

No 1

1968

19. vuosikerta

29. 2. 1968

S U O

Julkaisija: SUOSEURA

Toimituskunta:

Leo Heikurainen (puh.joht.), Ilpo Mikola, Allan Antola,
Pekka Isoviita, Juhani Päivänen (päätoimittaja)

Toimitus:

Helsinki 17

Unionink. 40 B

Tilauhinta 5:00

Kirjoituksia lainattaessa pyydetään mainitsemaan lehden nimi

Matti Keltikangas — Kustaa Seppälä

ARVIOITA TURVEMAIDEN LANNOITUKSEN TALOUDELLISESTA EDULLISUUDESTA

Osa metsänparannustoimista, kuten metsänviljelyä ja soiden ojitusta, on harjoitettu jo vuosikymmeniä, joskin aikaisemmin varsin vaatimattomassa mitassa. Niiden vaikutuksista metsien tuotukseen ja hakkuumääriin on siten voitu tehdä tosiasiatietoihin perustuvia arvioita ja tältä pohjalta alustavasti laskea toimenpiteiden edullisin toteuttamisjärjestys kummankin tehtäväryhmän sisällä.

Metsien lannoitusta on sen sijaan harjoitettu merkittävämmiin vasta muutamia vuosia. Sitä koskevat systemaattiset, laskelmien perustaksi soveliaat kokeet ovat niin ikään nuoria. Sen vuoksi myös lannoitusta käsittelevät tuotos- ja tuottotutkimukset joko puuttuvat tai kohdistuvat liian lyhyisiin ajanjaksoihin. Tähänastiset tulokset osoittavat kuitenkin, että oikealla kasvupaikalla ja metsikön oikeassa kehitysvaiheessa suoritettu lannoitus on edullisimpia metsänparannustoitamme (esim. V i r o 1967).

Sekä käytännön miesten että tutkijoiden parissa kiistellään kuitenkin siitä, mitkä näitä oikeita kasvupaikkoja ja metsiköitä ovat. Asian voisi ehkä pelkistää kysymyksen: Onko edullisempaa saada "tuottamaton tuottavaksi" vai lisätä lannoittamalla jo ennestään tuottavien metsiköiden tuotosta.

Kirjoittajat ovat halunneet tarkastella tätä kysymystä soidenosalta eräisiin olettamuksiin nojaavilla esimerkkilaskelmilla. Pyrkimyksenä on ollut täydentää aiemmin metsäojituksen ja metsänviljelyn edullisuusjärjestyksestä esitettyä kuvaa (K e l t i k a n g a s, M. ja S e p p ä l ä 1966 a ja b). Vertailukelpoisuuden säilyttämiseksi on uusissa laskelmissa siksi käytetty samoja hinta-, kustannus- ja taksatorisia perusteita sekä edullisuustunnuksia kuin aiemmissakin selvityksissä. Lienee kuitenkin paikallaan aluksi lyhyesti kerrata mainitut perusteet sekä saavutetut pääpiirteiset tulokset.

Metsäojituksen edullisuusjärjestys

Laskelmien tavoitteena oli keskiboniteetiltaan eriarvoisten ja eri osissa maata sijaitsevien ojitushankkeiden keskinäisen edullisuusjärjestyksen määrittäminen. Tätä varten maa jaettiin neljään laskenta-alueeseen siten, että ensimmäinen käsitti Etelä-Suomen, toinen Etelä- ja Keski-Pohjanmaan, Keski-Suomen, Pohjois-Savon ja Pohjois-Karjalan, kolmas Pohjois-Pohjanmaan ja Kainuun sekä neljäs Peräpohjan.

Ojituksen aikaansaamat hakkuumäärien lisäykset arvioitiin I laskenta-alueella siten,

että eri suotyypiryhmien ojituksen jälkeinen puusto rinnastettiin kangasmaiden tavoitepuustosarjoihin (Heikurainen ym. 1960) seuraavasti:

Lehto- sekä ruoho- ja heinäkorvet — OMT-kuusikko.

Varsinaiset korvet, kangaskorvet, sarakorvet ja lettokorvet — MT-kuusikko.

Ruohoiset sararämeet ja lettorämeet — MT-männikkö.

Sararämeet ja kangasrämeet, ojituskelpoiset avosuot, korpirämeet ja räaseikkökorvet — VT-männikkö.

Isovarpuiset, tupasvillarämeet ja lyhytkortiset rämeet — CT-männikkö.

Milloin suolla oletettiin jo ojitettaessa kasvavan kehityskelpoista puustoa, poistumasarjan lähtökohdaksi valittiin se ikävaihe, jolloin tavoitepuustolla on sama kuutiomäärä, kuitenkin siten, että huomioon otettiin suopuustojen elpymiseen tarvitsema aika.

Koska kyseessä oli hakkuumäärien lisäksi selvittäminen, vähennettiin mainittujen rinnastussarjojen poistumakuutiomäärästä ensin se, mitä luonnontilaiselta suolta olisi voitu hakata. Tämä arvioitiin kymmenvuotiskauden keskimääräisen kasvun suuruisiksi. Jännökset jaettiin puutavaralajeiksi käyttäen seuraavaa menetelyä:

Tapauksissa, joissa kehityskelpoisen puuston määrä vastasi ojitettujen soiden kehityskelpoisen puuston keskimääriä (kts. Heikurainen 1961) tai oli sitä pienempi, poistumien puutavaralajirakenteen oletettiin vastaavan tavoitepuustojen perusteella konstruoituja puutavaralajijakaumia (Heikurainen ym. 1963). Jos taas kehityskelpoisen alkupuuston määrä oli suurempi, poistuman puutavaralajiraken-

teen sen sijaan oletettiin heikkenevän siten, että pätehakkuun siirtyessä 20 vuotta lähemmäksi sen puutavaralajirakenne vastaa pätehakkuuta edeltävän harvennuspoistuman rakennetta jne.

Muiden ilmastovyöhykkeiden hakkuukertymäsarjat määritettiin käyttäen rinnastusta:

VSR I laskenta-alueella — Etelä-Suomen VT-männikkö.

VSR III laskenta-alueella — Pohjanmaan-Kainuun VT-EVT männikkö.

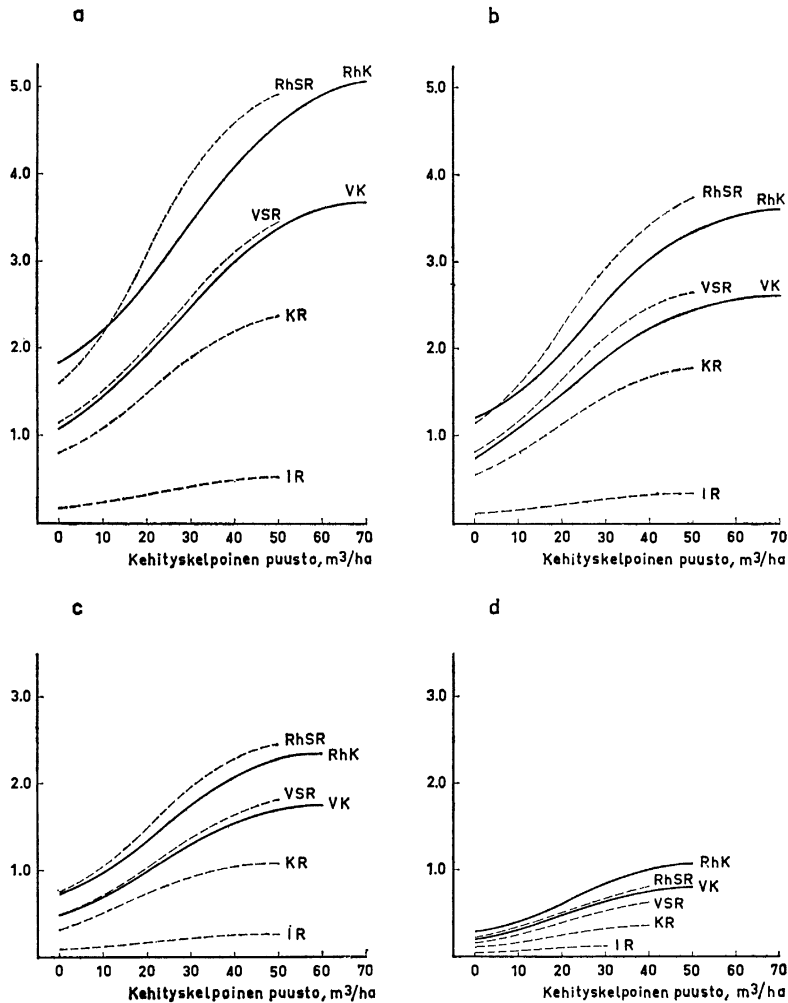
VSR IV laskenta-alueella — Peräpohjan EMT-männikkö.

Laskenta-alue II:n hakkuukertymäluvut oletettiin — keskikasvun muuttumista vastaavasti — yhtä suuriksi kuin I ja III alueen lukujen keskiarvot. Kun Heikuraisen ja Seppälän (1965) tutkimus osoittaa, että viljavuudeltaan erilaisten kasvualustojen relatiiviset kasvuluvut pienentyvät samalla tavoin etelästä pohjoiseen, määritettiin muiden tyyppiryhmien hakkuukertymät nojautumalla II—IV alueiden edellä esitettyyn ilmastoalueittaiseen VSR-sarjaan. Edellytettiin siis, että eri tyyppiryhmien hakkuukertymienkin suhteet säilyvät samoina etelästä pohjoiseen.

Ojitustoimenpiteen vaatimat investointikustannukset arvioitiin Keskusmetsäseura Tapion tilastoista. Korpien ojitamisen oletettiin maksavan 20 markkaa enemmän hehtaaria kohti kuin muun tyyppisten soiden. Lisäksi otettiin huomioon, että ojat on pidettävä kunnossa ja että alkupuuston ollessa vähäinen joudutaan suorittamaan taimiston käsittely 10 vuotta ojituksen jälkeen. Näiden aiheuttamat kustannukset diskontattiin ojitusaikankohtaan. Investointikustannukset eri tapauksissa muodostuivat näin taulukon I mukaisiksi:

Taulukko 1. Ojituksen keskimääräiset investointikustannukset laskenta-alueittain, suotyypiryhmittäin ja erilaisin alkupuustoin.

Investointikustannukset, mk/ha										
Suotyyppi-ryhmä	a		b, c		d		e, f, g		h	
Kehityskelpoinen puusto, m ³ /ha										
Laskenta-alue	0—25	25+	0—25	25+	0—25	25+	0—25	25+	0—25	25+
I	230,—	155,—	215,—	155,—	195,—	135,—	180,—	135,—	165,—	135,—
II	220,—	145,—	205,—	145,—	185,—	125,—	170,—	125,—	155,—	125,—
III	205,—	130,—	190,—	130,—	170,—	110,—	155,—	110,—	140,—	110,—
IV	185,—	110,—	170,—	110,—	150,—	90,—	135,—	90,—	120,—	90,—



KUVA 1. Ojitushankkeiden hyötökertoimet suotyypin ja kehityskelpoisen alkupuuston funktiona alueittaisissa esimerkkitalanteissa.

1 a: Etelä-Suomi

sahap. 1,45 mk/j³
kuusip. 16,50 mk/m³
mäntyp. 12,00 mk/m³

1 b: Keski-Suomi

1,35 mk/j³
14,50 mk/m³
10,50 mk/m³

1 c: Pohjanmaa ja
Kainuu

1,25 mk/j³
12,00 mk/m³
8,00 mk/m³

1 d: Peräpohjola

1,00 mk/j³
8,00 mk/m³
3,00 mk/m³

Kun odotetut hakkuukertymät diskontattiin ojitusajankohtaan ja kerrottiin kyseisten laskenta-alueiden keskimääräisillä hakkuuvuoden 1963/64 kantohinnoilla, saatiin selville ojitustoimenpiteestä kussakin tapauksessa koituvat bruttohöty. Tätä verrattiin edelleen investointikustannuksiin

eli laskettiin osamäärä bruttohöty/kustannukset. Näin päästiin ns. hyötökertoimeen, jonka avulla voitiin verrata erilaisten ojitusvaihtoehtojen keskinäistä edullisuutta. Mitä korkeampi kerroin on sitä edullisempi hanke.

Laskelmien tulos muodostui kuvan 1

mukaiseksi. Havaitaan, että metsäojituksen edullisuus heikkenee varsin selvästi siirryttäessä etelästä pohjoiseen. Mikäli ojitustoiminnassa pyritään — kuten kaikissa vaihtoehtoisissa investoinneissa — noudattamaan periaatetta: edullisimmat ensin, on pääteltävä seuraavaa: ojitustoiminnan ulottaminen Peräpohjolaan tulisi kysymykseen vasta sitten, kun kaikki eteläisempien vyöhykkeiden keskitasoltaan korpirämettä vastaavat ja sitä paremmat suokohteet olisi jo ojitettu.

Eräät laskelmissa käytetyt tekijät, kuten korkoprosentti (5) ja kantohinnat, vaikuttavat bruttohyötyjen ja hyötykertoimien absoluuttiseen tasoon. Vaikutus on kuitenkin kaikissa tapauksissa samansuuntainen. Lopputulos eli hyötykertoimien suuruusjärjestys ei tästä syystä olennaisesti muutu, vaikka tekijöille annettaisiinkin toiset arvot. (Kantohintojen suhteiden edellytetään tällöin säilyvän samoina.)

Myöhemmässä yhteydessä tarkasteltiin avosoiden osalta (Keltikangas, M. ja Seppälä 1966 b) vielä viljelymenetelmän vaikutusta. Tällöin todettiin, että kylvö aivan ilmeisesti on istutusta edullisempi vaihtoehto siellä, missä molemmat onnistuvat. Istutuksen hehtaarikustannukseksi laskettiin alueesta riippuen 134—149 mk ja kylvön 54—51 mk. Viljelymenetelmästä riippumatta avosoiden asema ojituskohteiden edullisuusjärjestyksessä jäi 0-puustoitien varsinaisten sararämeiden — korpirämeiden tasolle. (Avosuot edustivat laskelmassa VT:tä vastaavaa viljavuutta.) Tästä pääteltiin, että avosoiden ojitamista ja metsittämistä ei pitäisi tällä hetkellä suorittaa sen suuremmassa määrin kuin niitä sisältyy ojitettaviin, pääosiltaan metsäisiä soita käsitettäviin hankkeisiin. Sen sijaan jo ojitetun suon metsittäminen näyttäisi olevan ainakin Etelä-Suomessa selvästi kannattavampi toimenpide.

Lannoituksen vaikutus edullisuusjärjestykseen

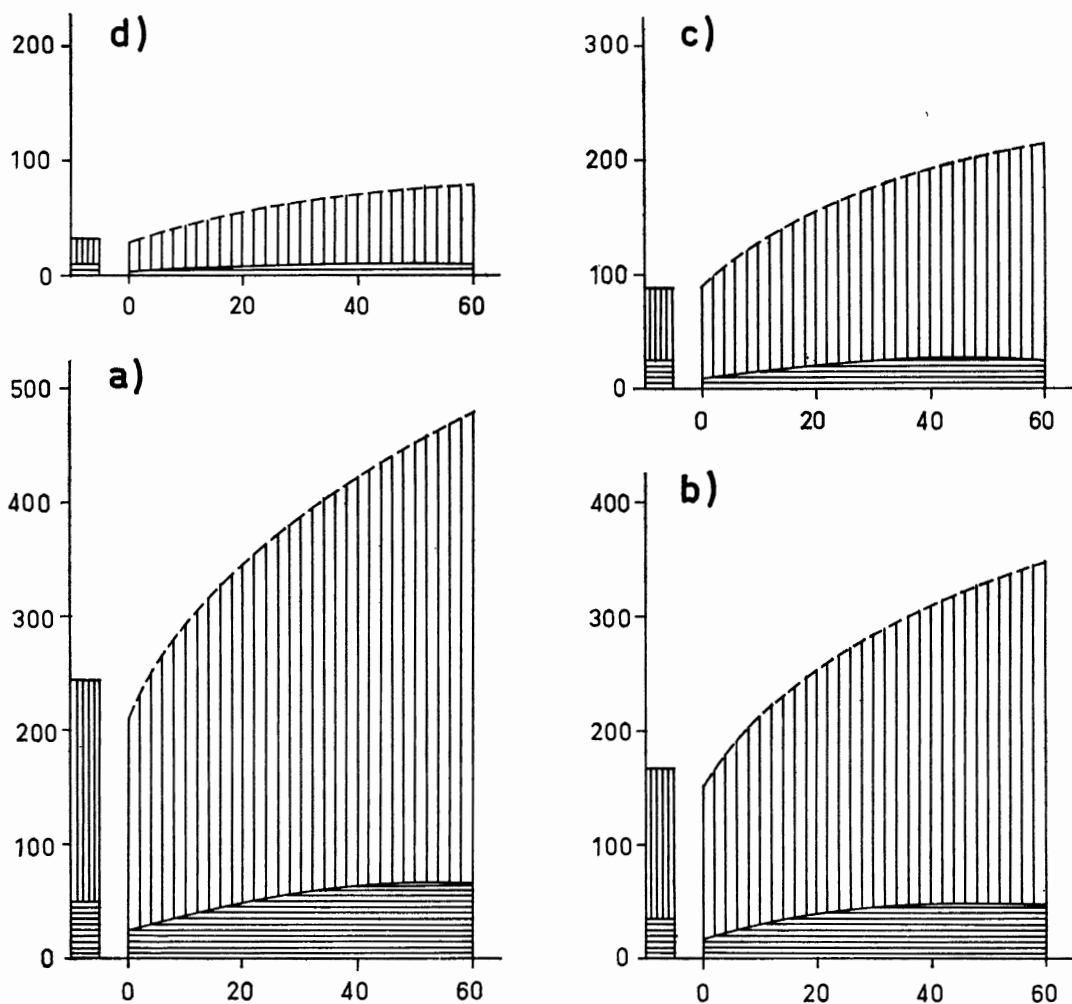
Ojituksen yhteydessä annettava lannoitus parantaa puuston kasvuedellytyksiä ja siten lisää odotettavia hakkukertymiä ja -tuloja. Ojituksen ja lannoituksen avulla saavutettava tulos, bruttohyöty, on tästä syystä suurempi kuin pelkän ojituksen tuottama bruttohyöty. Lannoituksen suorit-

taminen lisää kuitenkin myös kustannuksia, joten toimenpiteen vaikutusta edullisuusjärjestystä ilmaisevaan hyötykertoimeen ei voida päätellä pelkästään bruttohyödystä, vaan tarvitaan yksityiskohtaisempia laskelmia.

Kuten edellä jo todettiin, lannoituksen vaikutuksesta suopuustojen kasvuun on varsin niukasti tietoja. Siksi siitä ei ole mahdollista suorittaa yhtä täsmällistä ja laajaa selvitystä kuin ojituksen vaikutuksesta. Oheiset laskelmat onkin rajoitettu koskemaan kasvualustoja, joilla puusto ojituksen jälkeen ilman lannoitusta kehittyi suunnilleen samoin kuin toistuvien harvennuksin käsitelty CT-männikkö eli isovarpuisia ja lyhytkortisia rämeitä sekä lyhytkortisia nevoja. Lähtökohtana on oletettamus, että yhdellä PK-lannoituksella kasvualustan viljavuus muuttuu pysyvästi siten, että metsikön kehitys vastaa toistuvien harvennuksin käsiteltyä VT-männikköä.

Bruttohyöty. Mikäli suolla jo ojitettaessa on kehityskelpoista puustoa, se on laadultaan kangasmaiden vastaavaa puustoa heikompa. Oletettavasti tämä vaikuttaa myös ojituksen jälkeisten hakkuiden puutavaralajijakaumiin. Edellä kuvattiin, miten tämä otettiin huomioon ojituksen edullisuuslaskelmissa. Lannoituksen vaikutusta laskettaessa lähtökohtana on mainittu ojitetun suon CT-sarja. Voitaneen siksi odottaa, että lopputulos on puutavaralajijakaumaltaan suhteellisesti lähempänä kangasmaiden VT-sarjaa kuin vertailusarja kangasmaiden CT-sarjaa. Täsmällisten tietojen puuttuessa on menetelty tämän vuoksi siten, että lannoituksen tuloksena syntyvien hakkuumäärälisäysten puutavaralajijakaumat on laskettu normaalien kangasmaiden CT—VT-sarjojen ja edellä mainittujen rakenteeltaan huononnettujen CT—VT-sarjojen erotusten keskiarvona.

Kun näin määritetyt kymmenvuotiskausittaiset hakkukertymien eli puusatojen lisäykset diskontataan nykyhetkeen 5 prosentin korkokantaa käyttäen, summataan puutavaralajeittain ja kerrotaan samoilla keskimääräisillä yksikköhinnoilla kuin edellä (kts. kuva 1:n selitys), saadaan esiin lannoitustoimenpiteestä koituva bruttohyöty. Tämä lisätään vastaavaan pelkän ojituksen (ojituksen ja metsityksen) antamaan bruttohyötyyn ja näin saadaan molemmista toimenpiteistä yhteensä koituva bruttohyöty.



Kuva 2. Ojituksesta (vaakaviivoitus) sekä lannoituksesta (pystyviivoitus) koituvat bruttohyödyt eri laskenta-alueilla. Alkupuuston funktiona on kuvattu metsäisten karujen rämeiden bruttohyötyä, kuvissa vasemmalla oleva pylväs osoittaa lyhytkortisen nevan bruttohyötyä.

Nämä bruttohyötyluvut ilmenevät kuvasta 2. Muiden kuin I laskenta-alueen luvut on saatu käyttämällä periaatteessa samaa menettelyä, kuin edellisessä luvussa selostettiin, eli siis olettamalla, että puuston kasvuedellytysten parantuminen on lannoituksen vaikutuksesta koko maassa relativisina lukuina saman suuruinen.

Metsäisten soiden bruttohyötyluvut on esitetty kehityskelpoisen alkupuuston funktiona. 0-puustoiset tapaukset edustavat tällöin metsäisiä soita, joilla joko on olemassa tai pelkästään lannoituksella saadaan välit-

tömästi syntymään kehityskelpoinen taimikko. Lyhytkortisille nevoille lasketut bruttohyötyluvut asettuvat hieman korkeammalle tasolle kuin metsäisten soiden 0-puustoisissa tapauksissa sen vuoksi, että niitä eivät rasita suon luonnontilaisena tuottamat hakkuukertymät. Näiltä osin laskelma on kuitenkin sikäli epärealistinen, että yleensä lyhytkortiset nevat eivät ilman ravinteiden keinollista lisäystä kykene ojitettuina ja metsitettyinä tuottamaan puuta CT-männikön tavalla.

Metsäisten soiden osalta on huomattava,

että jos lannoitus muuttaa kasvualustan laatua periaatteessa siten, kuin laskelmassa on edellytetty, niin kehityskelpoisen alkupuuston lisääntyminen merkitsee metsikön lannoituksesta saatavan bruttohyödyn nousua. Näin tapahtuu lähinnä sen vuoksi, että kiertoaika lyhenee suhteellisesti sitä enemmän, mitä suurempi kehityskelpoisen puuston määrä on.

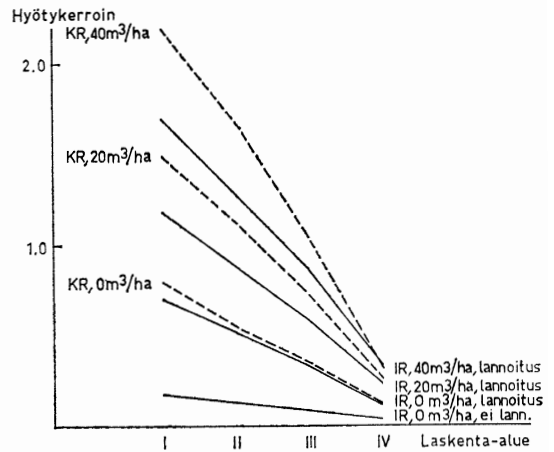
Laskenta-alueen vaikutus on erittäin selvä. Esimerkiksi 20 m³/ha—alkupuustoisien isovarpuisen rämeen bruttohyöty on II laskenta-alueella keskimäärin noin 72 %, III:lla noin 45 % ja IV laskenta-alueella vain noin 15 % eteläisimmän alueen vastaavasta bruttohyödyistä. Tällöin on otettava lisäksi huomioon, että 20 m³/ha edustaa I alueella keskimääräistä hieman alhaisempaa lähtöpuustoa, pohjoisemmilla alueilla sen sijaan keskimääräistä runsaspuustoisempaa tapausta.

Kustannukset. Seuraavassa asetelmassa on esitetty eräiden toimenpidevaihtoehtojen kustannukset. Tällöin on edellytetty, että lannoituskustannus on 120 mk/ha (500 kg PK-lannosta hajalannoituksena) suon laadusta ja puustosta riippumatta. (Jokseenkin samansuuruinen on nykyhetken siirretty kustannus, jos avosoilla käytetään metsityksen yhteydessä laikkulannoitusta, jota täydennetään 6—7 vuoden kuluttua PK-hajalannoituksella.) Kokonaiskustannuksiin kuuluvat myös ojituksen, mahdollisen metsityksen sekä välttämättömien jälkitoimenpiteiden — taimiston hoidon ja ojien kunnossapidon — kustannukset.

Toimenpidevaihtoehto		Laskenta-alue			
		I	II	III	IV
IR, LkR, alkupuusto	40 m ³	255	245	230	215
IR, LkR, „	0—20 „	285	275	260	245
LkN, metsitys istuttaen ..		414	404	401	384
LkN, „ kylväen ...		364	354	336	317

Hyötykertoimet. Jakamalla kuvassa 2 esitetyt kokonaisbruttohyödyt vastaavilla kustannuksilla saadaan seuraavat hyötykertoimet.

Toimenpidevaihtoehto		Laskenta-alue			
		I	II	III	IV
IR, LkR, alkupuusto	40 m ³	1,66	1,24	0,81	0,32
IR, LkR, „	20 „	1,22	0,92	0,60	0,24
IR, LkR, „	0 „	0,73	0,54	0,34	0,11
LkN, metsitys istuttaen ..		0,57	0,42	0,25	0,08
LkN, „ kylväen ...		0,65	0,47	0,30	0,09



Kuva 3. Isovarpuisten ja lyhytkortisten rämeiden ojituksesta ja lannoituksesta saadut hyötykertoimet, vertailukohteena korpirämeen ojitus.

Ojitus ja lannoitus näyttäisi siis metsäisellä suolla olevan huomattavasti edullisempaa kuin viljavuudeltaan vastaavalla puuttomalla suolla. Erot ovat laskelman mukaan jopa niin suuria, että metsäisen suon ojitus ja lannoitus Pohjois-Pohjanmaalla ja Kainuussa on yhtä edullista kuin avosuon ojitus, metsitys ja lannoitus Etelä-Suomessa.

Laskelman osoittama edullisuusjärjestys pätee siinäkin tapauksessa, että lannoituksen vaikutus kasvualustan viljavuuteen on toinen kuin on edellytetty, kunhan vaikutus eri tapauksissa on likimain samaa suuruusluokkaa. Sen sijaan kuvassa 3 esitetty tilanne muuttuu, jos lannoituksen vaikutus poikkeaa oletetusta eri tapauksissa erilalla.

Jos lannoituksen vaikutus olisi oletuksen mukainen, lyhytkortisten ja isovarpuisten rämeiden ojitamisen edullisuus parantuisi olennaisesti, mikäli toimenpiteeseen yhdistettäisiin myös lannoitus. Silti toimenpide vielä jäisi jälkeen alkupuustoltaan vastaavanlaisen korpirämeen pelkän ojitamisen edullisuudesta ja sitä selvemmin, mitä suurempi alkupuuston määrä on. Vielä enemmän toimenpiteen edullisuus jäisi luonnollisesti jälkeen esimerkiksi varsinaisen sararämeen pelkän ojituksen edullisuudesta.

Lyhytkortisen nevan metsityksen, ojituksen ja lannoituksen yhteinen hyötykerroin jää noin puoleen keskimääräispuustoisien

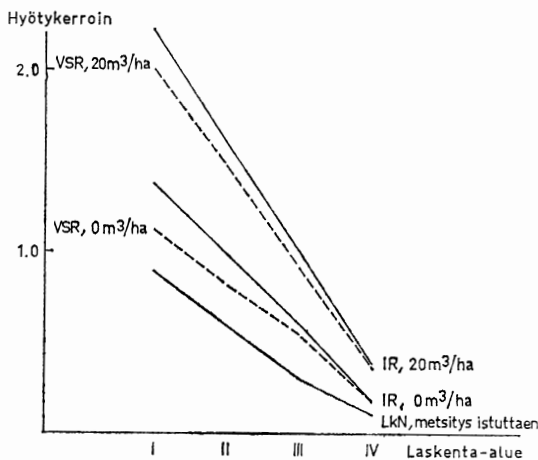
(I laskenta-alueella hieman yli 20 m³/ha, Heikurainen 1961) isovarpuisten ja lyhytkortisten rämeiden ojituksen ja lannoituksen hyötykerroimesta. Jotta edellistä voitaisiin pitää metsänparannuskohteena yhtä edullisena kuin jälkimmäisiä, olisi lyhytkortisen nevan lannoituksen jälkeisen kasvun oltava lähes kaksinkertainen isovarpuisten ja lyhytkortisten rämeiden lannoituksen jälkeiseen kasvuun verrattuna. Mitkään tähänastiset kokemukset eivät osoita, että näin suuri poikkeama lähtöolettamuksesta olisi todennäköinen.

Tuloksista voidaan tehdä muitakin päätelmiä. Ollakseen yhtä edullinen kuin keskimääräispuustoisen isovarpuisen rämeen ojitus ja lannoitus Etelä-Suomessa, Peräpohjan lyhytkortisen nevan pitäisi ojitettuna ja lannoitettuna antaa tässä arvioituun verrattuna noin 13-kertainen bruttohyöty. Vielä Pohjanmaan—Kainuun isovarpuisiin rämeisiin verrattuna Peräpohjan lyhytkortisten nevojen bruttohyödyn tulisi olla viisi kertaa tässä arvioitua suurempi. Kumpaakaan edellytystä ei voitane pitää realistisena.

Jo ojitetut suot. Alla oleva asetelma kuvaa, minkälaiseksi hyötykerroimet esitetyin perustein muodostuvat tapauksessa, jolloin lannoitetaan jo aiemmin ojitettua suota.

Toimenpidevaihtoehto	Laskenta-alue	Laskenta-alue			
		I	II	III	IV
IR, LkR, alkupuusto 20 m ³		2,22	1,61	1,00	0,38
IR, LkR, „ 0 „		1,37	0,99	0,60	0,18
LkN, metsitys istuttaen ..		0,89	0,59	0,30	0,10
LkN, „ kylväen ...		1,07	0,67	0,39	0,13

Jo ojitettujen soiden lannoitus tai lannoitus ja metsitys olisi siis toimeenpiteenä tuntuvasti edullisempaa kuin samanlaisen suon ojitus, metsitys ja lannoitus. Kuitenkin todetaan, että ojitetunkin lyhytkortisen nevan metsitys ja lannoitus jää edullisuudeltaan selvästi alhaisemmaksi kuin keskimääräispuustoisten (ja sitä parempien) isovarpuisten ja lyhytkortisten rämeiden ojitus ja lannoitus samalla alueella. Lyhytkortisen avosuon bruttohyödyn, suhteessa muihin, tulisi olla yli kaksinkertainen tässä arvioituun verrattuna, ennen kuin kyseisen suon tuottokuntoon saattaminen olisi yhtä edullinen toimenpide kuin jo ojitettujen keski-



Kuva 4. Jo ojitetun suon lannoituksella saadut hyötykerroimet. Vertailukohteena on varsinaisen sararämeen ojitus.

määräispuustoisten isovarpuisten ja lyhytkortisten rämeiden lannoittaminen.

Alueellisesti on tässäkin yhteydessä huomionarvoinen Peräpohjan lyhytkortisten nevojen heikompi edullisuus kaikkiin muihin tarkasteltuihin vaihtoehtoihin nähden.

Kuvasta 4 käy edelleen ilmi, että jo ojitettujen isovarpuisten ja lyhytkortisten rämeiden lannoitus on toimenpiteenä edullisuudeltaan samaa luokkaa kuin alkupuustoltaan vastaavanlaisten sararämeiden ojitus.

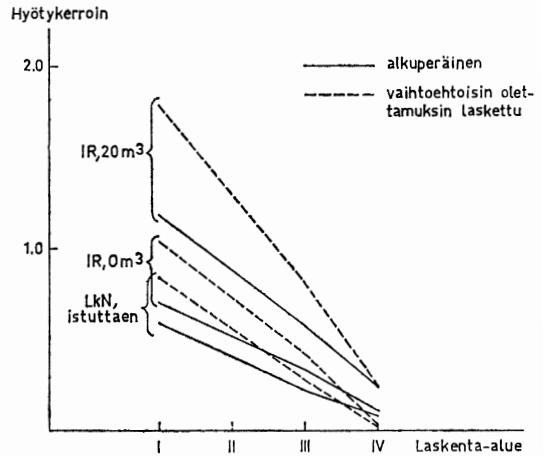
Tulosten merkitsevyys. Edellä esitetyt laskelmat perustuvat erälle sellaisille oletamuksille, joiden paikkansapitävyyden tai pitämättömyyden voidaan odottaa vaikuttavan tuloksiin. Ne kaipaavat siten lähempää tarkastelua.

Laskelmissa on lähdetty olettamuksesta, että kaikilla tarkastetuilla suotyypeillä (LkN, LkR ja IR) lannoitus parantaa kasvua CT:n tasolta VT:n tasolle. On kuitenkin esitetty arvioita, joiden mukaan lannoitus kohottaisi kasvualustan viljavuutta puolellatoista tai kahdella hyvyysluokalla (Huikari 1965) eli ojitettujen isovarpuisten, lyhytkortisten ja tupasvillarämeiden sekä lyhytkortisten nevojen puuston kasvu nousisi CT-männikön tasolta MT-männikön tasolle. Mikäli muutos olisi sama sekä rämeillä että nevoilla ja suhteessa saman suuruinen eri ilmastoalueilla, kyseisten soiden ojituksen ja lannoituksen edullisuusjärjestys olisi virheetön sellaisena kuin se on edellä esitetty.

Sen sijaan kasvun lisäyksen absoluuttinen suuruus vaikuttaa toimenpiteiden edullisuusjärjestykseen verrattaessa keskenään käsiteltävänä olleita ja muunlaisia soita (kuten korpirämeitä ja varsinaisia sararämeitä kuvissa 3 ja 4). Jos tuotos kohoaisi kahden hyvyysluokan verran muiden olettamusten pysyessä ennallaan, isovarpuisten ja lyhytkortisten rämeiden ojittaminen ja lannoittaminen olisi jokseenkin yhtä edullinen toimenpide kuin vastaavapuustoisensa varsinaisen sararämeen pelkkä ojittaminen.

Laskelmiemme pohjana oleva edellytys, että lannoituksen vaikutus olisi suhteessa saman suuruinen eri ilmastoalueilla, on todennäköiseltä tuntuva. H u i k a r i (1964) on tosin esittänyt tuloksia, joiden mukaan eräät kasvutunnukset ovat Pohjois-Suomen koemetsiköissä olleet lannoituksen jälkeen huomattavasti suurempia kuin Etelä-Suomen vastaavat tunnukset. Aineiston suppeus, havaintojen lyhytaikaisuus sekä se seikka, että yksittäisten puiden kasvutunnusten ja metsikön kuutiokasvun välinen korrelaatio on alhainen, eivät kuitenkaan oikeuttane yleistämään tuota päätelmää metsiköiden kiertoaikaista kasvua koskevaksi. Lienee todennäköisempää, että sen jälkeen kun annettu ravinteiden lisäys on sitoutunut kasvillisuuden normaaliin kierto-kuluun metsikön kasvu lannoitetulla alueella ei ole sen suurempi kuin jo luontaisesti samaa viljavuutta edustavalla kasvualustalla kunkin alueen ilmasto-oloissa. Tilanne saattaa muuttua toiseksi, jos lannoituksia ryhdytään suorittamaan säännöllisesti, vain muutaman vuoden väliajoin.

Edellä olevissa laskelmissa on oletettu, että ojituksen yhteydessä annettu PK-lannoitus kykenee pysyvästi kohottamaan lannoitetun metsikön kasvun VT- tai MT-männikön kasvun tasolle. Oletamus on epäilemättä kahdessakin suhteessa liian optimistinen. Pelkkä PK-lannoitus ei ensiksikään ole monissa tapauksissa riittävä näin karuilla soilla, vaan usein tarvitaan myös typpeä, ennenkuin toivottu tulos saadaan aikaan. Jos tyyppi otetaan mukaan, lannoituskustannukset nousevat lähes kaksinkertaisiksi. Toiseksi on todennäköistä, että ainakin aukeat ja vähäpuustoiset suot tarvitsevat yhtä useamman ja metsäisimmätkin suot vähintään yhden lisälannoituksen, ennen kuin metsikön kasvu säilyy uudella



K u v a 5. Esimerkki hyötykertoimien muuttumisesta, kun lannoituksen vaikutukseksi oletetaan yhden hyvyysluokan sijasta kaksi ja täydennyslannoitukset välttämättömiksi 30 vuoden välein.

korkeammalla tasolla kiertoajan loppuun saakka. Näitä lisälannoitusten kustannuksia ei voida enää katsoa investoinneiksi vaan taloustoiminnan normaaleiksi kuluiksi, jotka rahoitetaan harvennushakkuista kertyvillä tuloilla. Laskennallisesti tämä merkitsee, että lisälannoitusten kustannusten nykyarvot on vähennettävä edellä esitetyistä bruttohyötyluvuista.

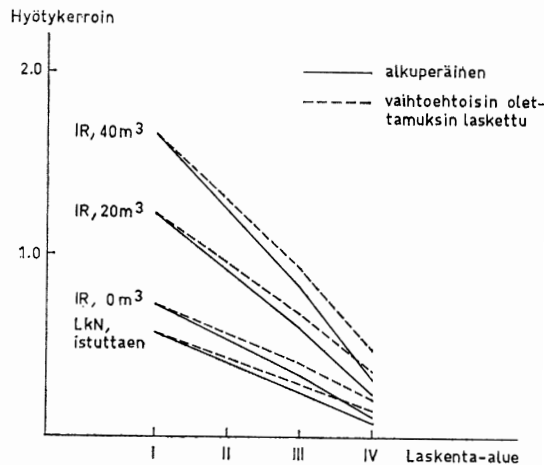
Kuvassa 5 on verrattu toisiinsa alkupe- räisin olettamuksin laskettuja hyötykertoimia, sekä hyötykertoimia, jotka on saatu laskemalla bruttohyöty CT- ja MT-männiköiden erotuksena (siis kahden hyvyysluokan parannus), vähentämällä siitä 30 vuoden välein tapahtuvien lisälannoitusten kustannusten nykyarvot ja jakamalla näin saatu luku edellä esitetyillä investointikustannuksilla. Voidaan todeta, että mikäli lannoituksen vaikutus olisi yhden hyvyysluokan sijasta kaksi ja lisälannoitustarve edellä selostetun suuruinen, aikaisemmin esittämämme kuva isovarpuisiin ja lyhytkortisiin rämeisiin sekä lyhytkortisiin nevoihin kohdistuvien ojitus-, metsitys- ja lannoitustoimenpiteiden edullisuudesta muuttuisi siten, että ero Peräpohjalan ja muiden alueiden välillä entisestään jyrkkenisi. Hyötykertoimet näet suurenisivat kahdella eteläisimmällä alueella selvästi ja kolman- nellakin vielä hieman, mutta sen sijaan pienentyisivät neljännellä eli Peräpohjolas-

sa puuttomien soiden osalta erittäin voimakkaasti. Kasvun suurentuminen ei siis Peräpohjolassa riittäisi korvaamaan jatkuvien lannoitusten vaatimia lisäkustannuksia.

Seuraava huomionarvoinen olettamus koskee sekin käytettyjä kustannuslukuja. Kuten alussa mainittiin, tämän artikkelin laskelmissa on vertailukelpoisuuden säilyttämiseksi käytetty aikaisempien selvitysten (Keltikangas, M. ja Seppälä 1966 a ja b) kustannuslukuja sellaisinaan. Näistä metsityskustannukset lienevät kuitenkin jonkin verran alimitoitettuja suhteessa muihin. Kun kustannussuhteet vaikuttavat olennaisesti edullisuussuhteisiin, voidaan katsoa, että tämäkin olettamus on saattanut jossain määrin nostaa viljelyä edellyttävien soiden asemaa metsänparannuskohteiden edullisuusjärjestyksessä.

Yllämainituissa aiemmissa julkaisuissa olemme myös korostaneet kantohintaoletuksiin, nimenomaan kantohintojen suhteisiin, liittyvää epävarmuutta. Käytetyt kantohinnathan itse asiassa pyrkivät ennakoimaan tilannetta, joka vallitsee useiden vuosikymmenien päässä edessäpäin, silloin kun kyseiset metsiköt hakataan. Näin pitkien aikojen kuluessa saattavat nykyiset kantohintasuhteet hyvinkin muuttua. Muutoksen suuruudesta ja suunnasta on kuitenkin vaikea esittää muuta kuin arvailuja.

Kantohintaerojen kaksi todennäköisesti merkittävintä syytä ovat etäisyys jalostuspaikalta ja kulutuskeskuksista sekä toisaalta hakkuukertymän määrä ja laatu. Edellinen näistä lienee sellainen, johon ei kovin suuria muutoksia ole odotettavissa tulevaisuudessa. Leimikoiden tiheys ja laatu sen sijaan todennäköisesti paranevat siirryttäessä ojitukseen, metsityksin ja lannoituksin nykyistä parempiin metsiin. Alueellisesti tämän muutoksen voitaneen odottaa olevan suhteellisesti jonkin verran suuremman pohjoisessa, missä hakkuukertymä hehtaaria kohti on nykyisin selvästi pienin. Missä määrin tämä vaikuttaa hankintakustannusten ja sitä tietä kantohintojen alueellisiin suhteisiin, riippuu kuitenkin monesta tekijästä. Metsätöiden koneellistuksessa kasvaa kustannusten kannalta optimaalisiin leimikotiheys ja kustannuserot eri tiheiden leimikoiden välillä suurentuvat. Tämä kehitys saattaa jopa täysin eliminoida edellä mainitun hakkuukertymien kasvuvaiikutuksen. Lisäksi töiden koneellistuksessa poltto-



Kuva 6. Alueellisten kantohintaerojen puoliintumisen vaikutus ojituksen ja lannoituksen hyötykerroimeen.

aineiden ja koneiden kuljetuskustannukset etelästä pohjoiseen merkitsevät entistä enemmän. Myös vientihintojen absoluuttisen tason tuleva kehitys vaikuttaa kantohintasuhteisiin. Vientihintojen (reaaliarvon) noustessa kantohintasuhteet tasoittuvat ja niiden laskiessa jyrkkenevät. Kaiken kaikkiaan voidaan siis todeta, että on olemassa lukuisia eri suuntiin vaikuttavia tekijöitä, joiden yhteistulos ei ole luotettavasti ennakoitavissa.

Kuvan saamiseksi kantohintasuhteiden merkityksestä on kuitenkin kuvassa 6 esitetty rinnakkain sekä nykyisin kantohintaeroin määritetyt hyötykerroimet että käytetty puolta pienempiä alueittaisia kantohintaeroja. Kuten havaitaan, eri alueiden väliset suhteet jonkin verran tasoittuvat, mutta eivät kuitenkaan riittävästi muuttaakseen olennaisella tavalla lopputulosta, eri tapausten keskinäistä edullisuusjärjestystä.

Viljavampien soiden lannoitus. Jos tarkastelu laajennetaan koskemaan esimerkitapauksia jo alunperin viljavampia soita, voitaneen esittää seuraavia näkökohtia: Jos lannoitus merkitsisi kaikilla soilla absoluuttisissa mitoissa samansuuruisista keskikasvun lisäystä, sen aiheuttama bruttohöyry olisi esimerkiksi lyhytkortisilla rämeillä suurempi kuin alkupuustoltaan samanlaisilla varsinaisilla sararämeillä. Näin voi-

daan väittää sillä perusteella, että kiertoaika lyhenee sekä suhteellisesti että absoluuttisesti mitaten enemmän siirryttäessä viljavuudeltaan karulta kasvualustalta keskinkertaiselle kuin samansuuruisessa muutoksessa keskinkertaisesta viljavampaan suuntaan. Pääasialliset hakkuutulot tuottavat väljennys- ja päätehakkuut siirtyvät siis edellisessä tapauksessa pitemmän askeleen kohti nykyhetkeä kuin jälkimmäisessä. Myös hinnaltaan tuottajalle edullisimman puutavaran, sahapuun, osuus kasvaa nopeimmin siirryttäessä viljavuudeltaan karuilta kasvualustoilta keskinkertaisiin. Sikäli kuin lannoituksen toteuttamiskustannukset ovat riippumattomia kasvualustan alkuperäisestä viljavuudesta, esitetyt päätelmät pätevät sellaisinaan koskemaan myös toimenpiteiden varsinaista edullisuutta. Tehtyjen oletusten realistisuus jää kuitenkin avoimeksi sen vuoksi, että tämän hetkisten tietojen pohjalta ei voida vielä arvioida, miten lannoituksella aikaansaatu keskikasvun lisäys muuttuu kasvualustan alkuperäisen viljavuuden muuttuessa.

Jos lannoituskustannus on kasvupaikasta riippumatta edellä esitetty 120 mk/ha, voidaan kuitenkin laskea, että lannoitus lisää investointikustannusta keskimääräispuustoisilla korpirämeillä, varsinaisilla sararämeillä ja varsinaisissa korvissa I laskentalueella 65—70 %, II alueella 70—75 %, III alueella 80—85 % ja IV alueella 90—100 %. Jotta hyötykerroin ei muuttuisi, olisi lannoituksen tuotettava vastaavan suuruisen bruttohyödyn lisäys. Tämä on luonnollisesti sitä vaikeammin täytettävä vaatimus, mitä suurempi pelkän ojituksen tuotama bruttohyöty on. Karkeahkojen arviolaskelmien mukaan ainakin korpirämeillä ja sararämeillä näin kuitenkin todennäköisesti tapahtuu. (Isovarpuisilla rämeillähän sama lisäys on noin 500 %.) Silti lienee pääteltävissä, että lannoitus todennäköisesti jonkin verran tasoittaa eri laatuisten kasvupaikkojen välisiä edullisuuseroja.

Päätelmät

Edellä esitetyillä suppeahkoilla laskelmilla olemme pyrkinet käyttävissä olevien niukkojen tietojen avulla kartoittamaan erilaisten metsäojituskohteiden ja niiden käsittelytapojen keskinäistä edullisuusjärjestystä. Joskin tulos lähtöfaktojen

puutteellisuuden vuoksi on vielä kaukana täydellisestä, lienee edellä sanotun perusteella silti pääteltävissä seuraavaa:

- 1) Kehityskelpoisen puuston määrä ojitettaessa on erittäin ratkaiseva tekijä toimenpiteen edullisuuden kannalta. Oli pa kyseessä jo ojitetun suon lannoitus, ojitus ja lannoitus tai pelkkä ojitus, viljavuudeltaan samanarvoisista kasvupaikoista kannattaa käsitellä ensin runsaspuustoisimmat kohteet, sen jälkeen vähempipuustoiset ja vasta viimeisenä aukeat tai lähes puuttomat kohteet. Mitä pitemmällä metsikön kehitys toimenpidettä suoritettaessa on, sitä nopeammin tulokset realisoituvat hakkuutuloina ja sitä nopeammin myös toimenpiteeseen sijoitetut varat maksavat itsensä takaisin.
- 2) Saman kehityskelpoisen alkupuuston omaavista soista alkuperäiseltä viljavuudeltaan paremmat ovat ojituskohteina myös taloudellisesti edullisempia.
- 3) Jos on valittavana suoalueen ojitus tai alkuperäiseltä viljavuudeltaan ja puustoltaan samanarvoisen jo ojitetun suoalueen lannoitus, jälkimmäinen toimenpide on ainakin karuimmilla kasvualustoilla selvästi edullisempi vaihtoehto.

Kaikki edellä esitetty soveltuu ohjeeksi paitsi metsänparannuspolitiikasta päätäville myös metsänomistajille, joilla on useampia vaihtoehtoisia metsänparannuskohteita valittavanaan. Erityisesti valtakunnallisen metsäpolitiikan suunnittelun kannalta on kuitenkin keskeisen tärkeä seuraava päätelmä:

- 4) Metsäojituksen, samoin kuin metsätyksen ja lannoituksenkin, edullisuus heikkenee varsin selvästi etelästä pohjoiseen. Peräpohjolan parhaat suot yltyvät edullisuudessa Etelä-Suomen heikoimpien vaihtoehtojen rinnalle, muut jäävät selvästi jälkeeseen. Mikäli ojitustoiminnan tukemisen tarkoituksena on valtakunnallisen raakapuun saannin lisääminen ja tässä pyritään taloudellisuuteen, ts. sijoittamaan vähät pääomat edullisimmalla tavalla, mainitun toiminnan ulottamisessa Ylitornio — Pudasjärvi — Suomussalmi -linjan

koillispuolelle tulisi olla pidättyväisiä. Erityisesti tehty selvitys asettaa kyseen alaiseksi aukeiden nevojen ojittamisen ja metsittämisen — lannoitettiinpa niitä tai ei — niin mainitun linjan pohjois- kuin sen eteläpuolisessakin Pohjois-Suomessa. Ojituskelvottomia rahkarämeitä, rahkanevoja, rimpinevoja jne. lukuunottamatta lyhytkortiset nevat ja

0-puustoiset isovarpuiset ja lyhytkortiset rämet näyttävät olevan epätaloudellisimpia ojituskohteita. Kun näitä parempia kohteita on suoritettujen inventointien mukaan useita miljoonia hehtaareja, myöskään käytännön näkökohdat eivät puoltane ojitustoiminnan ulottamista näin huonoille soille — eikä ainakaan vielä tässä vaiheessa.

KIRJALLISUUTTA

Heikurainen, Leo, 1961. Metsäojituksen vaikutuksesta puuston kasvuun ja poistumaan. Hakkuusuunnitteen laskemista varten. Summary: The influence of forest drainage on growth and removal in Finland. For estimation of allowable cut. — AFF 71. 8.

Heikurainen, Leo, Matti Keltikangas, Kustaa Seppälä, 1963. Kustannusten jakaminen yhteisissä metsäojitushankkeissa. Summary: Allocation of costs in joint forest drainage undertakings. — SF 115.1.

Heikurainen, Leo, Kullervo Kuusela, Olavi Linnamies, Aarne Nyysönen, 1960. Metsiemme hakkuumahdollisuudet. Pitkän ajan tarkastelua. Summary: Cutting possibilities of the forests in Finland. A long term analysis. — SF 110.

Heikurainen, Leo, Kustaa Seppälä, 1965. Regionality in stand increment and its dependence on the temperature factor on drained swamps. — AFF 78.4.

Huikari, Olavi, 1964. Metsänhoidon perusteista. Summary: On the Principles of Forestry. — Metsätaloudellinen Aikakauslehti 1964: 8.

„, 1965. Puiden kasvutekijöistä ja lannoituksesta. Metsäkalenteri 1965.

Keltikangas, Matti, Kustaa Seppälä, 1966 a. Laskelmia metsäojituksen alueittaisesta edullisuudesta. Summary: A comparison of the economic results of forest drainage undertakings in different parts of Finland. — SUO 1966:1.

„, 1966 b. Kylvön ja istutuksen taloudellinen edullisuusjärjestys ojitetuilla soilla. Eräitä laskelmia. Summary: The relative profitableness of seedings and planting on open swamps. — SUO 1966:2.

Viro, P. J., 1967. Forest Manuring on Mineral Soils. — Meddeler fra Det Norske Skogforsøksvesen Nr. 85, Bind XXIII.

SUMMARY:

ESTIMATES ON THE PROFITABILITY OF FERTILIZING DRAINED PEATLANDS.

In their two earlier papers (SUO 1966:1 and 2) the authors have discussed the profitability of drainage and the economic sequence of planting and seeding on drained peatlands. In this article they continue and compare the economic results of fertilization with those of drainage.

The calculations are based on the most probable assumptions about the costs and the effects of fertilization on the yields of merchantable wood. As the criterion of profitability there is used the benefit/cost ratio.

The results indicate, that, other conditions unchanged, fertilization of drained peat lands is more profitable than the drainage and fertilization as a joint undertaking and the latter more profitable than the drainage alone. In drained oligotrophic peatland forests the fertilization seems to be even as profitable as the drainage of the somewhat better, sparsely forested, swamps. Both the profitability of drainage and that of fertilizing clearly decrease from south to north.