965/66 – 1970/71 (the monetary value level of October 1970).*



## 6. KUSTANNUKSET

### 61. Peruskustannukset

Koska menetelmä pyrkii kansantaloudellisen edullisuuden määrittämiseen, on kustannukset otettava huomioon kokonaisina. Esim. mp-varojen tarjoamia etuisuuksia ei kustannuksissa oteta huomioon.

Peruskustannukset eli toteuttamiskustannukset koostuvat ojituskustannuksista ( $K_o$ ) ja mahdollisista metsänviljelykustannuksista ( $K_m$ ). Ojituskustannuksiin luetaan tietysti myös siltojen, rumpujen ym. ojitukseen kuuluvien laitteiden kustannukset. Samoin otetaan huomioon ojitustyön työnjohtokustannukset, sen sijaan ojituskustannuksiin ei lueta suunnittelukustannuksia. Tätä voidaan ehkä pitää puutteena. Suunnittelukustannusten oikea arvioiminen olisi kuitenkin vaikeaa, esim. mp-organisaation yleiskulut pitäisi jakaa eri mp-työmuotojen kesken. Sitä paitsi suunnittelukustannuksissa tuskin on merkittävää hanke- tai kuviokohtaista vaihtelua, joten poisjättäminen ei vaikuta ainakaan keskinäiseen edullisuusvertailuun. Tosin avosoilla suunnittelukustannuksetkin ovat selvästi alhaisempia kuin metsäisillä soilla (AALTO ja MANNER 1973) ja siten suunnittelukustannusten poisjättäminen aiheuttaa avosoiden kohdalla niiden metsätaloudellisen käyttökelpoisuuden aliarvioimista. Tämä voidaan kuitenkin ehkä ottaa huomioon ojituskustannusten arvioinnissa alentamalla niitä avosoiden tapauksissa esim 10 % arvioiduista.

Metsänviljelykustannuksilla tarkoitetaan tässä kaikkia niitä kustannuksia, jotka liittyvät metsänviljelyyn, kuten mahdollinen viljelyalan raivaus, siementen tai taimien hinta, maan muokkaus metsitystä varten ja itse metsänviljelyn työpalkat.

Sekä ojituskustannukset että metsänviljelykustannukset on tarkoitettu arvioitaviksi kentällä ja siten, että myös kustannus-

ten kuviokohtainen vaihtelu otetaan huomioon.

### 62. Jälkikustannukset

Jälkikustannukset eroavat peruskustannuksista lähinnä siinä, että ne esiintyvät vuosia, usein vuosikymmeniäkin ojituksen jälkeen. Tällöin ne myös on siirrettävä ojitushetkeen diskonttausta käyttäen.

Jälkikustannukset muodostuvat oijen kunnossapitokustannuksista ( $K_k$ ) ja taimistonhoitokustannuksista ( $K_i$ ). Näihin voidaan lukea myös lannoituskustannukset ( $K_l$ ) niiden suotyypin osalta, joiden viljavuuden arviointi tässä menetelmässä edellyttää lannoitusta (vrt. taulukko 1).

Oijen kunnossapitokustannusten koostuminen on esitetty yksityiskohtaisesti toisaalla (KELTIKANGAS ja SEPPÄLÄ 1973). Tässä yhteydessä todettakoon vain, että korprien, rämeiden ja nevojen oijen kunnossapitokustannukset arvioitiin eri suuruisiksi, samoin arvioitiin kustannukset erikseen etelässä ja pohjoisessa.

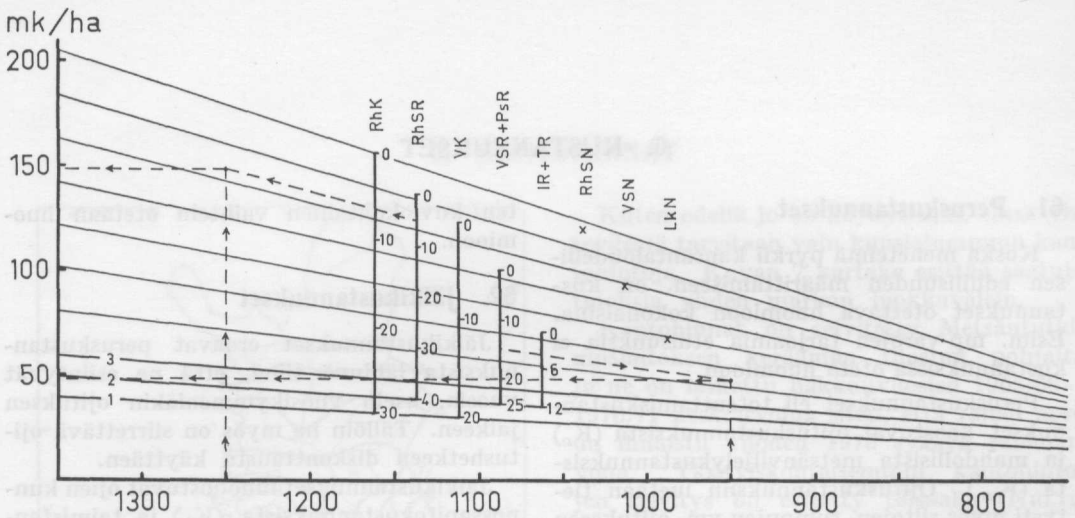
Seuraava asetelma osoittaa saatuja kustannusten nykyarvoja (mk/ha).

	Etelä-Suomi	Pohjois-Suomi
Korvet .....	32	21
Rämeet .....	40	26
Nevat .....	48	32

Taimistonhoitokustannuksia arvioitaessa valittiin seuraavat lähtökohdat: 1) määritettiin sellaisen puuston kuutiomäärä, josta alkaen hoitotoimenpiteet suoritetaan myyntihakkuiden yhteydessä, 2) määritettiin se aika, joka kuluu metsittymisestä hoitotoimenpiteisiin sekä 3) määritettiin taimiston hoitotoimenpiteen yksikkökustannus. Yksityiskohtaisesti nämä on esitetty toisaalla (KELTIKANGAS ja SEPPÄLÄ 1973).

Taimistonhoitokustannusten nykyarvoksi saatiin seuraavat luvut:

	Etelä- ja Keski-Suomi	Pohjois-Pohjanmaa ja Kaniuu	Peräpohjola
RhK .....	125, -/ha	93, -/ha	65, -/ha
VK .....	103 »	71 »	46 »
RhSR .....	103 »	76 »	53 »
VSR + PsR .....	76 »	53 »	34 »
IR + TR .....	46 »	27 »	17 »



Kuva 8. Jälkikustannusten nomogrammi.

Fig. 8. Nomogram for the after-costs.

Ojien kunnossapitokustannukset ja taimistonhoitokustannukset on tasoitettu portaattomiksi kuvan 8 esittämällä tavalla. Etelä- ja Pohjois-Suomen väli on tasoitettu suora viivaiseksi. Etelä-Suomen lämpösummaksi arvioitiin 1 175 d.d. ja Pohjois-Suomen vastaavasti 895 d.d.. Pohjois-Pohjanmaan ja Kainuun taimistonhoitokustannuksia on käytetty vain tukiaineistona ja tällöin käytettiin lämpösomaa 1 020 d.d..

Lämpösomman lisäksi muuttujina ovat puuston kuutiomäärä ja suotyyppi. Kuutiomäärän vaikutus oletettiin suoraviivaiseksi ja siten, että nollapuustolla kustannus oli täysimääräinen ja tietyillä kuutiomäärillä, joihin edellä kohdassa 1) viitattiin, kustannus oli 0. Nämä kuutiomäärät näkyvät kuvasta 8.

Kuvassa on molemmat jälkikustannusten ryhmät yhdistetty, alinna ovat ojien kunnossapitokustannukset ja niiden yläpuolella niiden kanssa summattuna taimistonhoitokustannukset.

Jälkikustannusten arviointi suoritetaan siis kohteen sijaintipaikan lämpösomman, suotyypin ja kehityskelpoisen puuston perusteella. Kuvaan on merkitty esimerkkinä kaksi tapausta: VSR, 950 d.d., 15 m<sup>3</sup>/ha; jälkikustannuksiksi saadaan kuvan perusteella 47,-/ha. Toinen esimerkki on RhSR, 1 250 d.d., 5 m<sup>3</sup>/ha; kuvan perusteella jälkikustannukset ovat 148,-/ha.

Jälkikustannusten arviointi on suoritettu vain sopimustutkimuksessa tutkituilla suotyypeillä. Yleistäminen kaikkia suotyyppejä koskevaksi voitaneen kuitenkin tehdä siten

kuin liitetaulukossa 5 on tehty. Avosoiden jälkikustannusten arviointi on suoritettu seuraavina rinnastuksina: RhSN = RhSR, VSN = VSR + PsR ja LkN = IR + TR.

Viljavuusindeksiä arvioitaessa on seuraavilla suotyypeillä ajateltu kasvatettavaksi metsää jatkuvasti lannoittamalla: VL, RiL, LkKN, LkN, RN, RhRiN, VRiN, KoLK, RLR ja RR: Näistä osa tarvitsee täyslannoituksen (LkN, RN, RR), osalle riittää PK-lannoitus.

Rahkaista lettorämettä ja rahkarämettä lukuunottamatta kaikki luetellut suotyypit ovat avosoiita ja mainitut metsäisetkin suotyypit ovat yleensä sellaisia, joilla metsän kasvatus ojituksen jälkeen on aloitettava taimistosta. Näin ollen voitaneen lannoituskustannusten arvioinnissa lähteä siitä, että ensimmäinen lannoitus on metsityslannoitus. Koska metsityslannoituksen kustannukset luetaan metsityskustannuksiin, on ensimmäinen lannoitus ajateltu hajalannoitukseksi ja annettavaksi 6 v metsityksen tai luontaisen metsittymisen tapauksessa ojituksen jälkeen, toinen lannoitus on ajateltu suoritettavaksi 21 v, kolmas 36 v ja neljäs 51 v ojituksen jälkeen. Kolmas ja neljäs lannoitus ovat kaikissa tapauksissa PK-lannoituksia.

Arvioimalla NPK-lannoituksen kustannuksiksi 210,-/ha ja PK-lannoituksen kustannuksiksi 140,-/ha saatiin lannoituskustannusten nykyarvoiksi:

NPK-lannoitus .....	391,-/ha
PK-lannoitus .....	246,-/ha

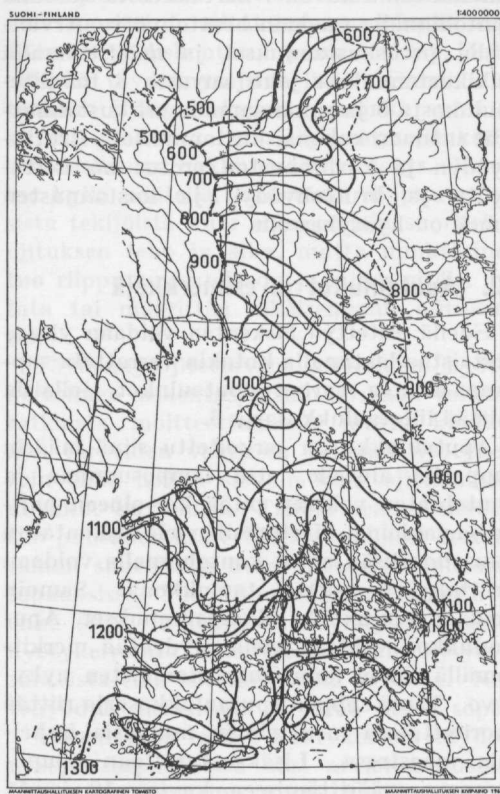
## 7. MENETELMÄN KÄYTTÖ

### 71. Tarvittavien suureiden arviointi ja laskenta

Kuten edellä olevasta on käynyt ilmi, sekä diskontatun puusadon lisät että jälkikustannukset riippuvat ennen kaikkea lämpösummasta. Lämpösummaa tarvitaan myös metsäojitusboniteetin määrittämisessä. Itse asiassa on kyse yleisemmin sijaintipaikan ilmaston vaikutuksesta, jota ilmaisemaan on valittu lämpösumma. Meillä Suomessa käytetyn tavan mukaan lämpösummalla tässäkin tarkoitetaan  $+5^{\circ}\text{C}$  ylittävältä osalta päivittäisten keskilämpötilojen vuosisummaa, näin laskettua lämpösummaa merki-

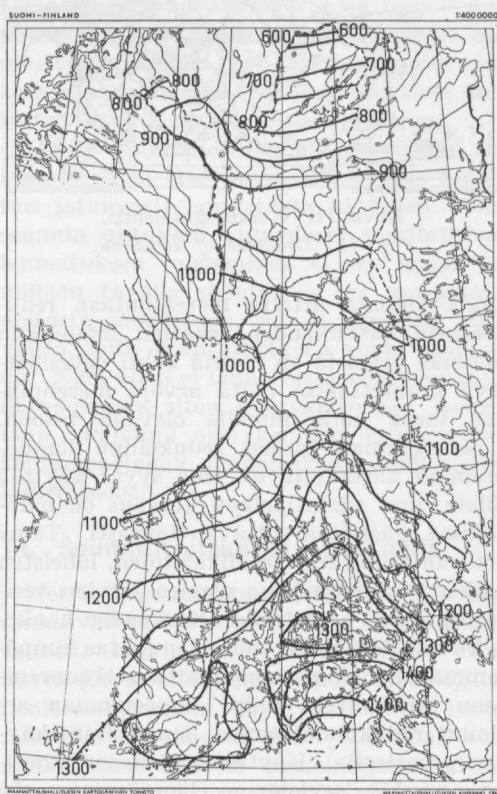
tään tavallisesti d.d. (degree of days) (vrt. SARVAS 1972).

Kun maastossa määritetään lämpösummaa, suositellaan käytettäväksi joko kuvan 9 osoittamaa lämpösummakartaketta tai kuvan 10 esittämää merenpinnan tasoon redukoitua lämpösummakartaketta. Molemmat kartakkeet on laskettu Ilmatieteellisen Keskuslaitoksen toimesta. Laskelmat on suorittanut tohtori P. JÄRVI, ja ne tarkoittavat aikajaksoa 1941–1970. Mainittu laitos on antanut luvan ko. kartakkeiden julkaisemiseen samoin kuin kuvassa 11 esitetyn korkeusgradienttikartakkeenkin julkaisemiseen. Viimemainitut luvut, 1.00–0.60, ilmoittavat



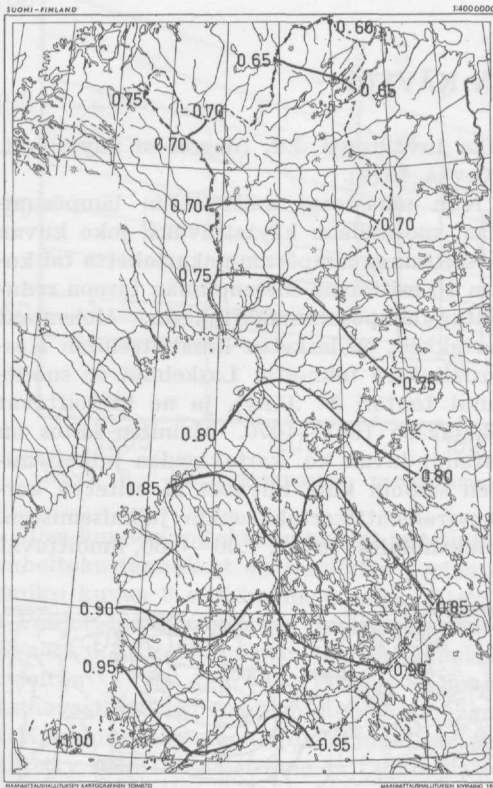
Kuva 9. Lämpösumma (d.d.) Suomessa vuosien 1941–1970 keskiarvona havaintoasemien korkeudella.

Fig. 9. The temperature sums (d.d.) in Finland during the period 1941–1970 as means for the elevation of the observation stations.



Kuva 10. Merenpinnan tasoon redukoitu lämpösumma (d.d.) Suomessa vuosien 1941–1970 keskiarvona.

Fig. 10. The temperature sums (d.d.) in Finland during the period 1941–70 as adjusted to sea level.



Kuva 11. Korkeusgradientti.  
Fig. 11. Gradient of elevation.

kuinka monta astetta merenpintaan redukoidusta kasvukauden tehoisan lämpötilan summan arvoista on metriä kohti vähennettävä muutettaessa näitä arvoja merenpinnan tasoa korkeammalla olevaan tasoon.

Merenpinnan tasoon redukoidun lämpösumman kartaketta on aina syytä käyttää silloin, kun sijaintipaikan korkeus on mahdollista määrittää riittävän tarkasti. Tämä voidaan tehdä topograafikarttojen, läheisten korkeudeltaan tiedossa olevien järvien vesipintojen jne. perusteella. Korkeuden hankeja kuviokohtainen arvioiminen johtaa lämpösumman arvioinnissa huomattavasti suurempaan tarkkuuteen kuin lämpösumman arviointi redukoiduttomien lämpösummakäyrien perusteella. Käytännössä lienee aiheellista pyrkiä arvioimaan lämpösumma 50 asteen tarkkuudella, vaikka se ainakin muodollisesti voitaisiinkin arvioida esim.  $\pm 10$  asteen tarkkuudella.

Toinen sekä diskontatun puusadon lisän määrään että jälkikustannuksiin vaikuttava

tekijä on kasvatuskelpoisen puuston määrä ojitushetkellä. Tämä muuttuja on luonnollisesti arvioitava maastossa. Tässä yhteydessä ei tämän arvioinnin tekniikkaan puututa, todettakoon vain, että  $10 \text{ m}^3/\text{ha}$  luokkavälinä lienee riittävä.

Maastossa arvioitaviin tunnuksiin kuuluu myös metsäojitusboniteetin määrittäminen, joka tapahtuu suotyypin ja lämpösumman perusteella (vrt. liitetaul. 1). Jos suotyypin viljavuusindeksin arvioinnissa halutaan ottaa huomioon tapauksen poikkeaminen suotyypin »keskimääräisestä» viljavuudesta, on metsäojitusboniteetti mahdollista laskea viljavuusindeksin ja alueindeksin perusteella.

Edellä esitetyn perusteella menetelmää käytetään siis seuraavasti: Metsäojitusboniteetin, lämpösumman ja lähtöpuustoluokan avulla määritetään joko kuvista 5 ja 6 tai liitetaulukosta 4 diskontattu puusadon lisä. Kertomalla tämä kuvan 7 kartakkeesta saadulla kantohinnalla saadaan bruttohyöty. Arvioimalla peruskustannukset ja määrittämällä jälkikustannukset joko kuvasta 8 tai liitetaulukosta 5 ja summaamalla eri kustannuserät saadaan kokonaiskustannukset. Bruttohyödyn ja kustannusten erotus on nettohyöty ja bruttohyödyn ja kustannusten suhde on hyötykerroin.

## 72. Aputaulukot ja esimerkkejä

Edellä esitettyä laskentaa voidaan yksinkertaistaa laatimalla kutakin verrattain suppeaa aluetta varten aputaulukot, jollaisia esittää liitetaulukkosarja 6.

Aputaulukko on tarkoitettu siinä määrin suppealle alueelle, että lämpösummaa ja kantohintaa voidaan pitää ko. alueen puitteissa vakioina. Kertomalla vielä diskontatun puusadon lisän arvot kantohinnalla voidaan bruttohyöty esittää taulukkona. Samoin voidaan taulukoida jälkikustannukset. Aputaulukkoa voidaan vielä täydentää merkittävällä siihen lannoituskustannusten nykyarvo. Tämä suppea aputaulukkosarja riittää suoritettaessa menetelmän mukaisia laskelmia maastossa. Lisäksi tarvitaan lämpösumman määrittämiseen kuvien 10 ja 11 kartakkeet. Näiden avulla ratkaistaan, mikä lämpösumma—kantohinta—kombinaation aputaulukoita kulloinkin käytetään. Tämä ratkaisu tehdään sisätyönä ennen hankkeen suunnitelmatöihin ryhtymistä tai esim.

ojitushankkeen alustavan tutkimisen jälkeen ennen varsinaisia suunnitelmatöitä (vrt. HEIKURAINEN 1971 a, s. 144).

Seuraavassa asetelmassa esitetään muuta-

mia esimerkkejä nettohyödyn ja hyötyker-toimen laskennasta liitteenä olevan aputa-lukkosarjan mukaan (lämpösumma 1 100 d.d., kantohinta 11,—).

Suotyyppi	m <sup>3</sup> /ha	H <sub>b</sub>	K <sub>o</sub>	+ K <sub>m</sub>	+ K <sub>j</sub>	+ K <sub>l</sub>	= K	H <sub>n</sub>	h
VSK .....	0	704	180	210	120	—	510	194	1.4
PK .....	30	990	210	—	30	—	240	750	4.1
RLR .....	10	858	175	—	104	246	525	333	1.6
TSR .....	20	583	150	—	49	—	199	384	2.9
RR .....	10	272	130	—	41	391	562	-287	0.5
RhSN .....	—	814	150	190	135	—	475	339	1.7
LkN .....	—	242	150	160	84	391	785	-543	0.3

### 73. Erikoistapauksia

Nykyisin metsäojitushankkeisiin sisältyy enenevässä määrin täydennysojitusta. Olisi näin ollen tärkeää, että tällaisten suokuvioiden »täydennysojituskelpoisuus» voitaisiin laskea samaa menetelmää käyttäen kuin uudisojitettavien kvioidenkin. Aikaisemmin suoritettujen ojituksen seurauksena saadaan tietty diskontatun puusadon lisä, jonka määrää täydennysojitus lisää. Emme kuitenkaan pysty laskemaan, kuinka suuri ja miten ajoittuva on täydennysojituksella aikaansaattava hakkuumäärien lisäys. Voimme kyllä päätellä, että tämä riippuu sellaisista tekijöistä kuin aikaisemmin suoritettujen ojituksen teho ja aika, mutta minkälainen tuo riippuvuussuhde on ja miten pitäisi mitata tai määrittää aikaisemman ojituksen teho.

Täydennysojitettavien kvioiden hyötyker-toimen laskentaa tuskin koskaan voidaan ratkaista moitteettomasti, mutta käytännön tarpeiden vaatiessa voidaan hyötyker-roin ehkä laskea samoin kuin ojittamatto-mienkin kvioiden. Tällöin sekä diskonta-tun puusadon lisä että kustannukset otetaan saman suuruisiksi kuin ojittamattomissakin tapauksissa. Todellisuudessa molemmat ovat ehkä 50 % laskelmassa käytetyistä, mutta hyötykerrointa laskettaessa onkin kysymys suhteista eikä absoluuttisista arvoista. Net-tohyödyn laskentaan ei tämä keino sopisi.

Toinen tapa laskea hyötykerroin täyden-nysojitustapauksessa olisi arvioida kustan-nukset prosentteina niistä kustannuksista, joita tarvittaisiin, jos olisi kyse ojittamatto-masta suokuviosta. Myös diskontatun puu-sadon lisän arvioinnissa käytettäisiin samaa menetelyä ja samaa prosenttilukua. Pää-dyttäisiin samaan hyötykerroimeen kuin

edellä esitettyssäkin menetelmässä, mutta tällä tavalla voitaisiin selvittää myös netto-hyödyn laskennasta.

Useissa tapauksissa saatetaan kaivata sellaista menetelmää, joka ottaisi huomioon sekä ojituksen että sen yhteydessä suori-tettavan lannoituksen hyötykerrointa las-kettaessa. Eräiden suotyyppien tapauksissa näin onkin välttämättömyyden pakosta mene-telty (vrt. taul. 1). Lisäksi on syytä vielä kerran todeta, että näissä tapauksissa tuo-stosten määrä perustuu vain arvioon.

Edellä viitattujen lannoitustapausten eri-koispiirre on, että puuston kasvatus tapah-tuu jatkuvasti lannoitusta käyttäen. Ylei-semmin ojituksen yhteydessä suoritettavan lannoituksen toistaminen ei sen sijaan ole millään tavalla sääntö, ja jos uusintalan-noitusta suoritetaan, se voi tapahtua aika-välein, joita ei ojitushetkellä voida ennakoida. Näin ollen ei lannoitusta voida normaali-tapauksessa sitoa hyötykerroimen lasken-taan. Parempi olisi kehittää erikseen las-kentamenetelmä lannoituksen edullisuuden laskemiseksi.

### 74. Suunnitteluteknisiä näkökohtia

Metsäojitussuunnitelmaa tehtäessä on met-sänkasvatuskelpoisuus arvioitu suokuviokoh-taisesti. Kukin suokuvio on saanut esim. kuvioselityslomakkeessa oman metsäojitus-boniteettilukunsa. Hyötykerroimen laske-minen ei ole sanottavasti työläämpää kuin metsäojitusboniteetin arviointikaan. Hyö-tykerrointa voitaneekin käyttää suokuvio-kohtaisena tunnuksena samoin kuin on käy-tetty metsäojitusboniteettiäkin.

Hyötykerroimen käyttämistä toimenpide-rajana seuraavat samat käytännön sovelta-misongelmat kuin vanhaa metsäojitusboni-

teettiäkin toimenpiderajana käytettäessä. Milloin toimenpiderajan alapuolelle jäävä kuvio otetaan mukaan hankkeeseen ja milloin toimenpiderajan ylittävään kuvio jätetään ojittamatta, ovat kysymyksiä, joista on paljon keskusteltu metsäojitusboniteetin pohjalta. Tässä mielessä ongelmat ja käytännön sovellutukset ovat tarkalleen samat siirryttäessä metsäojitusboniteetin käytöstä hyötykertoimen käyttöön.

Suunnitelma-asiakirjoissa esitetään yleisesti hankkeen keskiarviteetti ilmaisemaan hankkeen metsänkasvatuskelpoisuuden keskiarvoa. Aivan samoin voidaan kuvioiden hyötykertoimista laskea pinta-aloilla punnittu keskiarvo, joka kätevästi kuvaa koko hankkeen ekonomisuutta. Ja aivan kuten metsäojitusboniteettiäkin käytettäessä tälle keskiarvotunnuksesta on syytä antaa ratkaisevampi paino kuin yksityisten kuvioiden hyötykertoimille.

Jos katsotaan, että hyötykertoimen määrittäminen ojitussuunnitelman kenttätöiden yhteydessä on liian työlästä, voidaan hyötykertoimen määrittäminen kentällä supistaa koskemaan vain niitä tapauksia, jotka ovat toimenpiderajan lähellä. Aputaulukkosarjaan voidaan lisätä suotyyppiluettelu, jossa on esim. plus-merkillä merkitty ne suotyypit, jotka kulloisenkin aputaulukon olosuhteissa yleensä aina ylittävät toimenpiderajaksi sovitun hyötykertoimen ja samoin on merkitty esim. miinusmerkillä ne suotyypit, jotka yleensä ko. olosuhteissa jäävät toimenpiderajan alapuolelle. Ne suotyypit, joiden hyötykerroin kustannuksista ja lähtöpuustosta riippuen saattaa vaihdella toimenpiderajan molemmin puolin, merkitään vielä luettelossa näkyvästi. Tällaisesta suunnittelun kenttätöitä helpottavasta suotyyppiluettelosta on esimerkki liitetaulukoissa 6.

## 8. MENETELMÄN ARVIOINTIA

Menetelmällä saatavien tulosten *luotettavuuteen* vaikuttavat monet tekijät. Näistä ehkä tärkeimpiä ovat seuraavat: Diskontatun puusadon lisän määrät, kantohinnat ja boniteetin määrittäminen. Kiistatta keskeisimmän menetelmän luotettavuuteen vaikuttavan tekijäryhmän muodostavat diskontatun puusadon lisän määriin vaikuttavat tekijät. Tällaisia ovat mm. mallina käytetyt tavoitepuustosarjat, empiirisen aineiston mahdollinen harhaisuus, tulosten yleistämisessä käytetyt tasoitusmenetelmät, interpolointi ja ekstrapolointi jne. On mahdollista päätellä, minkä suuntaisia edellämainituissa tekijöissä mahdollisesti piilevät virhelähteet ovat, mieluummin lienee aiheellista olettaa, että tässä tekijäryhmässä ei ole systemaattisesti johonkin suuntaan tuloksia vääristäviä virheitä, vaan mahdolliset virheet ainakin osaksi kumoavat toisensa.

Empiirisen aineiston osalta voidaan tietysti väittää, että kyseessä on vanhalla metsänojitustekniikalla aikaansaadut tulokset, jotka eivät enää ole käyttökelpoisia uudella metsäojitustekniikalla saatuja tuotoslisäyksiä ja niiden vaatimia kustannuksia ajatellen. Tämä kritiikki on varmaan teoriassa oikeutettu, toisaalta näiden näkökohtien vaikutus tuskin on kovin suuri. Aineisto on kerätty tyydyttävästi kuivuneilta alueilta, ja sarkaleveyttä koskevat tutkimukset viittaavat siihen, että mitään ratkaisevaa muutosta ei liene odotettavissa tulevaisuudessa tässä mielessä (KELTIKANGAS 1971 ja SEPPÄLÄ 1972). Voidaan tietysti kuvitella tutkimuksen ja tekniikan kehityksen tuovan mukanaan jo lähitulevaisuudessa nykyisistä täysin poikkeavat ja edullisuutta ajatellen mullistavasti paremmat menetelmät. Tällainen »kohtalonuhka» liittyy kuitenkin oleellisena piirteenä kaikkiin ennusteisiin, jollaisena myös esitetyn menetelmän mukaista hyötykerroinlaskentaa voidaan pitää.

Kustannusten osalta voidaan puolestaan todeta, että muuttuivatpa ne kuinka tahansa, niiden vaikutus tulee menetelmässä otetuksi huomioon. Sama koskee kantohintoja. Ne muuttuvat varmasti vuosien mittaan,

ja menetelmän käytössä on tässä mielessä syytä pysyä ajan tasalla. Kantohintojen tarkistaminen esim. viiden vuoden välein on tarpeen. Sekä kustannuksista että kantohinnoista puhuttaessa on syytä muistaa, että menetelmän kannalta ei niinkään ole kyse absoluuttisista markkamääristä. Ensimmäisen tärkeitä ovat tapausten keskinäiset suhteet, joiden muutokset eivät ole läheskään yhtä herkkiä kuin markkamääräiset kustannukset ja kantohinnat. Toissijaiset tärkeitä ovat tapausten sisäiset kustannusten ja kantohintojen suhteet, jotka eivät nekään ole kovin herkkiä muutoksille.

Boniteetin määrittäminen menetelmässä jää — jos käytetään aputaulukoita — menetelmän käyttäjän toimenpiteitten ulkopuolelle, mutta menetelmän kehittämisessä se kyllä on tärkeä tekijä. Boniteettikäsitteen avulla on menetelmä voitu yleistää kaikkia soita koskevaksi. Periaatteessa boniteetin määrittäminen viljavuusindeksin ja alueindeksin avulla tuskin sisältää mitään virhettä. Sen sijaan on syytä todeta, että boniteetin avulla erilaisten suotyypin rinnastaminen menetelmän yleistämistä varten ei liene aivan virheetöntä. Puulajisuhteitten ja luonnontilaisen suon puuston erojen aiheuttamat suotyypikohtaiset vaikutukset osin peittyvät boniteettipohjaisessa tasoituksessa. Niinpä esim. sarakorpien koivuvaltaisuuuden vaikutus jää vaille huomiota. Toisaalta se, että luonnontilaisen suon potentiaalisen poistuman arvioissa sarakorvet rinnastetaan muihin korpiin, vaikuttaa edullisuuden laskennassa päinvastaiseen suuntaan. Itse asiassa lähtöpuustoluokan mukanaolo muuttujana ainakin lievittää edellä esitettyjä virhemahdollisuuksia. Toisaalta korvet ja rämeet on kuitenkin erotettu tasoituksissa toisistaan ja avosoiden rinnastaminen tässä yhteydessä rämeisiin lienee paikallaan. Tämänlaatuisia epätarkkuuksia tuskin koskaan voidaan kokonaan välttää, ellei primäriaineisto käsitä kaikkia suotyyppejä.

Osaltaan boniteettiarvoon vaikuttavana ja erityisesti suoraan sekä diskontattuun puusadon lisään että myös jälkikustannuksiin vaikuttavana lämpösummalla on keskeinen

asema menetelmässä. Tässä yhteydessä tuskin on syytä yksityiskohtaisemmin pohtia enempää lämpösummakartakkeiden laatimista kuin lämpösumman ekologista selitysarvoakaan, todettakoon vain, että lämpösumma näyttää saavan yhä laajenevaa käyttöä metsänhoidollisten toimenpiteitten suunnittelussa. Tässä yhteydessä on aiheellista todeta sellainen epäjohdonmukaisuus, että itse menetelmän kehittämisessä on käytetty aikajakson 1931—60 lämpösummia, mutta menetelmän sovellutuksissa suositellaan aikajakson 1941—70 lämpösummia. Syy tällaiseen menettelyyn on siinä, että esim. kasvun alueellisuuden selvittämisessä ei uudempi aineisto vielä ollut käytettävissä ja ainakin osaan puuston kasvun alueellisuuden tarkastelua aikaisemman aikajakson lämpösummat sopivat ajallisesti paremmin kuin myöhäisemmän aikajakson. 1941—70 vuosien lämpösumma puolestaan tuntui paremmin sopivan ennustamiseen kuin vanhempi. Sitä paitsi korkeusgradientit on laskettu jaksolle 1941—70. Kaiken kaikkiaan on todettava, että vuosien 1931—60 lämpösummat eivät kovinkaan paljon poikkea vuosien 1941—70 lämpösummista. Ilmatieteen laitoksessa tehtyjen laskelmien mukaan aikaisempi jakso oli 20—30° C lämpimämpi kuin myöhempi jakso.

*Menetelmän käyttö* on — kuten edellä jo on viitattu — kahtalainen. Erinäisissä hallinnollisissa tapauksissa saattaa olla välttämätöntä esittää laskelma ojituksen nettohyödyistä. Näin esim. johdettaessa vesiiä yleisen tien tai rautatien alitse ja verrattaessa näin syntyviä kustannuksia yrityksen tuottamaan hyötyyn. Toinen mahdollisuus nettohyödyn käyttämiseen on yhteisten kus-

tannusten jaossa, jolloin ojituksen »tuottamana hyötynä» voidaan käyttää nettohyötyä. Tässä yhteydessä ei tarvitse lähemmin korostaa sitä seikkaa, että nettohyöty on — huolimatta markkamääräisyydestään — enemmän laskennallinen edullisuuden suhteita kuin absoluuttista hyötyä ilmaiseva.

Toinen ja yleisempi menetelmän käyttötapa on hyötykerroimen laskenta. Hyötykerrointa voidaan käyttää mm. toimenpiderajan määrittämiseen. On vain sovittava, mikä hyötykerroin otetaan rajaksi. Tästä asiasta päättäminen ei ole tutkijan vaan poliittisen päätöksentekijän tehtävä. Tutkimuksen tulee kuitenkin selvittää, millä tavalla erilaiset hyötykerroinvaihtoehdot vaikuttavat metsäojitustoimintaan mm. alueellisesti. Saattaa olla, että jollakin alueella maassamme on aiheellista tyytyä hyötykerroimeen, joka on pienempi kuin yksi ja joillakin alueilla voidaan ehkä vaatia yhtä korkeampaa hyötykerrointa. Kovin suuri poikkeaminen hyötykerroimesta yksi toimenpiderajasta sovittaessa ei liene järkevää. Jos metsäojitustoiminnan rajakannattavuudeksi vaaditaan tässä laskelmassa käytetystä kolmen prosentin korkovaatimuksesta kovin paljon poikkeavaa korkovaatimusta, lienee aiheellista suorittaa laskelmat uudestaan korkovaatimusta vastaavalla diskonttoprosentilla. Tähänastinen metsäojitustoiminta näyttää tämän menetelmän valossa pitäneen soiden valintaperustetta sellaisella tasolla, joka suurin piirtein vastaa kolmen prosentin korkoa investoiduille varoille. Väärinkäsitusten välttämiseksi todettakoon, että koko toiminnan keskimääräinen kannattavuusprosentti on tietysti korkeampi kuin toimenpiderajana käytetty korkoprosentti.



## KIRJALLISUUTTA

- AALTO, O. ja MANNER, E. 1973. Soiden päätyyppiryhmien ojituskustannuksista. Summary: Forest drainage costs in different peatland type groups. Suo 3.
- CAJANDER, A. K. 1913. Studien über die Moore Finnlands. Acta For. Fenn. 2.3.
- HEIKURAINEN, L. 1959. Tutkimus metsäoitusalueiden tilasta ja puustosta. Referat: Über waldbaulich entwässerte Flächen und ihre Waldbestände in Finnland. Acta For. Fenn. 69.1.
- » — 1964. Improvement of forest growth on poorly drained peat soils. Int. Rev. For. Res., Vol. 1. Academic Press, New York—London.
- » — 1968. Suo-opas. Kirjayhtymä, Helsinki.
- » — 1971 a. Metsäoituksen alkeet. Ylioppilastuki ry, Helsinki
- » — 1971 b. Virgin peatland forests in Finland. Acta Agr. Fenn. 123.
- » — 1972 a. Suotyypien tarkistuksia. Summary: Amendments to the Finnish peatland classification system. Suo 23.
- » — 1972 b. Peatland classification for forestry in Finland. Proc. of the 4th Int. Peat Congr. V. III, 435—450.
- » — 1972 c. Suon metsänkasvatuskelpoisuuden laskentamenetelmä. Metsä ja Puu 11.
- » —, KUUSELA, K., LINNAMIES, O. & NYSSÖNEN, A. 1960. Metsiemme hakkuumahdollisuudet. Pitkän ajan tarkastelua. Summary: Cutting possibilities of the forests of Finland. A long term analysis. Silva Fenn. 110.
- » — ja KUUSELA, K. 1962. Revival of the tree growth after drainage and its dependence on the tree size and age. Commun. Inst. For. Fenn. 55.8.
- » — ja SEPPÄLÄ, K. 1973. Ojitusalueiden puuston kasvun jatkumisesta ja alueellisuudesta. Summary: Regionality and continuity of stand growth in old forest drainage areas. Acta For. Fenn. 132.
- JERVEN, O. ja WISTH O. M. 1967. Skogproduksjon på myr. Oslo.
- KELTIKANGAS, M. 1971. Sarkaleveyden vaikutus ojitusinvestoinnin taloudelliseen tulokseen. Summary: Effects of drain spacing on the economic results of forest drainage investments. Acta For. Fenn. 123.
- » — ja SEPPÄLÄ, K. 1966. Laskelmia metsäoituksen alueittaisesta edullisuudesta. Summary: A comparison of the economic results of forest drainage undertakings in different parts of Finland. Suo 1.
- » — ja SEPPÄLÄ, K. 1973. Laskelmia metsäoituksen edullisuudesta. Summary: Calculations about profitability of forest drainage. Julkaisematon käsikirjoitus.
- KOLKKI, O. 1966. Taulukoita ja karttoja Suomen lämpöoloista kaudelta 1931—1960. Summary: Tables and maps of temperature in Finland during 1931—1960. Liite Suomen meteorologiseen vuosikirjaan. Nide 65. osa 1 a-1965.
- LUKKALA, O. J. 1929. Soiden ojituskelpoisuuden määrittäminen metsätaloutta varten. Tapio, Helsinki.
- » — ja KOTILAINEN, M. J. 1945 ja 1951. Soiden ojituskelpoisuus. Tapio, Helsinki.
- MALMSTRÖM, C. 1938 (1959). Korta anvisningar för bedömning av torvmarkers lämplighet för skogsdikning. Skogliga Rön nr. 6. (2:dra något reviderade uppl.).
- NYSSÖNEN, A. ja ALALAMMI, E. 1968. Käyttöpuun tuotoksesta ensimmäisillä harvennushakkuilla käsitellyissä metsiköissä. — Konekirjoite.
- SAARI, E. 1942. Metsäoitususten yksityistaloudellisen edullisuuden määrittäminen. Referat: Die Abschätzung der privatwirtschaftlichen Einträglichkeit der forstlichen Entwässerungen. Acta For. Fenn. 50.16.
- SARVAS, R. 1972. Investigations of the annual cycle of development of forest frees. Active period. Tiivistelmä: Tutkimuksia metsäpuiden kehityksen vuotuisesta sykluksista. Aktiivi periodi. Commun. Inst. For. Fenn. 76.3.
- SEPPÄLÄ, K. 1972. Ditch spacing as a regulator of post-drainage stand development in spruce and pine swamps. Seloste: Sarkaleveys korpi- ja rämetsiköiden ojituksen jälkeisen kehityksen säätelijänä. Acta For. Fenn. 125.
- TANTTU, A. 1915. Tutkimuksia ojitettujen soiden metsittymisestä. Referat: Studien über die Aufforstungsfähigkeit der entwässerten Moore. Acta For. Fenn. 5.2.
- THURMANN-MOE, P. 1963. Klima og skoggrøfting. Norsk Skogbruk 9.

## Summary

### A METHOD FOR CALCULATION OF THE SUITABILITY OF PEATLANDS FOR FOREST DRAINAGE

#### Foreword

During the years 1966–69 the author had the opportunity to take part in a comprehensive study project concerning the order of profitability of different forest improvement operations. One of the aims of this study project was to develop a better method than that one earlier used for the determination of the suitability of peatlands for forestry purposes.

Up to the present time the suitability of peatlands for forest drainage has been evaluated mainly on a biological basis. Estimation has been carried out using the concept site quality index, which is determined by the peatland site type (cf. CAJANDER 1913, HEIKURAINEN 1968) and the climatic zone concerned (HEIKURAINEN 1959). The site quality index is a relative figure (0–10), which expresses the post-drainage timber-producing capacity of various peatland sites.

The method used at present for determination of the suitability of peatlands for forest drainage is rather weak even with regard to its biological basis. This is because it does not take into consideration the increase in timber production due to drainage, but only the post-drainage timber production as such. Likewise, the site quality index does not take into account the influence of the tree stand occurring on the site on its suitability for drainage. The site quality index system can also be considered as being too rough, particularly in the case of poor sites and in the northern parts of Finland. The influence of the altitude of the site is also disregarded when making an evaluation. Of particular importance is the fact that the present method disregards several economical factors, such as the costs involved in draining, the stumpage price and the length of the time period between investment and returns.

The new method was developed by the team of research workers who were in charge of the larger project mentioned. In this connection there is reason to mention in particular Dr. M. KELTIKANGAS and Dr. K. SEPPÄLÄ, the former having been responsible for the economical solutions involved with the work, and the latter, for the application of the various growing stock characteristics.

#### Concepts used and the main features of the method

The aim of the new method is to calculate the *net profit* ( $H_n$ ): the difference between the gross profit ( $H_b$ ) and the investment costs ( $K$ ), or the *profitability coefficient* ( $h$ ): the ratio of the gross profit and the investment costs.

$$1) H_n = H_b - K$$

$$2) h = \frac{H_b}{K}$$

The net profit, although with great reservation, can be considered as expressing the absolute profit. The profitability coefficient, on the other hand, can be used for determination of the lower limit of sites suitable for draining and for comparison of different sites.

A description of the relevant concepts will be given in the following connection. The concepts which have not been mentioned in the foregoing are as follows: site quality index ( $bo$ ), fertility index ( $v_i$ ), locality index ( $a_i$ ), discounted increase in yield ( $A$ ), stumpage price ( $P$ ), basic costs ( $K_p$ ) and aftercosts ( $K_j$ ).

The *site quality index* is the product of the fertility index and the locality index divided by 1000.

$$3) bo = \frac{v_i \cdot a_i}{1000}$$

The *fertility index* expresses the edaphic timber producing capacity of the peatland site type after drainage as a relative figure (0–100). The timber producing capacity has been estimated on the basis of the author's previous studies and of the comprehensive study project mentioned in the foregoing. Table 1 shows the fertility index of different peatland site types.

The *locality index* indicates the influence of the climatic conditions on the post-drainage timber producing capacity of peatlands. This relative value (1–100) was obtained from the regression between the relative increment and the effective temperature sum. Fig. 1 shows the regression, which was calculated from data both from the author's previous material (HEIKURAINEN 1959) and from

that collected for the present study (HEIKURAINEN and SEPPÄLÄ 1973). The regression curve in its final form, from which the locality indexes can be determined, was obtained by giving the relative increment value 100 to the temperature sum of the southernmost parts of the country during the period 1931–60, i.e., to the temperature sum 1350 d.d..

Multiplying the locality index by the fertility index and dividing the product by 1000 gives the new site quality index, for which the scale used is the same as before, or 0–10. The new site quality index can even, if required, be expressed to several decimal places; the use of one decimal, however, will probably be sufficient in practical determinations.

The *discounted increase in yield* refers to the present value of the increase in the cut to be gained due to drainage. In other words: The increase in the yields divided by different assortments have been discounted up to the time of draining. After this the volume of the removal has been converted into spruce pulpwood according to the regional variation in prices. The sum of these removals is the discounted increase in yield.

The discounted increase in yields was calculated on the basis of the recent material (cf. Appendices 2 and 3). The following peatland site types of central importance in Finland were chosen for examination as follows: herb-rich spruce swamp, Myrtilus spruce swamp, vitis-idaea spruce swamp, herb-rich sedge pine swamp, ordinary pine swamp, dwarf-shrub pine swamp and cotton-grass pine swamp (cf. HEIKURAINEN 1964). For more detailed information on the quantity and distribution of the study material and on the techniques employed the reader is referred to the papers which have already been published on this subject (HEIKURAINEN and SEPPÄLÄ 1973, KELTIKANGAS and SEPPÄLÄ 1973). In the present connection it is sufficient only to mention that the yield series worked out in this study were prepared on the basis of growing stock measurements and test markings on the sample plots of this study and available desired stock series (cf. HEIKURAINEN et al. 1960). The series were compiled both by site type and by calculational region. Because of the desired-stock series available, the latter consisted of the following three regions: 1) South and Central Finland, 2) Ostrobothnia and Kainuu and 3) the southern parts of Lapland. The yields obtained from peatlands in their virgin state were deducted from the yield series, the volumes concerned and their variations having been established on the basis of the recent material (cf. HEIKURAINEN 1971).

Discounting was performed originally on the basis of three and five per cent. In the further development of the method presented, however, only three per cent was used in discounting.

The *stumpage prices* (for spruce pulpwood) were taken from the statistics of the Finnish Forest Research Institute as the means for the cutting seasons 1965/66–1970/71, using, however, the monetary value level of the autumn 1970. The stumpage prices arrived at are shown in Fig. 7.

The *gross profit* equals the product obtained by multiplying the discounted yield increase by the stumpage price.

$$4) H_b = A \cdot P$$

The *investment costs* consist of two categories of costs, namely, the basic costs and the after-costs.

The *basic costs* consist of the costs for draining, possible costs for forestation and costs for other silvicultural measures carried out in conjunction with draining. These are estimated in the planning phase, and are all singular expenses which have to be paid at the time of draining.

The *after-costs* are made up by costs for the maintenance of ditches, costs for cleaning the young stands and costs for fertilizer application in the case of site types where the fertility is low enough to require fertilizer application (cf. Appendix 1).

The present value of the costs for maintenance of ditches was estimated as follows:

	South-Finland	North-Finland
Spruce swamps .....	32 mk/ha	21 mk/ha
Pine swamps .....	40 »	26 »
Open peatlands .....	48 »	32 »

The present value of the costs for young stand cleanings were obtained on the basis of stands with a volume at the time of draining of 0 m<sup>3</sup>/ha as follows:

	South-Finland	North-Finland
Herb-rich spruce swamp .....	125 mk/ha	83 mk/ha
Ordinary spruce swamp + herb-rich sedge pine swamp .	103 »	68 »
Ordinary sedge pine swamp + globularis pine swamp .....	76 »	50 »
Dwarf-shrub pine swamp + cotton-grass pine swamp	54 »	36 »

In estimating the costs for young stand cleaning it was further assumed that the costs decrease with an increasing volume of timber capable of development at the time of draining. This decrease is linear and approaches the value zero at a certain growing stock volume. The volumes concerned

can be seen in Fig. 8, which presents the breakdown of the after-costs.

The variation occurring in the after-costs was levelled out by using the volume of the stock capable of development at the time of draining and the geographical location of the site, the latter being described by means of the temperature sum, as variables. Another variable was of course the site type. The results are presented by site type groups (cf. Fig. 8 and Appendix 5).

### Generalization of the results obtained for the discounted yield increase

As was established in the foregoing, the discounted yield increase is influenced by the temperature sum, the volume of the stand capable of development at the time of draining and the peatland site type. As a result of the calculations performed we know the discounted yield increases for the site types studied by calculation areas and by stand volume classes (cf. Figs. 2, 3 and 4 and Appendices 2 and 3). If it is necessary to expand the information obtained to satisfy a broader need, it should be possible to generalize the results obtained so as to cover the whole range of variation with regard both to the peatland site types and to the temperature sum. This generalization was done as indicated in Figs. 5 and 6.

The discounted yield increases presented in Figs. 5 and 6 were obtained as a function of three variables, namely, the site quality index, the volume of the tree stand capable of development at the time of draining and the effective temperature sum. The results can also be presented in tabular form (Appendix 4).

### Use of the method

Calculation of the suitability of peatlands for forest draining according to the method presented in this study takes place as follows: The temperature sum of the region concerned is first determined. This is done by means of curves which have been drawn in the Finnish Meteorological Institute on the basis of measurements covering the period 1941–70 (Figs. 9, 10 and 11).

The site quality index of the site to be drained is then calculated on the basis of the fertility index and the locality index or read directly from Appendix 1. When the volume of the tree stand capable of development has been established by measurement or estimation, the discounted yield increase is obtained from Figs. 5 or 6 or from Appendix 4.

The discounted yield increase obtained is multi-

plied by the stumpage price, which gives the gross profit. The costs are obtained by estimating the basic costs and reading the aftercosts from the nomogram presented in Fig. 8 or from Appendix 5. In the case of site types where fertilizer application has been taken into consideration when estimating the fertility, the costs of application must also be considered.

Deduction of the costs from the gross profit gives — as mentioned in the foregoing — the net profit, and the profitability coefficient is obtained by dividing the gross profit by the costs.

For practical needs all these calculations can be simplified. The stumpage prices and the temperature sums can be considered as being constant within certain, relatively small regions. Consequently, tables can be worked out in advance for the gross profit by site type as well as for the volume of the tree stand capable of development at time of draining and for the aftercosts (Appendix 6). Sometimes information is needed on the costs for fertilizer application. To make field work easier a list is also required of the peatland site types which in the region concerned are suitable for draining under all circumstances as well as of site types which under all circumstances are unsuitable for draining and of site types the profitability coefficient of which is near to that indicating the lower limit of profitability and which for this reason should be calculated separately in each instance. The last list in Appendix 6 is an example of a table of this kind.

### The profitability coefficient as a limit of the suitability of peatlands for forest drainage

The profitability coefficient expresses the ratio between the returns and the costs. When this ratio equals 1.0, the interest obtained for the costs equals that used in the calculations. If the profitability coefficient exceeds the value 1.0, the measure has given a profit, or the interest obtained is higher than that used in the calculations. When the profitability coefficient is below 1.0, the opposite result has of course been obtained. Consequently, the limit of the suitability of a site for forest drainage may be 1.0 if the interest aimed at equals that used in the calculations. However, any other limit value of the profitability coefficient can just as easily be decided on. For example, we can decide to use different profitability coefficient limits in southern and in northern Finland. Moreover, each landowner category may, in accordance with its own premises, arrive at the use of a profitability coefficient limit of its own.

Liitetaulukko 1. Suotyyppien metsäojitusboniteetti.  
Appendix 1. Site quality index of various peatland site types.

Suotyyppi Site type <sup>1)</sup>	Tehoisan lämpötilan summa, d.d. — Effective temperature sum, d.d.												
	750	800	850	900	950	1 000	1 050	1 100	1 150	1 200	1 250	1 300	1 350
	Metsäojitusboniteetti — Site quality index												
VL*	2.1	2.5	2.8	3.3	3.8	4.2	4.7	5.2	5.6	6.0	6.4	6.7	7.0
RiL*	0.9	1.1	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.6	2.7	2.9	3.0
RhSN	2.0	2.3	2.6	3.1	3.5	3.9	4.4	4.8	5.2	5.6	5.9	6.2	6.5
VSN	1.5	1.8	2.0	2.4	2.7	3.0	3.4	3.7	4.0	4.3	4.6	4.8	5.0
LkKN*	1.5	1.8	2.0	2.4	2.7	3.0	3.4	3.7	4.0	4.3	4.6	4.8	5.0
LkN*	0.9	1.1	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.6	2.7	2.9	3.0
RN*	0.6	0.7	0.8	0.9	1.1	1.2	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0
RhRiN*	0.8	0.9	1.0	1.2	1.4	1.5	1.7	1.9	2.0	2.2	2.3	2.4	2.5
VRiN*	0.5	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.4	1.5
VLK	2.4	2.8	3.2	3.8	4.3	4.8	5.4	5.9	6.4	6.9	7.3	7.6	8.0
KoLK*	2.9	3.3	3.8	4.5	5.1	5.7	6.4	7.0	7.6	8.2	8.6	9.1	9.5
RhSK	2.7	3.2	3.6	4.2	4.9	5.4	6.0	6.7	7.2	7.7	8.2	8.6	9.0
VSK	2.1	2.5	2.8	3.3	3.8	4.2	4.7	5.2	5.6	6.0	6.4	6.7	7.0
LhK	3.0	3.5	4.1	4.7	5.4	6.1	6.8	7.4	8.1	8.6	9.1	9.6	10.0
KgK	2.0	2.3	2.6	3.1	3.5	3.9	4.4	4.8	5.2	5.6	5.9	6.2	6.5
RhK	3.0	3.5	4.1	4.7	5.4	6.1	6.8	7.4	8.1	8.6	9.1	9.6	10.0
MK	2.3	2.6	3.0	3.5	4.1	4.5	5.1	5.6	6.0	6.5	6.8	7.2	7.5
PK	2.0	2.3	2.6	3.1	3.5	3.9	4.4	4.8	5.2	5.6	5.9	6.2	6.5
PsK	1.5	1.8	2.0	2.4	2.7	3.0	3.4	3.7	4.0	4.3	4.6	4.8	5.0
VLR	2.4	2.8	3.2	3.8	4.3	4.8	5.4	5.9	6.4	6.9	7.3	7.6	8.0
RLR*	1.8	2.1	2.4	2.8	3.2	3.6	4.0	4.4	4.8	5.2	5.5	5.7	6.0
RhSR	2.1	2.5	2.8	3.3	3.8	4.2	4.7	5.2	5.6	6.0	6.4	6.7	7.0
VSR	1.5	1.8	2.0	2.4	2.7	3.0	3.4	3.7	4.0	4.3	4.6	4.8	5.0
TSR	1.2	1.4	1.6	1.9	2.2	2.4	2.7	3.0	3.2	3.4	3.6	3.8	4.0
LkR	0.9	1.1	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.6	2.7	2.9	3.0
TR	0.8	0.9	1.0	1.2	1.4	1.5	1.7	1.9	2.0	2.2	2.3	2.4	2.5
KgR	1.4	1.6	1.8	2.1	2.4	2.7	3.0	3.3	3.6	3.9	4.1	4.3	4.5
PsR	1.4	1.6	1.8	2.1	2.4	2.7	3.0	3.3	3.6	3.9	4.1	4.3	4.5
KR	1.1	1.2	1.4	1.6	1.9	2.1	2.4	2.6	2.8	3.0	3.2	3.3	3.5
VkR	1.2	1.4	1.6	1.9	2.2	2.4	2.7	3.0	3.2	3.4	3.6	3.8	4.0
VIR	0.9	1.1	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.6	2.7	2.9	3.0
RR*	0.8	0.9	1.0	1.2	1.4	1.5	1.7	1.9	2.0	2.2	2.3	2.4	2.5

\* Lannoitettuna — Fertilized

1) Explanation of abbreviations:

VL	= ordinary fen	MK	= myrtillus spruce swamp
RiL	= rimpi fen	PK	= vitis-idaea spruce swamp
RhSN	= herb-rich sedge bog	PsK	= globularis spruce swamp
VSN	= ordinary sedge bog	VLR	= ordinary fen-like pine swamp
LkKN	= small-sedge-cuspidatum bog	RLR	= fuscum-rich fen-like pine swamp
LKN	= small-sedge bog	RhSR	= herb-rich sedge pine swamp
RN	= fuscum bog	VSR	= ordinary sedge pine swamp
RhRiN	= herb-rich rimpi bog	TSR	= cotton-grass sedge pine swamp
VRiN	= ordinary rimpi bog	LkR	= small-sedge pine swamp
VLK	= ordinary fen-like spruce swamp	TR	= cotton-grass pine swamp
KoLK	= fen-like birch swamp	KgR	= shallow pine swamp
RhSK	= herb-rich sedge spruce swamp	PsR	= globularis pine swamp
VSK	= ordinary sedge spruce swamp	KR	= spruce-pine swamp
LhK	= herb-rich shallow spruce swamp	VKR	= Betula nana pine swamp
KgK	= shallow spruce swamp	VIR	= ordinary dwarf-shrub pine swamp
RhK	= herb-rich spruce swamp	RR	= fuscum pine swamp

Liitetaulukko 2. Diskonttatut puusadon lisät diskonttosadanneksen ollessa 5.  
Appendix 2. Discounted yield increase at an interest rate of five per cent.

Kasvatuskelpoinen puusto, m <sup>3</sup> /ha <i>Tree stand capable for developm., m<sup>3</sup>/ha</i>	Etelä- ja Keski-Suomi <i>South- and Central Finland</i>	Pohjanmaa ja Kainuu <i>Ostrobothnia and Kainuu</i>	Peräpohjola <i>Southern Lapland</i>	Etelä- ja Keski-Suomi <i>South- and Central Finland</i>	Pohjanmaa ja Kainuu <i>Ostrobothnia and Kainuu</i>	Peräpohjola <i>Southern Lapland</i>
0	31.7	19.2	9.5	20.2	8.8	4.3
5	36.1	22.6	11.3	25.3	13.8	6.8
10	39.1	26.2	12.7	29.9	18.6	8.8
15	41.3	30.3	14.1	33.9	22.7	10.7
20	45.5	32.7	15.8	38.6	24.8	12.1
25	49.0	34.7	16.2	42.7	26.2	12.1
30	52.2	36.3	16.8	46.5	26.9	12.0
40	59.0	43.3	17.2	51.8	30.9	11.7
50	65.5	50.5	19.6	54.5	33.6	11.7
60	71.0	56.3	22.2	54.2	34.9	
70	74.2	60.8	23.9	51.8	34.5	
80	76.0					
90	76.0					
100	73.6					
	Varsinainen sararäme <i>Ordinary sedge pine swamp</i>			Isovarpuinen räme ja tupasvillaräme <i>Dwarf-shrub pine swamp and cotton-grass pine swamp</i>		
0	17.0	6.5	2.5	4.9	2.6	0.6
5	19.4	8.1	4.2	7.2	3.9	1.0
10	22.9	10.0	5.6	9.5	5.2	1.5
15	26.5	12.1	7.0	11.3	6.5	1.8
20	30.0	14.2	8.1	12.7	7.3	2.1
25	33.8	16.1	9.0	13.9	8.0	2.3
30	36.0	17.3	9.7	13.6	7.4	2.5
40	39.8	18.7	9.6	13.1	6.5	2.4
50	40.4		8.6			
60	41.9					
70	42.6					
	Ruuhoinen sararäme <i>Herb-rich sedge pine swamp</i>					
0		16.4	6.0			
5		20.5	7.2			
10		22.6	8.5			
15		24.8	10.0			
20		27.1	11.7			
25		29.4	13.4			
30		31.1	14.5			

Liitetaulukko 3. Diskonttatut puusadon lisät diskonttosadanneksen ollessa 3.  
Appendix 3. Discounted yield increase at an interest rate of three per cent.

Kasvatus kelpoinen puusto, m <sup>3</sup> /ha <i>Tree stand capable for developm., m<sup>3</sup>/ha</i>	Etelä- ja Keski-Suomi <i>South- and Central Finland</i>	Pohjanmaa ja Kainuu <i>Ostrobothnia and Kainuu</i>	Peräpohjola <i>Southern Lapland</i>	Etelä- ja Keski-Suomi <i>South- and Central Finland</i>	Pohjanmaa ja Kainuu <i>Ostrobothnia and Kainuu</i>	Peräpohjola <i>Southern Lapland</i>	
	Ruoho- ja heinäkorpi <i>Herb-rich spruce swamp</i>			Varsinainen korpi <i>Ordinary spruce swamp</i>			
0	105.0	67.1	38.5	75.4	41.1	23.7	
5	113.8	73.8	43.0	88.1	49.5	29.0	
10	119.0	83.1	46.9	96.9	58.2	32.9	
15	122.1	90.7	50.6	102.4	66.9	37.4	
20	127.7	94.9	54.1	109.4	71.9	41.5	
25	132.6	97.5	55.8	115.2	76.0	44.0	
30	137.4	99.3	56.8	119.5	78.6	45.4	
40	148.4	109.7	58.9	125.9	90.5	48.2	
50	152.8	117.3	62.9	124.9	97.5	51.9	
60	156.6	124.5	66.6	122.9	101.7	53.8	
70	158.1			118.0			
80							
90							
100							
	Varsinainen sararäme <i>Ordinary sedge pine swamp</i>			Isovarpuinen räme ja tupasvilläräme <i>Dwarf-shrub pine swamp and cotton-grass pine swamp</i>			
0	57.5	29.7	14.0	22.8	12.1	4.2	
5	66.2	34.9	18.7	25.8	15.2	5.4	
10	74.1	39.9	22.7	30.4	18.5	6.8	
15	81.1	44.4	25.7	35.7	21.7	7.9	
20	87.8	48.6	28.5	39.9	24.6	9.1	
25	94.1	52.5	30.7	42.4	27.1	10.4	
30	96.8	53.2	32.6	41.6	25.7	10.7	
40	100.7	54.1	30.9	40.7	23.6	10.2	
50	98.2	51.2	26.3	38.0	19.8	8.2	
60	96.6	50.8	19.5	37.7	19.8	7.6	
70	91.2						
	Ruohoinen sararäme <i>Herb-rich sedge pine swamp</i>						
0		59.0	31.8				
5		63.1	33.2				
10		68.3	35.9				
15		74.2	39.4				
20		81.0	43.8				
25		89.2	41.9				
30		95.6	51.8				

100	100	83	60	62	104	85	74	2.0
100	98	82	58	60	102	83	72	4.2
100	96	81	57	59	101	82	71	7.6
100	94	80	56	58	100	81	70	10.2
100	92	79	55	57	99	80	69	10.7
100	90	78	54	56	98	79	68	10.4
100	88	77	53	55	97	78	67	9.1
100	86	76	52	54	96	77	66	6.8
100	84	75	51	53	95	76	65	5.4
100	82	74	50	52	94	75	64	4.2
100	80	73	49	51	93	74	63	3.2
100	78	72	48	50	92	73	62	2.0
100	77	71	47	49	91	72	61	1.8
100	75	70	46	48	90	71	60	1.6
100	73	69	45	47	89	70	59	1.4
100	71	68	44	46	88	69	58	1.2
100	70	67	43	45	87	68	57	1.0
100	68	66	42	44	86	67	56	0.8
100	66	65	41	43	85	66	55	0.6
100	64	64	40	42	84	65	54	0.4
100	62	63	39	41	83	64	53	0.2
100	60	62	38	40	82	63	52	0.1
100	58	61	37	39	81	62	51	0.0
100	56	60	36	38	80	61	50	0.0
100	54	59	35	37	79	60	49	0.0
100	52	58	34	36	78	59	48	0.0
100	50	57	33	35	77	58	47	0.0
100	48	56	32	34	76	57	46	0.0
100	46	55	31	33	75	56	45	0.0
100	44	54	30	32	74	55	44	0.0
100	42	53	29	31	73	54	43	0.0
100	40	52	28	30	72	53	42	0.0
100	38	51	27	29	71	52	41	0.0
100	36	50	26	28	70	51	40	0.0
100	34	49	25	27	69	50	39	0.0
100	32	48	24	26	68	49	38	0.0
100	30	47	23	25	67	48	37	0.0
100	28	46	22	24	66	47	36	0.0
100	26	45	21	23	65	46	35	0.0
100	24	44	20	22	64	45	34	0.0
100	22	43	19	21	63	44	33	0.0
100	20	42	18	20	62	43	32	0.0
100	18	41	17	19	61	42	31	0.0
100	16	40	16	18	60	41	30	0.0
100	14	39	15	17	59	40	29	0.0
100	12	38	14	16	58	39	28	0.0
100	10	37	13	15	57	38	27	0.0
100	8	36	12	14	56	37	26	0.0
100	6	35	11	13	55	36	25	0.0
100	4	34	10	12	54	35	24	0.0
100	2	33	9	11	53	34	23	0.0
100	0	32	8	10	52	33	22	0.0
100		31	7	9	51	32	21	0.0
100		30	6	8	50	31	20	0.0
100		29	5	7	49	30	19	0.0
100		28	4	6	48	29	18	0.0
100		27	3	5	47	28	17	0.0
100		26	2	4	46	27	16	0.0
100		25	1	3	45	26	15	0.0
100		24	0	2	44	25	14	0.0
100		23		1	43	24	13	0.0
100		22		0	42	23	12	0.0
100		21			41	22	11	0.0
100		20			40	21	10	0.0
100		19			39	20	9	0.0
100		18			38	19	8	0.0
100		17			37	18	7	0.0
100		16			36	17	6	0.0
100		15			35	16	5	0.0
100		14			34	15	4	0.0
100		13			33	14	3	0.0
100		12			32	13	2	0.0
100		11			31	12	1	0.0
100		10			30	11	0	0.0
100		9			29	10	0	0.0
100		8			28	9	0	0.0
100		7			27	8	0	0.0
100		6			26	7	0	0.0
100		5			25	6	0	0.0
100		4			24	5	0	0.0
100		3			23	4	0	0.0
100		2			22	3	0	0.0
100		1			21	2	0	0.0
100		0			20	1	0	0.0
100					19	0	0	0.0
100					18	0	0	0.0
100					17	0	0	0.0
100					16	0	0	0.0
100					15	0	0	0.0
100					14	0	0	0.0
100					13	0	0	0.0
100					12	0	0	0.0
100					11	0	0	0.0
100					10	0	0	0.0
100					9	0	0	0.0
100					8	0	0	0.0
100					7	0	0	0.0
100					6	0	0	0.0
100					5	0	0	0.0
100					4	0	0	0.0
100					3	0	0	0.0
100					2	0	0	0.0
100					1	0	0	0.0
100					0	0	0	0.0

Liitetaulukko 4. Diskontattu puusadon lisä.

Appendix 4. Discounted yield increase.

Rämeet ja avosuot <i>Pine swamps and open peatlands</i>					Korvet <i>Spruce swamps</i>					
bo	Kasvatuskelpoinen puusto, m <sup>3</sup> /ha <i>Stand capable for development, m<sup>3</sup>/ha</i>				bo	Kasvatuskelpoinen puusto, m <sup>3</sup> /ha <i>Stand capable for development, m<sup>3</sup>/ha</i>				
	0	10	20	30		0	10	20	30	40
750 d.d.										
1.0	0	1	2	4	1.5	2	3	5	7	9
1.5	1	3	5	7	2.0	5	6	8	9	12
2.0	6	9	14	18	2.5	8	9	13	15	17
2.5	10	14	20	25	3.0	12	15	18	20	22
800 d.d.										
1.0	1	2	4	7	2.0	6	10	12	14	17
1.5	2	5	7	10	2.5	10	15	17	20	22
2.0	8	12	17	20	3.0	15	20	23	25	29
2.5	13	18	26	30	3.5	19	24	27	31	34
850 d.d.										
1.0	2	4	7	10	2.0	9	15	19	22	27
1.5	4	7	9	12	2.5	14	19	23	26	31
2.0	10	16	20	25	3.0	19	24	28	32	34
2.5	15	21	29	35	3.5	23	29	35	38	43
3.0	22	31	39	44	4.0	27	34	39	44	47
900 d.d.										
1.5	5	9	11	14	2.5	17	21	26	27	29
2.0	12	19	24	29	3.0	22	26	33	35	39
2.5	19	25	32	39	3.5	27	32	39	42	46
3.0	26	35	43	50	4.0	31	38	46	49	54
3.5	34	43	51	61	4.5	34	43	51	55	60
950 d.d.										
1.5	7	12	17	20	3.0	25	33	35	41	44
2.0	14	21	26	31	3.5	29	38	43	48	51
2.5	21	27	34	41	4.0	35	44	50	54	58
3.0	30	37	46	53	4.5	40	50	56	63	66
3.5	36	45	54	65	5.0	45	55	61	68	71
4.0	46	54	65	77	5.5	50	58	67	73	78
1 000 d.d.										
1.5	10	16	22	25	3.0	27	33	42	46	50
2.0	16	23	29	33	3.5	34	40	50	53	59
2.5	23	30	36	43	4.0	38	48	58	61	70
3.0	33	40	46	56	4.5	44	56	65	69	76
3.5	39	47	57	71	5.0	48	61	71	75	82
4.0	51	62	70	83	5.5	52	66	75	80	87
4.5	62	72	81	94	6.0	56	71	81	86	93
1 050 d.d.										
2.0	18	25	31	36	3.5	41	48	56	61	68
2.5	25	32	38	47	4.0	47	56	64	69	77
3.0	30	42	49	63	4.5	52	62	71	77	86
3.5	42	50	64	78	5.0	57	68	76	83	93
4.0	55	64	74	87	5.5	60	73	83	88	98
4.5	66	75	85	97	6.0	62	78	88	95	102
5.0	74	82	92	104	6.5	66	82	93	100	109

Jatkuu — *Cont.*



1 100 d.d.										
2.0	20	26	32	34	4.0	49	60	72	78	84
2.5	27	34	40	49	4.5	56	68	79	85	92
3.0	36	44	54	69	5.0	61	73	86	92	99
3.5	45	55	66	84	5.5	66	79	92	99	106
4.0	57	66	82	94	6.0	73	85	98	105	112
4.5	69	77	92	102	6.5	76	90	102	110	117
5.0	76	85	97	110	7.0	79	94	107	115	122
1 150 d.d.										
2.0	25	30	35	39	4.0	58	67	79	86	90
2.5	30	39	44	57	4.5	65	75	87	95	100
3.0	39	50	61	78	5.0	71	82	94	102	109
3.5	51	63	74	91	5.5	75	89	101	110	115
4.0	62	74	88	101	6.0	81	95	107	116	122
4.5	74	84	98	108	6.5	85	101	113	121	128
5.0	81	92	104	116	7.0	88	105	117	125	131
5.5	89	100	110	122	7.5	90	108	121	128	135
					8.0	92	111	123	130	138
1 200 d.d.										
2.5	32	44	49	65	4.5	71	85	95	100	111
3.0	42	56	69	87	5.0	77	93	104	108	119
3.5	57	71	83	99	5.5	83	98	112	116	125
4.0	68	83	95	108	6.0	88	103	117	122	131
4.5	79	91	103	115	6.5	93	109	121	127	136
5.0	87	99	110	122	7.0	97	115	125	132	140
5.5	94	105	116	128	7.5	101	119	128	135	144
6.0	99	112	121	133	8.0	104	122	132	139	148
					8.5	106	126	136	142	152
1 250 d.d.										
3.0	50	63	79	93	5.0	86	104	115	120	123
4.0	77	90	103	113	6.0	98	117	125	132	136
5.0	95	105	117	125	7.0	107	125	134	140	146
6.0	107	117	128	137	8.0	113	133	141	147	155
					9.0	119	137	146	152	163
1 300 d.d.										
3.0	60	76	89	100	5.0	99	113	119	122	130
4.0	88	89	109	120	6.0	111	125	130	135	144
5.0	103	113	124	133	7.0	120	135	140	145	155
6.0	115	125	135	145	8.0	127	142	148	154	165
7.0	125	133	144	155	9.0	131	148	154	162	172
1 350 d.d.										
3.0	67	80	95	108	5.0	108	119	122	127	137
4.0	94	104	114	126	6.0	119	130	133	138	150
5.0	109	119	128	140	7.0	130	141	145	149	164
6.0	119	129	141	152	8.0	136	149	153	159	174
7.0	128	138	150	162	9.0	142	155	160	167	180
8.0	136	145	157	169	10.0	145	159	166	174	184

Liitetaulukko 5. Jälkikustannukset, mk/ha. Suotyyppiryhmät: 1 (VLK, KoLK, RhSK, LhK, RhK), 2 (VSK, KgK, MK, PK), 3 (VLR, RLR, RhSR), 4 (VSR, TSR, KgR, PsR, PsK, Vkr), 5 (LkR, TR, KR, VIR, RR), 6 (VL, RhSN), 7 (VSN, LkKN), 8 (RiL, LkN, RN, RhRiN VRiN).

Appendix 5. After-costs, Fmk/ha in site type groups as indicated in the Finnish text in this head. For explanation of abbreviations, see Appendix 1.

Suotyyppiryhmä Site type group	Kasvatuskelpoinen puusto, m <sup>3</sup> /ha Stand capable of development, m <sup>3</sup> /ha					Kasvatuskelpoinen puusto, m <sup>3</sup> /ha Stand capable of development, m <sup>3</sup> /ha				
	0	10	20	30	40	0	10	20	30	40
	750 d.d.					800 d.d.				
1.	47	37	26	15	15	62	45	31	17	17
2.	42	29	15	15	15	53	36	17	17	17
3.	44	37	30	25		56	46	37	30	
4.	36	30	24	19		46	37	27	22	
5.	30	22	19	19		36	24	22	22	
6.	46					58				
7.	37					48				
8.	31					39				
850 d.d.					900 d.d.					
1.	74	55	43	19	19	87	65	43	21	21
2.	64	43	19	19	19	75	49	21	21	21
3.	69	55	45	35		80	65	52	39	
4.	55	44	31	24		65	50	35	26	
5.	43	27	24	24		49	29	26	26	
6.	71					84				
7.	58					69				
8.	46					54				
950 d.d.					1 000 d.d.					
1.	100	74	48	23	23	113	84	54	25	25
2.	87	56	23	23	23	98	62	25	25	25
3.	92	74	59	45		104	85	67	49	
4.	74	56	38	29		84	65	42	31	
5.	55	32	29	29		62	35	31	31	
6.	97					110				
7.	79					90				
8.	61					69				
1 050 d.d.					1 100 d.d.					
1.	127	93	59	27	27	140	103	65	30	30
2.	109	69	27	27	27	120	75	30	30	30
3.	116	94	74	54		127	104	82	59	
4.	94	71	45	34		103	78	49	36	
5.	69	38	34	34		75	41	36	36	
6.	123					135				
7.	100					111				
8.	77					84				

Jatkuu — Cont.

Jatkuu — Cont.

1 150 d.d.						1 200 d.d.				
1.	153	113	71	31	31	166	121	77	33	33
2.	131	82	31	31	31	142	88	33	33	33
3.	139	113	89	63		152	123	97	69	
4.	113	84	53	39		123	91	56	41	
5.	83	43	39	39		89	49	41	41	
6.	148					161				
7.	121					132				
8.	91					99				
1 250 d.d.						1 300 d.d.				
1.	179	132	83	35	35	192	140	88	37	37
2.	154	95	35	35	35	165	101	37	37	37
3.	164	133	105	74		175	143	112	79	
4.	132	99	60	44		140	106	63	47	
5.	95	51	44	44		101	54	47	47	
6.	174					188				
7.	142					153				
8.	107					114				
1 350 d.d.										
1.	205	150	95	40	40					
2.	173	105	40	40	40					
3.	185	150	115	82						
4.	145	110	65	50						
5.	105	60	50	50						
6.	200									
7.	160									
8.	120									

Liitetaulukot 6. Aputaulukot, lämpösumma 1 100 d.d., kantohinta 11,—.  
Appendix 6. Auxiliary tables, temperature sum 1 100 d.d., stumpage Fmk 11,—

Bruttohyöty, mk/ha (korvet ja rämeet)  
Gross profit, Fmk/ha (spruce and pine swamps)

	Kasvatuskelpoinen puusto, m <sup>3</sup> /ha Stand capable of development, m <sup>3</sup> /ha				
	0	10	20	30	40
VLK <sup>1)</sup> .....	781	924	1067	1144	1221
KoLK <sup>*)</sup> .....	875	1034	1177	1265	1342
RhSK .....	853	1012	1150	1232	1309
VSK .....	704	836	979	1051	1122
LhK .....	897	1067	1205	1293	1364
KgK .....	649	787	919	990	1062
RhK .....	897	1067	1205	1293	1364
MK .....	748	891	1029	1106	1183
PK .....	649	787	919	990	1062
PsK .....	506	616	737	803	864
VLR .....	957	1067	1177	1309	
RLR <sup>*)</sup> .....	732	858	990	1111	
RhSR .....	869	990	1106	1238	
VSR .....	550	688	814	968	
TSR .....	385	484	583	748	
LkR .....	242	319	385	462	
TR .....	204	275	330	396	
KgR .....	451	561	677	858	
PsR .....	451	561	677	858	
KR .....	308	396	473	583	
VkR .....	385	484	583	748	
VIR .....	242	319	385	462	
RR <sup>*)</sup> .....	204	275	330	396	
VL <sup>*)</sup> .....	868				
RiL <sup>*)</sup> .....	242				
RhSN .....	814				
VSN .....	550				
LkKN <sup>*)</sup> .....	550				
LKN <sup>*)</sup> .....	242				
RN <sup>*)</sup> .....	154				
RhRiN <sup>*)</sup> .....	204				
VRiN <sup>*)</sup> .....	110				

\*) Suotyypin metsänkasvatuskelpoisuus on arvioitu lannoitettuna.

\*) Suitability for forest drainage estimated for fertilized sites.

1) For explanation of abbreviations, see Appendix 1.

Jälkikustannukset, mk/ha — *After-costs, Fmk/ha*

	Kasvatuskelpoinen puusto, m <sup>3</sup> /ha <i>Stand capable of development, m<sup>3</sup>/ha</i>				
	0	10	20	30	40
VLK, KoLK*), RhSK, LhK, RhK .....	140	103	65	30	30
VSK, KgK, MK, PK .....	120	75	30	30	30
VLR, RLR*), RhSR .....	127	104	82	59	
VSR, TSR, KgR, PsR, PsK, VkR .....	103	78	49	36	
LkR, TR, KR, VIR, RR*) .....	75	41	36	36	
VL*), RhSN .....	135				
VSN, LkKN*) .....	111				
RiL*), LkN*), RN*), RhRiN*), VRiN*) .....	84				

Lannoituskustannukset, mk/ha — *Fertilization costs, Fmk/ha*: NPK 391 PK 246

Suotyyppien luettelo, jossa metsänkasvatuskelpoiset on varustettu plus-merkillä, metsänkasvatuskelvottomat miinus-merkillä ja loput ovat tapauksia, joiden metsänkasvatuskelpoisuus on laskettava. Metsänkasvatuskelpoisuuden rajana on pidetty hyötykerrointa 1.0.

*List of peatland site types in which those capable for development have been indicated by a plus sign and those incapable for development with a minus sign. The rest consists of site types for which the suitability for forest drainage must be calculated. The lower limit of profitability was set at a gross profit value of 1.0.*

+ VLK	+ VLR	+ VL*)
+ KoLK*)	+ RLR*)	- RiL*)
+ RhSK	+ RhSR	+ RhSN
+ VSK	+ VSR	VSN
+ LhK	+ TSR	LkKN*)
+ KgK	LkR	- LkN*)
+ RhK	TR	- RN*)
+ MK	+ KgR	- RhRiN*)
+ PK	+ PsR	- VRiN
+ PsK	+ KR	
	+ VkR	
	VIR	
	- RR*)	



1973. Soiden metsänkasvatuskelpoisuuden laskentamenetelmä. Summary: A method for calculation of the suitability of peatlands for forest drainage. ACTA FORESTALIA FENNICA 131. 35 pp. Helsinki.

The study is a part in a more comprehensive series of investigations into the profitability of forest improvement measures. The present paper describes a new method for calculation of the suitability of various peatlands for forest drainage. According to this method, the net profit is calculated as the difference between the gross profit and the costs, and the profitability coefficient, as the ratio between the gross profit and the costs. The most important factors used for calculation of the gross profit and the costs are as follows: the site quality index, the volume of the tree stand capable of development at the time of draining, the temperature sum and the stumpage price. For use in the field, simplified auxiliary tables have been worked out.

Author's address: Department of Peatland Forestry, University of Helsinki, Unioninkatu 40 B, SF-00170 Helsinki 17, Finland.

1973. Soiden metsänkasvatuskelpoisuuden laskentamenetelmä. Summary: A method for calculation of the suitability of peatlands for forest drainage. ACTA FORESTALIA FENNICA 131. 35 pp. Helsinki.

The study is a part in a more comprehensive series of investigations into the profitability of forest improvement measures. The present paper describes a new method for calculation of the suitability of various peatlands for forest drainage. According to this method, the net profit is calculated as the difference between the gross profit and the costs, and the profitability coefficient, as the ratio between the gross profit and the costs. The most important factors used for calculation of the gross profit and the costs are as follows: the site quality index, the volume of the tree stand capable of development at the time of draining, the temperature sum and the stumpage price. For use in the field, simplified auxiliary tables have been worked out.

Author's address: Department of Peatland Forestry, University of Helsinki, Unioninkatu 40 B, SF-00170 Helsinki 17, Finland.

1973. Soiden metsänkasvatuskelpoisuuden laskentamenetelmä. Summary: A method for calculation of the suitability of peatlands for forest drainage. ACTA FORESTALIA FENNICA 131. 35 pp. Helsinki.

The study is a part in a more comprehensive series of investigations into the profitability of forest improvement measures. The present paper describes a new method for calculation of the suitability of various peatlands for forest drainage. According to this method, the net profit is calculated as the difference between the gross profit and the costs, and the profitability coefficient, as the ratio between the gross profit and the costs. The most important factors used for calculation of the gross profit and the costs are as follows: the site quality index, the volume of the tree stand capable of development at the time of draining, the temperature sum and the stumpage price. For use in the field, simplified auxiliary tables have been worked out.

Author's address: Department of Peatland Forestry, University of Helsinki, Unioninkatu 40 B, SF-00170 Helsinki 17, Finland.

1973. Soiden metsänkasvatuskelpoisuuden laskentamenetelmä. Summary: A method for calculation of the suitability of peatlands for forest drainage. ACTA FORESTALIA FENNICA 131. 35 pp. Helsinki.

The study is a part in a more comprehensive series of investigations into the profitability of forest improvement measures. The present paper describes a new method for calculation of the suitability of various peatlands for forest drainage. According to this method, the net profit is calculated as the difference between the gross profit and the costs, and the profitability coefficient, as the ratio between the gross profit and the costs. The most important factors used for calculation of the gross profit and the costs are as follows: the site quality index, the volume of the tree stand capable of development at the time of draining, the temperature sum and the stumpage price. For use in the field, simplified auxiliary tables have been worked out.

Author's address: Department of Peatland Forestry, University of Helsinki, Unioninkatu 40 B, SF-00170 Helsinki 17, Finland.





# ACTA FORESTALIA FENNICA

## EDELLISIÄ NITEITÄ — PREVIOUS VOLUMES

- VOL. 120, 1971. MATTI KELTIKANGAS.  
Time Factor and Investment Calculations in Timber Growing. Theoretical Fundamentals. Seloste: Aikatekijä ja investointilaskelmat puunkasvatuksessa. Teoreettisia perusteita.
- VOL. 121, 1971. PAAVO HAVAS.  
Injury to Pines in the Vicinity of a Chemical Processing Plant in Northern Finland. Seloste: Männyn vaurioista erään Pohjois-Suomen kemiallisen tehtaan läheisyydessä.
- VOL. 122, 1971. PEKKA KILKKI.  
Optimization of Stand Treatment based on the Marginal Productivity of Land and Growing Stock. Seloste: Maan ja puuston rajatuottavuuksiin perustuva metsikön käsittelyn optimointi.
- VOL. 123, 1971. MATTI KELTIKANGAS.  
Sarkaleveyden vaikutus ojitusinvestoinnin taloudelliseen tulokseen. Summary: Effect of Drain Spacing on the Economic Results of Forest Drainage Investments.
- VOL. 124, 1971. TAUNO KALLIO.  
Incidence of the Conidiophores of *Fomes annosus* (Fr.) Cooke on the Logging Waste of Spruce (*Picea abies* (L.) Karst.). Seloste: *Fomes annosuksen* kuromankannattimien esiintyminen kuusen hakkuutähteissä.
- VOL. 125, 1972. KUSTAA SEPPÄLÄ.  
Ditch Spacing as a Regulator of Post-Drainage Stand Development in Spruce and Pine Swamps. Seloste: Sarkaleveys korpi- ja rämemetsiköiden ojituksen jälkeisen kehityksen säätelijänä.
- VOL. 126, 1972. MATTI PALO.  
Kaivuriurakoitsijain välinen kilpailu ja metsäojan hinnan alueellinen vaihtelu. Summary: Competition among Tractor-Digger and Regional Variation of Forest Drain Prices.
- VOL. 127, 1972. KALERVO SALONEN.  
On the Life Cycle, Especially on the Reproduction Biology of *Blastophagus piniperda* L. (*Col.*, *Scolytidae*). Seloste: Pystynävertäjän (*Blastophagus piniperda* L. *Col.*, *Scolytidae*) elämänkierrosta, erityisesti sen lisääntymisbiologiasta.
- VOL. 128, 1973. RIHKO HAARLAA.  
The Effect of Terrain on the Output in Forest Transportation of Timber. Seloste: Maaston vaikutus puutavaran metsäkuljetustuotokseen.
- VOL. 129, 1973. JUHANI PÄIVÄNEN.  
Hydraulic conductivity and Water Retention in Peat Soils. Seloste: Turpeen vedenläpäisevyys ja vedenpidätyskyky.
- VOL. 130, 1973. KAUKO HAHTOLA.  
The Rationale of Decision-Making by Forest Owners. Seloste: Metsänomistajien päätöksenteon perusteet.

KANNATTAJAJÄSENET — UNDERSTÖDANDE MEDLEMMAR

CENTRALSKOGSNÄMNDEN SKOGSKULTUR

SUOMEN METSÄTEOLLISUUDEN KESKUSLIITTO

OSUUSKUNTA METSÄLIITTO

KESKUSOSUUSLIIKE HANKKIJA

SUNILA OSAKEYHTIÖ

OY WILH. SCHAUMAN AB

OY KAUKAS AB

KEMIRA OY

G. A. SERLACHIUS OY

KYMIN OSAKEYHTIÖ

SUOMALAISEN KIRJALLISUUDEN KIRJAPAINO

KESKUSMETSÄLAUTAKUNTA TAPIO

KOIVUKESKUS

A. AHLSTRÖM OSAKEYHTIÖ

TEOLLISUUDEN PAPERIPUUYHDISTYS R.Y.

OY TAMPELLA AB

JOUTSENO-PULP OSAKEYHTIÖ

TUKKIKESKUS

KEMI OY

MAATALOUSTUOTTAJAIN KESKUSLIITTO

VAKUUTUSOSAKEYHTIÖ POHJOLA

VEITSILUOTO OSAKEYHTIÖ

OSUUSPANKKIEN KESKUSPANKKI OY

SUOMEN SAHANOMISTAJAYHDISTYS

OY HACKMAN AB

YHTYNEET PAPERITEHTAAT OSAKEYHTIÖ

RAUMA-REPOLA OY

OY NOKIA AB, PUUNJALOSTUS