

TOIMENPITEET VANHOILLA OJITUSALUEILLA
SUOMALAI—NEUVOSTOLIITOLAISEN SYMPOSIIN ESITELMÄT

EERO PAAVILAINEN JA KUSTAA SEPPÄLÄ

MANAGEMENT OF OLD FOREST DRAINAGE AREAS
PAPERS PRESENTED IN FINNISH—SOVIET SYMPOSIUM

МЕРОПРИЯТИЯ В ОСУШЕННЫХ ЛЕСАХ. ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ
СОВЕТСКО—ФИНСКОГО СИМПОЗИУМА

Saapunut toimitukselle 1980-01-15

Suomen ja Neuvostoliiton välisen tiet.-tekn. yhteistoimintakomitean metsätalouden työryhmä käynnisti maiden välisen yhteistyön suometsätieteen alalla lähes kymmenen vuotta sitten. Yhteistyöhön osallistuvia organisaatioita Suomen puolella ovat Metsätutkimuslaitoksen suontutkimusosasto ja Helsingin yliopiston suometsätieteen laitos, Neuvostoliiton puolella Venäjän FSNT:n metsätalousministeriö sekä Leningradin ja Eestin metsätalouden tutkimuslaitokset.

Viime vuosina on yhdeksi yhteistyön muodoksi sovittu yhteisten symposioiden järjestäminen. Ensimmäinen yhteissymposio pidettiin Petroskoissa v. 1978 ja toinen Helsingin yliopiston metsäasemalla 17. 9. 1979.

Viimemainitussa tilaisuudessa pidettiin 9 neuvostoliittolaista ja 8 suomalaista esitelmää, jotka seuraavassa julkaistaan joko kokonaisina tai hieman lyhennettynä. Samoin julkaistaan symposion koordinaattoreiden, prof. V. K. Konstantinovin ja MMT Eero Paavilaisen symposiossa esittämät yhteenvedot sekä englanniksi että venäjäksi. Symposion puheenjohtajana toimi MMT Eero Paavilainen.

The forestry working group of the Committee for Scientific and Technical Cooperation between Finland and the Soviet Union initiated cooperation work between the two countries in the field of forestry almost ten years ago. The Finnish organizations which have participated in this activity are the Department of Peatland Forestry, the Finnish Forestry Research Institute, and the Institute of Peatland Forestry, the University of Helsinki. The organizations in the Soviet Union have been the Ministry of Forestry, the Russian Federation of USSR, and the Forestry Research Institutes of Leningrad and Esthonia.

One form of cooperation which has been developed during the last few years is the holding of joint symposiums. The first joint symposium was held in Petrozavodsk in 1978 and the second at the Forest Field Station of the University of Helsinki on 17. 9. 1979.

The 9 Russian lectures and the 8 Finnish ones which were presented at the latter symposium are published in this edition, either in their entirety or slightly condensed. The summing-up given by the coordinators of the symposium, prof. V. K. Konstantinov and Dr. Eero Paavilainen, are also included in English and in Russian. Dr. Eero Paavilainen acted as the chairman of the symposium.

Советско—Финляндская рабочая группа по научно-техническому сотрудничеству в области лесного хозяйства начала сотрудничество по лесному болотоведению лет десять тому назад. Организациями, участвующие в сотрудничестве, являются с советской стороны: Министерство лесного хозяйства РСФСР, Ленинградский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и Эстонский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и охраны природы.

За последние годы одной формой осуществления сотрудничества являлось проведение взаимных симпозиумов. Первый взаимный симпозиум состоялся в Петрозаводске в 1978 году и второй на Лесной станции Хельсинского университета 17 сентября 1979.

В вышеупомянутом симпозиуме советские специалисты прочитали девять и финские специалисты восемь докладов, которые публикуются теперь в полном или сокращённом виде. Так же публикуются итоги координаторов симпозиума — профессора В. К. Константинова и доктора сельскохозяйственных наук Эро Паавилайна — на английском и русском языках. Симпозиум проводили в председательстве доктора Паавилайна.

V. G. RUBCOV

Leningradin metsätalouden tutkimuslaitos

Metsäojitustoiminnan alkuajoilta nykyhetkeen saakka lukuisten Neuvostoliitossa suoritettujen tutkimusten tavoitteena on ollut osoittaa ja perustella tieteen keinoin metsäojituksen välttämättömyys ja tarkoituksenmukaisuus. Niinpä on tutkittu, millaiset kohteet reagoivat ojitukseen hyvin, millaiset huonommin, miten kuutiokasvu lisääntyy, paljonko metsiköiden boniteettiluokka kohoaa jne.

Tällä hetkellä, kun valtakunnan metsämaahan kuuluu jo yli 5 milj. ha ojitusaluetta, metsätalouden harjoittamiseen näillä alueilla ja erityisesti puuston, pääasiassa männiköiden, kasvattamiseen on suhtauduttava vakavasti. Erityistä huomiota on tässä yhteydessä kiinnitettävä ojitusaluiden metsien monipuoliseen hyödyntämiseen.

Tunnettu asia on, että minkä tahansa metsäalueen, niin myös ojitettua, käyttö edellyttää ei vain sillä kasvavan puuston, vaan kaikkien alueen komponenttien, myös maan, järkevää hyödyntämistä. Näin muodoin ojitusaluetta on hyödynnettävä seuraavien vaatimusten mukaan:

- puuvaraston, myös ojituksen aiheuttaman puumäärän lisäyksen, täysimääräinen käyttö,
- maan viljavuuden tehokas käyttö ja sen parantaminen,
- sen «uuden» luonnollisen tilanteen säilyttäminen, jossa jokainen ojitettu alue täyttää tarkoituksensa ja palvelee virkistykseen ja moninaiskäytön lähteenä.

Seuraavassa tarkastellaan lyhyesti jokaisesta em. vaatimuksesta. Niistä ensimmäisen kohdalla on syytä huomauttaa, että puuston käytössä on ojitusalueilla tiettyjä vaikeuksia. Ensimmäisen, ojitusaluiden metsien puuston vuotuisesta kuutiokasvusta (Zm) eri tyypeillä ja maantieteellisillä alueilla julkaistut tiedot ovat aina vain likimääräisiä, joten

laskelmia tehtäessä niitä voidaan käyttää vain apukeinona. Toiseksi suometsien kasvun suuruutta arvioitaessa ei lainkaan oteta huomioon luonnonpoistumaa. Kelojen sisältämällä puumäärällä on melkoinen merkitys ojitusaluiden metsiä käytettäessä, mutta tähänastisessa kirjallisuudessa siitä ei ole tietoja.

Keloutumisen luotettava selvittäminen edellyttää kestokoealoilla tehtäviä monivuotisia havaintoja, kuten Leningradin alueelle perustetuilla kestokoealoilla tehdyt tutkimukset ovat osoittaneet. Esimerkiksi männiköissä puiden keloutumisnopeus, yhtäläisissä, ojituksen ansiosta syntyneissä kasvuoiloissa riippuu ensi sijassa puulajisuhteista, puuston iästä ojitushetkellä ja ojituksen iästä. Keloutumisen intensiivisyyttä eräällä koealalla, jossa puuston ikäluokka ojitushetkellä oli I, ja ojituksen ikä mittaushetkellä 30 v, luonnehtivat seuraavat tunnuksat.

Ensimmäisten kahden vuosikymmenen aikana keloutumisnopeus oli sangen pieni. Niinpä toisen vuosikymmenen kuluessa luonnonpoistuma oli 260 runkoa vastaten 10 % runkoluvusta eli noin prosentti vuodessa. Samansuuruinen se oli myös ensimmäisen ojituksen jälkeisen vuosikymmenen kuluessa. Kolmannen vuosikymmenen aikana keloutumisnopeus jyrkästi kasvoi ja oli oijen viereisellä kaistalla 1 120 runkoa/ha eli 48 %, ts. 4,8 % vuodessa ja keskisaralla 1 850 runkoa/ha, joka on vastaavasti 61 % eli 6,1 %/a. Esitettyjä lukuja analysoitaessa voidaan todeta että 30 vuoden päästä ojituksesta mäntyjen keloutumisnopeus on suurin keskisaralla, missä koivu on ojituksen ansiosta huomattavassa määrin tunkeutunut vallitsevaan latvuskerrokseen.

Eräällä toisella alueella, jossa ojitus on 45 vuotta vanha, puuston ikäluokka ojitushetkellä on ollut II ja joka on edellistä karum-

paa, keloutumisnopeus on jonkin verran erilainen. Ojituksen iän ollessa 25–35 vuotta luonnonpoistuman määrä oli ojanvierikaistalla 470 runkoa, 35 % eli 3,5 % vuodessa ja keskisaralla 270 runkoa, 23 % eli 2,3 % vuodessa. Seuraavan vuosikymmenen aikana vastaavat arvot olivat 190, 19 % (1,9 %/a) ja 140 ja 14 % (1,4 %/a).

Jos kysymyksessä ovat ojitushetkellä I ja II ikäluokkaan kuuluvat männiköt, keloutuminen on nopeimmillaan kolmannella ja neljännellä ojituksen jälkeisellä vuosikymmenellä ja saattaa viljavilla kasvupaikoilla kohota noin 6, karuilla noin 3,5 %:iin vuodessa. Ojituksen iän tästä kasvaessa keloutuminen jyrkästi hidastuu ja tasoittuu samalle tasolle kuin kangasmaan männiköissäkin.

Ojitusalueelle kertyneen puumäärän arvioimisessa käytetään tälläkin hetkellä samoja metsänarvioimistaulukoita eli boniteettiluokitusta, pituustaulukoita ja standardisoituja tiheys- ja kuutiomäärätaulukoita kuin kangasmaan metsiköissäkin. Tässä yhteydessä ei käytetä mitään lisätunnuksia, jotka kuvastaisivat ojituksen vaikutusta metsämaahan ja sen viljavuuden dynamiikkaan. Tämä aiheuttaa huomattavia virheitä boniteettiluokan määrittämiseen, kuutiomäärän (ja

Taulukko 1. Ojitusaluiden männiköiden tiheyden ja kuutiomäärän standarditaulukko.

Puuston pituus, m	Pohjapinta-ala m ² /ha	Puuston kuutiomäärä, m ³ /ha
8	17,7	80
9	19,1	95
10	20,4	110
11	21,5	126
12	22,6	142
13	23,6	159
14	24,6	176
15	25,5	194
16	26,4	212
17	27,3	231
18	28,2	251
19	29,1	272
20	30,0	294
21	31,0	318
25	35,4	425

luonnonpoistuman) sekä suopuustojen puutavaralajijakaantumien määrittämiseen. Viime kädessä se johtaa tarpeellisten toimenpiteiden virheelliseen valintaan eikä anna riittävä pohjaa ojitusaluiden metsien järkevään hyödyntämiseen. Esimerkiksi ojitusaluiden puustojen kuutiomäärän arvioimisessa normaaleja tiheys- ja kuutiomäärätaulukoita käyttäen syntyy noin 10 %:n suuruinen virhe. Edellä esitetyn vuoksi koostettiin huomattavan maastoaineiston pohjalta analogiset taulukot ojitusaluiden männiköille käyttäen pituuden korjaustekijänä yhtälöä $H_F = 0,442H + 0,962$. Sen käyttö ojitusaluiden puustojen arvioitaessa poistaa huomattavat virheet, jotka muutoin syntyvät tiheyden ja kuutiomäärän. Esimerkkinä esitetään osa tarkasteltavista taulukoista (Taulukko 1).

Puustojen ojituksen jälkeiseen puutavaralajirakenteeseen vaikuttaa olennaisesti joukko puun laatua heikentäviä vikaisuuksia, joista tärkeimpiä on rungon keski- ja yläosien mutkaisuus, mikä vähentää 6–10 % järeän käyttöpuun saantoa. Tästä syystä on laadittu ojitusaluiden männiköille omat puutavaralajitaulukonsa.

Kuten tiedetään, soiden ja soistuneiden maiden ojituksen jälkeen niiden tuotoskyky (Bu) kohoaa ja sen seurauksena myös puustoboniteetti (Bd) nousee. Näiden tunnusten muuttuminen ei kuitenkaan tapahdu samanaikaisesti, vaan puuston boniteettiluokka muuttuu hitaammin kuin ojitusalueen maan olosuhteita indikoiva boniteettiluokka. Näin muodoin ojitusaluiden metsiä arvioitaessa on otettava huomioon myös maan boniteettiluokka. Jos $Bd < Bu$, on metsätalouden harjoittamisen, ts. ojitusalueen maan ja sillä kasvavan puuston käyttämisen perustuttava maan boniteettiluokan osoittamaan tuotoskykyyn.

Tilanne, jossa $Bd < Bu$, on tavallinen jo alunperin metsäisten soiden ojitusalueilla. Tilannetta, jossa $Bd = Bu$, on pidettävä erikoistapauksena, joka syntyy taimikoita tai aukeita aloja ojitettaessa. Näin muodoin metsäojituksen merkitystä tavallisesti aliarvioidaan. Täysimääräisenä se tulee ilmi vain silloin, kun ojituskohde potentiaalinen viljavuus tulee täysin hyväksikäytetyksi eli saadaan uudistushakkuun jälkeen syntymään alueelle uusi taimikko. Tässä tapauksessa tilannetta $Bd = Bu$ voidaan pitää

pysyvänä. Tällöin tietyn ojitusalueen tai sen osan keskimääräinen boniteettiluokka ei muutu vain ojituksen aiheuttaman vanhan puuston kasvunlisäyksen verran, vaan se voidaan täysimääräisenä todeta myös toimenpiteiden, pääte- ja kasvatushakkuiden, täydennysojitusten, lannoitusten jne. tuloksista.

Mainittuja toimenpiteitä tehtäessä on pyrittävä siihen, että jokainen ojitusalue olisi intensiivisen hyödyntämisen kohde, käsite laajasti ymmärrettynä, erityisesti monita hoisen käytön piirissä olevilla alueilla, joihin metsänparannustoimet pääosin kohdistetaan. Ennen kaikkea on pidettävä huolta ojaverkoston hoidosta ja kunnostuksesta maan potentiaalisen viljavuuden säilyttämiseksi ja parantamiseksi eikä annettava sen rappeutua ja alueen soistua uudelleen. Lisäksi ojitusalueiden metsiä on samalla hoidettava niin, että ne ovat sopivia virkistys

kohteita, ja niiden moninaiskäyttöä (heinänkorjuu, marjojen ja sienten poiminta jne.) on lisättävä. Moninaiskäytön mahdollisuuksia on tähän asti hyödynnetty riittämättömästi.

Joitakin ojitusalueita on määrättävä suojeluksiteiksi, jos niissä pesii majava, saukko tai jokin muu arvokas eläin, tai jos jonkin arvokkaan lääke- tai ravintokasvin kasvuolosuhteet ovat ojituksen ansiosta muodostuneet edullisiksi. Ojitusalueista on tarkoituksenmukaista erotella alueet, joissa aluperäiset suokasvit, kuten suopursu, muurain, karpalo, kihokki jne. ovat säilyneet, ja parantaa niiden kehitys- ja lisääntymismahdollisuuksia.

Tämänhetkinen ojitettujen alueiden hyödyntäminen metsätalouden tarpeisiin takaa parannustoimien hyvän kannattavuuden ja niiden merkityksen lisääntymisen.

KIRJALLISUUTTA

КНИЗЕ, А. А., МОШКАЛЕВ, А. Г. 1975. Применение сортиментных и товарных таблиц для товаризации сосняков Ленинградской области с приложением таблиц. Л., изд. ЛенНИИЛХа.

РУВЦОВ, В. Г., КНИЗЕ, А. А., 1978. Таксация осушенных древостоев, В сб. Лесоустройство, таксация и аэрометоды. Л., изд. ЛенНИИЛХа.

METSÄTALOUDEN HARJOITTAMISEN PERUSTEET LATVIAN SNTL:n OJITUSALUEILLA

K. K. BUŠ

Latvian metsätalouden tutkimuslaitos

Lähes puolet Latvian metsämaista on ajoittain veden vaivaamia. Vedenvaivaimien maiden ojitus on aloitettu jo 1800-luvun alussa; tällä hetkellä ojitettujen maiden ala on 400 000 ha. Ojituksen tärkeimpänä tavoitteena on puuston tuotoskyvyn kohottaminen. Metsänparannustöillä on saavutettu hyvä tulos 48,4 %:lla ojitusalueista, joilla kasvaa I–Ia-boniteettiluokan puustoja; tuloksiltaan keskinkertaisia (II–III boniteettiluokkaan kuuluvia) alueita on 38,8 % ja heikkoja 12,8 % (IV ja V boniteetteihin kuuluvia). Metsäojituksen tulokset ovat hieman ylittäneet tutkimuksiin perustuneet ennusteet. Tämä johtuu ojituksen tehon lisääntymisestä ja töiden laadun parantumisesta.

Orgaaniseen kerrokseen kasautuneet ravinnevarat pääsevät mukaan ravinnekiertoon ojituksen jälkeen ja täten vilkastuttavat ekosysteemissä tapahtuvia prosesseja. Koska karikkeenmuodostus kompensoi osittain turpeen tai humuksen hajoamisen kuivatuksen vaikutus on ojien pysyessä toimintakykyisinä käytännöllisesti katsoen pysyvä; 150 vuoden aikana ei ole havaittu ojitettujen maiden tuotoskyvyn ehtyvän. Päinvastoin, kun ojitusalueen ekosysteemin osatekijät saavuttavat tasapainotilan, puuston kasvu parantuu jatkuvasti (Buš 1964). Puustojen kasvun pienentymistä koskevat tiedot toisena ja tätä seuraavina ojituksen jälkeisinä vuosikymmeninä ilmentävät vuosilustojen paksuuden ja pituuskasvun puiden koon mukaista pienentymistä eivätkä kaiketi osoita kasvuolojen huonontumista. Ojituksen vaikutus riippuu suurten »sisäisten resurssien» käytöstä ja näin muodoin eroaa lannoituksen tai muiden vaikutukseltaan lyhytaikaisten toimenpiteiden aiheuttamasta tuotoskyvyn kohoamisesta.

Ojitetuissa suometsissä saatavat tulokset riippuvat suuresti ekologisten tutkimusten tasosta. Parhaita tuloksia saadaan lähestymällä ja valitsemalla biogeokenoosia (metsäekosysteemejä) tietyn konkreettisen metsäalueen rakenteen ja toiminnan määrittämistä peruslähtökohdista käsin. Systeemanalyysin ja matemaattisten mallien laadintamenetelmien käyttö biogeokenoosien tutkimisessa tekee mahdolliseksi tärkeiden päätelmien teon ojitettujen metsien typologiasta ja metsätalouden harjoittamisen periaatteista (Buš ja Ievin 1975, Buš, K. 1976, Buš, H. 1977).

Biogeokenoosien käyttäytymisen yleisistä lainmukaisuuksista johtuviin päätelmiin kuuluu mm. se, että puustojen tuotoskyvyn kohottaminen merkitsee samalla niiden kestävyyden heikentymistä ja kasvatusriskin lisääntymistä. On lisäksi korostettava, että puuston ikääntymisen mukana tuhojen todennäköisyys kasvaa. Niinpä 40 vuoden ikäisissä ojitetuissa turvemaan kuusikoissa todennäköisyys, että tiheys laskee 0,7 alapuolelle, on vain 0,10–0,15, mutta puuston iän noustessa 70 vuoteen sama todennäköisyys nousee jo 0,60:een; puustojen kontrollimaton harventuminen tuulen, tautien ja hyönteisten vaikutuksesta tulee tavalliseksi ilmiöksi. Männiköissä vastaavat todennäköisyyden arvot nousevat 0,15:sta 0,30:een, puusadon menetyksiä esiintyy näin muodoin paljon harvemmin kuin kuusikoissa. Eutrofisilla ojitusalueilla kuusen tuotoskyky on toisaalta noin puolitoistakertainen männyn tuotoskykyyn verrattuna. Tästä syystä kasvatettavan puulajin valinta vaatii monipuolista tarkastelua. Determinististen mallien käyttö tällaisten kysymysten ratkaisemiseen on tuskin tarkoituksenmukaista.

Pyrkimys maksimituottoisten normaali-

metsien muodostamiseen johtaa biogeokenootin stabiilisuuden olennaiseen alentumiseen ja vaatii huomattavasti varoja, mutta maksimipuusadon varmistaminen on vähän todennäköistä jopa viljelymetsissä. Huomiota ansaitsevat mielestämme puusadon kertymistä ja käyttöä kuvaavat stokastiset mallit. Tavoiteltavia taloudellisia päämääriä vertaillaan reaalisesti tilanteeseen, mutta samalla ennustetaan puun tuotoksen vähittäistä suurentumista, ks. käyttöpuuosuuden, pohjapinta-alan ja puustojen kuutiomäärän lisääntymistä kymmenvuotiskausittain malliarvoja käyttäen.

Puuston kasvatus- ja käyttöprosessi on jokaisella ojitusalalla omat erityispiirteensä omaava tapahtuma. Sen vuoksi tilastollisten menetelmien menestyksellistä soveltamista varten on biogeokenoosille sopivat eri toimenpiteiden suunnitelmat ryhmitettävä tyyppien mukaisesti alaryhmiin. Latvian SNTL:ssä ojitusaluiden kasvupaikkaluokituksen kehittäminen on toteutettu komponenttianalyysinä apuna käyttäen (ohjelma »Klassif»). Perusjaotus eli kasvupaikkatyyppittely yhdistää stabiiliteettivaiheessaan rakenteeltaan ja toiminnoiltaan samantapaiset metsäiset biogeokenoosit ja uudistumistavallaan samantapaiset metsiköt (puuston hakkuun tai tuhoutumisen jälkeen). On korostettava, että luokitus ei ole itsetarkoitusta, vaan tietellinen apuväline, joka helpottaa metsätalouden teoreettisten ja käytännöllisten tehtävien ratkaisemista. Latvian SNTL:ssä erotetaan ojitetuilla mineraalimailla joukko kasvupaikkatyyppiä (A), samoin turve- mailla (K). Kukin ryhmä jaetaan 4 kasvupaikkatyyppiin; v, m, s, p. Kirjaimet tarkoittavat kasviyhdyskuntia, mutta tyyppien määritys tehdään monilukuisen tunto-

merkkijoukon perusteella, jotka pääasiassa kuvastavat biogeokenoosien tuotoskykyä. Tyyppittely toimii perustana kaikkien tärkeimpien toimenpiteiden toteuttamisessa, mm. metsää käytettäessä.

Ratkaisevaa osaa metsän kasvatus- ja käyttöprosessissa näyttelevät pääpuulajien valinta ja tavoitepuustojen parametrien määrittäminen. Latvian SNTL:n ojitusaluidella pääpuulajit ovat mänty ja kuusi sekä tavoitepuustoissa puhtaat männiköt ja kuusikot (taulukko 1). Parhaan käsityksen ojitusaluiden metsien tuotoskyvystä antavat toisen ojituksen jälkeisen puusukupolven metsiköt. Jo ennen ojitusta syntyneet metsiköt kasvavat jonkin verran huonommin, mutta aina 100 vuoden ikäiseksi havupuut säilyttävät voimakkaan elpymiskyvyn eikä näitä ole syytä ennakkoisesti hakata. Toisin on laita hieskoivun kohdalla, joka tavallisesti muodostaa vain vähäarvoisia puustoja. Jos vain suinkin on mahdollista, koivikot on hoitohakkuin muutettava havupuustoiksi. Muutamia vuosikymmeniä sitten perustetut koealat osoittavat määrätietoisien hoidon tarkoituksenmukaisuuden, sen sijaan ryhmitäisten sekametsien säilyttäminen on osoittautunut epätarkoituksenmukaiseksi. Havupuumetsiköissä oleva koivusekoitus vähentää kertyvän puutavaran määrää ja puuston kokonaiskuutiomäärää. Kuusikoissa oleva koivu- ja haapasekoitus eivät lainkaan nosta sen tuulenkestävyyttä (LABANAYSKAS 1973), vaan päinvastoin alentaa sitä (ENGLIS 1977). Puhtaita rauduskoivu- ja haapametsiköitä voidaan pienehkällä osalla (10–20 %) alueita (tyypeillä Ap ja Kp) kasvat- taa »lisätavoitepuustoina». Vähittäin uudistuvat sekametsiköt muodostavat tavallisesti puustoja, jotka eivät vastaa ekologisia vaati-

muksia eikä taloudellisia tavoitteita. Näin muodoin tietyllä alueella on toivottavaa kasvattaa eri puulajeja, mutta puhtaina metsiköinä.

Puhtaat havupuustot eivät ole pelkästään lähellä metsiemme luontaista klimaksivaihetta, vaan ne myös oleellisesti yksinkertaistavat ojitusaluiden metsien kasvatus- ja päätehakkuita. Puun käyttöä koskevien kysymysten ratkaiseminen on kiinteässä yhteydessä eri koneiden siirtelyn ongelmiin ja puutavaran juontoon ojitetuista metsistä. Heikosti kantava maaperä, pohjavesipinnan vain minimaalinen alentuminen ja metsikön alttius vaurioitumisille pakottavat jyrkästi rajoittamaan metsässä ajamisen määrää ja yksinkertaistamaan toimenpiteitä.

Latvian SNTL:ssä saadut kokemukset osoittavat, että metsätie- ja ajouraverkoston rakentaminen ojien varsille samanaikaisesti ojitustöiden toteuttamisen kanssa on toistaiseksi ainoa kelvollinen keino ojitusaluiden metsiä käytettäessä (АНЛВÄСК 1979). Sataa hehtaaria kohti rakennetaan noin 0,5 km tietä ja 3 km ajouria, mutta tietiheys on jatkuvasti kasvamassa. Näistä

toimenpiteistä huolimatta ojitusaluiden metsien käyttö riippuu huomattavassa määrin meteorologisista olosuhteista. Yleisesti voidaan sanoa, että kuivana kesänä ojitamattomat suot ovat liikkuvien koneiden helpommin saavutettavia kuin ojitettujen soiden sarat sateisina kesinä, syksyisin tai lämpiminä talvina.

Kulkukertojen minimointi johtaa siihen, että päätehakkuita voidaan käyttää vain avohakkuita. Kasvatushakkuita voidaan suorittaa kaksi tai enintään kolme kertaa, hakkuukierto on noin 20 vuotta. Hakattavan puumäärän ja hakkuuajankohdan tarkempaan arviointiin sovelletaan malleja, jotka ennustavat tavoitettavan pohjapinta-alan päätehakkuvaiheessa. Koska puuston kasvu ojituksen jälkeen jyrkästi lisääntyy, nuorten metsien hakkuiden intensiivisyys saa olla varsin korkea, mutta jo keski-ikäisten metsien kyseessä ollen huomattavasti alempi. Hoitohakkuut käsittävät 10–15 % metsikön koko puusadosta ja niistä saatava tulo tavallisesti ylittää ojituskustannukset.

KIRJALLISUUTTA

- АНЛВÄСК, А. 1979. Om skogsdikning i öst och väst. Skogsstyrelsen. Jönköping, 143 p.
 BUŠ, K. 1964. Puuston kasvukyvyn jatkuvuudesta ojitetuilla turvemilla. — Suo, N:o 1, 3–7.
 ВУШ, К. К., 1976. Основы лесной типологии Латвийской ССР. Латинти, Рига, 25 с.
 ВУШ, К. К., Иевинь, И. К., 1975. Применение системного анализа в лесоведении. — Лесоведение, № 1, —11 с.
 ВУШ, Х. К., 1977. Классификация биологических

объектов с помощью метода главных компонент. Авт. дисс. к.т.н., Ленинград, 24 с.

ENGLIS, D. 1977. 1967 un 1969 gadu vetru sekas Latvijas PSR valsts mežos. — »Mežaaimniecība un mežrupniecība», N:o 4, 23–35 lpp.

ЛАБАНАУСКАС, Б., 1973. Создание ветроустойчивых лесонасаждений. Каунас, изд. Лит. НИИЛХ, 20 с.

Taulukko 1. Tavoitepuustojen tunnuksat kasvupaikkatyypeittäin (Ojituksen jälkeinen toinen puustokupolvi).

Kasvupaikka-tyypit	Puulajisuhteet	Ikä, v.	Valtapituus	Keskipituus	Pohjapinta-ala, m ²	Kuutiomäärä, m ³ /ha		
						Päätehakkuu	Kasvatushakuut	Yhteensä
Av, Kv	10 mä	100	22	20	25,0	250	50	300
Am, Km	10 mä	100	26	24	28,0	300	80	380
As, Ks	10 mä	100	29	27	30,0	360	140	500
Ap, Kp	10 ku	80	28	26	31,5	420	130	550

ERÄITÄ METSÄOJITUKSEN JA OJITUSALUEIDEN METSÄTALouden HARJOITTAMISEN KYSYMYKSIÄ EESTIN SNT:SSÄ

U. VALK ja P. KOLLIST

Eestin metsätalouden ja luonnonsuojelun tutkimuslaitos

1. JOHDANTO

Eestin SNT:n valtion metsämaista 67 % eli yhteensä 1 057 000 ha kärsii joko kuvasti tai ajoittaisesti liiallisesta märkyydestä. Noin puolet alasta on suomaita, joissa turpeen paksuus on yli 30 cm.

Ensimmäiset metsäojat Eestissä kaivettiin 1820-luvulla. Systemaattisemmat ojitusyöt aloitettiin 1840- ja 1850-luvuilla. Työmäärät olivat tuolloin varsin pieniä ojitusta tarvitsevien, liian märkien maiden pinta-alana verrattuna.

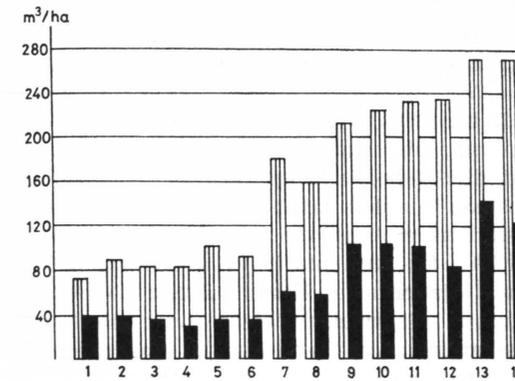
Suuremman laajuuden metsäojitusyöt saavuttivat Eestissä vasta vuoden 1950 jälkeen, jolloin alalla ensimmäisen kerran

avautuivat koneellistamisen mahdollisuudet. Tällä hetkellä Eestin SNT:ssä vuosittain ojitetaan 15 000–20 000 ha. Kaikkiaan on vuoteen 1979 mennessä ojitettu veden vaivamista maista 35 %. Noin 20 % on vielä tarkoitus ojittaa ja loput 45 % eli 471 000 ha jätetään luonnontilaisiksi joko luonnonsuojelullisista syistä (200 000 ha) tai taloudellisessa tai teknisessä mielessä kannattamattomina. Ojittamatta jäävistä maista 45 % on kohosoitaa, 30 % siirtymä- ja alankosoitaa sekä 25 % soistuneita kivennäismaita. Uudisojitusyöt saadaan Eestin SNT:ssä valmiiksi vuosiin 1990–1995 mennessä.

2. OJITUKSEN VAIKUTUS PUUSTOJEN TUOTOKSEEN

Ojituksen vaikutusta puustojen tuotokseen on Eestin SNT:ssä tutkittu metsikkökoelajoja käyttäen (HAINLA 1956, 1957, 1965, ILVES 1948, JOAMETS 1953, KOLLIST 1962, KRIGUL 1962, LUIK 1926, PEETSALU 1957, REINBERG 1972, RIISBERG 1934, VALK 1968, 1972), mutta myös metsäninventointitietojen perusteella (KOLLIST 1972, 1973 a, 1973 b, 1974, 1975, 1977). Viime mainitussa tapauksessa lähtökohdaksi on otettu metsäninventointien taksatorisia tunnuksia koskevat tiedot (20 000 taksatorista kuvausta) ja tiedot ojituksen iästä ja intensiivisyydestä. Analysoitu alue (600 000 ha) käsittää kaksi viidennestä valtion metsätalouden maan alasta. Tutkimuksen kohteiksi ovat joutuneet kaikki metsien kasvupaikkatyypit, jotka ovat ajoittain tai pysyvästi veden vaivamia. Kertyneet tiedot on käsitelty ATK:ta käyttäen.

Pääasiallisia ojituskohteita Eestissä ovat rämemänniköt. Ojituksen vaikutuksesta alanko- ja siirtymäsoiden männiköiden boniteettiluokka on kohonnut Va:sta III:een (keskimäärin 2.1 boniteettiluokkaa, meso-oligotrofisten männiköiden boniteettiluokka Va:sta V–IV:een (keskimäärin 1.3 boniteettiluokkaa) ja oligotrofisten kohosoiden hidaskasvuisten männiköiden boniteettiluokka on noussut Va:han, joskus V:een (nousu keskimäärin boniteettiluokan suuruisen) Suomänniköitä ojitettaessa niiden tuotoskyky nousee kaikilla suotyypeillä kaksin tai kolminkertaiseksi kiertoajan kuluessa (kuva 1). Mitä suurempi ojittettavan männikön kuutiomäärä on, sitä suuremmaksi puuston kuutiokasvu nousee ojituksen vaikutuksesta. Männiköiden, joiden maksimikuutiomäärät ovat luonnontilaisina alle 50 m³/ha, kuutiomäärät ojituksen jälkeen eivät



Kuva 1. Männiköiden tuotoskyvyn muuttuminen pitkän aikaa vaikuttaneen ojituksen ansiosta 14 kohteessa Eestin SNT:ssä. Tumma pylväs osoittaa männiköiden tuotoskyvyn ennen ojitusta, vaalea tuotoskyvyn vanhalla ojitusalueella. Kohteet 1–6 sijaitsevat karulla, kohteet 7–14 viljavuodeltaan keskinkertaisella suolla.

tavallisesti ylitä 100 m³/ha. Niukkapuustoisten rämemänniköiden ojittaminen on perusteltua, edellyttäen, että alue myös lannoitetaan. Edullisinta on ojittaa suhteellisen korkean tuotoskyvyn omaavia männiköitä.

Eestin alanko- ja siirtymäsoiden koivikoissa ojituksen vaikutus riippuu siitä, mitä koivulajia siellä kasvaa. Viime vuosisadan lopulla ja tämän alussa ojitetuilla alanko- ja siirtymäsoilla hieskoivun tuotoskyky on 25–50 % heikompi kuin rauduskoivun. Ojitetulla alankosuolla rauduskoivu saattaa yltää tuotokseltaan I boniteettiluokkaan, mutta hieskoivikko samanikäisellä ojitusalueella kuuluu tavallisesti joko V tai IV

3. METSÄOJITUKSEN SUUNNITTELU

Ojituskohteet voidaan jakaa kahteen ryhmään niiden edellyttämän kuivatustehon perusteella: 1) tehokkaasti ja kohtuullisesti kuivatettavat kohteet (pääasiassa alanko- ja siirtymäsoita, joilla sarkaleveys on 100–200 m, joskus vähemmänkin), ja 2) eksteniivisesti ojittettavat kohteet (pääasiassa vedenvaivaamat kivennäismaat, joille sovelletaan 250–350 m:n tai vielä suurempia sarkaleveyksiä). Viime mainituissa tapauk-

boniteettiluokkaan. Ojitusalueiden hieskoivikot kuuluvat Eestissä avohakattaviin alueisiin, jotka pyritään muuttamaan joko havupuumetsiköiksi tai rauduskoivikoiksi. Toimenpiteen ansiosta puuston vuotuinen keskimääräinen kuutiokasvu suurenee 1–2 m³/ha.

Kuusikoita ojitetuilla alanko- tai siirtymäsoilla on vähemmän kuin männiköitä tai koivikoita. Tehokkaasti kuivatulla viljavalla turvemaalla kuusen tuotoskyky on suurempi kuin männyn tai koivun. Tällaisilla mailla kuusimetsikön kuutiomäärä ylittää 300 m³/ha. Eutrofisella turvemaalla kuusen tuotos kohoaa 60–80 vuodessa ojituksen jälkeen I boniteettiluokkaan.

Eestin alanko- ja siirtymäsoilla, joilla kasvaa mäntyä, kuusta tai rauduskoivua, voidaan ojituksen avulla saada ensimmäisen kiertoajan kuluessa 100–200 m²:n suuruisen puuston kasvunlisäys hehtaaria kohti.

Muihin suotyyppeihin verrattuna aidot korvet reagoivat ojitukseen heikommin. Aidon korven puuston tuotoskyky kasvaa ojituksen jälkeen tavallisesti puoleen boniteettiluokan verran.

Suometsien ojitus antaa yleensä parempia tuloksia kuin soistuneiden kangasmaametsien. Suhteellisesti parhaat tulokset tässä ryhmässä saadaan ojittamalla soistuneilla hiekkamailla esiintyviä, kortteiden ja sarojen luonnehtimia kasvupaikkoja, joilla boniteettiluokka nousee ojituksen jälkeen IV:stä III:een. Jonkun verran puuston kasvu lisääntyy myös kanervan ja rahkasammalten luonnehtimia kasvupaikkoja ojitettaessa. Muiden soistuneiden kangasmaiden (karhusammaleiden, mesiangervon, oravanmarjan, saniaisten, putkien luonnehtimien) ojitus ei anna sanottavia kasvun lisäyksiä.

riaali, samalla kun oja kuivaa tiealueen. Tien rakentaminen ojamaiden päälle on huomattavasti halvempaa kuin muualta tuotavan täytemaan päälle rakentaminen sekä halvempaa myös kuin tien laitamilta otettavan täytemaan päälle rakentaminen tapauksessa, jossa vesitalouden järjestely jää tekemättä.

Tällä hetkellä Eestissä kiinnitetään ojas-toja suunniteltaessa ja kaivettaessa erityistä huomiota metsäteiden rakentamiseen ja ojan vierustojen muotoilemiseen kulkukelpoisiksi piennartasanteiksi. Teiden suunnittelu tapahtuu ojitussuunnitelman teon yhteydessä. Normaalmääränä pidetään 1.0–1.2 km soratietä metsäalueen neliökilometriä kohti.

Metsäojaa Eestissä kaivetaan hehtaaria kohti suurin piirtein kolmannes Suomessa kaivettavasta hehtaarikohtaisesta ojametri-määrästä, mutta ojat ovat syvempiä (aina 1.5 m:iin saakka). Eestissä suoritetuissa tutkimuksissa on käynyt ilmi, että ojitus-

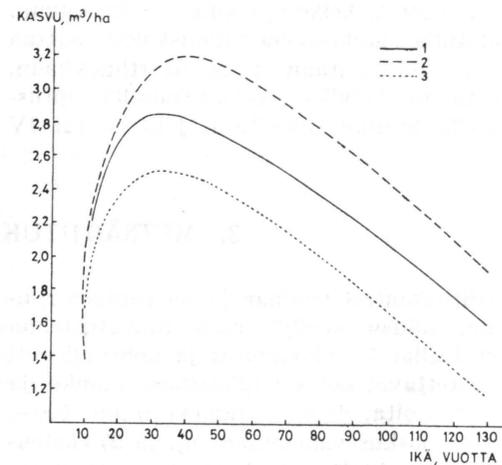
alueella kasvavien metsien tuotoskyky nousee ojituksen ansiosta sitä suuremmaksi, mitä tiheämpää ojaverkkoa käytetään. (VALK ja TOMBERG 1965, 1966, VALK 1973 a, 1973 b). Sellaisia suometsien ylikuivatustapauksia, joissa puuston kasvu olisi pienentynyt liian tehokkaan kuivatuksen vuoksi, ei Eestissä ole havaittu. Sarkaleveyden pienentyessä metsien tuotoskyky nousee myös meillä. On kuitenkin syytä epäillä, onko tiheä ojaverkosto Eestin oloissa loppujen lopuksi edullinen. Metsät ovat Eestissä tiheämpiä kuin Suomessa ja ojaverkosta tihennettäessä ojalinjoilta poistettava puumäärä lisääntyy ja samalla tuottava ala tästä syystä pienentyy. Ojien varteen rakennetaan metsäteitä tai kulkukelpoisia penkereitä. Syvistä ojista kertyy enemmän ojamaita tienpohjaksi ja siten rakentaminen tulee halvemmaksi kuin pieniä oja käytettäessä.

4. METSÄTALouden HARJOITTAMINEN OJITUSALUEIDEN METSISSÄ

Yksi ojitusalueiden metsätöiden keskeisiä tehtäviä on pääpuulajin valinta. Parhaat eutrofiset ja mesoeutrofiset kasvupaikat muuttuvat pitkäaikaisen ja tehokkaan kuivatuksen vaikutuksesta niin paljon, että syntyy uusi, puuntuotoskyvyltään entistä parempi kasvupaikkatyyppi, turvekangas. Näillä kasvupaikoilla kuusen tuotoskyky on 0.4 boniteettiluokkaa parempi kuin männyn tai koivun. Suhteellisen tehokkaasti kuivatetuilla alueilla kuusikoiden keskimääräinen vuotuinen kuutiokasvu ylittää männiköiden vastaavan arvon 0.4 m³/ha ja koivikoiden 0.7 m³/ha. Kuusikoiden keskimääräinen kuutiokasvu on hakkuuikässä (80 v) 2.8 m³/ha (kuva 2). Ottaen huomioon sen, mitä edellä on sanottu viljavimpien kasvupaikkojen puuntuotoskyvystä, niiden pääpuulajina on pidettävä kuusta, karumpien ja heikommin kuivuneitten kohteiden puulajina sen sijaan mäntyä. Tietyissä olosuhteissa pääpuulajiksi voidaan hyväksyä myös rauduskoivu.

Ruoho- ja heinäkorvista puuntuotoskyvyltään parhaita ovat tervalepiköt (boniteettiluokka 0.3:a korkeampi kuin kuusikoiden tai koivikoiden). Kuusikoiden ja terva-

lepiköiden keskimääräinen vuotuinen kuutiokasvu on kuitenkin suhteellisen tehokkaasti kuivatetuilla alueilla jotakuinkin samanlainen, nousten kuusikoissa 60–80 vuoden iässä 2.7–3.1 m³:iin ja tervalepiköissä



Kuva 2. Männiköiden (1), kuusikoiden (2) ja koivikoiden (3) keskimääräinen kuutiokasvu eri ikävaiheissa turvekankaiden metsiköissä.

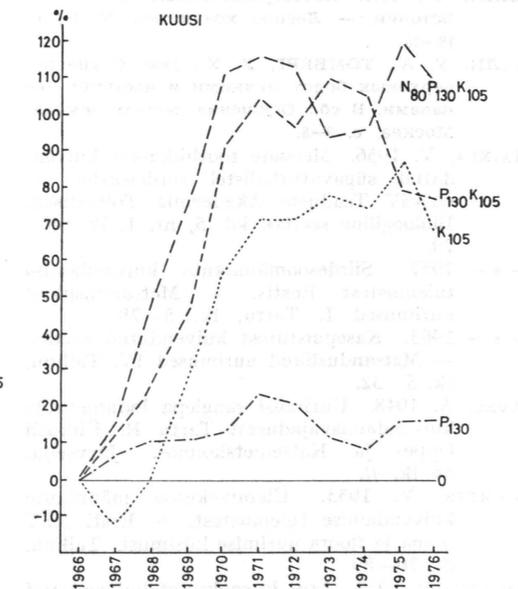
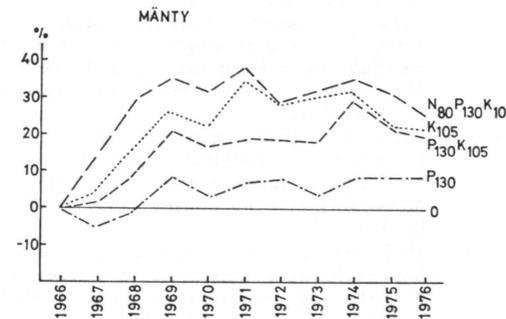
2.5–3.0 m³:iin/ha. Koivikoiden keskimääräinen kasvu on 0.5–0.7 m³/ha pienempi. Ottaen huomioon ojituksen aiheuttamat muutokset pääpuulajin valinta näillä kasvupaikoilla riippuu kustakin tapauksesta; sopivia ovat sekä kuusi, tervaleppä että rauduskoivu. Pääosassa tapauksia olisi kuitenkin pyrittävä kasvattamaan kuusta.

Pääpuulajin ja tarkoituksenmukaisten puulajisuhteiden varmistamiseksi suoritetaan kasvatushakkuita ja metsänviljelyä. Likimain kolmannes metsänviljelyaloista on ojitusalueilla. Viime aikoina suometsien tuotoskykyä on pyritty kohottamaan myös lannoitusten avulla.

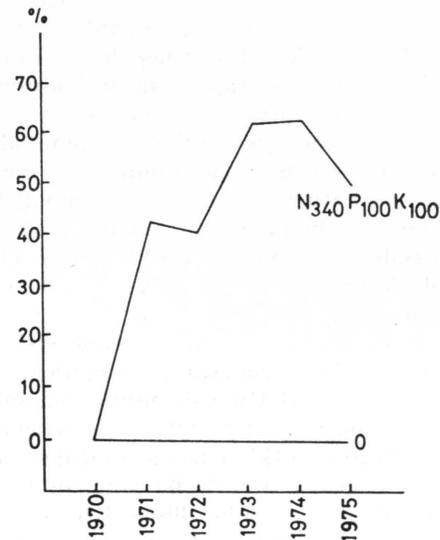
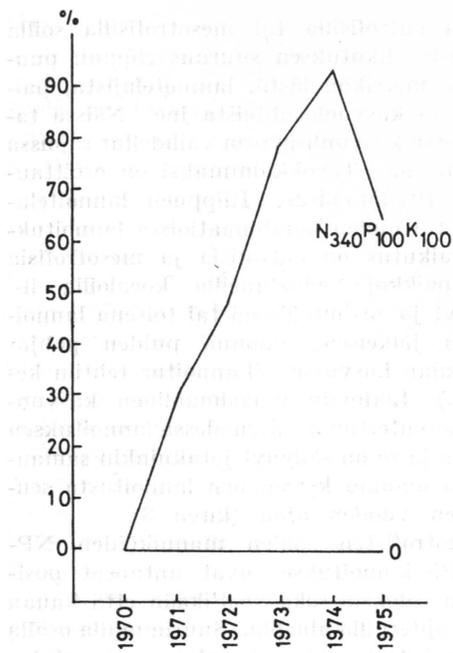
Ojitusalueiden metsien lannoituksia on Eestissä tehty vuodesta 1967 lähtien. Sitä ennen oli perustettu vain muutamia satunnaisia kokeita. Pysyvillä kestokoealoilla suoritetuissa tutkimuksissa saatujen alustavien tulosten perusteella voidaan todeta, että eutrofisten, suhteellisen lyhyen aikaa ojitettuina olleiden soiden männiköissä lannoituksen suotuisat vaikutukset puuston kasvuun ovat osoittautuneet vähäisiksi tai olemattomiksi. Pitkähkön aikaa ojitettuina

olleilla eutrofisilla tai mesotrofisilla soilla lannoitusvaikutuksen suuruus riippuu puulajista, metsikön iästä, lannoitelajista, paikallisista kasvuolosuhteista jne. Näissä tapauksissa kasvunlisäys on vaihdellut rajoissa 0–5 m³/ha. Tehokkaimmaksi on osoittautunut PK-lannoitus. Riippuen lannoitelajeista tai niiden kombinaatioista lannoituksen vaikutus on eutrofisia ja mesotrofisia kasvupaikkoja edustaneilla koealoilla ilmennyt jo ensimmäisenä tai toisena lannoituksen jälkeisenä vuonna puiden pohjapinta-alan kasvussa. (Lannoitus tehtiin keväällä.) Likimain maksimaalinen kasvun-taso saavutettiin 3–5 vuodessa lannoituksen jälkeen ja se on säilynyt jotakuinkin samanlaisena ainakin kymmenen lannoitusta seuranneen vuoden ajan (kuva 3).

Oligotrofisten soiden männiköiden NP- ja NPK-lannoitukset ovat antaneet positiivisia tuloksia sekä vast'ikään että kauan sitten ojitetuilla alueilla. Suurimmalla osalla oligotrofisten soiden koealoja pohjapinta-alan kasvu alkoi laskea heti lannoitusvaikutuksen kulminaation jälkeen (kuva 4).



Kuva 3. Lannoituksen vaikutus puiden pohjapinta-alan suhteelliseen kasvuun (prosentteina vertailu-alojen puiden kasvusta) meso-eutrofisen suon koealoilla. Vasemalla mänty, oikealla kuusi.



Kuva 4. Lannoituksen vaikutus mäntyjen pohjapinta-alan suhteelliseen kasvuun (prosentteina vertailu-alojen puiden kasvusta) oligotrofisen suon koealoilla. Vasemmanpuoleisessa kuvassa sarkalevys 30, oikeanpuoleisessa 60 m.

KIRJALLISUUTTA

- ВАЛК, У., 1972. Лесоосушительные работы в Эстонии. — Лесное хозяйство, № 11, с. 18—20.
- ВАЛК, У. А., ТОМБЕРГ, У. Х., 1966. Осушение верховых болот мелкими и частыми канавами. В сб.: Осушение лесных земель. Москва, с. 3—8.
- НАЙЛА, В. 1956. Metsade tootlikkusest kuivendatud sügavaturbalistel siirdesoodel. — «ENSV Teaduste Akadeemia Toimetised. Bioloogiline seeria», kd. 5, nr. 1, lk. 68—79.
- » — 1957. Siirdesoomännikute kuivendamise tulemustest Eestis. — Metsanduslikud uurimused I. Tartu, lk. 5—78.
- » — 1965. Kasepuistutest kuivendatud soodel. — Metsanduslikud uurimused IV. Tallinn, lk. 5—32.
- ИЛВЕС, А. 1948. Uurimusi sanglepa lodumetsade kuivendamisvajadusest Tartu R. Ülikooli Oppe- ja Katsemetskonnas. Järvselja, 54 lk. //.
- ЖОАМЕТС, В. 1953. Üleminekusoo männikute kuivendamise tulemustest. — Eesti NSV fauna ja flora uurimise küsimusi. Tallinn, lk. 76—89.
- КОЛЛИСТ, П. 1962. Aru- ja sookasest kuivendatud soodel. — Teadusliktehniline kogumik. Maaparanduse ja metsakuivenduse küsimusi. Tallinn, lk. 73—84.
- » — 1972. Lodumetsadest ja seniste kuivenduste mojust nende tootlikkusele takseereraldiste andmetel. — Metsanduslikud uurimused IX. Tallinn, lk. 93—123.
- » — 1973 a. Angervaksa kasvukohatüübi puistutest ja seniste kuivenduste mojust nende tootlikkusele takseereralduste andmetel. — Metsanduslikud uurimused X. Tallinn, lk. 110—143.
- » — 1973 b. Metsakuivendusfond ja seniste kuivenduste tulemused massandmestiku analüüsi alusel. — Metsamajandus 1973 II. Tallinn, lk. 75—82.
- » — 1974. Karusambla kasvukohatüübi puistutest ja seniste kuivenduste mojust nende tootlikkusele takseereraldiste andmetel. — Metsanduslikud uurimused XI. Tallinn, lk. 134—161.
- » — 1975. Osja-tarna kasvukohatüübi puistutest ja seniste kuivenduste mojust nende tootlikkusele takseereraldiste andmetel. — Metsanduslikud uurimused XII. Tallinn, lk. 191—214.
- » — 1977. Soostuva luite ja rabastuva kanarbiku kasvukohatüübi puistutest ja kuivenduse mojust nende tootlikkusele takseereraldiste andmetel. — Metsanduslikud uurimused XIII. Tallinn, lk. 194—226.
- КРИГУЛ, Т. 1962. Kuivendustööde tulemusi Eesti Pollumajanduse Akadeemia oppe-

ja katsemetsamajandis. — Eesti Pollumajanduse Akadeemia teaduslike tööde kogumik 23. Tartu lk. 52—71.

- ЛУИК, J. 1926. Maaparandus ja selle moju puude juurdekasvu peale. Tartu, 102 lk.
- ПЕЕТСАЛУ, К. 1957. Metsakuivendustööde tulemused Kabala metskonnas. — Metsakuivendusala teadusliku noupidamise materjalid. Tartu, lk. 26—34.
- РЕЙНБЕРГ, У. 1972. Soostund metsade parandamine. — «Eesti Loodus», nr. 7, lk. 402—406.
- РИЙСБЕРГ, Р. 1934. Kuivendusmoju metsa juurdekasvule mitmesuguseil sootüüpidel. — «Eesti Mets», nr. 7, lk. 229—233.
- ТОМБЕРГ, У. & ВАЛК, У. 1965. Uus viis rabade

kuivendamiseks metsamajanduses. — Metsanduslikud uurimused IV. Tallinn, lk. 46—64.

- ВАЛК, У. 1968. Eesti rabamännikute kuivendamise tulemustest. — Metsanduslikud uurimused VI. Tallinn, lk. 93—113.
- » — 1973 a. Metsamelioratsioonialased uurimistööd Eesti NSV-s. — Metsamajandus 1973 II. Tallinn, lk. 41—45.
- » — 1973 b. Tiheda kraavivorguga kuivendamise eelistest sügava turbaga soodes. — Informatsioonileht, nr. 7, 4 lk. Eesti Metsainstituut. Majandusliku Uurimise Laboratoorium./

I. V. IONIN

Leningradin metsätalouden tutkimuslaitoksen Petroskoin tutkimusasema

N. A. POPOV

Neuvostoliiton tiedeakatemia Karjalan filiaalinen metsäinstituutti

Intensiivisen metsien käytön ja sitä vastaavan metsäisten alojen vähentymisen mukana metsät saavat monien erilaisten hyödykkeiden tuottajina yhä suuremman sosiaalisen ja ekologisen merkityksen. Tästä syystä metsätalouden ajankohtaisena tehtävänä on metsävarojen ja metsien uudistamisen lisääminen kaikin tavoin. Viileän ilmastalon luonnehtimalla vyöhykkeellä on yhdeksi näiden tavoitteiden toteuttamiskeinoksi luettava laajoja, tällä hetkellä käytännöllisesti katsoen hyödyttömien, avosualueiden käyttöönotto metsänkasvatusta varten.

Avosoiden metsätaloudellinen käyttöönotto alkaa ojituksella. Monivuotisin tutkimuksin on todettu, että Etelä-Karjalan oloissa on välttämätöntä ja samalla riittävää, jos pohjavesipinta saadaan kasvukauden alussa alenemaan 20–25 cm:iin. Tarvittava kuivatusnormi saavutetaan sijoittamalla kuivatusojat 20–60 metrin välein heikosti ja 100–200 metrin välein hyvin vettä läpäisevillä mailla.

Kompleksityypeillä, joille on ominaista turpeen kohtuullinen painuminen ja riittävä siementymisvarmuus joko reunametsästä tai -alueella kasvavista yksittäisistä puista, olosuhteet luontaisen uudistumisen onnistumiselle ovat ojituksen jälkeen yleensä hyvät. Tällaisilla soilla tavoitteena on riittävän kuivatuksen aikaansaaminen, ojitusalueen luontainen uudistaminen (tarvittaessa luontaista uudistumista edistävin toimenpitein) ja taimikonhoito, jonka tarkoituksena on taloudellisesti arvokkaiden puulajien muodostaminen ja hyväkasvuisten

metsiköiden aikaansaaminen ja kasvatus tavanmukaisia metsänhoitomenetelmiä käyttäen.

Kuitenkin ojitushankkeita muodostettaessa ovat usein vallitsevina laajat sualueet, joilla luontainen uudistuminen on vaikeaa monista syistä (siemenpuiden puuttuminen, voimakas painuminen, maan epäsuotuisat hydrologiset olot jne.). Tällaiset suot on ojituksen jälkeen viljeltävä. Tällaisten soiden ojitus ja metsittäminen muodostaa tavallisesti yhden käsitteen — avosoiden metsätaloudellisen käyttöönoton. Avosoiden metsittämisellä tarkoitetaan jo ojitettujen alueiden keinollista metsittämistä.

Tässä yhteenvedossa tarkastellaan Karjalan ojitusalueiden metsityksen peruskysymyksiä niiden tulosten perusteella, joita SNTL:n tiedeakatemia Karjalan filiaalinen metsälaitos ja Petroskoin metsäntutkimusasema ovat tutkimuksissaan saaneet ja joita on kertynyt paikallisia käytännön kokemuksia tarkkailemalla.

Ensisijaisia metsityskohteita ovat riittävän viljavat suot, toisin sanoen alanko- ja siirtymäsuot (eutrofiset ja mesotrofiset). Eutrofiset, maatalouskäyttöön soveltuvat kohteet jätetään maatalouskäyttöön. Eri-tyistä huomiota kiinnitetään sellaisten soiden suojeluun, joilla kasvaa runsaasti marjoja, lääkekasveja tai jotka jossakin suhteessa ovat erikoistapauksia.

Metsitys suoritetaan vuodesta kahteen ojituksen jälkeen. Se aloitetaan maanpinnan valmistuksella, jonka tarkoituksena on luoda viljeltävälle puulajille sekä lämpö-, vesi-,

aineenvaihto- että ravintoesuhteiden kannalta suotuisat olosuhteet sekä luoda — ainakin taimikon perustamisvaiheeseen — tilanne, jossa ruohojen ja varpujen kilpailu heikkenee.

Maanmuokkausmenetelmä määräytyy lähinnä käyttöönotettavan alueen kuivatusasteen perusteella. Määräysten mukaiset, teknisistä olosuhteista riippuvat normit eivät aina takaa optimikuivatusta.

Tämän vuoksi käytännön metsätaloudessa turvemaiden muokkauksen päämenetelmänä on saada aikaan joko metsänparannus- tai metsäoja-auroin tehtäviä palteita. Työn yhteydessä muodostuvat naverot johtavat sarkaojiin ja varmistavat alueen riittävän kuivumisen. Heikosti maatuneiden turpeiden muodostamat palteet ovat, kimmoisuutensa, huokoisuutensa ja pienen tilavuuspainonsa vuoksi riittävän paksuinakin (25–30 cm) alttiita kuivumaan ja sen vuoksi sopimattomia viljelykohteita. Tällaiset palteet on välttämättä tiivistettävä traktorin telaketjuin.

Hyvin kuivatetuilla kohosoilla tai niitä lähellä olevilla siirtymäsoilla, joilla sarkaleveys on 50–60 m tai sitä pienempi, missä maanpinnan valmistuksen ensisijaisena tehtävänä on elävän viljelyä on pintakasvillisuuden tuhoaminen, saadaan hyviä tuloksia herbisidejä, erityisesti ammoniumsulfamaatteja käyttämällä. Ammoniumsulfamaattia levitetään ruiskulla vesiliuoksena 75–100 kg/ha metrin levyisiin riveihin aiottuihin viljelykohteisiin siten, että rivien väleihin jätetään kahden metrin levyiset käsittelemättömät kaistat. Pintakasvillisuuden käsittely suoritetaan viljelyä edeltävänä vuonna, jotta herbisidit ennättävät inaktivoitua ennen viljelyä. Jos käytössä on kookkaita taimia, optimaalisesti kuivuneet koho- ja karuhkot siirtymäsuot voidaan viljellä maanpintaa valmistamatta.

Ojitusalueiden rationaalinen käyttö edellyttää, että kasvatettava puulaji on taloudellisesti arvokas havupuu. Mänty on puulaji, joka sopii kasvatettavaksi kaikenlaisilla soilla. Kuusi on kasvualustan laatuun nähden vaateliaampi. Sen vuoksi sitä voidaan viljellä vain alanko- ja viljavilla siirtymäsoilla. Lupaavilta puulajeilta ojitettujen soiden metsittämiseen näyttäivät Karjalan oloissa Siperian lehtikuusi, Siperian sembra ja visakoivu. Niiden kasvattamisen

agrotekniikkaa ei kuitenkaan ole vielä kehitetty.

Ojitusalueiden metsiköt perustetaan yleensä istuttamalla käyttäen pääasiassa kaksivuotisia männyn tai kuusen avomaataimia. Kylvöä ei turvemaidella harrasteta syystä, että tällä menetelmällä perustetut taimikot eivät ole kyllin kestäviä kasvupaikkatekijöiden epäsuotuisia vaikutuksia vastaan. Erityisen alttiita kylvötaimikot ovat ruohoja varpuksavustoja tukahduttavalle vaikutukselle ja kaipaavat neli-viisivuotiaiksi saakka huolellista ja ajallaan tehtävää hoitoa, mikä vaatii huomattavat määrät sekä varoja että työtä. Kuitenkin tutkimuksissa on todettu, että kylvö käytettäessä tehokasta maanpinnan valmistamista onnistuu riittävän hyvin. Niin muodoin kylvöä voidaan käyttää viljavuodeltaan keskinkertaisilla tai heikoilla soilla, joilla ruoho- tai varpuksavusto ei ole erityisen elinvoimainen.

Kokeissa on käynyt ilmi, että viljelytaimikon menestyminen turvemaidella riippuu istutustavasta huomattavasti enemmän kuin kankailla. Tutkimukset ovat osoittaneet, että istutettaessa taimet vinoon (45–50°:n kulmaan) lyötyyn rakoon niiden juuret kiinnittyvät maahan varmemmin, minkä lisäksi työn tuottavuus nousee 15–20 % korkeammaksi kuin pystysuoraan istutettaessa. Tästä syystä vinoon tehty istutus on määrätty »Ojitettujen soiden viljelymenetelmiä koskevissa suosituksissa Karjalan alueella» käytettäväksi turvemaiden istutuksissa. Vиноon istuttamisen periaatteen mukaan toimii myös sarjavalmistainen istutuskone SL-2, joka on Leningradin Metsäntutkimuslaitoksen kehittämä. Soiden metsänviljelyssä käytetään yhä enemmän istutuskoneita.

Ojitus on suon ravinnevarojen mobilisoinnin ehdoton edellytys. Alanko- ja siirtymäsuot sisältävät riittävät määrät ravinteita tuotoskyvyltään hyvien metsiköiden kasvatukseen. Karuilla, tehokkaastikin kuivatetuilla soilla puuston kasvu jää heikoksi ravinteiden puutteen vuoksi. Sen vuoksi metsänkasvatus on kohosoilla mahdollista vain lannoituksen avulla.

Voimassa olevat tekniset metsäojitusohjeet eivät suosittale kohosoiden ojitamista. Kuitenkin niitä esiintyy usein ojituskohdeiden joukossa käsittäen 10–15 % hankkeen pinta-alasta. Ojitettuina nämä kohteet edellyttä-

OJITUSALUEIDEN MÄNNIKÖIDEN PUUTAVARALAJI- RAKENTEEN ERITYISPIIRTEITÄ

A. A. KNIZE

Leningradin metsätalouden tutkimuslaitos

vät sekä metsänviljelyä että lannoitusta. Lannoitteiden käyttö on Karjalan ojitusalueilla vielä käytännössä vähäistä, mutta tämän kysymyksen peruspiirteisiin alueen tutkimuslaitokset kiinnittävät vakavaa huomiota.

Monivuotisten ja monipuolisten tutkimusten perusteella on käytännössä annettu suositukset oligotrofisten soiden metsityksen yhteydessä suoritettavasta lannoituksesta.

Keskeistä lannoitteiden käytön kannalta on arvioida kunkin kohteen ravinnetila, sen laadullinen ja määrällinen (lannoitekoostumus ja -annos) tarve sekä lannoituksen ajankohta ja lannoitusmenetelmä.

Turvemaiden viljavuuden perustuntomerkkinä, joka on riittävän luotettava käytännön tarkoituksiin ja määrittämistavaltaan suhteellisen yksinkertainen, voidaan pitää turpeen kivennäisainepitoisuutta. Männyksen kasvatukseen sopivina pidetään Etelä-Karjalassa maita, joissa tuhkan määrä on 2,5–3,0 % sekä Keski- ja Pohjois-Karjalassa, missä ilmasto-olot ovat epäsuotuisimmat, 4–6 %. Kuusta ja muita vaateliaita puulajeja kasvatetaan alanko- ja niitä ekologisesti lähellä olevilla siirtymäsoilla.

Puiden ravinnetarvetta arvioidaan tällä hetkellä maa- ja neulasanalyysien sekä erityisten kenttäkokeiden perusteella. Mainitut menetelmät ovat aina epävarmoja ja epätäydellisiä ja perustuvat lannoitustarpeen empiriseen arviointiin. Parempien puutteessa näitä menetelmiä on kuitenkin käytettävä.

Tutkimukset ovat osoittaneet, että mänty tarvitsee kohosoiilla ennen muuta fosforia, mutta parhaat kasvunlisäykset saadaan aikaan NPK-lannoituksella. Männyksen viljelytaimikoiden normaalin kehityksen varmistamiseksi tarvitaan ensimmäisenä 5–6 viljelyn jälkeisenä vuotena kohtuullinen lannoiteannos — 50 kg typpeä, 60 kg fosforia ja 30 kg kaliumia hehtaaria kohti. Lannoiteannoksen kaksin- tai jopa kolminkertaistaminen ei meidän kokeissamme ole tuottanut vastaavaa hyötyä ja on niin muodoin epätarkoituksenmukaista. Tämä johtuu siitä, että ensimmäisinä viljelyn jälkeisinä vuosina taimet vähäisten maanpäällisten ja -alaisten orgaaniensa vuoksi eivät kykene käyttämään hyväkseen suuria lannoitemääriä. Tähän toteamukseen perustuu kaistalannoitus, jossa lannoitetta ei levitetä koko viljelyalalle, vaan vain metrin levyiselle kaistalle istutusrivinä pitkin.

On huomattu, että viljelyvuonna suoritettavat pintalannoitukset vaikuttavat haitallisesti taimien eloonjäämiseen, sitä enemmän, mitä suurempaa lannoiteannosta käytetään. Tutkimukset ovat osoittaneet, että haitallisten vaikutusten välttämiseksi lannoitukset on suoritettava vasta viljelyä seuraavana vuonna. Tarkoituksenmukaista on myös lannoittaa vuotta ennen viljelyä, jolloin lannoitteet voidaan sekoittaa istutuspalteeseen.

Tärkeä käytännön merkitys on sillä huomiolla, että kalkitus ei ole välttämätöntä happamillakaan mailla. Mänty on evoluutio-prosessinsa aikana sopeutunut kasvamaan hyvin happamilla mailla eikä kaipaa pH:n muuttamista.

Tutkimuksin on osoitettu ruoho- ja varpukasvillisuuden ja lehtipuun taimien ehkäisyn merkitys taimikoiden kehityksen edistämiseksi. Avosoiden ojitus ja metsitys on soiden rationaalinen käyttötapa, joka epäilemättä edistää tulevaa kehitystä.

Tutkimus osoitti, että ojitusalueiden männiköiden yleisimpiä vikaisuuksia ovat oksaisuus, rungon osittainen kuivuminen ja mutkaisuus. Runkojen karsiutuminen oksista tapahtuu jonkin verran hitaammin kuin kangasmailla. Jos puuston ikä ojitusajankohdalla ei ylitä 60 vuotta, puiden oksat suomänniköissä kuivuvat 60–65 vuoden iässä (kangasmaamänniköissä 40–50 vuoden iässä). Ero kasvaa, jos suomännikkö ojitettaessa on

Hakattavien puustojen laatua arvioitaessa niiden puutavaralajirakenteella on suuri merkitys. Ojituksen vaikutusta männiköiden puutavaralajirakenteeseen koskevat tutkimukset (MOKŠANINA 1965, 1969, 1970, KALNYSŠ 1969, IVANOV 1974) ovat osoittaneet, että mitä tehokkaampi ja vanhempi ojitus on, sitä selvemmin ojitetun männikön puutavaralajirakenne poikkeaa ojittamattoman rakenteesta. Näissä töissä ei ole kuitenkaan selvitetty ojitusalueiden männiköiden vikaisuuksien, kapenemisen ja läpimittajakaantumien erityispiirteitä eikä vertailtu kangas- ja turvemaamänniköitä toisiinsa niiden tunnusten perusteella eikä selvitetty tekijöitä, jotka ojituksen jälkeen vaikuttavat puutavaralajirakenteeseen.

Männiköiden ojituksen jälkeisen puutavaralajirakenteen tutkimiseksi perustettiin 100 koealaa; 42 koealalla mitattiin yhteensä 510 kaatokoepuuta, 58 koealalta ei kaatokoepuuta otettu. Koealat sijoitettiin Leningradin alueen metsänhoitopiireihin ikäluokkiin I–V (1–100 v.) kuuluviin ja ojitusiältään 20–70-vuotiaisiin männiköihin. Aineiston käsittely on tehty tietokoneella korrelaatio- ja regressioanalyysinä käytäen. Vertailumateriaalina vikaisuuksia, kapenemista ja läpimittajakaantumaa tutkittaessa käytettiin MoŠKALEVIN (1973) kangasmaamänniköitä koskevia tietoja.

Tutkimus osoitti, että ojitusalueiden männiköiden yleisimpiä vikaisuuksia ovat oksaisuus, rungon osittainen kuivuminen ja mutkaisuus. Runkojen karsiutuminen oksista tapahtuu jonkin verran hitaammin kuin kangasmailla. Jos puuston ikä ojitusajankohdalla ei ylitä 60 vuotta, puiden oksat suomänniköissä kuivuvat 60–65 vuoden iässä (kangasmaamänniköissä 40–50 vuoden iässä). Ero kasvaa, jos suomännikkö ojitettaessa on

tätä vanhempi. Oksattoman rungon osan pituus on ojitusalueen männiköissä keskimäärin 5 % pienempi kuin kangasmaamänniköissä.

Ojituksen jälkeen esiintyy varsin usein runkojen osittaista kuivumista (8–11 %:lla puista, vastaava osuus kangasmaamänniköissä 1–2 %). Tämä johtuu todennäköisesti siitä, että ojitusalueilla puiden kuori on 8–10 % ohuempi kuin samanpituisten ja -paksuisten kangasmaamäntytien. Kelojen kaatuessa elävien puiden kuori vahingoittuu, mikä aiheuttaa ohutkuorisille puille suurempia vaurioita.

Rungon mutkaisuus vaikuttaa suuresti ojitusalueen männiköiden puutavaralajirakenteeseen. Mutkarunkoisten puiden osuus vaihtelee (5–35 %). Samoin vaihtelee mutkan esiintymiskorkeus. Kangasmaamänniköissä esiintyy vain 1–5 % puita, joiden rungon lenkous on enemmän kuin 1 %.

Rungon keski- tai yläosiin syntyy mutkia pääverson tai päätesilmun kuollessa. Tällaisten runkojen osuus (y_1) vaihtelee 1–12 %:n välillä riippuen ojituksen iästä (x_1) ja metsikön ojituksen jälkeisestä boniteettiluokasta (x_2). Riippuvuutta kuvaa yhtälö: $y_1 = 0,848 + 0,356x_1 - 1,16x_2 = 0,00277x^2$. x_2 :n ollessa yhtä suurempi korrelaatiokerroin on 0,719.

Mutkat rungon tyvellä johtuvat turpeen painumisen puun asentoon aiheuttamista muutoksista. Tyviosaltaan mutkaisten runkojen osuus (y_2) riippuu ojituksen iästä (x_1 , vuotta), puuston iästä ojitusajankohdalla (x_2 , vuotta), turpeen paksuudesta (x_3 , cm) ja ojituksen aiheuttamasta boniteettiluokan muutoksesta (x_4 , ojituksen jälkeisen ja sitä edeltäneen boniteettiluokan erotus). Näiden tekijöiden muodostama yhtälö saa seuraavan muodon:

$$y_2 = 35,8 - 0,417x_1 - 0,466x_2 - 0,821x_3 + 0,0021x_1x_2 + 0,0109x_1x_3 + 0,00695x_2x_3 + 0,0406x_2x_4 + 0,175x_3x_4 + 0,00106x_2^2 - 0,0035x_3^2 - 0,773x_4^2$$

x_4 :n arvon ylittäessä luvun yksi korrelaatiokerroin on 0,857. Tyveltään mutkaisten puiden osuus vaihtelee mainituista tekijöistä riippuen 1 ja 30 %:n välillä.

Jos rungon keski- tai yläosan lenkous ylittää 10–15 %, se tavallisesti kelpaa vain polttopuiksi. Tyviosan pitkällä matkalla mutta lievänä (1–3 %) esiintyvä mutkaisuus johtaa useimmiten käyttöpuun laadun heikkenemiseen ja harvemmin sen tyveämiiseen polttopuiksi.

Tutkimuksessa tarkasteltiin myös ojituksen vaikutusta rungon muotolukuun ja kapenemiseen. Muotoluku voidaan arvioida puun pituuden ja joko rinnankorkeusläpimitan ($f_{1,3}$) tai rungon kymmenesosakorkeuden läpimitan (f_n) perusteella. Havaittiin, että ensiksi mainittua läpimittaa käyttäen variaatiokerroin koealan sisällä vaihteli 4–6 %:n, jälkimmäistä käyttäen 3–5 %:n välillä. Koska f_n näin muodoin näytti stabiilimmalta tunnukselta, sitä sovelletaan seuraavassa.

Todettiin, että f_n :ään vaikuttavat ojituksen ikä (x_1 , vuotta), männyn osuus puuston kuutiomäärästä (x_2), puuston tiheys (x_3), puuston keskipituus ojitushetkellä (x_4 , metriä) ja boniteettiluokan muuttuminen ojituksen ansiosta (x_5). Näitä tekijöitä käyttäen yhtälö sai muodon:

$$f_n = 0,765 - 0,0621x_2 + 967 \cdot 10^{-8}x_3 + 158 \cdot 10^{-6}x_4 - 109 \cdot 10^{-7}x_1^2 + 0,00343x_2^2 + 458 \cdot 10^{-7}x_4^2 - 497 \cdot 10^{-6}x_5^2$$

Korrelaatiokerroimen arvo on 0,911. f_n voidaan muuntaa $f_{1,3}$:ksi seuraavaa yhtälöä käyttäen:

$$f_{1,3} = f_n (d_{1,3} : d_{0,1})^2.$$

Puustotunnusten ollessa samat ojitusalueen männikön f_n -arvo voi olennaisesti poiketa kangasmaamännikön vastaavasta arvosta. Esimerkiksi 110-vuoden ikäisessä III boniteettiluokan männikössä, jossa männyn osuus on 78 % ja runkoluku 650, f_n saa arvon 0,550. Samat tunnuksot omaavassa, mutta ennen ojitusta V boniteettiluokkaan kuuluneessa männikössä, joka on ojitettu 50 vuoden iässä (60 vuotta sitten), vastaava arvo on 0,532 eli 3,5 % pienempi. Jos puuston ikä ojitushetkellä on 30 vuotta ja ojitus 80 vuotta vanha, f_n on 5 % kangasmaamännikön vastaavaa arvoa pienempi. Kangasmaa- ja turvemaamänniköiden f_n -arvojen erot vaihtelevat 3 ja 5 %:n välillä.

Muotoluku f_n on kiinteästi yhteydessä rungon suhteellisen kapenemisen kanssa, joka ilmaistaan prosentteina rungon kymmenesosakorkeuden läpimitasta. Yhtälö on muotoa: $dh = b_0 + b_1f_n + b_2f_n^2$, missä h on mittauskorkeus puun pituuteen verrattuna, d_h läpimitta kohdassa h prosentteina kymmenesosakorkeuden läpimitasta ja b_i regressiokertoimia.

Esimerkiksi:

$$d_{0,4} = -306 + 1362 f_n - 1190 f_n^2$$

ja

$$d_{0,8} = -649 + 2465 f_n - 2202 f_n^2$$

Lasketut dh -arvot poikkeavat vain vähän (1–2,5 %) alkuperäisistä. Ojitettujen männiköiden suhteelliset kapenemisluvut poikkeavat kangasmaamänniköiden vastaavista luvuista siten, että ne ensinmainituilla ovat rungon tyviosassa jonkin verran pienempiä, mutta rungon yläosassa suurempia kuin kangasmaamänniköissä (taulukko 1).

Ojitus vaikuttaa myös puiden läpimittajakaantumaan. Aineiston analysointi osoitti, että läpimittajakaantuma riippuu seuraavista tekijöistä: männyn osuus puuston

määrästä, puuston ikä ojitushetkellä, tiheys, runkoluku sekä alikasvos mukaanlukien että ilman sitä, ojituksen aiheuttama boniteettiluokan muutos, keskiläpimitta ja ojituksen ikä. Mainittujen tekijöiden vaikutusta osoittavat tilastolliset yhtälöt antavat varsin luotettavasti puuston läpimittajakaantuman.

Kun tunnetaan suomännikön taksatoriset tuntomerkit, voidaan esitettyjen yhtälöiden ja aritmeettisen tai pohjapinta-alalla punnitun keskiläpimitan perusteella määrittää puuston läpimittajakaantuma.

Taulukossa 2 vertaillaan kangasmaa- ja turvemaamänniköiden läpimittajakaantumaa toisiinsa. Todetaan, että läpimittojen vaihteluväli on turvemaamänniköissä pienempi kuin kangasmaamänniköissä. χ^2 -testit osoittavat, että erityisesti 26 cm suurempien keskiläpimittojen kyseessä ollen ei kangasmaamänniköiden läpimittajakaantumataulukkoita voi käyttää ojitusalueiden männiköihin.

Kuten edellä todettiin, ojitusalueiden männiköt eroavat kangasmaamänniköistä vikaisuudeltaan, normaalmuotoluvultaan, kapenemisluvultaan ja läpimittajakaantumaltaan. Myös näihin tunnuksiin vaikuttavat tekijät ovat ojitusalueella toiset, kuten ojituksen aiheuttama boniteettiluokan muutos, ojituksen ikä ja puuston ikä ojitushetkellä.

Ojitusta toteutetaan monissa erilaisissa kasvuoloissa. Toisissa se saa aikaan huo-

mattavan kasvun parantumisen, mutta toisissa sen vaikutus on vähäinen. Ensimmäisissä tapauksissa edellätarkastellut tunnuksot poikkeavat selvästi kivennäismaiden vastaavista arvoista. Tämä osoittaa, että näissä tapauksissa erityiset taksatoriset taulukonsa ovat tarpeen suometulle. Tapauksissa, joissa kasvun muutokset jäävät vähäisiksi, voi arvioitaessa käyttää yleisiä taulukoita.

Pituusluokassa, jossa koepuita oli eniten, rakennettiin eri aikoina ojitettujen soiden männiköille puutavaralajijakaantumataulukot. Niiden vertailu osoitti, että pyrittäessä 5 %:n keskivirheeseen on ojitushetkellä I–IV ikäluokkiin kuuluville männiköille sekä sitä vanhemmille ikäluokille koostettava eri taulukot.

Leningradin alueella on laadittu yhtenäisin menetelmin puutavaralajitaulukot sekä ojitusalueiden (KNIZE ja MOŠKALEV 1975) että kangasmaiden (MOŠKALEV ym. 1974) männiköille. Näiden taulukoiden vertailu osoittaa, että ojitus lisää järeän puun saantoa suurentamalla puuston kuutiomäärää, keskipituutta ja -läpimittaa. Kuitenkin suopuustojen puutavaralajirakenne on kangasmaamänniköihin verrattuna huonompi, käyttöpuun määrä on 3–6 % pienempi, polttopuun määrä vastaavasti suurempi, järeän sahapuun osuus on 6–15 % pienempi ja muun ainespuun osuus vastaavasti suurempi, minkä lisäksi laatuluokka I:n osuus on 10–15 % pienempi.

Taulukko 2. Kangasmaan ja turvemaan männiköiden läpimittajakaantumien vertailua.

Keski-läpimitta, cm	Kasvu-paikka	Puiden määrä läpimittaluokissa, %											χ^2 -arvo	
		8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48		
16	Kangasmaa	15	28	31	16,5	7	2	0,5						0,76
	Turvemaa	14	29	30	18	8	1							
20	Kangasmaa	5	17	24	24	17,5	8	3	1,5				0,37	
	Turvemaa	3	13	25	29	20	8	2						
24	Kangasmaa	1,5	8,5	15,5	21	22	16,5	9	4	1,5	0,5		0,07	
	Turvemaa		4	13	24	28	20	9	2					
28	Kangasmaa		4	8,5	14	19,5	21	10	4	4	2	1	0,02	
	Turvemaa		1	5	13	22	26	20	10	3				

Taulukko 1. Kangasmaan ja ojitusalueiden männiköiden suhteelliset kapenemisluvut rungon eri korkeuksilla f_n -luvun ollessa 0,520.

Kasvu-paikka	dh rungon eri korkeuksilla											
	Mittauskorkeus											
	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	
Kangasmaa	140	100	92,8	84,3	78,1	70,3	62,3	51,7	37,6	22,0	0	
Ojitusalue	128	100	92,4	85,8	79,9	72,8	63,7	51,4	36,9	19,0	0	

OJITETTUIEN TURVEMAIDEN VILJAVUUDEN KOHOTTAMINEN NIIDEN METSÄTALOUDELLISESSA KÄYTTÖNOTOSSA

M. M. ELPATJEVSKIJ, L. A. KLIMOVA, L. J. SMOLJANICKIJ ja D. A. ČERNOV

Leningradin metsätalouden tutkimuslaitos

Suot muodostavat viileän ilmastovyöhykkeen alueella laajalti levinneen elementin. Niiden ala käsittää koko Neuvostoliitossa yli 140 milj. ha, joista suurin osa lankeaa taigavyöhykkeen osalle. Tälle alueelle on keskittynyt 85 % Neuvostoliiton turvevaroista ja 10 % pinta-alasta. Yksin Neuvostoliiton Euroopan puoleisten osien metsätalousmaalla lasketaan olevan 65 milj. ha pysyvästi vedenvaivaamia maita, näistä 30 milj. ha soita.

Suurten loollista merkitystä omaavien turvemassiivien lisäksi on paljon puuttomia soita, jotka käyttökelvottomina turveteollisuuden tai maatalouden kannalta ovat näihin asti jääneet käytännöllisesti katsoen hyväksikäyttämättä. Viime aikoina tällaisia soita on yhä useammin ojitettu, ei vain metsäisten alueiden ojituksen yhteydessä vaan myös itsenäisesti. Tällöin on välttämätöntä ottaa ne metsätalouden käytön mahdollisimman järkevällä tavalla. Soiden metsätaloudellisella käyttöönotolla tarkoitetaan toimenpiteitä, jotka käsittävät ojituksen, tieverkoston ja palontorjuntarakennelmien valmistamisen sekä näitä seuraavan metsittämisen.

Meillä käytössä olevan soiden metsätaloudellisen luokituksen mukaan suot jaetaan kolmen trofiatyyppin puitteissa viiteen ryhmään: ruohoiset alankosuot (eutrofiset), viljavat ruoho-rahkasammal siirtymäsuot (mesoeutrofiset), karut ruoho-varpu-rahkasammal siirtymäsuot (mesorofiset), kehityksensä alkuvaiheessa olevat tupasvilla-rahkasammal kohosuot (meso-oligotrofiset) sekä kehityksensä myöhäisessä vaiheessa olevat varpurahkasammalsuot (oligotrofiset) ja kehityksensä päätevaiheeseen ehtineet allikkorimpisuot (dystrofiset).

Venäjän neuvostotasavallan luoteisosissa

kohosoiden osuudeksi tulee yli 75 % pinta-alasta; niistä 15 % kuuluu siirtymä- ja 10 % alankosoihin. Myös ojitettavien soiden joukossa kohosuot ovat suurin ryhmä (lähes puolet pinta-alasta), vähän yli 30 % kuuluu siirtymä- ja noin 18 % alankosoihin.

Eutrofisten ja mesoeutrofisten soiden ojitusalueilla männyn ja kuusen viljelytaimistot eivät tärkeimmiltä tuntomerkeiltään (viljelyn onnistuminen, taimien elossapysyvyys, kasvu ja kehitys sekä sulkeutuneiden metsiköiden muodostuminen) jää käytännöllisesti katsoen jälkeen viljavien kangasmaiden viljelytaimikoista. Tuotokseltaan ne kuuluvat korkeisiin boniteetti-alueisiin.

Muiden ryhmien soilla, joilla turpeen viljavuus on merkittävästi alhaisempi, taimikon menestyminen on jonkun verran heikompi. Dystrofisia soita ei ylipäätään lainkaan luokitella talouskäyttöön, niillä tehdään töitä vain kokeilutarkoituksessa. Muunlaatuilla soilla on kohotettava tehokkaasti maan viljavuutta. Soilla, missä heikosti maaton turve- ja karikekerros ei ylitä 0,5–0,7 m, saadaan hyviä tuloksia vaotuksella, jolloin oja-auroilla muodostetaan palteet.

Karuilla paksuturpeisilla siirtymä- ja kohosoiilla on välttämättä ojituksen yhteydessä levitettävä jyrshinturvekerros maan pintaan ennen metsänviljelyä. MTP-32-tyyppisten jyrsinkoneiden käyttö tekee mahdolliseksi (1,8 m syvien) ojien kaivun yhteydessä levittää jyrshettyä turvetta 15-metriseksi kais-talle ojan viereen 5–10 cm paksuksi kerrokseksi. Tämä ei kuitenkaan riitä oleellisesti parantamaan viljelytaimikon kasvuolosuh-teita suurimmalla osalla soita.

Kuivatus- ja muokkaustoimien lisäksi myös lannoitus on välttämätöntä. Lannoite-määrien ja -lajien tarpeen arviointi on vai-

keaa. Turpeen alustavat analyysit antavat vain likimääräisen kuvan maan viljavuudesta. Lehtianalyysien käyttö on puolestaan avosoilla jokseenkin mahdotonta lannoitus-tarvetta arvioitaessa. Tämän vuoksi on toistaiseksi kuljettava empiiristä tietä eli käytettävä hyväksi asiasta julkaistuja tu-loksia.

M. M. Elpatjevskij'n ja D. A. Černovin tekemien kokeiden mukaan karuimmilla kohosoiilla saatiin parhaat tulokset käyttä-mällä NPK-lannoitusta suhteissa 150 : 75 : 180 sekä lisäksi 100 : 50 : 120 (vaikuttavaa ainetta). Typpi ja kali osoittautuivat hyödyttömiksi yksin käytettynä samoin kuin niiden yhdistelmät. Karjalan etelä-osille suositellaan käytettäväksi NPK-lannoitusta annoksena 50 : 60 : 30.

Tärkeimpien makroravinteiden käytön lisäksi L. J. Smoljanickij ja L. A. Klimova kehittävät uutta menetelmää — kemiallis-biologista maanparannusta. Sen oleellisimat osat esitetään seuraavassa.

Kohosoiden rahkaturpeiden suhteellisen suuren biologisen neutraalisuuden vuoksi samoin kuin siksi, että nämä turpeet ovat kestäviä mikrobiologisia ja fysikaalis-kemiallisia hajottajia vastaan, oligotrofisten soiden käyttöönotto mineraalilannoitteita käyttäen on tiettyssä määrin analoginen toimenpide ravintoliuosviljelmien perustamisen kanssa. Sellaisten viljelmien biologista tuottavuutta rajoittaa keinotekoisesti muodostetun ravintoympäristön määrällinen ja laadullinen koostumus. Toisaalta äärimmäinen oligotrofisten soiden kyky ilmiöihin, jotka perustuvat ekosysteemin ominaisuuksiin hylkiä sitä eutrofisoimaan pystyviä elementtejä ja ekosysteemissä säilyvien turpeenmuodostajien biokemialliseen säilyttämiseen, vähentää jyrkästi oligotrofisten soiden keinollisen viljavuuden parantamisen tehoa. Käsiteltävien kasvien tuotoskykyä on näin muodoin mahdollista parantaa toivotulla tavalla vain sellaisia maanparannuksen keinoja käyttäen, jotka tähtäävät suon orgaaniseen aineeseen kertyneen ravinnepotentiaalini entistä täydellisempään hyödyntämiseen. Tämä ei ole yksinkertaista rahkaturpeiden mikrobiologisen hajoamisen vaikeuden vuoksi ja on ilmeisesti mahdollista vain kehittämällä keinoja turpeen alustavan kemiallisen valmistamisen mikroflooran avulla tapahtuvaan mineraalisaatioon.

Turpeiden kestävyys johtuu suuressa määrin niissä esiintyvistä antitoksidanteista, vapaaradikaalireaktioiden ja tärkeiden hapettumisreaktioiden inhibiittoreista ja bioinhibiittoreista. Näiden yhdisteryhmien ominaisuuksien säätely näyttää kemiallisen maanparannuksen lupaavimmilta suunnilta. L. J. Smoljanickij'n ja L. A. Klimovan suorittamissa tutkimuksissa todettiin ekologisesti erittäin tehokkaaksi vapaaradikaalireaktioiden aktivaattoreiden (esim. vaihtuvavalenssisten metallien jne.) ja kilpailevien inhibiittoreiden (antibioottien ja fenolien) lisääminen rahkaturpeeseen.

Pääasiallisten maanparannustoimien, ojituksen ja lannoituksen, joukkoon voidaan liittää niitä »tukevien» maanparannuskeinojen käyttö, kuten turpeiden rikastaminen orgaanisen aineen mineraalisaatiota kiihdyttävillä mikro-organismeilla. Näiden keinojen täydellistä kompleksia on käytetty rinnakkaiskokeissa orgaanis-mineraalisten lannoitteiden valmistamiseen kohosoiden rahkaturvetta perusaineena käyttäen sekä koho- ja siirtymäsuolueiden maanparannukseen valmistettaessa niitä joko metsäntai peltoviljelylle. Biologisina aineosina käytettiin ruokintaan tarkoitettuja valkuaisainehiivoja, jotka sisältävät vitamiineja, hormoneita, aminohappoja jne. Turpeen mikrobiologiseen infektointiin käytettiin kaupallisesti valmistettavaa bakteeripreparaattia AMB tai karikkeita.

Orgaanis-mineraalisen lannoituksen aikaansaamiseksi kohosoiden heikosti tai keskinkertaisesti maatuneisiin turpeisiin sekoitettiin kalkkia, tyypeä, fosforia, kaliumia, magnesiumia, kuparia, booria, sinkkiä, molybdeeniä, mangaania, valkuaisainehiivaa ja bakteeripreparaattia AMB. Kompostoinnin jälkeen, joka kesti 3–6 kuukautta, saatua lannoitetta levitettiin 3-vuotisen männyn viljelytaimikkoon 250 cm³ tainta kohti. Komposti upotettiin turpeeseen 10–15 cm:n syvyyteen. Tuloksia on esitetty taulukossa 1.

Valmistettaessa kohosoon heikosti kuiva-tulle kermi-kuljuosalle alue peltoviljelyä varten suoritettiin suonpinnan täysjyrshintä 30–50 cm:n syvyyteen, minkä jälkeen alue lannoitettiin seuraavilla aineilla (vaikuttavaa ainetta, kg/ha): kalkkia — 1000, N 45, P 60, K 90, Mg 20, Cu 8, B 2, Zn 2, Mn 8, Mo 2, valkuaisainehiivaa 250 ja AMB-

bakteeripreparaattia 5. Tutkittujen maatalouskasvien joukossa olivat kaura, vehnä, yhdeksän monivuotista heinäjalaa, pellava ja peruna. Heti ensimmäisestä vuodesta lähtien 3.5 m syvän kohosun maataloudellisen käyttöönoton jälkeen havaittiin toimenpiteen merkittävä vaikutus.

Käytettäessä valkuaisainehiivoja maanparannusaineena monivuotisten heinien tuorepaino oli toisena vuonna 221.4 sentneriä/ha, vertailualalla 50.5. Pellavakylvösten pituus kohosi 80 cm:iin. Turvepohjaisen, valkuaisainehiivaa sisältävän orgaanis-mineeraalisen lannoituksen etuna on, että sitä käytettäessä voidaan jyrkästi pienentää

kivennäislannoitteiden tarvetta, samoin kuin mahdollisuus turvekompostin käyttöön tai mikron kehityksen alkuvaiheessa.

Tärkeimmistä hivenaineista, mikrobiologisia preparaatteja ja biologisesti aktiivisia aineita sisältävän lannoituksen eduista on mainittava niiden nopea ja korkea ekologinen teho sekä se, ettei maanmuokkaus ole välttämätöntä.

Käyttäen lannoitusta, maanpinnan valmistusta, metsänviljelyä ja karuilla soilla vielä kemiallista tai kemiallisbiologista maanparannusta, voidaan siis toivotut ekologiset ja ekonomiset tulokset saada aikaan mitä erilaisimmilla suotyypeillä.

Taulukko 1. Viisivuotisen mäntytaimikon kasvu siirtymäsuolla.

Koejäsen	Pääverson pituuskasvu (cm) ojavälin ollessa (m)						Sadan neulasen keskimääräinen tuorepaino, g
	10	20	30	40	60	100	
Valkuaisainehiivoja käyttäen saatu turvekomposti	51,7	41,7	37,8	35,1	31,3	27,2	5,9
Turvekomposti ilman hiivapreparaattia (vertailu)	35,2	35,0	30,1	32,9	24,9	19,7	2,8

SOISTUNEIDEN HIESUMAIDEN OJITTAMISEN VAIKUTUS VILJELTYJEN KUUSENTAIMIKOIDEN KASVUUN

M. I. VOMPERSKAJA

Neuvostoliiton tiedeakatemia, metsänhoidon laboratorio

Taigavyöhykkeellä esiintyy laajalla alueella tuotokseltaan heikkoja metsiä ohutturpeisilla (10–30 cm), kosteilla ja ajoittain vedenvaivaamilla hiesumailla. Avohakkuiden jälkeen soistumisprosessi voimistuu, mikä vaikeuttaa kuusen luontaista uudistumista. Tällaisissa kohteissa vaotusta ja pienojia käyttämällä ja ojitusta seuraamalla havupuiden viljelyllä saavutettavaa kuivatustehoa on tutkittu riittämättömästi.

Pienten oijen muodostaman verkoston toimintaa soilla on eräissä Skandinavian maissa tutkittu runsaasti (HUUKARI ym. 1966, MESHECHOK 1969), mutta huomattavasti vähemmän ohutturpeisilla, ajoittain vedenvaivaamilla kivennäismailla (KOŠČEJEV ja LAVROV 1953, KONSTANTINOV ym 1970, VOMPERSKAJA 1977.)

Monivuotisten, koasemilla suorittamiemme tutkimusten tarkoituksena on ollut selvittää eri tavoin ojitettujen soistuneiden hiesumaiden ojituksen vesitaloutteen, ravintaloutteen ja viljelykusikoiden kasvuun aiheuttamia muutoksia.

Kokeet perustettiin Jaroslavin alueen Rybinskin lohkon IV boniteetti-alueeseen edustaviin soistuneisiin koivikkoihin. Kasvupaikkatyyppi on mustikka-rahkasammal-tyyppi. Koealue I (kooltaan 7 ha) on ojitettu v. 1963 0,25–0,30 cm syvin vaoin, 5, 10 ja 15 m:n sarkaleveyttä käyttäen. Vakojen välit hakattiin paljaksi. Alue II (kooltaan 8 ha) on ojitettu 0,4–0,5 metrin syvyisiin pienojiin sarkaleveyden ollessa 10, 20, 30, 40 ja 50 m. Samanaikaisesti ojituksen kanssa istutettiin koivuverhopuuston alle 3-vuotisia kuusentaimia 3 000 tai 5 000 kpl/ha sekä käsittelemättömään pintaan että auranpalteisiin. Verhopuusto hakattiin vv. 1969–70. Alueella I 0,04 ha:n kokoisia koealoja 10 metrin ja alueella II

0,08 ha:n koealoja 40 metrin saroilla kalkittiin levittämällä kalkkikivijauhoa 2,5 t/ha.

Maa on ohutturpeista, podsoloitunutta kevyttä savihiesua, joka 60 cm:n syvyydessä muuttuu raskaaksi vettäläpäisemmäksi hiesumoreeniksi. Turvekerroksen paksuus on 0–15 cm, sen huokoisuus 87–98 %. Podsoloitunut kerros on 14–30 cm paksu. Kivennäismaan tilavuuspaino kasvaa A-horisontin 1,08–1,25:stä C-horisontin 1,75:een maan huokoistilan vastaavasti pienetessä 58 %:sta 36 %:iin.

Pohjavesiolot. Maanpinnan vähäinen kaltevuus (0,0035–0,0050) ja maan heikko vedenläpäisykyky kosteissa ilmasto-oloissa luovat edellytykset soistumiselle. Pohjavesipinta voi keväällä ja syksyllä, vieläpä kesälläkin kaatosateiden sattuessa, olla lähellä maanpintaa tai jopa sen yläpuolella. Kuivina kausina se laskee metriin tai syvemmällekin.

Ojitus vaikuttaa olennaisesti pohjavesioloihin yliveden aikaan oijen kerätessä nopeasti liian veden A₁- ja A₂-horisonteista, missä puiden juuristot ovat. Kasvien ravinteiden saannin kannalta tärkein eli pintaturvekerros (0–10 cm) on kontrollialalla monivuotisten havaintojen mukaan 6–66 vrk kasvukauden aikana veden alla (taulukko 1). Ojituksen ansiosta tämä kerros ei käytännöllisesti katsoen enää jää veden alle, jos vakojen väli on 5 tai 10 tai pienojien väli 10, 20 tai 30 m (Taulukko 1).

Ojituksen edullinen vaikutus näkyy myös syvemmällä, tyydyttävät vesiolot saavutetaan 20–30 cm:n kerroksessa vain ojaetäisyyden ollessa 10–20 m.

Koska on mahdotonta laskea pohjavesipinnan keskisyvyyttä alueilla, jotka vain ajoittain ovat veden vaivaamia, käyttökelpoisena kuivatustehon arvioimisperusteena

voidaan pitää sitä, kuinka suuren osan ajasta (kuukaudesta, kasvukaudesta) 0–20 cm:n kerros pysyy pohjavesipinnan yläpuolella prosentteina ilmaistuna.

Kriittisimpään aikaan eli toukokuussa 25 cm:n syvyiset vaot antavat 5 metrin saroilla arvon 67–70, 10 metrin 53–55 ja 15 metrin saroilla 42–47 %. Ojittamattomalla vertailualueella vastaava lukema on 4–13 %.

Ojaverkoston syventäminen 50 cm:iin antaa 10 metrin saralla vastaavaksi arvoksi 75–87, 20 metrin 53–70, 30 metrin 39–55, 40 metrin 26–47 ja 50 metrin saralla 20–44 %. Samanlainen ilmatila (varmuus pohjavesipinnan yläpuolella säilymisestä) saavutetaan 0–20 cm:n kerroksessa, toisin sanoen ojasyvyyksillä 25 ja 50 cm sarkaleveyden ollessa 5 ja 10–20 m, 10 ja 30 m sekä 15 ja 40 m.

Koska kasvukauden alkaessa (toukokuun alkupuolella) maan lämpötilan ollessa vielä alhainen juurten jääminen veden alle ei ole kovin haitallista (ORLOV 1965), toukokuussa hyväksyttävä raja-arvo voidaan asettaa 40–50 %:iin. Tämä tulos saavutetaan 10 metrin vako- ja 30 metrin pienojavälillä käytämällä.

Kosteuspitoisuus. Turvekerroksen (0–15 cm) kapilaarinen huokoisuus saa aikaan juurten toiminnan kannalta riittävän ilmanvaihdon (maan kosteus 40–80 % kyllästyskosteudesta) jopa silloinkin, kun pohjaveden pinta on sen välittömässä läheisyydessä (VOMPERSKIJ 1968). Sen sijaan kevyen hiesun muodostamassa rakenteettomassa A-horisontissa maan kosteus säilyy korkeana (80–100 % kyllästyskosteudesta) pohjavesipinnan ollessa lähellä sitä.

Muutamien vuosien (1967, 1968, 1970, 1972 ja 1973) kuivina kausina 0–5 cm:n paksuisen pintaturvekerroksen kosteuspitoisuus laski kuivatuksen intensiivisyydestä riippumatta 4–13 %:iin kyllästyskosteudesta ts. arvoihin, jotka merkitsevät puiden kannalta liiallista kuivuutta (VASILJEV 1950, SOLOVJEV ja VOMPERSKIJ 1974). Sama tilanne syntyi myös vertailualueella, tosin lyhytaikaisempaan.

Vako-ojituksen kosteuspitoisuutta pienentävä vaikutus näkyy ilmaa sisältävässä kerroksessa 50, pienojien aina 70 cm:iin saakka. Tulvakausi ojatyyppien erot eivät poikkea niin selvästi toisistaan. Syvyydeltään 50 cm ojien verkko ei raskailla hiesumailla

Taulukko 1. Pohjaveden kesto (vrk.) eri kerroksissa touko-syyskuun aikana vv. 1963–1974.

Kerroksen syvyys	Vertailualue		Vakojen keskinäinen etäisyys, m				Sarkaleveys, m					
	vaihtelu- väli	keski- määrin	5–10		15		10		20–30		40–50	
			vaihtelu- väli	keski- määrin	vaihtelu- väli	keski- määrin	vaihtelu- väli	keski- määrin	vaihtelu- väli	keski- määrin	vaihtelu- väli	keski- määrin
0–10	9–66	34	0–5	2	0–15	5	0–6	0	0–6	1	0–18	4
10–20	17–104	51	1–49	16	8–64	30	0–27	6	0–39	15	0–50	24
20–30	21–123	60	11–74	35	12–74	41	0–35	15	0–51	26	6–60	33

kykene märkinä vuosina saamaan aikaan riittävää ilmatilaa 30–40 cm syvemällä, mikä rajoittaa juuriston tunkeutumista tähän kerrokseen.

Ravinnetalous. Intensiivisyydellään eri tavoin kuivatuissa maissa ei ole todettu selviä eroja käyttökelpoisten N-, P-, ja K-yhdisteiden määrissä (VOMPERSKAJA 1969), vaikka joissakin tapauksissa onkin ilmennyt ammoniumtyypen lisääntymisen tendenssi kuivatustehon noustessa. Ammoniumtyypen määrä vaihtelee kasvukauden aikana 0–30 cm:n kerroksessa rajoissa 8–12 kg/ha, käyttökelpoisen P₂O₅:n 51–120 ja K₂O:n 82–140 kg/ha.

Lehtianalysin tulokset osoittavat, että ojitus vaikuttaa suotuisasti kuusen typensaantiin. Erityisen voimakkaasti tämä ilmenee sateisina ja tulvaisina vuosina. Tällaisina vuosina neulasten typpipitoisuus kasvaa kuivatustehon lisääntyessä 1,11 %:sta 1,78 %:iin, samalla kun vertailualueella on 1,02 %, mikä vastaa selvää typen puutetta (WEHRMAN 1963). Kuivina vuosina (vv. 1970–73) ojitetujen alojen neulasten typpipitoisuus oli kuivatustehosta riippumatta vertailualueella mitattujen arvojen tasolla.

Kuusen neulasten keskimääräiset typpipitoisuudet on esitetty taulukossa 2. Vako-ojitusaloilla arvot ovat 1,23–1,31 %:n, pienoja-aloilla 1,22–1,42 %:n välillä, vertailualueella 1,13 %. Pienojien ojitetuilla aloilla kuivatustehon ja neulasten typpipitoisuuden välinen suhde on kiinteämpi. Kuitenkin kuusi yksittäisinä vuosina kärsii ty-

pen puutetta tehokkaastikin ojitetuilla kohteilla. Kokonaisuutena katsoen tyydyttävä kuusen neulasten typpipitoisuus (noin 1,3 % eli enemmän) on vako-ojituksessa havaittu 5 ja 10 m, pienoja käytettäessä 10, 20 ja 30 m leveillä saroilla (Taulukko 2).

Pintakalkitus, jonka tarkoituksena oli (ojituksen ohella) kiihdyttää nitrifikaatioprosesseja ja turpeen maatumista, ei 10–15 vuoden aikana ole lisännyt neulasten typpipitoisuutta, kuusen kasvua eikä neulasten kokoa. Ei ole mahdollista, että kalkituksen vaikutukset tulevat näkyviin myöhemmin (KLIMOV 1956, FREI 1964). Kalkitusaloilla on havaittu happamuuden vähentyvän ja alkalien lisääntyvän sekä aktinomyketosientien ja nitrifikaatiobakteerien toiminnan voimistuvan. Kuitenkin kokonaistypen ja helposti hydrolisoituvan typen määrä on säilynyt entisellään (ENIKEJEVA ja IVANICKAJA 1971).

Kuusen viljelytaimikon kasvu. Ilman maanpinnan käsittelyä perustetun kuusen taimikon eloonjäämisprosentti oli ojitusalueella 60–95 %, kun taas vastaava arvo ojittamattomalla vertailualueella oli vain 30 %.

Koealueen I vertailualueella taimikon keskipituus oli 16 vuoden iässä 149 cm vastaavan arvon ollessa eri tavoin ojitetuilla aloilla 185–270 cm. Alueella II kesällä istutettujen kuusen tainten pituus vertailualueella oli 70 cm ja ojitetuilla aloilla 84–148 cm. Palteeseen istutus ei ole tarjonnut erityisiä etuja verrattuna käsittelemättömään pintaan suoritettuun istutukseen.

Kuvassa 1 esitetään kuusen pituuskasvun

Taulukko 2. Kuusen neulasten typpipitoisuuden vaihteluvälit (osoittaja) ja keskiarvot (%) eri kuivatustehoilla (vv. 1963–1978).

Vertailualue	Vako-ojien sarkaleveys, m		
	15	10	5
$\frac{0,87 - 1,44}{1,13}$	$\frac{0,95 - 1,50}{1,23}$	$\frac{0,92 - 1,58}{1,30}$	$\frac{0,92 - 1,78}{1,31}$

Vertailualue	Pienojat, sarkaleveys, m				
	60–50	40	30	20	10
$\frac{0,89 - 1,35}{1,13}$	$\frac{0,88 - 1,67}{1,22}$	$\frac{0,96 - 1,62}{1,22}$	$\frac{1,06 - 1,62}{1,28}$	$\frac{0,99 - 1,63}{1,32}$	$\frac{1,14 - 1,78}{1,42}$

METSÄOJITUKSEN VAIKUTUS JOKIEN JA VESISTÖJEN LIKAANTUMISEEN

V. K. KONSTANTINOV ja L. J. SUHORUKOVA

Leningradin metsätalouden tutkimuslaitos

1. JOHDANTO

Neuvostoliitossa kiinnitetään vakavaa huomiota taloustoiminnan ja luonnonympäristön suojelun suhteisiin. Leningradin Metsätalouden tutkimuslaitokselle on annettu tehtäväksi tutkia ojituksen vaikutusta pintavesien likaantumiseen.

Suomalaisten tutkijoiden (KÄHÖNEN ja SÄRKÄ 1972, KENTTÄMIES 1972) mukaan metsäojitus aiheuttaa muutoksia jokien vesioloihin, kiinteiden ja humusaineiden määrän lisääntymistä, ravinnetalouden (fosfori, kalium, typpi) muutoksia ja muita seurauksia, joista jotkut ovat vesien ja ympäristönsuojelun kannalta haitallisia.

Tutkimuksemme on tehty Leningradin alueella, missä soistumisaste on 44,5 %. Ojituksia on tarkoitus toteuttaa 1 milj.

ha:n alalla; vuoteen 1979 mennessä on ojitettu 400 000 ha eli 14 % alueen veden-vaivaamista metsämaista. Ojitettujen alojen osuus suurten jokien (Neva, Syväri, Volhov ja Duga) vaikutuspiirissä on 0,16–8 %.

Vuosina 1974–1978 toteutetun työn tarkoituksena on ollut tutkia soiden ja kuivausalueiden vesien kemiallista koostumusta, kiintoaineksen valumista metsäojitusalueelta ja näiden tekijöiden vaikutusta jokien ja vesistöjen veden laadun muuttumiseen. Tutkimuskohteet valittiin runsassoisilta alueilta, joilla ojituksia oli tehty paljon. Lisäksi pidettiin silmällä, että aineisto sisältää soiden ja soistuneiden metsämaiden keskeiset tyypit.

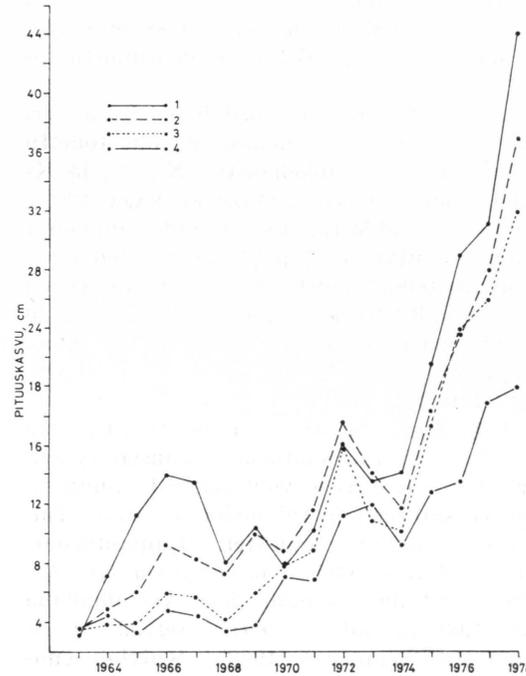
Taulukko 1. Siirtymä- ja kohosoiden vesien ionikoostumuksen hydrokemialliset arvot.

Hydrokemiallinen tunnus	Mittausyksikkö	Siirtymäsuot	Kohosuot
pH	—	3,7–6,6	3,5–4,8
Yleinen kovuus	mg/ekv	0,2–1,36	0,2–1,0
Karbonaattikovuus	»	0,0–0,62	0,0–0,2
»Ei»-karbon. kovuus	»	0,12–0,74	0,2–0,8
Kokon. ionimäärä	mg/l	18–103	18–65
SO ₄ -pitoisuus	%	10–60	2–50
HCO ₃ -pitoisuus	%	0,0–50	0,0–35
Ca	mg/l	3,2–14,4	3,2–14,4
Mg	»	0,0–5,8	0,0–4,4
NH ₄	»	0,08–0,64	0,04–0,86
Fe	»	0,08–2,15	0,15–1,70
Cl	mg/l	1,4–12,7	2,8–14,2
SO ₄	»	3,8–43,6	1,2–23,1
NO ₃	»	0,01–1,0	0,005–0,34
HCO ₃	»	0,0–36,0	0,0–11,9
KMnO ₄ -hapettuminen	mgO ₂ -1	18–100	20–110
Kuiva-aines	mg/l	60–236	56–226
Mineraaliaines	»	16–89	15–60

kehitys. Istutuksen jälkeisen 5–8 vuoden aikana latvakasvaimet olivat erityisesti vertailualueilla lyhyitä. Kasvainten pituus on vuosittain olennaisesti vaihdellut, yleensä kaikilla aloilla samanaikaisesti. Kasvun lisääntymistendenssiä ei tällöin kuitenkaan todettu. Vasta kahdeksantena tai yhdeksäntenä vuonna tapahtui olennainen muutos ja pituuskasvu alkoi jatkuvasti suureta. Hidas alkukehitys kuuluu kuuselle ominaisiin piirteisiin (ТКАЧЕНКО 1952).

Kuusen pituuskasvun lisääntyminen on tuonut mukanaan myös neulasten koon huomattavan suurentumisen. Sadan neulaseen paino oli 110–200 % suurempi eri tavoin ojitetuilla aloilla kuin vertailualueella, neulasten pituus 110–140 % suurempi. Erittymisen selvästi neulasten painon lisääntymisen ojituksen vaikutuksesta näkyy vuosina, jolloin on ollut kesätulva. Esimerkiksi erityisen sateisena vuonna 1974 100 neulaseen paino oli vertailualueella 0,36 g, mutta ojitetuilla varianteilla 0,39–0,74 g.

Suoritettut tutkimukset antavat aiheen päätellä, että soistuneita hiesumaita käyttöön otettaessa on syytä suosittelua vaottamista enintään 10–15 metrin välein; pienojia käytettäessä ei maksimisarkaleveys saa nousta yli 20–30 metrin. Pienojien käyttö on perustellumpaa niiden pitkäaikaisemman toimintakyvyn vuoksi.



Kuva 1. Kuusen pituuskasvun kehitys koelälyellä 1 kuivatusvakojen välin ollessa 1) 5 m, 2) 10 m, 3) 15 ja 4) vertailualue.

KIRJALLISUUTTA

- ВАСИЛЬЕВ, И. С., 1950. Водный режим подзолистых почв. — „Труды Почв. ин-та им. В. В. Докучаева“, т. 32.
- ВОМПЕРСКАЯ, М. И., 1977. Водный режим заболоченных лесных почв осушенных бороздами и мелкими канавами. — сб. „Лесоводственные исследования в подзоне южной тайги“, М., „Наука“.
- ЕНИКЕЕВА, М. Г., ИВАНИЦКАЯ, Е. Ф., 1971. Влияние известкования на микрофлору и некоторые свойства лесной почвы. — „Лесоведение“, № 2.
- КЛИМОВ, В. И., 1956. Влияние известкования на свойства лесной почвы. — Изв. ТСХА, № 2, М., Сельхозгиз.
- КОНСТАНТИНОВ, В. К., и др. 1970. Осушение и освоение заболоченных лесных земель. М., изд. „Лесная промышленность“.
- КОЩЕЕВ, А. Л., ЛАВРОВ, И. А., 1953. Опыт восстановления леса на заболоченных лесосеках. М.-Л., Гослесбуиздат.
- СОЛОВЬЕВ, С. А., ВОМПЕРСКИЙ, С. Э., 1974.

Устойчивость древесного подроста и напочвенного покрова к дефициту увлажнения на торфяных почвах. — В кн. „Современные вопросы лесоведения и лесной биогеоценологии“. М., „Наука“.

ТКАЧЕНКО, М. Е., 1952. Общее лесоводство. М.-Л., Гослесбуиздат.

ФРЕЙ, З., 1964. Известкование почв — средство повышения производительности еловых насаждений — „Лесное хоз-во“, № 7.

HUIKARI, O., PAARLAHTI, K., PAAVILAINEN, E., RAVELA, H., 1966. Sarkaleveyden ja ojasyyvyyden vaikutuksesta suon vesitalouteen ja valuntaan. Commun. Inst. Forest Fenn., 61.

MESHECHOK, B., 1969. Tørrlegging av myr ved ulik grøfteavstand og grøftedybde. Medd. Norske skogforsøksves., Bd 27, H. 3.

WEHRMANN, J., 1963. Möglichkeiten und Grenzen der Blattanalyse in der Forstwirtschaft Landwirtsch. Forsch., Bd 16, N 2.

Taulukko 2. Ojitusalueen vesien ionikoostumuksen hydrokemialliset arvot ojitaypeittain.

Tunnus	Yksikkö	Ohutturpeinen mustikka-karhun-sammaltyypin männikön avohakkuuala hiesumaalla			Paksutturpeinen mustikka-karhun-sammaltyypin männikkö (boniteetti I-III) ojitetulla siirtymäsuolla			Ojitettu paksutturpeinen varpu-rahkasammal kohosuo, puusto pientä ja harvaa					
		Kaivo	Kokooja-oja	Valtaoja	Joki	Kaivo	Kokooja-oja	Valtaoja	Joki	Kaivo	Kokooja-oja	Valtaoja	Joki
		pH	—	5,2	5,2	5,5	6,2	5,7	6,0	6,8	7,0	4,2	4,3
Ionien kokonaisuus	mg/l	44,5	75	38	47	86	111	95	104	43	56	90	111
Ca	»	7	11,5	6,7	6,8	21	22	22	23	10,4	13	10,2	21,6
Mg	»	2,7	2,7	2,8	1,8	4,8	3,6	3,4	3,5	2,0	2,3	4,7	8,3
NH ₄	»	0,017	0,230	0,02	0,125	0,325	0,200	0,200	0,200	0,260	0,750	0,480	0,125
Fe + Fe	»	0,90	0,65	0,65	0,50	1,05	0,84	0,37	0,40	0,45	1,6	0,95	0,18
SiO ₂	»	0,60	1,65	0,60	2,9	1,0	1,0	0,9	0,5	5,5	3,9	1,8	1,8
Cl	»	6,7	12,8	6,5	9,4	13,8	13,8	10,6	9,3	9,5	18,0	18,2	18,2
SO ₄	»	11,5	11,5	11,5	15,0	38,5	32	20,5	21,8	10,5	15,5	37,0	18,5
NO ₃	»	0,010	0,315	0,130	0,150	0,140	0,160	1,50	0,90	0,150	0,300	0,300	0,300
HPO ₄	»	0,005	0,025	0,050	0,020	0,010	0,050	0,050	0,020	0,115	0,500	0,140	0,250
HCO ₃	»	10,0	28,5	7,0	10,5	38	22,5	38	45	0	4,6	9,1	23,5
Hapettuminen KMnO ₄	mgO ₂ /l		102	92	110	118	72	28	28	65	75	68	30,5
Kuivajäännös	mg/l	75	102	92	110	170	230	205	300	82	85	110	160
Kivinäisainetta	»	34	62	35	43	78	105	85	85	43	55	80	86

2. SUOVESIEN IONIKOOSTUMUS

Pääosan vedenvaiuamasta ja ojitettavista alueen metsämaista muodostavat soistuneet metsät sekä koho- ja siirtymäsuot. Sen vuoksi ojitusalueella jokiin ja vesistöihin oja pitkin purkautuvien vesien laatua tutkittaessa on tutkittava myös yleensä suovesien koostumusta. Näitä tutkimuksia tehtiin kuudella ojitamattomalla suoalueella ylivirtaaman aikaan, keväällä (toukokuussa) sekä syksyllä (marraskuussa ja joulukuun alussa). Vesinäytteet kerättiin joko erityisesti kaivoista tai suovesien luontaisista purkautumiskohdista. Taulukossa 1 esitetään koko tarkkailujakson aikana saadut suovesien hydrokemialliset keskiarvot.

Saatujen tietojen analysointi oikeuttaa päättämään, että suovesien ionikoostumus

on yhteydessä kahteen vesien laatutyyppiin, kohosoilla atmosfäärisiin ja siirtymäsoilla atmosfääristopogeenisiin. Kohosoiden vesi on reaktioltaan hapanta (pH 3,5–4,8), vähän mineraaliaineita sisältävää (15–60 mg/l) ja äärimmäisen vähän NO₃:a (0,01–0,3 mg/l) ja P:tä (0,005 mg/l) sisältävää. Siirtymäsoiden vesi on vähemmän hapanta (pH 3,7–6,6) sekä jonkun verran enemmän (16–89 mg/l) kivinäisaineita ja NO₃:a (< 1 mg/l) sisältävää. Soiden pintavesien ionikoostumuksessa havaitaan kausivaihtelua. Orgaanisen aineen ja ravinteiden (N, P ja K) määrä on keväisin merkittävästi pienempi kuin syksyllä. Kevätnäytteissä kivinäisaineen määrä on 15–30, syksynäytteissä 60–80 mg/l.

3. OJITUSALUEIDEN VESIEN IONIKOOSTUMUS

Seuraavassa tarkastellaan kolmella kohteella saatuja tuloksia. Ensimmäinen niistä on mustikka-karhunsammaltypeypin männikön (turpeen paksuus 0,2 m ja alla hieno hiekka) avohakkuuala, joka on ojitettu v. 1961 matalahkoja oja (0,4–0,5 m) ja kapeaa sarkaa (10–50 m) käyttäen. Toinen on siirtymäsuolla kasvava mustikka-karhunsammaltypeypin männikkö (turpeen paksuus 0,6–3,0 m ja alla hiesu), joka on v. 1912 ojitettu 1,0–1,5 m syvin ojin sarkaleveyden ollessa 200 m. Kolmas kohde on metsitetty varpu-rahkasammal-kohosuo (turpeen paksuus 0,3–2,5 m ja alla hiekka), joka on ojitettu v. 1967 1,3 m syvin ojin 100 metrin välein.

Keskiarvoiset (kevät, kesä ja syksy) hydrokemialliset tunnuksot tutkimuksen aikana nähdään taulukosta 2. Ne osoittavat, että ojitusalueen vesien ionikoostumus riippuu kiinteästi vesiväylien kunnosta. Muilla kohteilla tehdyt tutkimukset todistavat, että ojitushetkellä ojitusalueen vedet ovat ionikoostumukseltaan lähellä luonnontilaisten suoalueiden pintavesiä. Ojituksen ja käytön jälkeen niiden kemiallinen koostumus muuttuu kuvastaen myös ekosysteemin ja maan ominaisuuksien muutoksia.

Ojitusalueen vesien laadullisen koostumuksen kemiallisille tunnusmerkeille on ominaista kausittainen dynamiikka, joka näkyy niiden määrällisessä koostumuksessa ja eräiden ionien vähenemisen aiheuttamina jakaantumien muutoksina.

Kivinäisaineen määrä vesiväylissä pienenee järjestyksessä sarkaoja, kokooja, valtaoja ja joki (KONSTANTINOV, RJABININA ja SUHORUKOVA 1976). Syksyiset vedet sisältävät tavallisesti eniten ja keväiset ja kesäiset vedet vähiten ravinteita. Vertailtaessa taulukossa 2 esitettyjen kohteiden tuloksia keskenään, käy ilmi, että konsentraatio oli suurin (80 mg/l) mustikka-karhunsammaltypeypin männikössä; mustikan ja karhunsammalen vallitsemalla avohakkuualalla ja varpu-rahkasammalsuolla vastaavat luvut olivat 48 mg/l ja 43–58 mg/l (SUHORUKOVA 1973). Ojitetulta avohakkuualalta tulevien kivinäisaineen kokonaisuus oli noin 66 kg/ha vuotta kohti (22 kg keväällä ja 44 kg syksyllä). VOMPERSKIJ'N (1974) tekemien havaintojen mukaan vastaava määrä mustikka-karhunsammaltypeypin männikössä oli 99 kg/ha (keväällä 79, kesällä 8, syksyllä 12 kg).

4. PURKAUTUVAN KIINTEÄN AINEEN MÄÄRÄ

Ojitetuilta sadealueilta tuleva kiinteä aines on monien tutkijoiden (esim. SEKOLOV 1970, KENTTÄMIES 1973) mukaan pääosin maan erosion aiheuttamaa ja muodostaa vesistöjen likaantumisen kannalta vaarallisen tekijän. Kiinteän aineksen määrästä, erityisesti metsäojissa esiintyvistä, ei kuitenkaan juuri kirjallisuudesta löydy numeerisia tietoja.

Kohteissamme tutkittiin kiinteän aineksen määrää huhtikuusta syyskuuhun v. 1978 tavoitteena määrittää sen suuruus a) ojatyyppittäin (sarkaoja-, kokooja-, ja valtaojat), b) ojituksen iän sekä c) maaperän laadun mukaan ryhmitettynä. Kaikkiaan otettiin 30 vesinäytettä 18 kohteesta ja arvioitiin niistä veteen sekoittuneen aineksen ja sen kuiva-aineen määrä.

On huomautettava, että vuoden 1978 kevät- ja kesäkuusi olivat eräissä suhteissa erikoislaatuisia. Sadannan kokonaismäärä ylitti pitkäaikaisen keskiarvon 120–150 %:lla; muutamina jaksoina sadannan määrä 200–250 % normaalia suurempi. Kesällä oli runsaasti runsas- tai rankkasateisia päiviä (elokuussa 20–23 päivää). Näillä ilmiöillä oli tietty vaikutus valuman ja siinä olevan kiinteän aineen määrään. Kiinteän aineksen määrä oli 10 kohteessa keväisin tulvahaipun aikana jonkin verran pienempi kuin kesäkauden aliveden maksimin aikana (taulukko 3).

Kiinteän aineksen keskiarvoinen määrä oli huhti–syyskuussa sarkaojissa 57, kokoojaojissa 90 ja valtaojissa 225 mg/l. Keskimäärin oli viidessä 5 vuotta sitten kaivetussa valtaojassa huhtikuussa litrassa vettä 184 mg lietettä ja 170 mg kuivia jätteitä. Aliveden aikaan kiinteän aineksen määrä pieneni ja kuivat jätteet olivat siinä vallitsevina. Kiinteän aineksen määrä

riippuu suotyypistä, puustosta ja maaperästä (taulukko 4).

Vähiten kiinteätä ainesta todetaan kesäkuun alussa paksaturpeisen kohosuo mineraalimaahan ulottumattomissa ojissa (89 mg/l) ja eniten ohutturpeisten hietä- ja hiesumaiden ojista (214–272 mg/l).

Suurimmilleen kiinteän aineen määrä nousee ojien kaivun aikana (taulukko 5). Kahdesta kymmeneen päivään sen määrä vähenee puoleen tai kolmasosaan eikä 6 viikon päästä ylitä 10 % paksaturpeisilla mailla ja 15–20 % ohutturpeisella hiesumaalla alkuperäisestä arvostaan. Ohutturpeisilla mailla kiinteän aineen määrä on ensimmäisen 30 päivän aikana kaksinkolminkertainen paksaturpeisiin siirtymä- ja kohosoihin verrattuna. Kiinteästä aineesta oli ohutturpeisilla mailla lietettä 90 ja paksaturpeisilla mailla 80 %. Kahdessa kuukaudessa sen osuus pieneni tavanomaisiin lukemiin (10–15 %). Liette saostui paksaturpeisilla 50-prosenttisesti käytännössä jo toisena ojituksen jälkeisenä päivänä; ohutturpeisilla hiesumailla vastaavaan tilanteeseen pääsy kesti noin kuukauden (taulukko 5).

Voidaan näin muodoin todeta, että metsäojien kaivun aikana kiinteän aineksen määrät nousevat äärimmilleen ja ylittävät joskus sallitut normit 10–15 prosentilla. Pääosa tästä määrästä on tuolloin lietettä. Lietteen saostumisnopeus riippuu niiden mekaanisesta koostumuksesta; nopeimmin saostuvat turpeen osat ja hitaimmin hiesu. Ojitustyö ei aiheuta pitkäaikaista vaikutusta jokiin ja vesistöihin tulevaan kiinteän aineen määrään. Kiinteän aineen kokonaismäärä voi tarkkailuajana (huhti–syyskuu) kohota ojitetun siirtymäsuon mustikka-

Taulukko 3. Kiinteän aineksen keväiset ja kesäiset maksimit ojatyypeittäin metsäojista vuonna 1978, mg/l.

Ojatyyppi	Huhtikuu (17. 4. 1978)			Elokuu (28. 8. 1978)		
	minimi	maksimi	Keskiarvo	minimi	maksimi	keskiarvo
Sarkaoja	30	128	75	85	154	110
Kokoojaoja	75	206	136	133	250	180
Valtaoja	167	299	202	270	534	375

karhunsammaltypin männikössä 320 kg:aan/ha.

Sanottu osoittaa, ettei metsäojitus tällä hetkellä aiheuta Leningradin alueella jokien ja vesistöjen likaantumista. Ojitusalueiden vesien ionikoostumus on lähellä luonnontilaisten soiden vesien laatua. Kiin-

teän aineksen määrä voi ojituksen aikaan kuitenkin nousta erittäin suureksi. Rakentamalla valtaojiin yksinkertaisia lietealtaita, voidaan haitallisen kiinteän aineksen pääsy jokiin ja vesistöihin estää. Tämä vaatii kuitenkin lisätutkimuksia ja tarkistuksia.

Taulukko 4. Valtaojissa olevan kiinteän aineksen määrä tyyppittäin erilaisilla sadealueilla, mg/l.

Sadealueen tyyppi		Ojien syvyys, m	Kiinteä aines		
Kasvupaikka, tyyppi	Maalaji		minimi	maksimi	keskiarvo
Kohosuo	Paksaturpeinen	1,0–1,3	39	135	89
Siirtymäsuu	»	1,0–1,3	110	296	158
Mustikkatyyppi männikkö	Ohutturpeinen hietamaa	0,4–0,5	174	290	214
»	Ohutturpeinen hiesumaa	1,0	128	339	272

Taulukko 5. Uusissa ojissa olevan kiinteän aineksen määrä maalajeittain.

Maalaji	Kiinteän aineksen määrä, mg/l							
	Päiviä ojituksesta	1	2	10	30	40	60	180
Paksaturpeinen kohosuo		648	460	280	233	201	180	115
Paksaturpeinen siirtymäsuu		701	238	209	202	180	110	108
Ohutturpeinen hiesumaa		1 725	1 420	612	475	308	235	140

METSÄOJIEN PERKAUKSEN KONEELLISTAMINEN NEUVOSTOLIITOSSA

V. K. KONSTANTINOV, V. P. NERADOV ja A. N. ČUKIČEV

Leningradin metsätalouden tutkimuslaitos

Ensimmäiset metsäojitustyöt Neuvostoliiton alueella ovat peräisin viime vuosisadan alkupuolelta. Suurin osa tämänhetkisistä ojitusalueista on ojitettu vuoden 1950 jälkeen. Kaikkiaan on maassamme sodanjälkeisenä kautena ojitettu 3.84 milj. ha soita ja soistuneita maita. Työt on tehty yksikauhaisilla, n. 180° kääntyvillä, mekaanisilla telaketjuin varustetuilla kaivukoneilla. Vain 0,2 milj. ha on ojitettu tai täydennetty oja-auraa tai jyräintä käyttäen. Yli 80 % alueista on kuulunut III–V boniteetti-luokkaa oleviin metsäisiin soihin tai soistuneisiin kankaisiin, loput ovat pääasiassa olleet joko puuttomia tai niukkapuustoisia erityyppisiä soita.

Kaivuriojien kokonaismäärä on 240 000 km eli 62.5 m/ha. Vuonna 1971 toteutettu ojitusalueiden inventointi osoitti, että monet ojat (13.4 %) ovat huonossa kunnossa ja vaativat perusteellista perkausta. Lopuosa ojista kaipaa hoitoa ja kevyttä perkausta. Voimassa olevien, vuonna 1971 annettujen »Metsäojituksen teknisten määräysten» mukaan kuivatusojien pääperkaus on tehtävä keskimäärin 15–30 vuoden kuluttua. Pääperkauksen toteuttamisen ajankohta tarkistetaan ojan kunnan ja puuston tilan perusteella. Ensimmäinen perkaus, jossa ojat syvennetään suunnitellun kokoiseksi, on tehtävä viimeistään 2–4 vuotta ojituksen jälkeen. Erityisen tärkeä merkitys tällä toimenpiteellä on viemäreiden ja kokoojajojien kohdalla.

Ojastojen perkauksen samoin kuin uudisojituksenkin rahoittaa valtio. Kuitenkaan metsäojien perkausta ei vielä tehdä tarpeeksi. Pääsyy tähän on erityiskaluston puute. Metsätalouden käytössä oli vuonna 1978 yli 900 yksikauhaista, 360° kääntävää erimerkkistä (E-157, E-304, T-IM jne)

kaivukonetta ja traktorikaivuria, joilla kauhahan koko oli 0.25–0.65 m³ tai enemmän.

Kokemus on osoittanut, että yksikauhaiset kaivurit ovat hyviä yleiskoneita, mutta tuotokseltaan liian hitaita ojien perkaukseen. Kun nostettava maamäärä on pieni, alle 0.5 m³ metriä kohden, niin kuin yleensä on laita kuivatusoja perattaessa, kaivureiden käyttö ei ole taloudellista. Niiden tapausten määrä, joissa oja-aurat (käytännöllä on hallussaan noin 50 kpl LKN-600, PKLN-500 jne, auraa) sopivat perkaukseen, on myös rajoitettu. Tämä johtuu pääasiassa siitä, että valtaosalla ojia pintalevyys on yli 3 metriä, jolloin traktori ei voi kulkea ojan päällä.

Maatalouden ja turveteollisuuden parissa kehitettyjen koneiden käyttöä ojanperkaukseen koskevat kokeilut, joita Leningradin Metsäntutkimuslaitos teki vv. 1965–1970, osoittivat, että tähän tarkoitukseen on välttämättä rakennettava omat erityiset metsäkoneet. Näiden koneiden on kyettävä perkaamaan sekä turve- että kivennäismaiden ojia olosuhteissa, joissa on runsaasti vettä, jäätä, kiviä, ruohoja, sammalta ja puuta. Osittain nämä ehdot täyttää jyräinlaite, jota turveteollisuus on käyttänyt koneissa MK-1,2 ja MK 1,8 P.

Leningradin Metsäntutkimuslaitos on rakentanut ojien perkaukseen muutamia jyräinlaitteella varustettuja kokeilukoneita. Jyräinlaitteen lähtökohdanna on käytetty koneen MK-1,2 toimivia osia. Näitä koneita on laajalti käytetty Leningradin ja Kalinin gradin alueilla eriasteisiin ojien perkauksiin. Ko. koneilla on perattu n. 8000 km etupäässä kuivatusoja. Vain Kaliningradin alueen Černjatrovin koneasema on vv. 1970–74 käyttänyt kokeilukoneita myös valta- ja tienvieriojien perkauksiin (1 638 km) pää-

asiassa hiesupitoisilla kivennäismailla. Nostettava maamäärä on ollut keskimäärin 0,55 m³ metriä kohti. Yksi kokeilukone korvaa ojanperkauksessa jopa kolme kaivuria.

Leningradin Metsäntutkimuslaitoksen konstruoiman jyräinkoneen erityispiirteinä on, että se työskentelyään varten vaatii vähintään 5–6 metrin levyisen kulkuväylän ojan varrella, mitattuna ojan lähimmästä reunasta metsän reunaan. Tällaisen perkausteknologian valinta johtui kahdesta syystä. Ensimmäinen niistä on ojien suuri pintalevyys, mikä estää koneen työskentelyn ojan päällä. Toinen syy on se, että ojitusalueella on tarkoituksenmukaista rakentaa tie- ja ajouraverkosto yhdessä ojien kanssa. Kulkuväylät ovat välttämättömiä sekä metsätalouden harjoittamisen että metsäpalojen torjunnan kannalta.

Näin ollen, ottaen huomioon metsätalouden käytössä olevat kaivurit, oja-aurat ja hankkeet jyräinlaitteiden laatimiseksi, voidaan esittää eri ojatyypeille seuraavat perkaus-suositukset.

- Kookkaat valta- ja kokoojajojat, joiden varteen on välttämättömästi rakentaa kulkuväylät tai tiet (ja joissa nostettava maamäärä on yli 0,5 m³ metrillä) perataan yksikauhaisella kaivurilla. Tällainen kaivuri on varustettu tavallisella (pitkittäiseen kaivuun tarkoitettuna) tai erityisellä levennetyllä (poikittaiseen kaivuun tarkoitettuna) kauhalla.
- Keskikokoiset ja pienet kuivatusojat, jotka eivät tarvitse varrelleen kulkuväyliä ja jotka pintalevytensä puolesta mahdollistavat koneen kulun ojan päällä, perataan joko yksikauhaisella kaivurilla tai auralla, jonka vetokohteena on T 100 MBGS-tyyppinen telaketjutraktori. Tämän tyyppisten ojien perkaukseen voidaan käyttää myös suomalaiskoneita (suoteloin varustettuja traktorikaivureita, kuten Ukko-Mestari-353, Vammass Kersantti ja James 80 M sekä Kopotai Meri-tyyppisiä jyräimiä).

Kookkaat ja keskikokoiset, tein tai ajourin varustetut ojat ovat kuivatusjärjestelmän pysyviä elementtejä, ja ne on jatkuvasti pidettävä toimintakykyisinä. Muita keskikokoisia sekä pieniä ojia voidaan pitää määrällä aikaisina elementteinä, joiden on laskettu toimivan tietyn ajan ilman perkausiakin.

Tietyissä tapauksissa on edullista tämän luokan ojien perkauksen asemesta kaivaa täydennysojia, kuten sekä kotimaiset että ulkomaiset (suomalaiset) kokemukset osoittavat. Tällä hetkellä huomattava osa Neuvostoliiton ojitusalueista on sellaisia, että niitä rakennettaessa ei ole otettu huomioon edelläkuvatun ojanperkausjärjestelmän toteuttamista, vaan ojastot tarvitsevat tiettyä rekonstruointia, kuten kulku-urien, metsäteiden, siltojen, rumpujen jne. rakentamista. Ojastojen rekonstruoinnissa tulee tarkistaa »kombinoitujen ojastojen» rakentamista koskevat suositukset, jotka sisältävät Neuvostoliitossa hyväksytyt kookkaiden ja keskikokoisten, tieurin varustettujen poikittaisojien sekä tiheän, suomalais-tyyppisten pienojien verkoston.

Leningradin Metsäntutkimuslaitos valmis telee parhaillaan kahta jyräintyyppistä konetta kuivatusojien perkaukseen ja hoitoon: T-100 MBGS-traktoriin kytkettävää laitetta FLP-1,2 sekä Aunuksen traktoritehtaan valmistaman LHT-55 MB-telaketjutraktorin alustalle rakennettua laitetta KLN-1,2. Ojanperkausjyräinten teknilliset ominaisuudet nähdään taulukosta 1.

FLP-1,2 on jo läpäissyt viralliset käyttökokeet ja saanut valmistussuosituksen. Sillä on mekaaninen käyttölaite traktorin moottorin kampiakselista. Voimansiirto tapahtuu kardaaniin sekä kahden kartiomaisen ja yhden kartio-sylinterimäisen hammasvaihteen avulla. Ylikuormituksen välttämiseksi on voimansiirtoon liitetty varokytin. Koneen kulkulaitteisto käsittää yksiakselisen telin kahden ontton jyrän päällä. Vasemmanpuoleinen jyrä toimii samalla työasennossaan oikealla puolella olevan jyränsimen vastapainona. Siinä on myös koukku lisäpainojen kuormausta varten. Jyränsimen kiinnitys tapahtuu kääntyvän kehän ja kääntölaitteen avulla. Siirtelyt tapahtuvat traktorin hydraulikan avulla. Tällaisen konstruktion avulla jyränsin saadaan kuljetusvaiheen ajaksi kulkulaitteiston yläpuolelle, mikä puolestaan takaa koneelle hyväksyttävän leveyden ja painon tasaisen jakaantumisen jyrälle.

Kone KLN-1,2 toimii täysin hydraulisesti. Koneen muuttaminen kuljetusasennosta työasentoon ja päinvastoin tapahtuu traktorin hydraulikalla. Jyränsimen hydraulinen käyttölaitejärjestelmä on täysin automatisoitu. Se käsittää nestesäilön, pieni-

Taulukko 1. Ojanperkaukseen tarkoitettujen jyrsinkoneiden teknilliset tiedot.

Tunnus	FLP-1,2	KLN-1,2
Ojien maksimikoko perkauksen jälkeen:		
syvyys, m	1,2	1,2
pintaleveys, m	3,0	3,0
Luiskan kaltavuus vähintään		
	0,75	0,75
Työtulos yhtämittaista työskentelytuntia		
kohti, m ³	60–100	50–75
Jyrsimen läpimitta	2,0	1,65
Jyrsimen pyörimisnopeus, m/s	16	17
Koneen työskentelynopeus, m/h	0,05–0,5	0,1–0,5
Koneen massa, t.	8,0 (ilman traktoria)	10,5
Keskimääräinen pintapaine MPa (kgs/cm ²)		
	0,03 (0,3)	0,04 (0,4)
Tarvittava kulku-uran leveys, cm		
	526	580
Mitat		
kuljetusasennossa:		
pituus, m	12 (traktori mukaanlukien)	8,4
leveys, m	4,5	2,25
korkeus	4,4	3,5
työasennossa:		
pituus, m	12	6,45
leveys, m	6,9	5,8
korkeus, m	2,0	2,56

Molempia koneita käyttää yksi henkilö.

momenttisen mäntämoottoripumpun, joka pyörii traktorin kardaanin ja hammasvaihteen avulla sekä toisen samanlaisen moottoripumpun, jota käytetään jyrsimen hammasvaihteeseen asennettuna hydro-moottorina. Hydraulisen järjestelmän suojaaminen ylikuormitukselta ja jyrsimen käynnistäminen on varustettu suojaavalla purkuventtiilillä. Jyrsimen toimintaa ohjataan traktorin hytistä.

Molemmilla koneilla käytännön olosuhteissa tehdyt kokeilut ovat osoittaneet, että koneiden työteho on riittävä — 200–250 metriä tunnissa. Koneisiin asennetun toimivan jyrsinosan erityispiirteenä on, että

jyrsimen maa sinkoutuu suhteellisen tasaiseksi kerrokseksi koneen kulkusuuntaan katsoen oikealle puolelle ojaa noin 10 metrin levyiselle kaistalle, joten ojamaiden tasointu on tarpeetonta. Jyrsimellä aikaansaatava luiskan kaltevuus on 0,75, mikä suhteellisen leveiden (pintaleveys yli 2 m) ojien kyseessä ollen jättää joko toisen tai molempien luiskien yläreunan koskemattomiksi. Molempien koneiden käyttö ja huolto on yksinkertaista.

Lopuksi todettakoon, että esitettyjä koneita voidaan käyttää myös maataloudessa avo-ojien perkauksiin.

THE USE OF FOREST DRAINAGE AREAS AND DRAIN NETWORKS IN THE FORESTRY OF THE SOVIET UNION. SUMMARY OF THE PAPERS BY THE SOVIET REPRESENTATIVES.

V. K. KONSTANTINOV

Research Laboratory director, in charge of the amelioration of peatland forests, of the Leningrad Forestry Research Institute

The topics presented at the symposium by the Soviet representatives comprised problems pertaining to forest management in drainage areas and the cleaning of ditch networks as well as questions dealing with the mutual relations between nature conservation and the ameliorative measures in forests. This selection of topics corresponds to the joint Finnish-Soviet research programme, which has been carried out since 1973.

V. G. Rubcov, in his paper »The use of drainage areas in forestry», points out that as the forest drainage area has now exceeded 5 million ha in the Soviet Union, it is vital that the drained peatland forests are treated appropriately. In the management of drainage areas Rubtsov emphasizes:

- total utilization of wood
- effective utilization of the fertility of drainage areas and the improvement of soil fertility, and
- preservation of areas in each forest region to provide recreation and by-products.

The author draws attention to the utilization of trees that would otherwise die. According to his investigations, mortality in pine stands was at its highest in 30–40-year-old drainage areas; the annual mortality being about 3.5 % on infertile sites and about 6 % on fertile sites.

Up till now, the productivity of peatland forests in drainage areas has been estimated using yield tables designed for mineral sites. This leads to large errors in the estimation of site quality, cubic volume and timber assortment and quality. The error is about 10 % when estimating cubic volume. Therefore standard tables for estimating the density

and cubic volume of pine stands in drainage areas have been drawn up on the basis of a large field material. The height of the tree stand has been approximately corrected by means of an empirical equation.

It is a frequently made observation that the site quality index often remains smaller in drainage areas than the increase in soil productivity would suggest. Therefore the site quality index should not be the prime object of consideration in forestry, instead one should pay attention to the changed growing conditions and regenerate old tree stands by thinnings.

It is necessary to emphasize the improvement of soil fertility, to guarantee a favourable development of forests by e.g. ditch cleaning and to expand by-production such as berry and mushroom picking and hay collecting.

K. K. Buš concludes in his paper »Fundamentals of forest management in the Latvian drainage areas of the U.S.S.R.» that the silvicultural achievements in the Latvian drainage areas have, to some extent, surpassed the scientific predictions. In drainage areas, 48.4 % of cases led to good, 38.8 % to average and 12.8 % to poor results. The achievements in drainage areas are closely dependent on the level of ecological research.

Research employing system analysis methods and mathematical models for investigating ecosystems shows that the increase in the productivity of stands leads to lower resistance and increases the vulnerability of stands. The probability for damages increases as tree stands grow older. Thus the probability in spruce stands on drained peatlands, that the density of tree

stands will drop below 0.7 is 0.1–0.15 at the age of 40, but 0.60 at the age of 60, which means that uncontrollable thinnings caused by wind, diseases and insects become a frequent phenomenon. Pine stands on drained peatlands are in this respect more resistant. One should, however, bear in mind that the productivity potential of spruce stands is one and a half times greater than that of pine stands on fertile soil.

The author thinks that because of the lower resistance of tree stands in drainage areas, maximum crops are unlikely even in plantations.

The most important measures should be based on an appropriate site classification, which has already been devised in Latvia. Choosing the main tree species and determining the desirable growing stock play an essential role in the growing and use of forests. The main tree species in Latvian drainage areas are pine and spruce, and the desirable growing stocks are pure pine and spruce stands. The production of forest drainage area is at its highest in the second generation tree stand after drainage. Their total yield, including thinnings and final cuttings, varies between 300 and 500 m³ per hectare depending on the conditions, while the yield of final cuttings ranges between 250 and 420 m³/ha.

The Latvian experiences show that the construction of a forest road and logging road network at the side of ditches concomitantly with drainage, is so far the only way of ensuring forest management and use of drainage areas in the future. Presently, 0.5 km of forest roads and 3 km of logging roads per hundred hectares are being built. Despite the roads, the possibilities for using forests greatly depend on weather conditions. It can be said that the machines are more easily manoeuvrable on undrained peatland in dry summers than on drained peatland in wet summers.

According to the lecture given by U. Valki and P. Kollisti, entitled «Some questions concerning forest drainage and forest management in drained areas in Estonia», 35 % of the total area of peatlands had been drained by 1979. About 30 % of all plantations are established on areas which have been subjected to soil tilling. The forests have been fertilized

since 1969. Studies have shown that the effect of fertilization on eutrophic peatlands is very small or non-existent if only a short period of time has elapsed since fertilization. After longer periods of time, the increase in stand growth on eutrophic and mesotrophic peatlands varies from 0–5 m³/ha, depending on the tree species, stand age and growing conditions. The largest growth increase was obtained when phosphorus and potassium were used. Maximum growth increment is reached 3–5 years after fertilization. The growth level subsequently decreased slightly and remained almost constant for the next 10 years. Fertilization of Scots pine stands on oligotrophic peatlands has given positive results, quite independent of the time which has elapsed since drainage.

I. V. Ionin and N. A. Popov state in «The reforestation of bogs in Karelia» that the present aim of forestry involves increasing the regeneration of forest resources and forests. One of the methods is to utilize bogs for growing forests.

The drainage of bogs is the first measure to be undertaken. In SouthKarelian conditions the goal is to maintain the post-drainage ground water table at a depth of 20–25 cm at the beginning of the growing season.

Natural regeneration on complex site types usually occurs without difficulty. In extensive peatland areas natural reforestation is often difficult for many reasons. In these cases artificial reforestation is used after drainage. The primary reforestation objects are eutrophic and mesotrophic bogs.

Reforestation is preceded by soil preparation. The method depends on the effectiveness of drainage. The most frequently used methods are ridges made by either reforestation ploughs or forest ditch ploughs. On poorly decomposed peat the ridges must be pressed down. Good results are achieved by using herbicides on well-drained raised and transitional bogs. The treatment is carried out a year before reforestation. Pine is suitable for all peatland types, whereas spruce is more demanding as regards its substrate. Siberian larch (*Larix sibirica*), Siberian stone pine (*Pinus cembra* L.) and masur birch seem well adjustable to Karelian conditions.

The tree stands on drainage areas are usually established by planting pine or spruce seedlings grown in the open air. Spruce is not sown as such plantations are not resistant enough against the competition of grasses and dwarf shrubs.

Drainage is vitally important for the mobilization of nutrients in peat. Fens and transitional bogs contain adequate nutrients to grow productive forests. The growth of tree stands on oligotrophic peatlands remains poor without fertilization. In practice, fertilizers are used sparingly in the Karelian drainage areas, but the local research institutes are seriously considering the matter.

The investigations show that pine on raised bogs primarily requires phosphorus, but the best growth increment is induced by NPK fertilization. An appropriate fertilization for the first 5–6 years after reforestation should contain 50 kg of nitrogen, 60 kg of phosphorus and 30 kg of potassium per hectare. To avoid detrimental effects, fertilization should not be performed until one year after reforestation. Liming is not necessary even on acid peatlands.

A. A. Knizen's paper «Special features of the timber assortment of pine stands in drainage areas» supplements the conclusions arrived at in the previous investigations. The author points out that the timber assortment of pine stands from drained areas differs from that from undrained peatland areas. Changes occur in stem form, distribution of stand diameter class, defectiveness, etc. after drainage. The author's investigations have formed the basis for the compilation of timber assortment and quality tables for pine stands in the Leningrad drainage areas. The post-drainage increase in heavy timber is caused by the increased total cubic volume, mean height and mean diameter. A comparison between drainage areas and mineral soils shows that pine stands in drainage areas produce 3–6 % less wood for industry but more firewood than on mineral soil, similarly 6–15 % less good saw timber but more pulpwood. The most frequently encountered defects in drainage areas are branchiness, dry topped trees and crooked stems.

«Improving the fertility of drained

peatland for forestry» by M. M. Elpatjevskij, L. A. Klimova, L. A. Smoljanickij and D. A. Černov deals with the management of peatland plantations taking into consideration the forestry classification devised by M. M. Jelpatjjevsky for the northwestern parts of the European Soviet Union, in which the peat soils have been divided into six groups: fens, fertile transitional bogs, oligotrophic transitional bogs, raised bogs in their primary stage, raised bogs in their intermediate stage and raised bogs in their terminal stage. Fens are suitable for agricultural use, while the two lastmentioned raised bogs are unprofitable even for forestry.

The fertilization experiments by M. M. Elpatjevskij and D. A. Černov, which dealt with the fertilization of raised bogs at afforestation, yielded the best results when nitrogen, phosphorus and potassium were applied in the ratio of 150:75:180 (as N, P₂O₅ and K₂O) and 100:50:120 respectively. Good results were obtained using phosphorus only, while the use of nitrogen and potassium, either separately or jointly, produced no response.

L. J. Smoljanickij and L. A. Klimova have developed a completely new chemobiological improvement method for oligotrophic peat soils. It is a combination of ordinary mineral fertilization and other effective measures improving fertility, such as speeding up the decomposition of organic matter, raising the total biological activity of soil, and using the nutrient resources of peat itself. Recommendations for the chemobiological improvement method or peat soils include the following procedures: chemical fertilization to advance the microbiological decomposition, enriching peat with microflora, not normally existing in nature, and raising the total biological activity of peat by means of protein yeasts.

«The effect of drainage of paludified silty soil on the growth of young spruce plantations» by M. I. Vomperskaja introduces results, from many years' field experiments, which describe the changes in water and nutrient conditions and the growth of young spruce plantations after the cutover areas of paludified silty soil have been drained in different ways. The results suggest that when draining paludified silty soils for spruce, the furrow spacing should

be 10–15 m or the small ditch spacing 20–30 m. Small ditches are preferable as they remain capable of functioning for a longer time.

«Pollution of river and waterways by forest drainage» by V. K. Konstantinov and L. I. Suhorukova contains data covering the ionic composition of undrained transitional and raised bogs, the ionic composition of the water flowing in drainage areas and the amount of solid particles flowing in the ditches in the Leningrad area. The ionic composition of the water in undrained peatlands closely depends on the source of water. The ionic composition of the water is similar in drainage areas at the time of ditching. The ionic composition, however, changes somewhat after drainage and post-drainage use caused by changes in ecosystems and processes that shape the soil properties. The smallest amount of nutrients is found in rivers, but the amounts increase in the water of the main ditches, collecting drains and feeder drains so that the last-mentioned contain the highest amount of nutrients.

The chemical properties of water on both drained and undrained peatlands are characterized by seasonal variation. Water contains the highest amount of nutrients in the autumn, and the smallest in the spring and summer. If, however, the quantity of runoff is taken into account, summer water contains the smallest amount of nutrients. The total amount of leached nutrients during a growing season was 66 kg/ha in a drained cutover area of silty soil with a thin peat layer (ditch depth 0.4–0.5 m, ditch spacing 10–50 m) and 99 kg/ha in a mature pine stand on a drained transitional bog (ditch depth 1.0–1.3 m, ditch spacing 100 m).

The results indicate that the leaching of nutrients in the water of drained areas do not pollute rivers and lakes. A real danger, according to several researchers, is the amount of solid particles leached from drainage areas with runoff as a result of soil erosion. However, there are practically no figures available about the amount of solid particles carried along the ditches. The investigations show that the amount of solid particles is at its highest during ditching. The amount declines after two to ten days to one half or a third of the original

amount and in six months it is only 10 % larger on silty soil with a thin peat layer and 15–20 % larger on transitional and raised bogs with thick peat layers than the amount leached from undrained peatland. The total amount of solid particles was 320 kg/ha in a mature pine stand of a transitional bog from April to August. By building inexpensive sedimentation basins or by employing other methods frequently used in Finland, the transport of a considerable amount of solid particles into waterways could be prevented.

V. K. Konstantinov, V. P. Neradov and A. N. Tšukitšev in «The mechanization of forest ditch cleaning in the Soviet Union» state that a great part of the Soviet drainage areas, 3.84 mill. ha, have been drained after 1950 using a simple, excavator turning through 360° provided with tracks. Over 80 % of drainage areas, which represent forests of different ages, belong to the site quality classes III–V. The total length of excavated ditches amounts to 240 000 km i.e. an average of 62.5 m of ditches per ha. The 1971 survey of ditch networks indicated that a great number of ditches (13.4 %) required thorough cleaning. The rest need only some cleaning and repair. The investigations suggest that the first thorough cleaning should be carried out within 10–20 years after the excavation depending on ditch types and willingness to invest. Moreover, in 2–4 years, after drainage, at the latest, sediment must be removed to restore the original dimensions of the ditches. According to preliminary calculations, the increment losses in tree stands during more than 20 years have been about 36 mill. m³. The increment loss was caused by ineffective drainage and by repaludification brought about by the reduced functioning capacity of ditches. This is the reason for the current attention on the mechanization of ditch cleaning. Supplementary drainage by excavating new ditches is often considered. In the past few years the Leningrad Forestry Research Institute has developed rotary ditchers designed for ditch cleaning. Their characteristic feature is that during operation they move along the ditch side. This method has been chosen because of the great top width of ditches, which prevents the ditcher from moving astride

the ditch. Another reason is that building forest roads at the side of ditches is necessary for forest management. The existence of roads along the side of ditches makes the mechanical cleaning of ditches possible.

Rotary ditchers attachable to T-100 B tractors as well as those provided with their own motors and placed on lighter crawler tractors have been developed. Their ditch cleaning capacity is 200–350 m per hour. The removed peat is 0.3–0.5 m³/m in one drive. Chopped peat is spread as an even layer over a 10-meter-wide area at the side of the ditch.

At present, the Soviet forestry organizations use single-bucket excavators and

forest ditch ploughs which can also be used for cleaning certain ditch types. The authors suggest that big ditches, the removed spoil of which is over 0.5 m³/m, should be cleaned with a single-bucket excavator, which moves along the side of the ditch. Medium sized ditches, with roads at their side, should be cleaned with the new rotary ditchers. Small and medium size ditches, without roads or driving tracks at their side, should be cleaned with a single-bucket excavator or a forest ditch plough. The machine types developed in Finland may also be suitable for the cleaning of ditches where the machine moves astride the ditch.

ЭКСПЛУАТАЦИЯ ОСУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ И ОСУШИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ В ЛЕСНОМ ХОЗЯЙСТВЕ СССР
ДОКЛАД КООРДИНАТОРА ПО ДОКЛАДАМ СОВЕТСКИХ СПЕЦИАЛИСТОВ

В. К. КОНСТАНТИНОВ

Ленинградский научно-исследовательский институт лесного хозяйства

Тематика докладов советских специалистов, представленных на симпозиум, охватывает вопросы ведения лесного хозяйства на осушенных землях и ремонта осушительных систем, а также вопросы охраны природы в связи с мелиоративными работами. Эта тематика отвечает программе совместных советско-финских исследований, которые проводятся с 1973 г.

В докладе В. Г. Рубцова (ЛенНИИЛХ) „Об эксплуатации осушенных площадей в лесном хозяйстве“ отмечено, что сейчас, когда площадь осушенных лесов в СССР превысила 5 млн. га, необходимо организовать в них правильное ведение хозяйства. Основными требованиями к ведению лесного хозяйства на осушенных землях В. Г. Рубцов считает: а) полная утилизация древесины, б) использование и улучшение эффективного плодородия осушенной почвы и в) сохранение каждым участком леса новых естественных условий, служащих источником рекреации и побочного пользования. Автор обращает внимание на необходимость использования той части запаса древесины, которая идет в отпад. По его исследованиям, интенсивность отпада в осушенных сосновых древостоях в возрасте до 40 лет достигает наибольшей величины в III-1у десятилетиях после мелиораций и составляет от 3,5 % в бедных до 6,1 % в богатых

условиях.

До настоящего времени осушенные леса таксируются по таблицам, разработанным для суходольных лесов. Это приводит к большим ошибкам в установлении класса бонитета, определении запаса древостоя, его товарной и сортиментной структуры. Например, запас определяется с ошибкой до 10 %. В связи с этим на основе большого экспериментального материала была составлена специальная стандартная таблица полнот и запасов осушенных сосновых древостоев, вычисленная с использованием их видовых высот.

Установлено, что повышение класса бонитета осушенного древостоя часто отстает от повышения класса бонитета лесорастительных условий на этом же участке. Поэтому при ведении хозяйства надо ориентироваться не на показатель класса бонитета древостоя, а на новые лесорастительные условия и как следствие этого стремиться путем рубки старых древостоев заменить их новыми молодыми насаждениями.

При эксплуатации осушительных систем надо поддерживать и улучшать плодородие почв, осуществлять благоустройство лесов и расширять побочное пользование (заготовку ягод, грибов, сена).

В докладе К. К. Буша (ЛатНИИЛХП) „Основы ведения хозяйства в осушенных лесах Латвийской

ССР“ сделан вывод о том, что лесоводственные результаты осушительных работ в Латвии несколько превысили научные прогнозы. Высокий эффект мелиорации достигнут на 48,4 %, средний — на 38,8 % и низкий — на 12,8 % осушенной площади. Успехи лесного хозяйства на осушенных землях во многом зависят от уровня „экологических“ исследований.

Применение методов системного анализа и математического моделирования для изучения биогеоценозов позволило установить, что повышение продуктивности древостоев приводит к понижению их устойчивости и к увеличению риска лесовыращивания. Например, с увеличением возраста древостоя увеличивается вероятность потерь. Так, в ельнике на осушенной торфяной почве вероятность снижения полноты менее 0,7 при возрасте древостоя 40 лет составляет 0,1—0,15, а при возрасте 60 лет возрастает до 0,60, то есть в последнем случае неконтролируемое изреживание древостоя ветром, болезнями и насекомыми становится обычным явлением. Осушенные сосняки в этом отношении более устойчивы. Но следует учитывать, что в богатых лесорастительных условиях производительность ельников в 1,5 раза превышает производительность сосняков.

Автор считает, что наблюдаемое снижение стабильности осушаемых древостоев усложняет задачу выращивания максимально продуктивных насаждений, маловероятную даже в условиях лесов плантационного типа.

В основу проведения всех важнейших хозяйственных мероприятий в осушенных лесах должна быть положена классификация типов леса. Такая классификация в Латвии разработана. Решающую роль в процессе выращивания и использования леса играет выбор главных древесных пород и установление параметров целевых древостоев. В осушенных лесах Латвии главными породами являются сосна и ель, а целевыми древостоями — чистые по составу сос-

няки и ельники. Наиболее полное представление о продуктивности осушенных лесов дает второе поколение, возникшее после мелиорации. Общий запас их, включая главное и промежуточное пользование достигает в зависимости от условий 300—550 м³ га, в том числе от главного пользования 250—420 м³ га.

Опыт Латвии говорит о том, что устройство сети лесных дорог и проездов вдоль осушителей в комплексе с гидротехническими работами является пока единственным приемлемым способом обеспечения эксплуатации осушенных лесов. Сейчас на 100 га строится 0,5 км дорог и 3 км проездов. Несмотря на это эксплуатация осушенных лесов во многом зависит от метеорологических условий. Можно сказать, что в сухое лето неосушенные леса легче доступны для техники, чем осушенные леса в сырое лето.

В докладе У. Валка и П. Коллиста (ЭстНИИЛХОП) „Некоторые вопросы осушения лесных земель и ведения хозяйства в осушенных болотных лесах Эстонской ССР“ констатируется, что до 1979 г. в Эстонии осушено 35 % земель. Примерно 30 % всех лесных культур закладывается на объектах мелиорации. С 1967 г. проводятся работы по удобрению лесов. Исследования показали, что на евтрофных торфяных почвах эффект от удобрения очень мал или отсутствует, если период осушения был небольшим. При большом периоде осушения на евтрофных и мезотрофных болотах дополнительный текущий прирост древесины в зависимости от породы, возраста леса, лесорастительных условий составил 5 м³/га. Наибольший эффект получен от применения фосфора и калия. Максимальный прирост после осушения отмечен через 3—5 лет. Затем он снижается и остается примерно одинаковым на протяжении последующих 10 лет. В сосняках на олиготрофных болотах удобрение эффективно при различной давности осушения.

В докладе И. В. Ионина и Н. А. Попова „Лесокультурное освоение открытых болот в Карелии“ констатируется, что актуальной задачей лесного хозяйства является увеличение воспроизводства лесных ресурсов. Одним из путей решения этой задачи является освоение открытых болот для целей лесовыращивания.

Лесохозяйственное освоение открытых болот начинается с их осушения. Целей в условиях южной Карелии является понизить уровень грунтовых вод к началу вегетационного периода до 20—25 см. На части открытых болот естественное возобновление леса происходит легко. На обширных болотных массивах естественное возобновление затрудняется рядом причин. Такие болота подлежат искусственному облесению. Первоочередному лесохозяйственному освоению подлежат низинные и переходные болота.

Лесокультурное освоение начинается с подготовки почвы. Выбор способа подготовки почвы зависит главным образом от эффективности действия осушительной сети. Основным способом является устройство искусственных микроповышений путем нарезки пластов плугами или канавокопателями. Пласты, сложенные слабо разложившимся торфом, подлежат обязательному уплотнению. На хорошо осушенных верховых или бедных переходных болотах применение гербицидов дает хорошие результаты. Обработка растительности производится летом предшествующего закладке культур года.

Целесообразно выращивать на осушенных территориях ценные в хозяйственном отношении хвойные породы. Универсальной породой, пригодной для выращивания на всех болотах, является сосна. Ель более требовательна к условиям произрастания. Перспективными породами для облесения осушенных болот являются в условиях Карелии лиственница сибирская, кедр сибирский и береза карельская.

Культуры на осушенных торфяных

почвах закладываются, как правило, посадкой, в качестве посадочного материала при создании культур сосны и ели используются главным образом двухлетние сеянцы, выращенные в открытом грунте. Посев леса на торфяных почвах не практикуется, поскольку созданные этим методом культуры не обладают должной устойчивостью на пример к заглушающему влиянию травяно-кустарничковой растительности.

Осушение является необходимым условием для реализации элементов питания, содержащихся в почве. Торфяные почвы низинных и переходных болот обладают достаточными запасами питательных веществ для выращивания высокопродуктивных насаждений. На бедных почвах лес растет плохо без внесения удобрений. Производственные масштабы применения минеральных удобрений на лесосушенных территориях Карелии пока невелики, но серьезное внимание и уделяется на соответствующие вопросы научно-исследовательскими институтами республики.

Исследованиями выявлено, что сосна на верховых болотах нуждается в первую очередь в фосфоре, но наиболее заметное стимулирующее влияние на её рост оказывает полное минеральное удобрение. Умеренные дозы удобрений на первые 5—6 лет после создания культуры: азота — 50, фосфора — 60 и калия — 30 кг. на 1 га. Во избежание нежелательных последствий в культуре внесение удобрений следует вносить только на второй год после закладки культуры. Известкование необязательно даже в случае кислых торфяных почв.

Доклад А. А. Книзе (ЛенНИИЛХ) «Особенности товарной структуры осушенных сосняков» дополняет выводы, изложенные в предыдущих докладах. Автор показал, что товарная структура осушенных сосняков отличается от неосушенных. После осушения изменяются сбег ствола, ряды распределения деревьев по ступеням толщины, основные пороки древесины и другие показатели. Его

исследования использованы при составлении сортиментных и товарных таблиц осушенных сосновых древостоев Ленинградской области. После мелиорации повышается выход более крупномерной древесины за счет большего увеличения общего запаса, средних высоты и диаметра древостоя. По сравнению с суходольными сосняками снижается выход деловой древесины (на 3—6 %) и, соответственно, увеличивается выход дров, уменьшается процент крупной деловой древесины (на 6—15 %) и увеличивается выход средней и мелкой древесины. После мелиорации наиболее часто встречающимися пороками древесины являются сучья, сухобокость и кривизна ствола.

Доклад М. М. Елпатьевского, Л. А. Климовой, Л. Я. Смоляницкого, Д. А. Чернова (ЛенНИИЛХ) «Повышение плодородия осушаемых торфяных почв при лесохозяйственном освоении болот» рассматривает вопросы выращивания леса на болотах путем создания лесных культур с учетом лесохозяйственной классификацией болот, разработанной М. М. Елпатьевским для Северо-Запада Европейской части СССР. Все болота разделены на 6 категорий: низинные, богатые переходные, бедные переходные, верховые начальной стадии развития, верховые зрелой стадии развития и верховые заключительной стадии развития. Низинные болота целесообразно использовать в сельскохозяйственных целях, а на верховых болотах зрелой и заключительной стадий выращивание леса экономически невыгодно.

Опыты М. М. Елпатьевского и Д. А. Чернова по удобрению лесных культур на верховых болотах показали лучшие результаты при использовании азота, фосфора и калия в соотношении (по действующему началу) 150:75:180, а также 100:50:120. Хорошие результаты получены при внесении одного фосфора. Внесение азота, калия отдельно и в сочетании друг с другом оказалось неэффективной разрабатывается принципиально новым.

Л. Я. Смоляницким и Л. А. Климовой — химико-биологический метод мелиорации бедных торфяных почв. При этом методе внесение обычных минеральных удобрений сочетается с другими приемами повышения эффективного плодородия торфяных почв. В их числе можно назвать стимулирование разложения органического вещества, повышение общей биологической активности почвы, использование питательных веществ торфа. Рекомендации по химико-биологической мелиорации торфяных почв включают: химическую подкормку торфа к микробиологическому разложению, обогащение торфа микрофлорой, отсутствующей в естественных условиях, повышение общей биологической активности торфа путем добавки беоковых кормовых дрожжей.

В докладе М. И. Волперской (Лаборатория лесоведения АН СССР) «Влияние осушения заболоченных суглинистых почв бороздами и мелкими каналами на рост культур ели» приводятся результаты многолетних стационарных исследований об изменении водного режима, режима питания почв и рост культур ели при разном поверхностном осушении заболоченных суглинистых почв вырубкой. Результаты исследований позволяют считать, что при осушении заболоченных земель с суглинистыми почвами в целях создания культур ели расстояния между бороздами или неглубокими каналами соответственно должны равными 10—15 м или 20—30 м. Применение неглубоких каналов предпочтительнее, так как они более долговечны.

Доклад В. К. Константинова и Л. И. Сухоруковой (ЛенНИИЛХ) «Влияние осушения лесных земель на загрязнение рек и водоемов» содержит материалы исследований ионного состава вод переходных и верховых болот, ионного состава дренажных вод с объектов осушения лесных земель и данные по твердому стоку по осушительным каналам в Ленинградской области. Ионный состав бо-

лотных вод генетически связан с типом водного питания болот. То же можно сказать и об ионном составе дренажных вод в момент строительства осушительных каналов. Под влиянием осушения и культурного освоения осушенных земель он несколько изменяется, что связано с изменением биогеоценозов и почвообразовательных процессов. В системе «осушитель—собирающий—магистраль—река» наиболее минерализованы воды осушителей и наименее — в реке.

Химическим показателям качественного состава дренажных вод, так же как и болотным водам, свойственна сезонная динамика. Более минерализованы осенние воды и менее — весенние и летние воды. Однако менее всего с учетом объема стока выносятся химических элементов дренажными водами в летний период. Суммарный вынос химических элементов составил за теплый период 66 кг с 1 га осушенной вырубки с торфянистой песчаной почвой (каналы глубиной 0,4—0,5 м проложены через 10—50 м друг от друга) и 99 кг с 1 га в спелом сосняке на переходном болоте (каналы глубиной 1—1,3 м проложены через 100 м). Можно сделать вывод, что вынос химических элементов дренажными водами в реки и озера не представляет опасности для их загрязнения.

По мнению ряда ученых существенную опасность в этом смысле представляет твердых стоков из осушительных систем, состоящий в основном из продуктов эрозии почвы. Однако цифровых данных о величине твердого стока по каналам на лесных землях практически нет. Исследования показали, что наибольший объем твердого стока наблюдается в момент строительства канала. На второй — десятый день он существенно (в 2—3 раза) уменьшается и через 6 месяцев не превышает 10 % от первоначальной величины для водосборов с торфянистыми суглинистыми почвами и 15—20 % — на землях с торфяными

почвами верховых и переходных болот. Общий объем твердого стока в спелом сосняке на переходном болоте за апрель—август составил 320 кг на 1 га. Путем устройства недорогих отстойников-илоуловителей или других мер, применяемых в частности в Финляндии, можно перехватить значительную часть твердого стока и перевести его в осадок.

В докладе В. К. Константинова, В. П. Нерадова и А. Н. Чукичева (ЛенНИИЛХ) «Механизация ремонта осушительных каналов на лесных землях в СССР» указано, что большая часть существующих осушительных систем в СССР была построена после 1950 г. на площади 3,84 млн. га. с применением одноковшовых полноповоротных гусеничных экскаваторов. Более чем на 80 % осушенные земли представлены лесами III—V а классов бонитета различного возраста. Протяженность экскаваторных каналов на указанной площади достигает 240 тыс. км, что составляет 62,5 м на 1 га. Инвентаризация осушительных систем 1971 г. показала, что многие каналы (13,4 %) требовали капитального ремонта. Остальная часть нуждается в уходе и текущем ремонте. Исследования показывают, что с учетом категории канала и интенсивности хозяйства первый капитальный ремонт в среднем следует назначать через 10—20 лет. Кроме того не позднее чем через 2—4 года после строительства канала необходима прочистка его от наносов и заиления до проектных размеров. По предварительным расчетам за прошедшие 20 с лишним лет потери в приросте древесины за счет вторичного заболачивания части осушенных земель и недостаточной степени осушения, которая была заложена при составлении проектов, составили около 36 млн. м³.

В связи с этим сейчас большое внимание уделяется вопросу механизации работ по ремонту осушительных каналов. Обсуждается целесообразность дополнения осушительной сети путем прокладки новых каналов. На протяжении нескольких лет Лен-

НИИЛХ работает над созданием специальных фрезерных машин для ремонта лесных каналов. Отличительной особенностью этих машин является то, что они имеют фрезерный рабочий орган и передвигаются сбоку от канала. Такая технология работы выбрана из-за большой ширины каналов по верху, что не позволяет машине двигаться при ремонте над каналом, а также целесообразностью иметь вдоль части каналов лесные дороги, которые необходимы для проведения лесохозяйственных мероприятий. Наличие дороги вдоль канала облегчает проведение ремонта с применением машин.

Созданы прицепная к трактору Т-100 Б и навесная на более легком гусеничном тракторе машины для ремонта каналов. Их производительность достигает 200—250 м отремонтированного канала в час. При ремонте с 1 м канала за один проход удаляется в среднем 0,3—0,5 м³ грунта, который разбрасывается ровным слоем на расстояние до 10 м от канала.

В настоящее время в лесном хозяйстве страны имеются одноковшовые экскаваторы и плужные каналокопатели, которыми тоже можно отремонтировать часть каналов. Авторы доклада предлагают ремонтировать крупные каналы (объем земляной выемки с 1 м канала более 0,5 м³) одноковшовыми экскаваторами, оборудованными специальными ковшами для поперечного черпания. Экскаватор передвигается сбоку от канала. Средние каналы с наличием дороги или эксплуатационного канала должны ремонтироваться новыми фрезерными машинами. Мелкие и средние каналы без дорог и эксплуатационных проездов лучше всего ремонтировать одноковшовыми экскаваторами и плужными каналокопателями. На ремонте этой категории каналов могут найти применение машины, разработанные в Финляндии. Машина в данном случае передвигается над каналом.

TOIMENPITEISTÄ VANHOILLA OJITUSALUEILLA

O. AALTO ja E. MANNER

Enso-Gutzeit Oy ja Tehdaspuu Oy

Toimenpiteet vanhoilla ojitusalueilla kohdistuvat alueen ojastoon ja puustoon. Mitä runsaampaa ja kasvuisempaa on puusto, sitä vähäisempiä ovat yleensä ojastoon kohdistuvat toimenpiteet ja päinvastoin.

Puustoon kohdistuvista toimenpiteistä. Ojitusalueiden vanhetessa ja puuston kehityksessä vähitellen kangasmaan puustoa vastaavaksi samaistuvat puustoon kohdistuvat toimenpiteetkin kankaiden vastaaviin. Uudistamisessa voidaan kuitenkin ojitetuilla turvemaidella käyttää enemmän hyväksi luontaista uudistumista kuin kankailla.

Ojastojen kunnostus on mahdollisuuksien mukaan liitettävä alueen hakkuisiin. Tällöin voidaan vanhojen ojien varresta sekä mahdollisilta täydennysojalinjoilta poistettava puusto korjata muun hakkuun yhteydessä. Vanhojen ojien varresta kannattaa perkausta haittaava puusto yleensä aina hakata muun hakkuun yhteydessä, vaikka perkausten toteuttamisesta ei olisikaan varmuutta. Sitäpaitsi ojien perkaustarpeen pystyy lopullisesti päättämään vasta puutavaran korjuun ja uudistusalojen muokkauksen jälkeen.

Ojastoon kohdistuvista toimenpiteistä. Ojastoon kohdistuvien toimenpiteiden tarkoituksena on kuivatuksen tehostaminen. Syyt ojien huonoon tai vähentyneeseen kuivatus-tehoon ovat moninaiset. Kuivatustehoa pyritään yleensä lisäämään perkaamalla vanhoja ojia ja kaivamalla alueelle tarpeelliseksi katsottuja lisäojia. Seuraavassa pyritään kiinnittämään huomiota eräisiin käytännössä ojastojen kunnostuksessa esille tulleisiin seikkoihin.

Uudisojituksen suunnittelu aloitetaan luonnonpuroista, viemäreistä ja laskuojista aina yläjuoksuun edeten. Näin on ehdottomasti meneteltävä myös ojastojen kunnostuksessa. Jos laskuojat tai jopa vain niiden

kynnyskohdat perataan, on ojitusalueen varsinaisten kuivatusojien perkaustarve monessa tapauksessa kyseenalainen. Samoin voi oikeaan aikaan suoritettu rikkoutuneen tierummun korjaus, ojan tukkuna olevan tilapäissillan poistaminen yms. toimenpide usein siirtää totaalista ojastojen perkausta myöhempään ajankohtaan.

Ojastojen huono kuivatusteho voi johtua ojien väärästä suuntauksesta. Ojituksen johdosta tapahtunut suonpinnan painuminen on myös voinut muuttaa laskusuhteita. Epäilyttävissä tapauksissa on suon vaakitseminen välttämätöntä. Yleensä tällaisissa tapauksissa luotetaan liikaa vanhaan ojien aseteluun.

Ojastojen kuivatustehon parantamiseksi suositellaan usein vanhojen ojien perkausten sijasta yksinomaan lisäojien kaivamista sarkojen keskelle. Mikäli vanhat ojat on suunnattu likimain oikein, on tähän ns. sarkojen halkomiseen ryhdyttävä kuitenkin erittäin harkiten. Tavallisesti joudutaan vielä vanhatkin ojat kuivatuksen tehostamiseksi perkaamaan. Käytännössä riittää useimmiten vanhojen kuivatusojien ja nimenomaan laskuojien perkaus. Selvästi ylileveillä ja vaillinaisesti kuivaneilla soilla on sarat halottava. Yleensä liioitellaan vanhojen ojien perkausten yhteydessä tapahtuvia usein erittäin vähäisiä puustovaurioita.

Tärkeintä on, että nuorilla n. 10–20 v. sitten ojitetuilla ja vähäpuustoisilla ojitusalueilla ojat ovat kunnossa. Vaikka ojatot jo tässä vaiheessa jouduttaisiinkin perkaamaan ja työ suoritetaan huolellisesti, on hyvin todennäköistä, että ojatot pysyvät tyydyttävässä kunnossa aina metsikön uudistamiseen saakka.

Ojien perkausten koneellistamisesta. Käytännössä on osoittautunut, että ojastojen perkauksessa on useimmiten perimmäisenä

ratkaisuna suonpinnan painumisen johdosta syntyneiden kynnysten poistaminen. Näiden kynnyskohtien syventäminen on mahdollista ainoastaan kauhakaivutekniikalla, jonka tulee siis olla perkaustekniikan perusmenetelmä. Auras- ja jyrstekniikkaa voidaan käyttää melkein yksinomaan vain puhtailla, kivettömällä ja vähäliekoisilla turvemaidella. Kuvioden tulisi lisäksi olla laaja-alaisia, jolloin ojien risteyksiä on vähän ja niska-ojien suhteellinen osuus pieni. Valitsemalla kohteet voidaan auraperkausta käyttää kauriperkauksen apumenetelmänä.

Vanhojen ojien koneellisessa perkauksessa ei voida välttyä koskemasta ojaluiskiini. Kuitenkin on suositeltavaa käyttää perkauksessa kapeampaa kauhaa kuin uudisojituksessa.

Korjuunäkökohdista. Turvemaidelta on puutavaran lähikuljetus suoritettava talvella. Ajon päätyttyä on tilapäissillat korjattava viimeisen kuorman mukana.

Vanhoja ojia ei saisi käyttää ajourina.

Ajouran paikka on saran keskellä. Myös sarkojen halkomisen tapahtuessa oikea ajouran paikka on keskellä uutta sarkaa, mikäli korjuu ei kohdistu pelkästään uudelta ojalinjalta hakattaviin puihin.

Kantavuudeltaan parhaat autotiet ovat kankailla. Puutavaran juonto ojitusalueilta tulisi tapahtua siten, että kuorman täytyessä oltaisiin mahdollisimman lähellä kovaa maata eikä paksuturpeisella ja syväojaisella suon keskikohdalla. Puuston korjuuta silmälläpitäen on nimenomaan ojien perkauksessa kiinnitettävä huomiota ajomahdollisuuksien parantamiseen jättämällä perkaamatta kuivatuksen kannalta tarpeettomia n. 10–20 m pituisia kohtia sarkaojien yläpäässä sekä niska- ja mahdollisesti muissakin ojissa.

Pengerteiden tarve ja niiden rakentamismahdollisuus on harkittava viimeistään ojastojen kunnostuksen yhteydessä. Ajoluiskien käyttö tulee varsin harvoin kysymykseen.

MATTI NISKANEN

Keskusmetsälautakunta Tapio

KUNNOSTUSOJITUKSEN TARKOITUS JA TARVE

Metsäojien hoidolla ja kunnostuksella pyritään säilyttämään ojitetulla alueella ns. tyydyttävä kuivatusteho. Uudisojituksella kerran muutettu kasvualustan vesitalous on pidettävä jatkuvasti puunkasvatukseen sopivana. Vanhoilla ojitusalueilla sekä ojat että kasvava puusto vaikuttavat lähes tasaväkisesti vesitalouden tilaan. Vähäpuustoisten tai paljaaksi hakattujen ojitusalueiden vesitalous riippuu ratkaisevasti ojista eli niiden kautta tapahtuvasta valunnasta.

Vanhimmat metsäojaverkostot vaativat lähes poikkeuksetta täydennyksen, johon tavallisesti liittyy laskuojien ja osittain myös niskaojien kunnostus. Tämäntapaista kunnostusojituksen tarvetta löydettiin valtakunnan metsien VI inventoinnissa peräti 720 000 ha, pelkkää ojanperkausta vain 84 000 ha. Metsäojitusten kunnostus on siis nyt täydennysvoittoista, mutta muuttuu tulevaisuudessa perkausvoittoiseksi.

1910-luvulla aloitettu metsäojituksemme

OJANPERKAUS KONETYÖNÄ

Ensimmäisen peruskunnostuksen metsäojitus vaatii yleensä vasta 15–20 vuoden kuluttua uudisojituksesta. Ojitusten ikäntyessä peruskunnostusten väli pitenee edellyttäen, että oja ei tukita puunkorjuussa tai muuten. Jos metsäojia hoidetaan säännöllisesti pitämällä ojanpohjat kevyin siivouksin jatkuvasti puhtaina, isoja ojaremontteja voi tulla vain päatehakkuuvaiheessa.

Metsäojien perkauskoneita kehitettäessä tulee muistaa millaista työtä koneellistetaan. Oikeaoppinen perkaus kohdistuu vain ojan pohjaan ja massoja liikutellaan vähän, keskimäärin vain 0,25 m³/m. Perkauskoneelta

on ikärakenteeltaan varsin nuorta. Valtaosa 5 miljoonaan hehtaariin nousevasta ojitusalasta on näet 1960- ja 1970-lukujen metsänparannustoiminnan tulosta. Teoreettisten laskelmien mukaan metsäojia pitäisi nyt perata vuosittain n. 20 000 km. Metsätilaston mukaan ojanperkausta on 1970-luvulla tehty vain 3 000–4 000 km vuodessa. Tämän mukaan metsäojien kunnostuksessa olisi jo syntynyt suuria työrästejä.

Tähänastisissa teoreettisissa ojanperkauksen tarpeen arvioinnissa lienee kuitenkin hätävarjelen liioittelua. Edellyttäen, että täydennysojitukset hoidetaan viivyttämättä, kiireellinen metsäojien perkaustarve lienee tällä hetkellä n. 10 000 km/vuosi. Osa ojanperkauksen työrästeistä johtuu työn puutteellisesta koneellistamisesta. Yksityismetsissä kunnostusojitus on lähinnä hallinnollinen ongelma ja kiinni työn rahoituksesta.

vaaditaan silloin suurta työnopeutta ja kykyä liikkua joutuisasti vanhan ojan päällä. Lisäksi menestyvän ojanperkauskoneen tulee pystyä työskentelemään sekä turve- että kivennäismaassa ja perkaamaan kaikenkokoisia oja.

Metsäojitusten kunnostuksesta ei siis selvitä pelkällä ojanperkauksella. Vanhoilla ojitusalueilla tarvitaan usein ojaverkoston täydentämistä, joskus niinkin suuri ojaremontti, että se muistuttaa uudisojitusta. Ojitusalueilla pitäisi parantaa myös tieyhteyksiä, mielellään samalla kalustolla, jolla ojitustakin parannetaan.

Metsäoja-aurat

Aurausmenetelmää, jolla koneellinen metsäojitus aloitettiin 1950-luvun puolivälissä soveltuu myös ojanperkaukseen. Ensimmäinen yritys tällä linjalla tehtiin jo 1950-luvun lopulla, kun Pellonraivaus Oy:n toimesta rakennettiin ojanperkausaura. Sen käyttö rajoittui kuitenkin vain kokeiluihin ja laite unohtui, mutta auraan asennettu leikkuri-pyörä esiintyy eräissä myöhemmissä perkauskoneratkaisuissa.

Perusominaisuuksiltaan aura on sopiva ojanperkausväline, rakenteeltaan yksinkertainen ja kestävä. Aurausmenetelmän etuihin kuuluu myös hyvä työnopeus ja alhaiset käyttökustannukset. Mutta varjopuoliakin on. Eniten aurasta rajoittaa metsäojien perkaustyössä menetelmän yksipuolisuus ja apumenetelmien tarve. Kunnostusojituksessa joudutaan usein parantamaan ojien vedenjohtokykyä ja laskua. Siihen auran työtarkkuus ei riitä. Aurauksessa kosketaan myös rajusti ojien luiskiin, josta aiheutuu turhaa työtä ja lietehaittoja sekä ojitusalueella että sen ulkopuolella. Lisäksi aurauksessa syntyy melkoisia puustovahinkoja, josta menetelmä on kärsinyt jo uudisojituksessa.

Tähänastisten kokemusten mukaan auroista tuskin saadaan käytännössä laajalti hyväksytyjä metsäojien perkausvälineitä. Aurauksen ideaa voidaan kuitenkin ympätä muihin ojanperkauksen koneellistamisratkaisuihin.

Ojanjyrsimet

Metsäojien perkauksessa kokeillut ojanjyrsimet ovat yleensä olleet ojan pituus- tai poikkisuunnassa pyöriviä kiekkojyrsimiä. Parhaiten metsäojituksen perkauskoneina kestävät jyrsinlaitteet, joiden edellä poistettavat massat irroitetaan höyläämällä tai leikkaamalla. Jyrsinlaitteisiin voidaan lukea myös moottorikauhat ja ojanperkaushöylät.

Ojanperkausjyrsimet menestyvät parhaiten vähäpuuisilla turvemaidilla. Toistaiseksi ei ole onnistuttu kehittämään jyrsinlaitteita, jotka sietäisivät kivennäismaata ja kiviä.

Perattavan ojan kokoon nähden jyrsimillä on samoja rajoituksia kuin auroillakin. Vain kuivatusojat sopivat niiden perkauskohteiksi.

Käyttökoneen tehon suhteen kaikki ojanjyrsimet ovat vaativia. Näin etenkin silloin kun laitteen voimansiirrossa käytetään hydraulikkaa. Hyvää työtehoa ja maastokelpoisuutta ajatellen jyrsinyksikön peruskoneessa tarvitaan moottorintehoa vähintään 100 hv (SAE). Jyrsintyössä joudutaan etenemään hitailla nopeuksilla, jota varten tarvitaan ryömintävaihde tai portaaton ajonopeuden säätömahdollisuus.

Edullisissa olosuhteissa, vähäpuuisessa turvemaassa ja pitkillä ojalinjoilla, perkaustuotos saattaa jyrsimissä olla 1 000–1 500 m/h. Käytännössä tuotos jää kivien ja kivennäismaan aiheuttamista työkatkoista tai kaluston rikkoontumisesta johtuen huomattavasti pienemmäksi.

Ojanperkaushöyläsi voi nimittää traktorin nostolaitteisiin kiinnitettyä lisälaitetta, jolla poistettavat massat irroitetaan ensin ja siirretään sitten joko hihnakuuljettimella tai heittosiivillä sivulle. Tällaisessa maahöylässä on vahvasti aurankin ominaisuuksia.

Moottorikauha on pyörivillä heittosiivillä tyhjennettävä jakauha, joka kiinnitetään hydrauliseen kaivulaitteeseen. Kauhaa voi käyttää tavanomaisiin kaivutehtäviin, mutta lähinnä se on tarkoitettu jatkuvatoimiseen työskentelyyn ojanjyrsimen tapaan. Kauhan heittosiipiä pyöritetään joko peruskoneen tai apumoottorin voimalla.

Kevyet ojanperkauslaitteet

Yritykset käsityökaluksi sopivan koneellisen perkausvälineen löytämiseksi eivät ole tuottaneet kunnan tulosta. Raivaussahaan kiinnitettyllä ojanperkauskiekolla eli harjalla voidaan siivota kevyesti ojanpohjaa. Samalla käyttäjän rasituksella ja huomattavasti siistimmin sellainen työ voidaan suorittaa turvekourallakin, jota myös pirunkouraksi kutsutaan.

Yksitelaisella moottorikelkalla voi ajaa metsäojassa ja syventää sitä jyräämällä. Menetelmä soveltuu vain erittäin helppoihin olosuhteisiin eikä täyttäne työturvallisuus-

den vaatimuksia. Samaa on sanottava myös ruohonleikkauskonetta tai kottikärryjä muistuttavasta pienen moottorin pyörittämästä ojanperkauskoneesta. Pirunkoura on niin verraton ojanperkauskone, että sitä ei hevin voiteta muutaman kilovatin laitteilla.

Yhdistelmäkoneet

Asennettaessa maastokelpoiseen peruskoneeseen sekä jyrsin- että kaivulaite syntyy yhdistelmäkone, jota voisi kutsua myös kaksitoimikoneeksi. Ojanperkausta ajatellen tällaisissa yksiköissä jyrsin on päätyöväline, kaivulaite vain apuväline, jota käy-

tellään kovissa paikoissa ja erikoistehtäviin. Mainitunlaisia yksiköitä on Suomessa rakennettu kolmen yrittäjän toimesta.

Yhdistelmäkoneet, joiden päätyövälineenä on jyrsinlaite, kokevat metsäojitustöissä samoja vaikeuksia kuin ojanjyrsimet yleensä. Tähän mennessä ojanperkauskoneiksi tarkoitetut yhdistelmäkoneet ovat olleet melko järeitä, metsäojille kenties liiankin järeitä. Yksiköt joutuvat käyttelemään melko paljon kaivulaitetta, jolloin keskimääräinen perkaustuotos putoaa kannattavuuden rajamaille. Kokeilua näillä koneityypeillä kannattaa kuitenkin jatkaa keventämällä yksiköitä ja tasapainottamalla työlaitteita.

LUPAAVIMMAT TULOKSET KAIVURILINJALLA

Metsäojituskaivurit, joilla valtaosa uusista metsäojista nykyisin tehdään kelpaavat sellaisenaan kaikkiin kunnostusojituksen koneisiin. Tavanomaisissa metsäojitusvarusteissa kaivuri on kuitenkin liian hidas ojanperkauskone. Kun metsäojakauha vaihdetaan kapeaan ja pitkään perkauskauhaan, kaivurin suoritteet parantuvat oleellisesti ojanperkauksessa.

Kapea, pitkänomainen ja tasapohjainen perkauskauha soveltuu hyvin ojanperkauksessa käytettävään höyläyskaivun tekniikkaan. Sellaisessa konekaivussa on aurauksenkin piirteitä, koska kauha täytetään enimmäkseen ajamalla ja jatkuvasti liikuen. Portaaton nopeuden säätö, suuri raideleveys, vetokykyinen telarakenne, nokkapyörä sekä kaivulaitteen vakaaja jouduttavat höyläyskaivua.

Kehittämällä metsäojituksen nykyistä pääkonetta ojanperkauskoneen suuntaan päästään luontevasti nykyiseen ojitustoimintaan soveltuvaan koneellistamisratkaisuun. Yksikkö, jolla selvittää tyydyttävästi kaikista uudis- ja kunnostusojituksen koneista sekä niihin liittyvistä tienrakennus-

ja maanmuokkaustöistä, on varsin elin-kelpoinen.

Ojanperkauskoneeksi kehitetyssä uudessa metsäojituskaivurissa on hydraulinen voimansiirto sekä liikkumis- että kaivupuolella. Päältä katsoen se näyttää kaivurilta, mutta muistuttaa tekotavaltaan ja ominaisuuksiltaan hydraulista kaivukonetta.

Kevyimmät hydrauliset kaivukoneetkin soveltuivat erikoiskauhalla varustettuina metsäojien perkaukseen, jos niiden liikkumiskykyä ja taloudellisuutta voitaisiin parantaa. Varsinaisissa kaivukoneissa yleistä pyörivää kaivulaitetta, joka suuresti lisää yksikön kustannuksia ja painoa, tarvitaan harvoin metsäojien kunnostustöissä.

Rohkaisevista alkutuloksista huolimatta metsäojituksen uusi kaivurilinja ei ole vielä valmis. Tähänastisen kehittelyn tuloksena kaivurin ojanperkauskokykyä on kuitenkin voitu parantaa tuntuvasti. Kun perkaustuotos tavanomaisella kaivuriyksiköllä on 100–150 m/h, uudella kaivurityypillä päästään jo 200–300 m:n perkaustuotokseen tunnissa. Moottorikauhalla voitaisiin kaivurin ojanperkauskokykyä vieläkin parantaa.

OJITUSALUEILLAKIN TARVITAAN TEITÄ

ALLAN ANTOLA

Keskusmetsälautakunta Tapio

Valtakunnan metsien inventoinnit ja suoritettut tutkimukset ovat osoittaneet, että ojitusalueiden hoidossa on parantamisen varaa. Välttämättömiä metsänhoito- ja perusparannustöitä on jäänyt toteuttamatta, ennen kaikkea ei ole huolehdittu riittävästi ojitusmetsien kasvatus- ja uudistushakkuista. Tämän suuntaiseen kehitykseen on myötävaikuttanut ratkaisevasti ojitusalueiden vaikeat kulkusuhteet. Tienrakennus on suuntautunut melkein yksinomaan runsaspuustoihin kangasmetsiin, ja vähäpuustoiset ojitusalueet ovat jääneet tämän toiminnan ulkopuolelle. Vasta viime vuosina, kun ojitusalueiden kunnostukseen on alettu kiinnit-

tää entistä enemmän huomiota, on havaittu näkemään myös näiden alueiden tietarve.

Ojitusalueet ovat keskimäärin niin vähäpuustoisia, että teitä tarvitaan etupäässä perusparannus- ja metsänhoitotöitä varten. Ojitusalueiden tiet ovat siis enemmänkin metsän tuoton kuin sen käytön edellytyksenä, ja näin ollen myös niiden yksityistaloudellinen edullisuus on läheisesti rinnastettavissa perusparannus- ja metsänhoitotöiden edullisuuteen. Tämä näkökohta puoltaa voimakkaasti kevytrakenteisten ja halpojen autoteiden sekä niitä täydentävien traktoriteiden rakentamista ojitusalueille.

PERUSPARANNUS- JA METSÄNHOITOTEITÄ KOKOOJATEIKSI

Metsänparannuslaki on tähän asti asettanut kaikki metsätiet rahoituksellisesti samanlaiseen asemaan riippumatta siitä, mikä on ollut metsätien pääasiallinen käyttötarkoitus. On kuitenkin selvää, että sellainen metsätie, joka rakennetaan runsaspuustoiseen metsään, on omistajalleen huomattavasti taloudellisempi toimenpide kuin vähäpuustoiselle alueelle rakennettu, etupäässä perusparannus- ja metsänhoitotöitä varten tehty tie. Metsänhoitotiet ovat kuitenkin puuntuotannon kannalta välttämättömiä teitä, ja jotta myös ne tulisivat tarvetta vastaavasti tehdyiksi, muutettiin metsänparannuslakia vuonna 1977 niin, että perusparannus- ja metsänhoitotöitä varten tarpeellisen metsätien rakentamista on voitu siitä lähtien tukea edullisemmin rahoitusehdoin kuin muita metsäteitä.

Valitettavasti ahtaat sovellutussäännökset aiheuttavat kuitenkin sen, että valtaosa ojitusalueidenkin metsäteistä tulee rahoit-

tettavaksi normaalien metsäautoteiden rahoitusehdoilla, mikä seikka tulee varmasti rajoittamaan ojitusalueiden tienrakennustoimintaa.

Onnistuakseen parhaalla mahdollisella tavalla ojitusalueen tieverkoston suunnittelu olisi tehtävä samanaikaisesti ojitussuunnitelman laadinnan kanssa. Tien suunta ja paikka olisi otettava huomioon jo ojalinjoihin asetelussa. Valtaojan varsi laajan suon keskellä on useasti luontainen paikka tällaiselle tielle. Siitä saadaan myös runsaasti maita tien runkoon. Toisaalta tie olisi pyrittävä suunnittelemaan siten, että selvittäisiin mahdollisimman vähäisillä rummuilla ja että sivuojista tien pohjalle nostettava maa olisi tarkoitukseen paremmin soveltuva kivennäismaata. Ennen kaikkea tien paikka olisi määrättävä siten, että tie tulisi toimimaan mahdollisimman tehokkaasti sen sivuhaaroiksi rakennettävien piennartasanteiden kokoojatienä.

Ojitusalueiden tiet ovat tyypiltään lähinnä

kevytrakenteisia varsi- ja alueita, joissa ojamaiden päälle joudutaan ajamaan vielä täytemaata ja soraa. Ohutturpeisilla mailla, varsinkin, jos pohjamaa on sopivaa ainesta, saatetaan selvitä pelkillä ojamaillakin. Rummuissa voidaan käyttää normaalia enemmän muoviputkia ja kustannussyistä on pyritävä mahdollisimman harvalukuisiin rumpuihin.

PIENNARTASANTEITA PALSTATEIKSI

Metsänparannuslakiin otettiin vuonna 1977 säädös myös ns. piennartasanteista. Niillä ymmärretään ojituksen yhteydessä lähinnä valta-, veto- ja niskaojien varsille ojamailla tasoitettavia kulkuväyliä, joilla talvella samoin kuin kuivana kesäaikana voidaan liikennöidä traktorilla. Tällaista ojituksen rahoitusehdoilla tehtyä, erittäin kevytrakenteista kulkuväyliä ei kuitenkaan voida pitää varsinaisena metsätienä, eikä sillä näin ollen tarvitse pitää tietoisuutta.

Piennartasanneverkosto on ehdottomasti suunniteltava jo ojalinjoihin ajettaessa. Ojalinjoihin asettelussa on syytä ottaa huomioon piennartasanteiden paikat ja suunnat pitäen silmällä tarvittavia perusparannus- ja metsänhoitotöitä, harvennuspuutavaran ulosottoa, tilojen rajojen tehokasta hyväksikäyttöä, turpeen syvyttä ja pohjamaan laatua sekä mahdollisimman vähäistä rumpujen tarvetta ynnä muita piennartasanteen käyttöön ja kustannuksiin vaikuttavia seikkoja.

Toteuttamisvaiheessa piennartasanne vaatii puuston lisäpoistamista noin kolmen

ILMAN KULKUYHTEYKSIÄ OJITUSALUEET VAJAATUOTTOISIA

Käytäntö on osoittanut, että myös ojitusalueilla on kulkuyhteydet hoidettava, mikäli nämä alueet halutaan sataprosenttisesti tehollisen käytön piiriin. Uudis- tai täydennysojituksen liittyvällä kevytrakenteisten metsäteiden ja niitä täydentävien piennartasanteiden rakentamisella saadaan asia tältä osin kuntoon ja vieläpä erittäin edullisesti.

Varastoaluekysymys on vaikea yleensäkin metsäteillä ja erityisesti se on sitä soilla. Useimmiten onkin tyydyttävä varastointiin tien varteen, tien sivuojan päälle tai sen ulkopuolelle. Ojamaathan nostetaan tien pohjalle, joten sivuojan ulkoreuna soveltuu hyvin pinon pohjaksi. Nykyiset kuormaajat pystyvät kuormaamaan melko etäältä, sillä niillä on ulottuvuutta 7–8 metriä.

metrin leveydeltä. Puusto on tältä osin syytä kaataa aivan maan pinnalta, sillä muut joudutaan kannot lyhentämään ennen ojan kaivua. Ojamaat nostetaan kiviä ja kantoja lukuunottamatta piennartasanteen puolelle ja tasataan siihen noin kolmen metrin levyiseksi tiepohjaksi. Sitä ennen on kuitenkin alueelta poistettava tasausta haittaavat kivet ja mättäät.

Piennartasanteita on syytä tehdä ainakin 300–400 metrin välein, mikä merkitsee 25–30 tasannemetriä ojitushehtaaria kohden. Näiden kulkuväylien kustannukset jäävät kuitenkin samanaikaisesti ojituksen kanssa toteutettuina varsin alhaisiksi, keskimäärin 1 500–2 000 mk/km. Tällöinkin on muistettava, että kustannuksiin sisältyy nimenomaan rumpujen osalta huomattava erä sellaisia kustannuksia, jotka joka tapauksessa olisi pitänyt hoitaa ojituksen yhteydessä. Hehtaaria kohden kustannukset ovat vain 40–50 mk, joka on varsin pieni summa verrattuna siihen etuun, mikä kulkusuhteiden parantamisen muodossa saavutetaan.

Nämä tiet tyydyttävät ojitusalueiden kulku- ja kuljetustarpeen varsin pitkään ja vasta myöhemmin, kun ojitusalueilta aletaan korjata suuremmissa määrin puuta, käy tarpeelliseksi parantaa osa metsänhoitoteistä ja miksei piennartasanteistakin raskaampaa liikennettä kestäviksi, vankkarakenteisiksi metsäteiksi.

VANHOJEN OJITUSALUEIDEN VESITALOUDEN PARANTAMINEN METSÄHALLITUKSEN METSISSÄ

EERO E. HEINO

Metsähallitus, Metsänhoito-osasto

1. LÄHTÖKOHTIA

Vanhojen ojitusalueiden vesitalouden parantamisella tarkoitetaan vesitalouden saatamista uudisojituksessa tavoiteltavalle tasolle. Keinoina ovat täydennysojitus, ojien kunnossapito tai nämä molemmat. Täydennysojituksella luetaan myös ns. uusintojitus, jolla tarkoitetaan uuden ojaverkoston tekemistä entisen, hylättävän tilalle.

Metsähallituksen hallinnassa olevissa valtionmetsissä harjoitetaan monikäyttötaloutta, jossa pääpaino on puuntuotamisessa. Niinpä vuoteen 1979 mennessä oli metsäojitettu 880 000 ha, josta n. 80 % kahtena viime vuosikymmenenä. Tänä vuonna tullaan turvemaita ojittamaan n. 22 000 ha ja suunnitelmakaudella 1980–1984 keskimäärin n. 21 000 ha/v. Metsänkasvatuskelpoisia soita arvioidaan olevan jäljellä vielä n. 300 000 ha. Ne on tarkoitus ojittaa vuoteen 1995 mennessä. Luonnontilaan ja

samalla valtiometsiin kohdistuvia muita käyttötarpeita tyydyttämään jää soita n. 1,9 milj. ha.

Täydennysojituksia on viimeisen viiden vuoden aikana tehty runsaat 6 000 ha/v. Vuoden 1979 suoritettavien tavoite on n. 7 000 ha eli saman suuruinen kuin nykyinen keskimääräinen vuositavoite.

Metsähallituksen maille on vuoteen 1979 mennessä kaivettu metsäoja yhteensä n. 260 000 km. Ojia on em. ajankohtaan mennessä kunnossapidetty n. 65 000 km eli yhtä paljon kuin vuoteen 1965 mennessä kaivettu ojamäärä. Tänä vuonna metsäoja kunnostetaan n. 3 100 km ja suunnitelmakaudella 1980–1984 keskimäärin 5 200 km/v. Suoritettavien tavoitteet ovat siten nousussa, mikä johtuu 1960-luvun jälkimmäisen puoliskon suurista ojitusmääristä.

2. TÖIDEN SUUNNITTELU

Metsäojitustöiden ts. uudis- ja täydennysojituksen ja ojien kunnossapidon suunnittelu ja toteutus tapahtuu hoitoalueen, metsähallituksen metsien tulosyksikön toimesta. Siten kyseisten toimenpiteiden suunnittelu ei hoitoalueen suunnittelujärjestelmässä poikkea periaatteessa muiden toimintojen suunnittelusta. Suunnittelujärjestelmä koostuu seuraavista vaiheista: metsätalouden suunnittelu, perussuunnittelu ja toteutuksen suunnittelu.

Metsätalouden suunnittelun tuotteena syntyy metsätalouden järjestelyn tavoitteet osoittava periaatesuunnitelma, metsätalous-

suunnitelma. Se laaditaan hoitoalueesta riippuen 12–25 vuotta kestäväälle talouskaudelle ja se antaa myös puitteet ja tietoja yksityiskohtaisempaa suunnittelua varten.

Perussuunnittelu on jatkuvaa suunnittelutyötä ja se kattaa ao. alueella kaikkien toimintojen suunnittelun. Tuloksena syntyvät käsittelysuunnitelmat ovat pohjana hoitoalueen operatiiviselle suunnitelmalle, joka on tulosyksikön 5-vuotiskaudelle vuosittain laadittava suunnitelma.

Metsäojitustöiden suunnittelun kannalta perussuunnitteluvaihe on tärkeä, koska tällöin tehdään kohteessa yhtä aikaa kaikki

taktiset ratkaisut. Nämä ovat sitten toteutuksen suunnittelun pohjana työmaakohtaisia toimenpidesuunnitelmia eli teknisiä suunnitelmia laadittaessa. Perussuunnittelun kautta metsätalouden eri toiminnot saadaan oikealla tavalla kytkettyä toisiinsa.

Hoitoalueen perussuunnittelusta ja toteutuksen suunnittelusta vastaa hoitoalueen suunnittelupäällikkö. Hänellä on apunaan metsäteknikon koulutuksen saaneita suunnittelijoita. Heillä kullakin on yleensä oma ns. perussuunnittelun alueensa ja lisäksi koko hoitoaluetta koskeva jonkin toiminnon tai joidenkin toimintojen toteutuksen suunnittelu. Yleensä ojitustoimenpiteiden ja lannoituksen toteutuksen suunnittelu on keskitetty samalle henkilölle.

Vuoden 1978 loppupuolella metsähallituksen käyttöön ottama ohjekirje soiden metsätaloudellisesta käytöstä antaa metsätaloussuunnitelman laatijalle ja erityisesti perussuunnittelua varten uudet ohjeet soiden hyödyntämisestä.

3. TÖIDEN TOTEUTUS JA KUSTANNUKSET

Töiden toteutuksesta vastaa hoitoalueessa kenttäpäällikkö. Hänen alaisuudessaan toimivat varsinaiset toteuttajat, työnjohtajat.

Täydennysojituksessa käytetään samoja menetelmiä ja koneita kuin uudisojituksessa, koska ojien mittavaatimukset ovat samat. Vuonna 1978 täydennysojista tehtiin 20 % metsäoja-auroilla, 78 % traktorikaivureilla ja 2 % ojajyrsimillä. Vastaavat sadannekset uudisojituksessa olivat 67, 33 ja 0.

Metsäojien kunnossapito on nopeasti koneellistumassa. Viime vuoden suoritämästä koneellisten menetelmien osuus oli jo kaksikolmannesta. Yleisin metsäojien kunnostamisessa käytetty kone on perkauskauhalla varustettu traktorikaivuri. Monet niistä ovat varustetut myös vakaajanivelistöllä, jonka avulla kauha saadaan kulkemaan vetovaiheen ajan samassa asennossa

4. KEHITTÄMISKEINOT

Vanhojen ojitusalueiden vesitalouden parantamisessa on pantava pääpaino ojien kunnossapidon kehittämiselle. Kunnossa-

Ohjekirjeessä esitetään myös täydennysojituksen ja ojien kunnossapidon tarvekriteerit sekä annetaan ojeita siitä, miten mainittujen toimenpiteiden sekä metsätalouden muiden toimintojen tulee kytkeytyä toisiinsa tarkoituksenmukaisesti ja ajoittua oikealla tavalla. Parhaillaan laaditaan uusia yhtenäisiä ohjeita metsäojitustöiden toimenpidesuunnittelua ja toteutusta varten.

Perussuunnittelu ja toteutuksen suunnittelu on toistaiseksi tapahtunut perinteiseen tapaan maastossa, mutta kehittyneempiä menetelmiä on alettu kokeilla. Vuonna 1977 tutkittiin, miten pienlentokoneesta pienkameralla tehtävä ilmakuvauus ja lentotähtäystys soveltuvat metsäojitusalueiden tarkastamiseen ja toimenpiteiden suunnitteluun. Kokeilu osoitti, että tarkoituksenmukaisesti käytettyinä mainituilla menetelmillä on mahdollisuus parantaa suunnittelun tehokkuutta, tuottavuutta ja taloudellisuutta.

tarvitsematta käyttää kauhasylinteriä. Siten laite helpottaa ja nopeuttaa työtä sekä työnjälki paranee.

Muista käytetyistä koneista mainittakoon Lännen UM 3 metsäojien perkauskone. Tämä kaivinlaitteella ja hydrostaattisella voimansiirrolla varustettu kone näyttää tällä hetkellä lupaavimmalta ratkaisulta. Jyrsimellä ja kaivulaitteella varustettuja yhdistelmäkoneita Perkoa ja RKP-ojaperkuriä on myös käytetty. Uusin mielenkiintoinen koneyhdistelmä on metsäoja-aurasta kehitetty perkausaura, joka on varustettu kaivulaitteella. Tämän koneen käyttöaluetta näyttää löytyvän varsinkin Pohjois-Suomen laajoilta ojitusalueilta.

Metsäojien kunnossapito maksoi v. 1978 keskimäärin 0,49 mk/m. Vastaava täydennysojituksen yksikkökustannus oli 0,81 mk/m ja uudisojituksen 0,62 mk/m.

pidon suoritämäärät tulevat näet nopeasti kasvamaan. Tämä, kustannustekijät sekä työvoiman saannin vaikeus kyseiseen työ-

hön osoittavat koneellistamisen tärkeyden. Koneellistamisen tehostamisessa on seuraavia keinoja:

- Tiedon tuottaminen koneista ja niiden toimintaolosuhteista.
- Kehittyneimpien menetelmien käyttöönotto ja koneiden jatkokehittäminen.
- Uusien menetelmien ja koneiden kehittäminen tavoitteena pienemmät yksikkökustannukset työn laadusta silti tinkimättä.
- Yhteistoiminnan tehostaminen kehittämistyössä.

Koneellistamisen tehostaminen ei yksin riitä vaan on pyrittävä parantamaan myös koneiden toimintaolosuhteita. Tässä voidaan käyttää seuraavia keinoja:

- Suunnittelun tehostaminen
Lähtökohtana on pidettävä ojien kunnossapidon oikeaa tarve- ja kiireellisyysmäärittelyä. Toteutus on ajoitettava oikein ja pyrittävä toteutuksen ja koneiden käytön tehokkaaseen ohjelmointiin.

- Maksuperusteiden selvittäminen.
- Koulutuksen tehostaminen.
Luetelluilla keinoilla on mahdollisuus hillitä metsäojien koneellisen perkauksen yksikkökustannusten nousua koneiden vuotuisen työmaa-ajan pidentyessä ja käyttötuntituotoksen parantuessa.

TURVEMAIDEN LANNOITUKSET YKSITYISMAILLA

AARNE NIKKILÄ

Keskusmetsälautakunta Tapio

Suomessa metsänlannoitus kehittyi käytännön metsänparannustoimenpiteeksi 1960-luvulla. Lannoitukset suuntautuivat aluksi etupäässä valtion ja yhtiöiden maille ja vasta vuosikymmenen lopulla tulivat mukaan yksityismetsät, joiden lannoituksia ryhdyttiin tukemaan valtion myöntämin metsänparannusvaroin. Metsien lannoitettu

pinta-ala kasvoi nopeasti ja vuonna 1975 saavutettiin valtakunnassa lähes 250 000 ha:n ennätyspinta-ala. Tämän jälkeen lannoitustoiminta on laskenut ollen tällä hetkellä ehkä alimmillaan. Metsiä on lannoitettu Suomessa tähän mennessä runsas 2 milj. ha eli noin 10 % kasvullisten metsämaiden alasta.

TURVEMAIDEN LANNOITUKSET JA RAHOITUSMAHDOLLISUUDET YKSITYISMAILLA

Lannoituksen tultua vuonna 1968 metsänparannuslain rahoituksen piiriin käynnistyi metsien lannoittaminen varsin nopeasti yksityismailla. Keskusmetsälautakunta Tapion ja Centralskogsnämnden skogskulturin metsänparannuspiirien toimesta on turvemaita lannoitettu yksityismailla vuoden 1978 loppuun mennessä runsas 560 000 ha, josta peruslannoituksia n. 525 000 ha ja loput kasvatuslannoituksia.

Peruslannoitukset

Peruslannoitettavia kohteita ovat luontaisesti huonokasvuisten turvemaiden metsiköt, jotka yleisesti tarvitsevat typpi-fosforikali-lannoituksen. Rahoitusmahdollisuudet ovat varsin edulliset eli ne ovat samat kuin metsäojituksessakin. Metsänomistajalla on mahdollisuus saada pitkäaikainen ja halpaa karkoinen (3 %:n) laina, joka 2–10 vapaavuoden jälkeen kuoleentuu 6 %:n vuotuis-

maksulla 24 vuodessa. Lisäksi myönnetään avustusta pientiloille 15–70 % etelästä pohjoiseen vyöhykejaon perusteella. (Suunnittelu ja toteutuksen työnjohto tapahtuvat valtion varoin.).

Kasvatuslannoitukset

Kasvatuslannoituksella tarkoitetaan kiennäismaiden, luontaisesti hyväkasvuisten turvemaiden tai kertaalleen peruslannoitettujen turvemaiden metsiköiden lannoitusta. Lainsäädännöllisesti on sen rahoitus taattu nyt vuoden 1982 loppuun. Kasvatuslannoituksen toteuttamiseen myönnetään metsänparannuslainaa 5 %:n korolla ja 8 vuoden maksuajalla. Lisäksi saavat pientilalliset näihin töihin 20–30 % avustusta Pohjois-Suomessa. (Lisäksi myönnetään perus- ja kasvatuslannoituksiin tällä hetkellä 11 p/kg valmisteveroavustusta.)

LANNOITUSKOORTEILLE ASETETTAVAT VAATIMUKSET

Metsäntutkimuslaitoksen koetuloksiin ja käytännön kokemuksiin nojaten on metsähallitus jatkuvasti kehittänyt ohjeistojaan metsänparannuslainsäädännön mukaisissa yksityismaiden lannoituksissa. Uusimmat ohjeet ovat tulleet voimaan 1. 5. 1979. Niiden mukaan lannoitus voidaan suorittaa vain alueilla, joilla kasvukauden tehoisan lämpötilan summa on vähintään 800 dd° C. Edellytyksenä *peruslannoituksen* suorittamiselle on, että

- alueen puusto on havupuuvaltainen, elpymiskykyinen, riittävän tiheä ja saavuttanut riukuvaiheen, jossa valtapituus on vähintään 5 m,
- alueella on suoritettu tarpeelliset taimikonhoitotyöt (tai lannoitussuunnitelmaan on yhdistetty taimikonhoitosuunnitelma),
- alueen ojitamisesta on kulunut siinä määrin aikaa, että ojituksen vaikutus puustoon on selvästi havaittavissa ja
- alueella olevat ojat ovat metsähallituksen antaman ojeen mukaisesti tyydyttävää kuivatustehoa vastaavassa kunnossa eikä alueen kuivatus ole vajaatehoinen.

Peruslannoituskohteita ovat seuraavien ilmastollisesti sekä luontaisen ravinteisuutensa puolesta metsäojituskelpoisten jo

ojitettujen soiden metsiköt: kangasräme (KgR), korpisräme (KR), pallosarasräme (PsR), tupasvillaräme (TsR), vaivaiskoivuräme (Vkr), varsinainen isovarpuinen räme (VIR), lyhytkortinen räme (LkR), tupasvillaräme (TR), varsinainen sararäme (VSR), ruokoinen sararäme (RhSR), pallosarakorpi (PsK), varsinainen sarakorpi (VSK) ja puolukakorpi (PK) sekä metsittyneet avosuot.

Edellytykset *kasvatuslannoituksen* suorittamiselle turvemaita ovat puuston ja vesitalouden osalta samat kuin peruslannoituksessa.

Lannoituskohteita ovat:

- kertaalleen peruslannoitetut metsiköt,
- turvekankaat sekä
- seuraavien soiden metsiköt
varsinainen lettoräme (VLR), mustikkakorpi (MK), puolukakorpi ohutturpeinen (PK), kangaskorpi (KgK), ruohoinen sarakorpi (RhSK).

Jatkolannoituksella ymmärretään aiemmin lannoitetun metsikön lannoitusta. Se voidaan toteuttaa turvemaita aikaisintaan 10 kasvukauden kuluttua edellisen lannoituksen suorittamisesta. Turvemaita voidaan suorittaa vain yksi jatkolannoitus.

LANNOITETARVE JA KÄYTETTÄVÄT LANNOITTEET

Metsänparannusvaroin toteutettavien turvemaiden lannoitetarvetta määrättäessä noudatetaan seuraavan lannoitetarvetaulukon mukaisia määriä (taulukko 1). Eri lannoitteiden käyttöä harkittaessa on kiinnitettävä erityistä huomiota taloudelliseen tarkoituksenmukaisuuteen.

Typpilannoitteista yleisin Oulunsalpietari (27.5 % N) sisältää puoliksi ammoniumtyyppiä puoliksi nitraattityppiä sekä lisäaineena 5 % kalsiumia ja 2.2 % magnesiumia. Oulunsalpietari on varsinaisesti kangasmaiden lannoite, mutta sopii typen lisäykseen huonoilla soillakin. Urea (46.3 %) on syntettilinen virtsa-aine ja hyvin väkevä typpilannoite, joka liukenee helposti veteen

muuttuen maassa ammoniakiksi ja hiilidioksidiksi. Urea soveltuu typpilannoitukseen sekä kankailla että soilla. — Oulunsalpietarin paras levitysaika on kevät, urean taas syys ja alkutalvi.

Suometsien rakeinen PK-lannoite sisältää 19 % fosforia ja 19 % kalia sekä 0.7 % magnesiumia ja 0.2 % booria. Tämä parermanpuoleisille soille tarkoitettu Y-lannos on pitkävaikutteinen, ympäri vuoden levitettävä metsänlannoite.

Muita yksiravinteisiä lannoitteita ja Y-lannoksia voidaan käyttää vain poikkeustapauksissa metsänparannusvaroin rahoitettavissa metsänlannoituksissa.

Yksityismetsässä tehtävän metsänparannustyön toteuttamisessa on metsänomistaja avainasemassa. Metsänparannuslaki näet edellyttää metsänomistajan aloitetta, anomusta tehtävästä metsänparannustyöstä. Muutamia lannoitussuunnitelma-anomuksia tulee metsänparannuspiiriin, mutta pääosa

turvemaiden lannoitussuunnitelmista syntyy metsäojitusten jälkitarkastusten »sivutuotteina». Näitä sitten tarjotaan metsänomistajille. Samoille tiloille pyritään tekemään samanaikaisesti myös kangasmaiden kasvatuslannoitussuunnitelmat.

LANNOITUSTYÖN TOTEUTTAMINEN

Yksityismetsien lannoitteiden levitystöistä on pääosa tähän saakka tehty käsinlevityksenä, joka sopiikin varsin hyvin pienille metsäkuviuille ja soille. Käsinlevitystä varten ajetaan lannoitesäkit suolle sopiviin kasoihin. Käyttökelpoinen väline tällaiseen lumen aikana tapahtuvaan säkkien jakoon

lannoitusalueelle on kuljetusahkiolla varustettu moottorikelkka. Miestyönä tapahtuva levitystyö suoritetaan kylvövakasta käsin, Teho-repulla tai talvella ahkiosta lapiolla tai muulla sopivalla välineellä levittäen.

Lannoitteiden levitys miestyönä on raskasta ja epämiellyttävää työtä, mistä johtuen metsänlannoituksessa on pyritty ottamaan koneet avuksi. Maastokelpoiseen traktoriin kytketyt levittäjät toimivat yleensä puhallinperiaatteella ja saavat käyttövoimansa traktorista. Talvilevitystä ajatellen on puhallinlevittäjiä asennettu moottorikelkkoihin ja niillä on päästy varsin hyviin työtuloksiin ojitusalueilla.

Lentolevitys on nopea menetelmä, joka soveltuu hyvin myös vaikeisiin maasto-olosuhteisiin ja tiheisiin puustoihin. Se onkin yleistynyt viime vuosina myös yksityismaiden lannoituksissa. Lentolevitys vaatii kuitenkin suhteellisen laaja-alaisia ja yhtenäisiä lannoitusalueita. Lentokonetta levitystyössä käytettäessä suositellaan, että samalta nousupaikalta levitettävä lannoitemäärä olisi vähintään 50 tonnia ja lannoituskuivion minimikoko 5.0 ha. Pääosan alueesta tulisi olla alle 7 km:n lentoetäisyydellä ja maksimilentomatkana pidetään 10 km. Helikopteriakin on käytetty metsänlannoituksessa joskin sen käyttö on jäänyt lähinnä kokeiluluontoiseksi kalliiden kustannusten vuoksi. — Lentolevityksessä käytetään vielä yleisesti säkkitavaraa ja lastauskalusto on rakennettu tätä silmällä pitäen. Pyrkimyksenä on siirtyä irtolannoitteiden tai suursäkkien käyttöön, jolloin päästään raskaiden säkkien käsittelystä ja niiden hävittämisestä. Irtotavaran käyttöön siirtymisellä nopeutetaan työtä ja alennetaan levityskustannuksia. Myös yksityismailla on tämä kehittelytyö ollut käynnissä.

Taulukko 1. Suometsien lannoitusohjeet.

Suotyyppi	Suometsien	Urea Oulunsalpietari	
	PK rak. 0—20—20	N 46.3 % tai	27.5 % Kg/ha
RhSN	500		
VSN	500		
LkN	400	200	350
RhSK	500		
VSK	500		
KgK	400	200	350
MK	500		
PK	400	200	350
PsK	400	200	350
VLR	500		
RhSR	500		
VSR	500		
TSR	400	200	350
LkR	400	200	350
TR	400	200	350
KgR	400	200	350
PsR	400	200	350
KR	400	200	350
VkR	400	200	350
VIR	400	200	350
Turvekankaat	500	200	350

Metsänparannusvaroin tehtyjä turvemaiden lannoituksia on suoritettu yksityismailla jo kymmenen vuotta. Koska typen vaikutuksen kesto aika on 6—8 vuotta, kalin 10—12 vuotta ja fosforin 10—15 vuotta, on lannoitteiden vaikutus loppunut vanhimmista metsänparannuslannoituksista. Lisäksi yksityismailla on tehty maanomistajien omin varoin, etenkin turvemaidella, runsaasti erilaisia lannoituskokeita, joista vanhimmat ovat lähes kaksikymmentä vuotta vanhoja. Tuona aikana ovat turvemaiden lannoitusten ohjeet sekä lannoitteiden koostumus ja väkevyys monesti muuttuneet. Yksityismaiden lannoitusten tulosten seuranta on pääosin jäänyt silmävaraiseksi, joten lannoitetuista puustoista pitäisi ryhtyä tekemään mittauksia. Tällöin saataisiin käytännön kentältä tietoja ja tuloksia

kasvunlisäyksestä, erilaisten lannoitteiden ja niiden määrien vaikutuksista jne. — Tällä hetkellä tiedetään, että lannoituksella voidaan lisätä metsän vuotuista kasvua hehtaaria kohti 1—3 m³ ja yleisesti pidetään 2 m³:n kasvunlisäystä hehtaarilla hyvänä lannoitustuloksena.

Lannoitustoiminnan tulosten kannalta on ensiarvoisen tärkeää, että ensimmäiset ja sitä seuraavat lannoitukset tehdään oikein. Entistä enemmän on kiinnitettävä huomiota turvemaiden lannoitustarvetta määrättäessä suotyyppiin ja koetuloksiin sekä otettava neulas- ja maa-analyysijä. Koska turvemaidella on esiintynyt kasvuhäiriöitä, on jatkolannoitukset suoritettava erittäin harkiten. Tutkimukset ovat antaneet viitteitä siitä, että hivenaineiden käyttö saattaa olla tarpeen jatkolannoitusvaiheessa.

METSÄNPARANNUSTOIMENPITEIDEN TARPEEN ARVIOINTI VANHOILLA OJITUSALUEILLA

ANTTI REINIKAINEN

Metsäntutkimuslaitos

1. JOHDANTO

Soiden metsätaloudellisen käytön yhteydessä on jouduttu toteamaan, että ojitusalueiden metsien oma sukkessiokehitys edellyttää huomattavaa dynaamisuutta kelpoisuuden ja tarpeen arviointikeinoilta. Soiden luokituksessa on pyritty kasvupaikan viljavuuden, metsätaloudessa siis ojituksen jälkeisen puuntuottokyvyn määrittämiseen. Cajanderilaiseen kasvillisuustyypittelyyn nojautuen on mm. LUKKALAN (1929), LUKKALAN ja KOTILAISEN (1951) sekä HEIKURAISEN (1959, 1973) toimesta edetty tilanteeseen, jossa kasviyhdyksunnan ilmaisema luontainen ravinteisuus ynnä eräiden muiden kasvutekijäin suotuisuus osataan yhdistää yleisilmaston lämpötekijään ja täten ennustaa todennäköinen metsäojitustulos. HEIKURAISEN (1973) esittämässä lämpösummalla painotetussa metsäojitusboniteetissa kiteytyy luonnontilaisten soiden hyvyysluokituksen kehitys.

Ojituskelvoinisuuden käsite edellyttää tyydyttävää potentiaalista kasvua ($\geq 3 \text{ m}^3/\text{ha}$) ilman lannoitusta. Ravinnevajausta puiden

2. HEIKKO VESITALOUS — TÄYDENNYSOJITUKSEN JA PERKAUKSEN TARVE

Varsinkin vanhimmilla ojitusalueilla ovat yleisimmät syyt metsäojitusboniteettia huonompaan kasvuun metsikön huono hoidollinen tila ja puutteellinen kuivatus. Kun tehokas ojitus on aina todettu myös maksimaalisen lannoitusvaikutuksen välttämättömäksi ehdoksi (PAAVILAINEN 1979) on vesitaloudellisen tilan selvittäminen kaikissa tapauksissa ensimmäinen tehtävä.

kannalta esiintyy lähes kaikilla soilla, mutta *lannoitustarvetta* voi em:n mukaan siis olla vain silloin kun lannoitus antaa taloudellisesti kannattavan lisän vähintään tyydyttävään metsäojitustulokseen. Ensimmäistä lannoituskertaa koskevat pääravinteiden (N—P—K) tarpeen määrityskaaviot (esim. HUIKARI ja PAAVILAINEN 1972) perustuvat suotyyppisiin ja lannoituskokeiden tuloksiin niillä (mm. HUIKARI 1973, PAAVILAINEN 1972).

Kun metsäojitusten tavoitteesta tänään on yli puolet (n. 5 milj. ha) saavutettu ollaan varsin vankasti selvillä siitä, miten jäljellä olevan luonnontilaisen suoalan suhteen on meneteltävä. Sen sijaan vastaavien jatkosäätelyohjeiden antaminen vanhoille ja vanheneville ojitetuille sekä usein jo kertaalleen lannoitetuille alueille, lepää tuntuvasti hatarammalla pohjalla. Perustehtävänä on kasvupaikkakohtaisesti arvioida jatkotoimien mielekkyys sekä laadullinen ja määrällinen tarve.

Yksinkertaiset, suoraan ojitustehoon kohdistuvat havainnot paljastavat lähes aina täydennystoimien tarpeen. Liian suuri sarkaleveys ($> 50 \text{ m}$), pahoin tukkeutuneet ojat sekä kasvukaudella lähelle pintaa (0—20 cm) nouseva pohjavesi ovat varmoja indikaattoreita. Epäsuorilla keinoilla lienee käyttöä vain kahdessa tapauksessa: (1) laajojen alueiden tarkastelussa kaukokartoitus vä-

rävikuvauksella paljastaa vajaakuivatusalueet ja (2) epävarmoissa tapauksissa, joissa ojitus näyttää olevan kunnossa, pintakasvillisuudella saattaa olla ilmaisija-arvoa. Jos suolajiston (*Sphagnum*-lajit, saramaiset kas-

vit) väistyminen on ollut laskettua hitaampaa (vrt. SARASTO 1961) tai kehitys on kääntynyt suokasvien kannalta progressiiviseksi, on vesitaloudessa edelleen korjaamisen varaa.

3. TURPEEN HEIKKO FYSIKAALINEN JA BIOLOGINEN TILA — MUOKKAUS- JA MAANPARANNUSTARVE

Tietyillä luonnontilassa hyviksi luokitelluilla soilla metsäojitustulos ei vastaa odotuksia eikä pääravinnelannoitus paranna tilannetta. Typpirikkkaiden, varsinkin rimipisten avosoiden maatuneet turpeet muodostavat ojituksen jälkeen fysikaalisesti epäedullisen kasvualustan jossa myös mikrobitoiminta on heikkoa (HUIKARI 1951).

Ko. kasvupaikoilla, ja toisaalta myös eräillä karuilla soilla on kasvupaikkojen kunnostukseen kokeiltu mineraalimaan li-

säystä, kalkitusta, tuhkalannoitusta ja muokkausta. Tuhkalannoituksen tehokkuudesta biologisen toiminnan käynnistäjänä typpirikkaassa turpeessa on selvää näyttöä. Em. keinoista muillakin on eri tapauksissa ollut biologista vaikutusta, mutta niiden soveltaminen lienee ekonomisesti mielekäästä vasta kun on kehitetty hyvin intensiivinen, pienillä pinta-aloilla toimiva turvemaiden metsäntuotantomenetelmä (vrt. H-kulttuuri, HUIKARI 1972).

4. PERUS- JA JATKOLANNOITUSTARVE

Suuri osa 10—20 vuoden ikäisistä ojitusalueistamme on peruslannoitettu, kun taas todella vanhojen ojitusten metsiköt kasvavat enimmäkseen luontaisten ravinneresursien varassa. Ravinnetilan määrityksen kannalta molemmat ryhmät ovat kehittyneet samaan suuntaan. Kasvillisuuden muuttuminen on vähentänyt luonnontilaisilla soilla käyttökelpoisten ravinteisuusindikaattorien pätevyyttä. — Seuraava katsaus koskee käytettävissä olevia ravinteisuusdiagnostisia keinoja lähinnä ojitusalueiden männiköiden osalta edellyttäen, että kasvualustan vesitalous on kunnossa.

(1) *Pintakasvillisuuden* kehitystä pelkän ojituksen jälkeen tunnetaan kohtalaisesti (SARASTO 1961), mutta lannoituksen sukkessiolottuvuuksia lisäävä vaikutus on diagnostiikan kannalta riittämättömästi selvitetty. Lannoittamattoman vanhan ojitusalueen ravinteisuusluokka ja usein jopa alkuperäinen suotyyppi voidaan HUIKARIN (1952) esittämällä tavalla määrittää ja soveltaa pääravinnetarpeen toteamisessa vasta ojitetun suon kaaviota (HUIKARI ja PAAVILAINEN 1972). On vain otettava huomioon, että kuivatus aiheuttaa korkeim-

missa ravinteisuusluokissa vaateliaan suolajiston häviämistä ja korvautumista triviaalilla lajistolla, siis näennäistä boniteetin huononemista. Ravinteisuusdiagnosiin jatkolannoitusta varten saadaan pintakasvillisuudesta vain tiettyjä vihjeitä: esim. runsas karhusammaloituminen indikoi voimakasta kalinpuutetta ja oligotrofisten rakkasamalten säilyminen kuivatuksesta huolimatta viittaa suureen fosforin ja/tai typen puutteeseen.

(2) *Puutossymptomit* puissa ja pintakasvillisuuden lajeissa saavat kasvavaa diagnostista merkitystä kasviyhdyksunnan kokonaisindikaattoriarvon vähetessä. Männyn typen, fosforin ja kalin puutostilat voidaan sen omien oireiden avulla luotettavasti määrittää. Kalinpuutekloroosin voimakkuuden avulla voidaan puutostilan aste ja neulasten K-pitoisuuskin hyvin arvioida. Pintakasvillisuuden lajit, etenkin vaateliaimmat, ovat hyviä apuindikaattoreita (REINIKAINEN 1967). Myös hivenravinnepuutoksia, turve- maillamme ainakin boorin puutteen, ulkoiset symptomit paljastavat (HUIKARI 1977).

(3) *Kemiallisen turveanalyysin* mahdollisuudet ojitusalueen lannoitustarpeen ilmai-

sijana on todettu heikohkoiksi. Totaalitypen ja helppoliukkoisen fosforin määrän avulla voidaan kasvunvaihtelua jokseenkin hyvin selittää, mutta parempaan diagnoosiin päästään neulasanalyysin avulla (PAARLAHTI ym. 1971). On mahdollista, että turveanalyysia tarvitaan eräiden hivenravinnepuutosten diagnoosissa (VEIJALAINEN 1977).

(4) *Neulasanalyysi* on viimeaikaisissa tutkimuksissa osoittautunut menetelmäksi, joka parhaiten täyttää hyvän ravinnediagnostisen keinon tunnusmerkit ojitusalueiden usein varsin komplisoidusti muuttuneissa ja heilah-televissa olosuhteissa. PAARLAHDEN ym:n (1971) mukaan sekä lannoittamattomissa että kertaalleen erilaisilla NPK-yhdistelmillä lannoitetuissa männiköissä pääravinnetilanne ja (jatko-) lannoitustarve voidaan riittävän luotettavasti määrittää seuraavan asetelman avulla:

	lannoitus tarpeeton	lannoitus suositeltava	lannoitus välttämätön
N ‰	>1.3	1.2–1.3	<1.2
P ‰	>1.7	1.4–1.7	<1.4
K ‰	>4.0	3.5–4.0	<3.5

Arvot tarkoittavat latvuksen uusimman neulasvuosikerran ravinnepitoisuuksia lepo-kaudella.

Kenttäkokeiden perusteella (PAAVILAINEN 1978) on päädytty NPK- ja PK-jatkolannoitussuosituksiin, joissa yksittäisten ravinteiden tasoa ja lannoitusajankohtien porrastusta voidaan em. raja-arvojen avulla täsmentää.

Neulasanalyysin käyttökelpoisuutta hivenravinnepuutosten diagnoosissa on onnistuttu viime vuosina suuresti kehittämään (VEIJALAINEN 1977). Tiedetään, että mp-käsitteilyjen, etenkin pääravinnelannoituksen avulla lisätty kasvu johtaa hivenravinnepitoisuuden alenemiseen kasvussa. On jo onnistuttu karkoittamaan niitä raja-arvoja, joita turvemailla kriittisten hivenravinteiden (B, Cu, Zn) pitoisuudet eivät saa alittaa. Vanhojen ojitusalueiden toistuviin lannoituksiin jouduttaneen liittämään tämä monitorimenetelmä vakavien kasvuhäiriöiden torjumiseksi (esim. HUIKARI 1977).

Neulasanalyysin tapaan on lannoitustarpeen arvioimisessa kokeiltu myös juuristoanalyysia (PAAVILAINEN 1967).

(5) *Kaukokartoitusta väärävärivaukset* kokeillaan alueilla, joilla lannoituskäsitelyt tunnetaan ja ravinnepuutoksia on muilla menetelmillä selvitetty.

5. NÄKYMIÄ

Toimenpidekelpoisuuden ja -tarpeen arvioinnin metodikkaa joudutaan nykyisin kehittämään ekonomisten ja ekologisten vaatimusten ristipaineessa. Metsänparannuksen työmenetelmät eivät suosi tarkkoja, biologisesti oikeita diagnooseja. Käytännön

toiminnassa tulisi muistaa, että kertaalleen manipuloituun ekosysteemiin kohdistuvat jatkotoimenpiteet ovat seurauksiltaan tois-taiseksi tuntemattomampia kuin alkuperäisen ojitus ja peruslannoitus.

KIRJALLISUUS:

HEIKURAINEN, L. 1959. Tutkimus metsäojitusalueiden tilasta ja puustosta. Deutsches Referat. Acta For. Fenn. 69.1.
 — » — 1973. Soiden metsänkasvatuskelpoisuuden laskentamenetelmä. English summary. Acta For. Fenn. 131.
 HUIKARI, O. 1951. Havaintoja ojitettujen rimpinevojen taimettumista ehkäisevistä tekijöistä. English summary. Suo 1.
 — » — 1952. Suotyypin määrittäminen maa- ja metsä-

taloudellista käyttöarvoa silmällä pitäen. English summary. Silva Fenn. 75.1.
 — » — 1972. H-kulttuuri. Metsäntutk. lait. suontutk. os. tiedonantoja 2/1972.
 — » — 1973. Koetuloksia metsäojitettujen soiden lannoituksessa. English summary. Metsäntutk.lait. suontutk.os. tiedonantoja 1/1973.
 — » — 1977. Micronutrient deficiencies cause growth disturbances in trees. Silva Fenn. 11.3.

— » — & PAAVILAINEN, E. 1972. Metsän lannoitus. 2. painos. Helsinki.
 LUKKALA, O. J. 1929. Tutkimuksia soiden metsätaloudellisesta ojituskelpoisuudesta erityisesti kuivatuksen tehokkuutta silmälläpitäen. Deutsches Referat. Commun. Inst. For. Fenn. 15.1.
 — » — & KOTILAINEN, M. J. 1951. Soiden ojituskelpoisuus. Tapio. Helsinki.
 PAARLAHTI, K., REINIKAINEN, A. & VEIJALAINEN, H. 1971. Nutritional diagnosis of Scots pine stands by needle and peat analysis. Commun. Inst. For. Fenn. 74.5.
 PAAVILAINEN, E. 1967. Juuristoanalyysin käyttömahdollisuus suometsien lannoitustarpeen selvittelyssä. English summary. Suo 18.6.
 — » — 1972. Reaction of Scots pine on various nitrogen fertilizers on drained peatlands. Commun. Inst. For. Fenn. 77.3.

— » — 1978. Turvemaiden jatkolannoitus. Metsäntutk.lait. Parkanon tutk.as. tiedonantoja 7/1978.
 — » — 1979. Turvemaiden metsänlannoitustutkimuksista. Metsäntutk.lait. suontutk.os. tiedonantoja 1/1979.
 REINIKAINEN, A. 1967. The appearance of nutrient deficiency in plants growing in the experimental area for forest fertilization at Kivisuo. Proc. of the Vth Coll. of the Int. Potash Inst. Jyväskylä 1967.
 SARASTO, J. 1961. Über die Klassifizierung der für Walderziehung entwässerten Moore. Acta For. Fenn. 74.
 VEIJALAINEN, H. 1977. Use of needle analysis for diagnosing micronutrient deficiencies of Scots pine on drained peatlands. Commun. Inst. For. Fenn. 92.4.

METSÄNHOIDOLLISTEN TOIMENPITEIDEN VAIKUTUS VANHOJEN METSÄOJITUSALUEIDEN VESITALOUTEEN

JUHANI PÄIVÄNEN

Metsäteho

JOHDANTO

Uudisojitustoiminnan hidastuessa Suomessa on aika kiinnittää yhä enemmän huomiota ojitusalueiden jälkihoitoon. Yli kaksikymmentä vuotta vanhoja ojituksia, joista pääosa on peräisin 1930-luvulta, on maassamme vajaat 1 miljoonaa hehtaaria.

Vanhoilla metsäojitusalueilla ongelmat ovat tähän mennessä keskittyneet vesi- ja ravinnetalouden jatkuvaan kunnossapitoon sekä hakkuutuloja tuottamattomiin harvennuksiin. Alun perin liian harvalla oja-verkostolla kuivattuja alueita on jouduttu täydennysojittamaan ja ojien perkaus on vasta löytämässä koneellistamisratkaisunsa. Luontaiselta ravinteisuudeltaan heikoilla ja

keskinkertaisilla kasvualustoilla on oikein suoritettuna suometsien lannoituksella voitu todeta olevan puuntuotosta ylläpitävän ja kohottavan vaikutuksen.

Vanhimmilla ojitusalueilla metsiköt ovat saavuttamassa uudistuskypsyyden ja jonkin verran nuoremmilla alueilla on suoritettava kasvatusvaiheeseen liittyviä harvennushakkuuta. Turvemaiden metsiköissä suoritettavassa puunkorjuussa on myös omat kangasmetsistä poikkeavat erityispiirteensä.

Kirjoituksessa tarkastellaan yhteenvetomaisesti metsänhoidollisten toimenpiteiden vaikutusta vanhojen metsäojitusalueiden vesitalouteen.

ONGELMAN RATKAISUMAHDOLLISUUDET

Metsänhoidollisilla toimenpiteillä voidaan olettaa olevan vaikutusta sekä maahan pääsevään vesimäärään, pohjavesipinnan etäisyyteen maanpinnasta että epäsuorasti myös alueelta tapahtuvaan valuntaan ja haihduntaan.

Ongelmanasettelultaan tätä kirjoitusta vastaavissa vanhimmissa tutkimuksissa pyrittiin esimerkiksi hakkuun pohjavesipinnan tasoon kohdistuvaa vaikutusta selvittämään suorittamalla pohjavesipinnan etäisyyden mittauksia toisaalta avohakatuilla ja toi-

saalta hakkuin käsittelemättömillä turvemaiden alueilla (THURMANN-MOE 1941, LUKKALA 1946). Havaittujen erojen todellinen riippuvuus käsittelyistä jäi kuitenkin käytetyn menetelmän vuoksi epävarmaksi.

Koejärjestelyltään moitteettomampi on kalibrointiaikaan ja vertailualan käyttöön perustuva menetelmä. HEIKURAINEN (1966, 1967) on meillä käynnistänyt tällä periaatteella metsikköhydrologisten tutkimusten sarjan.

TUTKIMUSTULOKSIA

Sadanta

Metsikköön lankeava sade jakaantuu seuraaviin komponentteihin:

Vapaa sadanta = puustopidäntä + runkovalunta + metsikkösadanta

Suoritettujen mittausten (PÄIVÄNEN 1966) perusteella on puustopidäntä prosentteina vapaasta sadannasta varttuneissa turvemaiden metsiköissä:

kuusikoissa	23...35 %
männiköissä	20...25 %
koivikoissa	20 %

Edellä mainitulla kalibrointiaika — vertailukoeala — menetelmällä todettiin, että metsikkösadanta muuttui eräissä männiköissä, jossa alkuperäisen puuston määrä oli keskimäärin 90 m³/ha, metsänhoidollisten toimenpiteiden vaikutuksesta seuraavasti (HEIKURAINEN ja PÄIVÄNEN 1970, PÄIVÄNEN 1972):

Harvennuksessa poistettu, % alkup. kuutiomäärästä	Metsikkösadannan muutos, %
20	+ 7
40	+ 8
60	+12
100	+20

Ensimmäisenä hakkuuta seuraavana kasvukautena tuoreet hakkuutähteet pidättävät osan sateesta.

Metsänlannoituksen (600 kg/ha; N-P₂O₅-K₂O, 14-18-10) vaikutuksesta metsikkösadanta ko. männikössä pieneni 5...8 %. Lannoitusvaikutuksen huippu sattui neljännen kasvukautteen lannoituksesta. Tällöin koko neulasisto on muodostunut lannoituksen jälkeen. On ilmeistä, että neulasten lisääntyneen pitiuden lisäksi neulasten lukumäärän kasvu vaikuttaa sateen pidätyseen.

Harvennuksen vaikutuksesta lumipeitteen paksuus ja vesi-arvo lisääntyvät sitä enemmän, mitä voimakkaampi hakkuu on. Lumipeitteen sulaminen nopeutuu harvennuksen vaikutuksesta (PÄIVÄNEN 1973).

Sateella on merkitystä myös metsikön sisäisessä ravinnekierrossa. Herkimmin näyttää latvustosta huuhtoutuvan kaliumia. Metsänlannoituksen on todettu lisäävän sekä neulasten että runkovalunnan ja metsikkösadannan kalium- ja fosforipitoisuutta. Sadeveden mukana palautuvat ravinteet ovat pääosin vesiliukoisia ja helposti kasvien uudelleen käytettävissä (PÄIVÄNEN 1974 b).

Pohjavesipinta

Edellä mainitussa turvemaiden männikössä tutkittiin myös hakkuun ja lannoituksen vaikutusta maanpinnasta mitattuun pohjavesipinnan etäisyyteen (HEIKURAINEN ja PÄIVÄNEN 1970). Jo niinkin vähäinen kuin 20 %:n harvennus aiheutti selvän pohjavesipinnan nousun ja yleensä nousu oli sitä suurempi, mitä enemmän puuston kuutiomäärästä hakkuussa poistettiin. Lannoituksen vaikutuksesta voitiin todeta pohjavesipinnan etäisyyden maanpinnasta kasvavan.

Näissä ensimmäisissä tutkimuksissa metsikkökoealat olivat suhteellisen pieniä, yleensä 30 × 40 m. Koealojen sijaitessa lähellä toisiaan saattavat toimenpiteiden aiheuttamat pohjavesierot tasoittua. Lisäksi haihduntaolosuhteet pienessä metsikköön hakatussa aukossa eivät ole samanlaiset kuin suurella hakkuualalla. Myöhemmissä suuremmilla pinta-aloilla suoritetuissa tutkimuksissa voitiin todeta avohakkuun hydrologiset vaikutukset samansuuntaisiksi, mutta ehkä vieläkin korostetummiksi kuin pienillä koealoilla (PÄIVÄNEN 1974 a).

Uusimmassa, vielä julkaisemattomassa, tutkimuksessa selvitettiin eriasteisen hakkuun ja lannoituksen vaikutusta pohjavesipinnan tasoon päätehakkuihin lähestyvässä kuusikossa ja männikössä. Kuusikkokoealoilla puuston määrä vaihteli 137:stä 198:aan m³/ha ja männikössä 111:stä 120:een m³/ha. Tutkimuksen ennakkotuloksia esitetään taulukossa 1.

Alkuperäisen puuston sekä toimenpiteiden laadun ja voimakkuuden lisäksi turveprofiilin ominaisuudet vaikuttavat pohjavesipinnan muutoksiin.

Taulukko 1. Hakkuun ja lannoituksen vaikutus pohjavesipinnan etäisyyteen maanpinnasta. Miinusmerkki tarkoittaa pohjavesipinnan nousua, plus-merkki pohjavesipinnan laskua.

Pohjavesipinnan etäisyys vertailukoelalle	Pohjavesipinnan etäisyyden muutos toimenpiteen vaikutuksesta, cm						
	Kuusikko			Männikkö			
	Poistettu kuutiomäärästä, %			Poistettu kuutiomäärästä, %			Lannoitettu*)
	17	26	100	17	30	120	
10	-3	-5	-5	0	-2	-6	+1
20	-6	-10	-16	-4	-6	-12	+4
30	-9	-15	-27	-8	-10	-18	

*) Lannoitus ei vaikuttanut pohjavesipinnan etäisyyttä muuttavasti ensimmäisenä lannoitusta seuranneena kasvukautena. Taulukon luvut ovat kesän 1977 mittauksista eli toiselta lannoitusta seuranneelta kasvukaudelta.

Valunta

Eräissä edellä mainituissa tutkimuksissa selvitettiin myös toimenpiteiden vaikutuksia suhteelliseen valuntaan alueilla. Koska valunta riippuu ratkaisevasti hydraulisesta gradientista, aiheuttaa hakkuun vaikutuksesta kohoava pohjavesipinta valunnan lisääntymistä alueelta. Toisaalta on muistettava, että myös suovaltaisten valuma-alueiden kangasmaaosuuksilla suoritettavat hakkuut lisäävät koko valuma-alueelta purkautuvien vesien määriä (vrt. VERRY 1972). Puulajin vaihdot aiheuttavat niin ikään pitkävaikutteisia muutoksia alueiden hydrologiaan.

Haihdunta

Tässä selostetuissa tutkimuksissa ei suoraan mitattu toimenpiteiden vaikutuksia haihduntaan, mutta epäsuorasti voitiin päätellä, että erityisesti lannoitus lisää puuston ja aluskasvillisuuden haihduntaa (HEIKURAINEN ja PÄIVÄNEN 1970, PÄIVÄNEN 1972). Hakkuiden vaikutuksesta kohoava pohjavesipinta aiheuttaa muutoksia myös haihdunnalle alttiina olevan veden määrän pintaturpeessa. Toistaiseksi on kuitenkin liian vähän tietoa puuston ja hakkuualalle muodostuvan pintakasvillisuuden mahdollisista haihduntaeroista.

PÄÄTELMÄT

Turvemaan metsiköiden kasvuolosuhteiden kannalta olisi syytä välttää voimakkaita harvennuksia kasvatusvaiheessa. Erityisesti vanhoilla metsäojitusalueilla, joilla ojat saatavat olla heikkokuntoisia, puuston biologinen kuivatusvaikutus on erittäin tärkeä. Päätehakkuun yhteydessä jouduttaneen suorittamaan turvemaan vesitalouden uudel-

leen järjestelyjä joko vanhojen ojien perkauksena ja mahdollisena täydennysojitusena tai harkitsemaan alueen uudelleen ojitusta kuivatusteknisesti parhaimmalla tavalla välittämättä vanhasta ojustosta.

Lannoituksella näyttää olevan edullinen vaikutus metsikön vesitalouteen puuston kasvua ajatellen.

KIRJALLISUUS

HEIKURAINEN, L. 1966. Effect of cutting on the groundwater level on drained peatlands. Int. Symp. Forest Hydrology, Pergaman

Press — Oxford & New York 1966, s. 345—354.
— • — 1967. Hakkuun vaikutus ojitettujen soiden

vesitalouteen. Summary: On the influence of cutting on the water economy of drained peatlands. Acta For. Fenn. 82.2 (45 s.)

— » — & PÄIVÄNEN, J. 1970. The effect of thinning, clear cutting and fertilization on the hydrology of peatland drained for forestry. Acta For. Fenn. 104 (23 s.)

LUKKALA, O. J. 1946. Korpimetsien luontainen uudistaminen. Referat: Die natürliche Verjüngung der Bruchwälder. Commun. Inst. Forest. Fenn. 34.3 (150 s.)

PÄIVÄNEN, J. 1966. Sateen jakaantuminen erilaisissa metsiköissä. Summary: The distribution of rainfall in different types of forest stands. Silva Fenn. 119.3 (37 s.)

— » — 1972. The effect of fertilization on throughfall and ground water table in peatlands drained for forestry. Proc. 4th Int. Peat Cong. Vol III: 469—477.

— » — 1973. Harvennuksen vaikutus lumi- ja routasuhteisiin nuorena turvemaan männikössä. Summary: The effect of thinning on the snow cover and soil frost conditions

in a young Scots pine stands on drained peat. Silva Fenn. 7 (2): 114—128.

— » — 1974 a. Hydrological effects of clear cutting in peatland forests. Proc. Int. Symp. Forest Drainage, Jyväskylä — Oulu, Finland, s. 219—228.

— » — 1974 b. Nutrient removal from Scots pine canopy on drained peatland by rain. Acta For. Fenn. 139 (19 s.)

THURMANN-MOE, P. 1941. Om skogens innflytelse på jordens vannföräd, med specielle undersøkelser over dens drenerende evne. Referat: Über den Einfluss des Waldes auf die Wasservorräte des Bodens mit besonderen Untersuchungen über die entwässernde Fähigkeit desselben. Meld. f. Norg. Landbrukshøgskole 21: 217—300.

VERRY, E. S. 1972. Effect of an aspen clearcutting on water yield and quality in northern Minnesota. Natl. Sump. on Watersheds in Transition. Colo. State Univ. and Amer. Water Resources Assoc. AWRA Proc. Series No. 14, s. 276—284.

LANNOITUKSEN VAIKUTUS PUUSTON KASVUUN PIIPSAN- NEVAN METSÄNLANNOITUSKOEKENTÄLLÄ

EERO PAAVILAINEN

Metsäntutkimuslaitos

Esitelmässä käsiteltiin osaa runsastyyppisten rämeiden jatkolannoitusta koskevan laajemman tutkimuksen tuloksista. Tämä tutkimus on julkaistu Folia Forestalia sarjassa (Eero Paavilainen: Jatkolannoitus runsastyyppisillä rämeillä. Ennakkotuloksia. Summary: Refertilization on nitrogen-rich pine swamps. Preliminary results. Folia For. 414. 1979).

Piipsanevan metsänlannoituskoekentällä (60° 08' N, 25° 37' E), jolta esitelmän aineisto oli kerätty, PK-peruslannoitus lisäsi voimakkaasti puuston kasvua. Osassa koealoja kasvunlisäys oli sitä suurempi, mitä enemmän fosforia käytettiin yhdessä kaliumin kanssa. Runsaat fosforimäärät (yli 100 kg P/ha) aiheuttivat toisaalta muutoksia

neulasten ravinnesuhteissa sekä kasvuhäiriöitä. Häiriöiden esiintyminen oli korrelaatiossa neulasten booripitoisuuden alenemisen ja fosforipitoisuuden kasvun kanssa.

Jatkolannoitus 12 vuoden kuluttua ensimmäisestä lannoituksesta lisäsi puuston kasvua koealoilla, jotka saivat ensimmäisellä kerralla fosforia vain 29 tai 43 kg P/ha. Niilläkin jatkolannoitus olisi voitu siirtää muutamaa vuotta myöhemmäksi.

Jatkolannoituksen PK- ja NPK-käsitteilyt vaikuttivat jokseenkin yhtä tehokkaasti puuston kasvuun. Pelkän typen käyttö antoi selvästi näitä käsitteilyjä heikomman tuloksen, sillä ensimmäistä positiivista reaktiota seurasi kasvun taantuminen ja neulasten ravinnesuhteiden häiriintyminen.

THE USE OF FOREST DRAINAGE AREAS AND DRAIN NETWORKS IN THE FORESTRY OF FINLAND. SUMMARY OF THE PAPERS BY THE FINNISH REPRESENTATIVES

EERO PAAVILAINEN

Finnish Forest Research Institute

Aalto and *Manner*, the representatives of practical forestry, deal with the treatment of old drainage areas. According to their report, the treatment of tree stands in old drainage areas does not essentially differ from the practice on mineral soils, although natural seeding can be utilized more frequently on peatland than on mineral soil. Repair of the drain network should coincide, where possible, with logging operations. Ditch cleaning should be started from the main drain and proceed toward the upper course omitting the unnecessary cleaning of feeder drains. The strip should be split only in areas where the draining effect has remained inadequate. A tractor digger is used for cleaning in areas where the mineral soil is raised, while a plough is applicable only in stoneless peat which contains only few snags. In order to preserve the scarp of the drain, a narrower bucket than the one used for drainage is recommended when cleaning occurs with an excavator. Harvesting must be anticipated at the time of cleaning. The upper parts of feeder drains can be left uncleaned (10–20 metres from cut-off drains), as they are unimportant for drainage. Driving tracks are built on midstrips. The possibility for road construction on the embankment must be ascertained when the drain network is being repaired.

According to *Niskanen*, the latest national forest survey reveals that an area of 720 000 ha needs supplementary drainage, while about 84 000 ha require only ditch cleaning. As the drainage area grows older, the need for cleaning continuously increases. The amount of ditches in need of urgent cleaning

is at the moment estimated to be about 10 000 km/year.

The first basic repair of forest drainage systems usually occurs within 15–20 years. By removing clogging agents and by keeping the bottom of the ditch clean, it is possible to manage without further operations till final cutting. The actual cleaning is concentrated on the ditch bottom and removable spoil is only 0.25 m³/m on the average. The cleaning machine should therefore possess a high working speed and ability to move fast on old ditches.

Ploughing, though inexpensive, is not recommended for general use, because its operation is too damaging to the ditch scarps and the drawing machines cause damage to trees. Ploughing is, however, applicable in connection with other methods. The same restrictions that limit the use of ploughs apply to rotary ditchers as well. Rotary ditchers are suitable only for cleaning feeder drains. The best results have been obtained with excavators. The new excavator, designed for ditch cleaning, has hydraulic transmissions both for driving and excavating. The cleaning bucket is narrow and long and is usually filled while the machine is moving.

In *Antola's* opinion, poor means of communication have made it difficult to perform the necessary forestry and basic improvement work in drainage areas. The problem would be solved by constructing light and inexpensive lorry roads supplemented with tractor roads.

The road network and the draining measures in an area should be planned simultaneously. Collecting roads should be

built so that strip roads can be effectively connected to them. Collecting roads are lightly constructed main haul roads and temporary forest roads where the soil filling and gravel is spread next to the ditches. A larger number of plastic pipes may be used for culverts than normally. Berms are formed at the side of the main drainage canal, main drain and cut-off drain to serve as strip roads for tractors in winter or during a dry summer season.

Berms should be built at minimum intervals of 300–400 m or 25–30 m/ha. Lightly constructed forest roads can be strengthened for heavy traffic when the harvesting time approaches.

Heino states in his article that before 1979 the area of drained peatland on state-owned land amounted to 880 000 ha, about 80 % of which was drained during the last two decades. An estimated 300 000 ha of peat soils which are worth afforesting still remain on state-owned land.

About 1.9 million ha of peat soils will be left in their natural state. 260 000 km of drains have been dug, 65 000 km of which have been cleaned. The annual cleaning target is 5 200 km/y at the beginning of the next decade.

In 1978, 20 % of the supplementary drainage was made by forest draining ploughs, 78 % by tractor diggers and 2 % by rotary ditchers.

When improving water conditions in old drainage areas, the main target should be the maintenance of ditches. Mechanization should be developed by adopting new methods and improving cooperation in development work. Furthermore, the planning of working sites should be more accurate, the basis for the payment of work clarified and education improved. Thus the increases in unit expenses in connection with the cleaning of forest ditches can be controlled.

Nikkilä deals with the fertilization of peatlands on privately-owned land. Up till the end of last year the area of fertilized private forests was 560 000 ha. These consisted mainly of basic fertilization aimed at tree stands on peatland which were naturally poorly growing. The fertilization of middle-aged tree stands, i.e. to peatland stands which are naturally wellgrowing or

that have once been fertilized, has been performed on an area of about 35 000 ha. A long-term loan at 3 % interest and subsidies are granted for primary fertilization. The fertilization enterprises of middle-aged tree stands will be granted a loan at 5 % repayable over 8 years, and subsidies only for northern Finland. New instructions were issued in May this year for the fertilization of privately owned land. They are stricter than the previous ones and emphasize that tree stands should not be fertilized until they are dense enough, capable of recovery and adequately drained. Fertilization is carried out with a granular PK fertilizer for peatland forests (19 % P_2O_5 – 19 % K_2O) 400–500 kg/ha or PK and ammonium nitrate with lime (27.5 % 350 kg/ha. Spreading is mainly manual, although the use of snowmobiles and aerial spreading are becoming more and more frequent. Instructions for proper treatment are urgently needed, because the older privately-owned areas have already reached the stage of refertilization.

Reinikainen, who represents the research sector, deals with the questions pertaining to the estimation of forest improvement measures necessary in old drainage areas. In his opinion, the treatment instructions for soil preparation and fertilization of old drainage areas are at the moment less informative than the instructions for the utilization of virgin peat soils. The water conditions in old drainage areas can be evaluated on the basis of ditch spacings, ground water level and ground vegetation.

Ground vegetation as an indicator of the need for fertilization is not as accurate in old drainage areas as on virgin peat soils, as drainage destroys demanding peatland species and seemingly lowers the site quality index. Nutrient deficiency symptoms indicate a need for fertilization. Chemical peat analysis as an indicator has proved rather worthless. Foliar analysis has lately turned out to be the best method for the estimation of fertilization requirements. Limit values for foliar analysis denoting the fertilization requirement have been introduced for practical purposes as well as their interpretation including both macro- and micronutrients. Remote mapping by means

of false colour aerial photographs is a new method being experimented with.

Päivänen examines the effect of silvicultural measures on the water conditions in old drainage areas. Silvicultural measures affect the amount of water entering the soil, the distance of the ground water level from the soil surface and, indirectly, the run-off and evapotranspiration from an area. Interception was 20–25 % of the total rainfall according to hydrological investigations on tree stands carried out by the University of Helsinki. Thinning increased throughfall by 7–20 %; whereas forest fertilization lowered it by 5–8 %. Thinning raised the ground water level, while fertilization increased the distance between the ground water level and soil surface. In addition to the effect of the original stand, the quality intensity of applied measures, the properties of the peat profile contributed to changes in the ground water level. As the ground water level rose, run-off increased. Fertilization proved to increase the transpiration of trees and ground vegetation.

Radical thinning should be avoided according to investigations. The biological draining effect of the stand is of great importance in old drainage areas. At final cutting the water conditions of peat soils should be improved by cleaning old ditches and carrying out supplementary drainage.

Paavilainen introduces the results of fertilization experiments on peatlands rich in nitrogen but deficient in phosphorus and potassium. The experimental field at Piipsanneva was fertilized for the first time by applying varying amounts of phosphorus in 1961 and refertilized with different nutrient combinations in 1973.

The first fertilization with PK led to a vigorous growth increase of the trees at Piipsanneva. In some plots the growth increment induced by fertilization was the more vigorous the more phosphorus was used. By increasing the rates of phosphorus the duration of the fertilizer effect apparently lengthens. On the other hand, an abundant use of fertilizers led to growth disturbances. The occurrence of growth disturbances correlated with the decreasing boron content of needles and with increasing amounts of phosphorus. Refertilization 12 years after the first fertilization improved the growth of trees only on the plots which had received the lowest phosphorus amount (66 or 99 kg P_2O_5 /ha) at the first fertilization. The effect of refertilization was equally effective with both PK and NPK. Mere nitrogen application produced a weaker result, as the first positive response was followed by a decline in growth and disturbances in nutrient rations in the needles.

ЭКСПЛУАТАЦИЯ ОСУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ И ОСУШИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ В ЛЕСНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

ЭЭРО ПААВИЛАЙНЕН

Государственный научно-исследовательский лесной институт

Из представителей производства *О. Аалто* и *Э. Маннер* просматривают мероприятия, необходимые на уходе давно осушенных территорий. Лесоводственные мероприятия, по их мнению, в осушенных лесах почти одинаковые с теми, которые проводятся в лесах на минеральных почвах. Однако, в осушенных лесах возможно применять естественное возобновление в больших масштабах чем на суходолах. Ремонт осушительной сети целесообразно проводить одновременно с рубками. Сначала целесообразно ремонтировать магистрали, потом в направлении верхнего течения, причем ремонт осушителей не всегда нужен. Пересечение междуканавных полос нужно только в случае недостаточного эффекта осушительной сети. На объектах с тонким слоем торфа применяются тракторные экскаваторы, а плужные канавокапатели только на некаменистых и малотопяниковых торфяниках. Чтобы сохранять откосы каналов недотронутыми рекомендуется применять при ремонте каналов тракторными экскаваторами более узкие ковши чем при выкладке новых каналов. При ремонте следует принимать во внимание и потребности транспортировки древесины. Поэтому верхние части осушителей (10—20 м.), ненужные с точки зрения водного режима, целесообразно не ремонтировать. Трелевочные волокна должны находиться на середине междуканавных полос. Возможность устройства набережных вдоль каналов дорог необходимо изучать при ремонте канав.

М. Нисканен констатирует, что по новым данным государственной таксации лесов страны 720 тыс. га осушенных лесов нуждаются дополнительного осушения, а только 84 тыс. га чистого ремонта канав. Одновременно с увеличением давности осушения растет необходимость ремонта. Число каналов, нуждающихся скорого ремонта в настоящее время вероятно 10 тыс. км. в год. Канавы требуются первого основного ремонта в общем через 15—20 лет. Удаляя пучки и сохраняя дны канав чистыми можно достигать до главного пользования древостоя без ремонтов.

При ремонте удаляется грунт только из дна канав, объем грунта в среднем 0.25 м³ на м. Машина, применяемая при ремонте, должна ходить быстро на работе и иметь способность ходить над старой каналой без трудностей.

Применение плужного канавокапателя не подходит общим методом ремонта, хотя рабочие расходы там низкие. Это зависит между прочим от того, что плуживание влияет слишком сильно на откосы, а также от того, сто базовые машины повреждают древостой. Применение плуга можно все-таки рекомендовать вместе с другими методами. Ограничения применения фрезерных машин на ремонте те и же как у плугов. Только осушители подходят к применению фрезерных машин. Самые наилучшие результаты получены применением тракторного экскаватора. Новый тракторный экскаватор имеет свою гидравлическую трансмиссию и при ходе

и при выкладке канав. Ковша для ремонта узкая и длинная. Отчистка канав обычно происходит без перерывов хода.

А. Антола считает, что недостаточные возможности транспортировки до сих пор затруднили на осушенных землях выполнение нужных лесоводственных мелиоративных мероприятий. Чтобы улучшить положение надо было строить новые легкие и дешевые лесные дороги для машин и грузовиков, а дополнительные дороги для тракторов.

Сеть дорог надо было бы планировать одновременно с планировкой осушительных работ. Главные (собираательные) волокна надо было бы постановить таким образом, чтобы возможно было соединить трелевочные эффективно с ними. Главные волокна — легкие автодороги, при устройстве которых ковальеры канав выравниваются и потом покрываются набивочной землей и песком. При устройстве кульвертов можно применять пластмассовые трубы. Трелевочные волокна — положенные вдоль магистралей и собирателей линии, на которых можно ездить трактором зимой, а также в сухие летние периоды. Волокна целесообразно строить через каждые 300—400 метров или 25—30 м. на 1 га. Легкие лесоводственные дороги можно укреплять более устойчивыми в тот срок, когда древостой достигают стадии пользования.

Э. Хейно констатирует в своем докладе, что в лесах государства до начала 1979 г. было осушено заболоченные леса и болота 880 тыс. га, из них около 80 % в течение последних двух десятилетий. Площадь земель, которые считаются еще годными к осушению, в лесах государства примерно 300 тыс. га. В естественном положении останутся примерно 1900 тыс. га болот. Длинность осушительной сети в государственных лесах 260 тыс. км., из них до сих пор отремонтировано 65 тыс. км. Целей объема ежегодного ремонта в начале следующего десятилетия считается 5,2

тыс. км. Из дополнительных канав в 1978 г. капались 20 % плужными канавокапателями, 78 % тракторными экскаваторами, а 2 % фрезерными машинами.

Главное внимание при улучшении состояния водного режима давно осушенных площадей уделяется на уход старых канав. Механизация ремонта следует повысить применяя новые методы и улучшая сотрудничество на разработке машин. Кроме того, планировка работ следует улучшаться. Обязательно также объяснять правильные основа рабочих зарплат, прибавлять обучение рабочих. Только таким образом возможно сдерживать расходы ремонта лесохозяйственных каналов.

В докладе *А. Никкиля* просматриваются внесения удобрений, проведенные в частных лесах. До конца прошлого года в частных лесах было удобрено всего 560 тыс. га. Большинство из указанной площади — так называемые основные удобрения или первые внесения удобрений лесов, растущих на бедных осушенных торфяниках. Внесения удобрений на более богатых торфяниках и повторные внесения были проведены на площади 35 тыс. га. Для основных удобрений государство дает долгосрочную ссуду, рента которой 3 %, а также пособие. Для других удобрений дается недолгосрочные (8 лет) ссуды, рента которых 5 %, а пособие только в северной Финляндии.

В мае текущего года Главное лесное управление дало новые указания для выполнения удобрений в частных лесах. Они более строгие чем предыдущие. Особенное внимание уделяется на то, что древостой во время внесения удобрений достаточный и способный к оживанию роста, а также на то, что водной режим осушенной площади удовлетворительный. Удобрениями применяется «РК-удобрения болотных лесов» (19—19), доза 400—500 кг. на 1 га., или «Оулуцелитра» (27,5 % N), доза 350 кг. на 1 га. Большинство внесений проводятся ручным способом, а тоже внесения

моторными санками или летательными аппаратами обобщаются. На первых в частных лесах удобренных участках повторное внесение уже нужно, причем правильные рекомендации были бы важные, но частично пока не существуют.

Из представителей науки А. Рейнкайнен рассматривает вопросы, касающиеся определения потребности в мелиоративных мероприятиях давно осушенных земель. Он констатирует, что основа правил по повторным осушениям, удобрениям, обработке почвы, на давно осушенных участках пока не такие глубоко обоснованные как те по освоению естественных болот. Водной режим на давно осушенных площадях может определяться по расстоянию между канавами, глубине уровня грунтовых вод, растительному покрову.

Значение растительного покрова индикатором потребности в питательных веществах слабее на давно осушенных площадях чем при освоении естественных болот, потому что осушение уничтожает часть капризных болотных видов, что приводит к призрачному ухудшению места произрастания. Симптомы недостатка питательных элементов дают хорошие ссылки о правильных составах и дозах удобрений. Констатировано, что значение агрохимического анализа индикатором потребности почвы в питательных элементах — довольно маленькое. Самым хорошим методом при определении потребности почвы в минеральных удобрениях оказался по новейшим исследованиям хвойный анализ. Для производства уже приведены пределы, которые при хвойном анализе показывают недостаток того или иного питательного элемента. Кроме того, объяснены ряд вопросов толкования результатов, полученных при хвойных анализах и по макро- и по микроэлементам. Новым методом при определении питательного режима почвы пробуются толкование разных цветных аэрофотоснимков.

Ю. Пяйвянен рассматривает в своем

докладе влияние лесоводственных мероприятий на водной режим давно осушенных сосняков. Лесоводственные мероприятия влияют на количество осадков, проникающее в почву, на глубину уровня грунтовых вод, а косвенно также на сток и эвапотранспирацию. В лесогидрологических исследованиях, проведенных на Кафедре лесного болотоведения Хельсинского университета, количество осадков, остающееся в кронах — 20—25 % из свободной осадки. Разные варианты прореживания увеличили количество осадков на уровне поверхности почвы на 7—20 %, а внесение удобрений уменьшило его на 5—8 %. В связи с тем прореживание повысило уровень грунтовых вод, а внесение удобрений повлияло противоположно. Кроме характеристик насаждения и проведенных мероприятий также свойства торфяного профиля повлияли на изменения грунтовых вод. Последствием повышения уровня грунтовых вод сток увеличивается. В исследованиях было также установлено, что внесение удобрений увеличивает транспирацию древостоя и растительного покрова.

По данным исследования кажется целесообразным проводить только осторожные прореживания в срок выращивания насаждений на осушенных торфяниках. Гидрологическое влияние древостоя особенно важное в условиях давно осушенных площадей. Одновременно с главным использованием древостоя целесообразно ремонтировать старые и выкладывать возможные дополнительные каналы.

Э. Паавилайнен приводит данные по внесению удобрений на осушенном болоте, богатом в азоте, а бедном в фосфоре и калии. Первое внесение удобрений было проведено в 1961 г. применяя разные дозы фосфора, а повторное в 1973 г. применяя разные составы минеральных удобрений.

Первое внесение РК-удобрений сильно увеличило рост древостоя. В ряде случаев дополнительный прирост древостоя увеличилось с увеличением дозы фосфора. На другой

стороне, большие дозы возникают деформации роста. Замечено, что вероятность деформацией растет с уменьшением содержания бора и увеличением фосфора в хвоях. Повторное внесение удобрений увеличило прирост древостоя только на тех вариантах, которые в первый раз получили самую маленькую дозу фосфора (66 или 99 кг. P_2O_5 на 1 га.).

Эффективность повторных РК- и NPK-удобрений оказались на том и же уровне.

Применение чистого азота дало плохие результаты, потому что, после первых положительных реакций, оказалось уменьшение роста и нарушение связей питательных элементов в хвоях.

SELANDER, JUKKA & NUORTEVA, MATTI

ODC 414.11

1980. Feromonivalmisteen käyttö kirjainpainajien torjumiseksi kuolevassa kuusikossa. Summary: Use of synthetic pheromones for the control of spruce bark beetle in a heavily infested spruce stand. — SILVA FENNICA Vol. 14 (2): 113—121. Helsinki.

The dying-off of more trees in an over-aged Norway spruce stand caused by *Ips*-bark beetles was reduced by a pheromone preparation, ipslure. 20 preparations placed in trapping bolts captured more than 13 700 specimens of *Ips typographus* and *I. duplicitatus*, which alone corresponded to a saving of five old trees in this valuable exhibition and seed collection stand. Attractance of ipslure to the following predators of bark beetles was also examined: *Thanasimus formicarius*, *T. rufipes*, *Epuraca bickhardi*, *Rhizophagus ferrugineus*, *Pityophagus ferrugineus*.

Authors' address: University of Helsinki, Department of Agricultural and Forest Zoology, SF-00710 Helsinki 71, Finland.

KOSKI, VEIKKO

ODC 232.311.3

1980. Minimivaatimukset männyn siemenviljelyksille Suomessa. Summary: Minimum requirements for seed orchards of Scots pine. — SILVA FENNICA Vol. 14 (2):136—149. Helsinki.

In order to be recorded in the national list of untested seed orchards, set by law, a seed orchard must attain certain objectives. It is impossible to define universal requirements for all categories of seed orchards of all species. The present paper suggests minimum requirements for clonal region seed orchards of *Pinus sylvestris*. The clonal composition as well as factors influencing on the mating pattern have precise numerical threshold values. To be approved the seed orchard must fulfil all the requirements at the same time. The goal is to control the genetic superiority of the forest reproductive material obtained from registered untested seed orchards.

Author's address: The Finnish Forest Research Institute, Unioninkatu 40 A, SF-00170 Helsinki 17, Finland.

HANNELIUS, SIMO

ODC 923.4

1980. Kuka on metsätilanomistaja? Metsätilanomistaja-käsitteen sisälön vaikutus keskeisiin tutkimustuloksiin ja tilastoihin. Summary: Who is the non-farmer forest owner? The semantic influence of the non-farmer forest owner-concept to research results and published statistics. — SILVA FENNICA Vol. 14 (2): 122—135. Helsinki.

Research into the forestry behaviour of private forest owners in Finland began 10 years ago. The private forest owners have been dichotomously classified into two groups, farmers and non-farmers. The farmer forest owner was considered to derive his main income (earnings) from agriculture. This classification is compared to the concepts in statistical publication Farm Economy 1976. On the basis of this examination, it is recommended, that researchers dealing with the behaviour of private forest owners should change their classification to agree with the concepts presented in the Farm Economy statistics. The recommended concept of farmer forest owner is understood as a forest owner who has taxable net incomes (state taxation) from farming. Other private forest owners are classified as non-farmers.

Author's address: The Finnish Forest Research Institute, Unioninkatu 40 A, SF-00170 Helsinki 17, Finland.

PAAVILAINEN, EERO & SEPPÄLÄ, KUSTAA (eds)

ODC 972.1 + 232.215

1980. Tolmenpiteet vanhoilla ojitusalueilla — suomalais-neuvostoliittolaisen symposiumin esitelmät. — Management of old forest drainage areas — papers presented in Finnish-Soviet symposium. — SILVA FENNICA Vol. 14(2): 150—225. Helsinki.

The forestry working group of the committee for scientific and technical cooperation between Finland and the Soviet Union initiated cooperation work between the two countries in the field of forestry almost ten years ago. The Finnish organizations which have participated in this activity are the Department of Peatland Forestry, the Finnish Forestry Research Institute, and the Institute of Peatland Forestry, the University of Helsinki. The organizations in the Soviet Union have been the Ministry of Forestry, the Russian Federation of USSR, and the Forestry Research Institutes of Leningrad and Esthonia.

One form of cooperation which has been developed during the last few years is the holding of joint symposiums. The first joint symposium was held in Petroskol in 1978 and the second at the Forest Field Station of the University of Helsinki on 17. 9. 1979. The 9 Russian lectures and the 8 Finnish ones which were presented at the latter symposium are published in this edition, either in their entirety or slightly condensed. The summing-up given by the coordinators of the symposium, prof. V. K. Konstantinov and Dr. Eero Paavilainen, are also included in English and in Russian. Dr. Eero Paavilainen acted as the chairman of the symposium.

Editors' address: The Finnish Forest Research Institute, Unioninkatu 40 A SF-00170 Helsinki 17, Finland.

KIRJOITUSTEN LAATIMISOHJEET

Silva Fennica-sarjassa julkaistaan lyhyitä metsätieteellisiä tutkimuksia ja kirjoituksia kotimaisilla kielillä tai jollakin suurella tieteellisellä kielellä. Julkaistavaksi käsikirjoitus on jätettävä Seuran sihteerille painatuskelpoisessa asussa. Seuran hallitus ratkaisee asiantuntijoita kuultuaan, hyväksytäänkö kirjoitus painettavaksi.

Kirjoitusten laadinnassa noudatetaan Silva Fennican numerossa Vol. 4, 1970, N:o 3 painettuja kansainvälisiä ohjeita. Suureissa, yksiköissä sekä symbolien ja kaavojen merkinnöissä noudatetaan ohjeita, jotka ovat suomalaisissa standardeissa SFS 2300, 3100 ja 3101. Oikoluvussa noudatetaan standardia SFS 2324.

Kirjoituksen alkuun tulee julkaisun kielellä lyhyt yhdistelmä tutkimuksen tuloksista. Samoin laaditaan tutkimuksen yhteyteen lyhyt englanninkielinen tiivistelmä, jonka lisäksi kunakin Silvan numeron loppuun painetaan irti leikattavan kortin muotoon kustakin tutkimuksesta englanninkielinen esittely. Sisällysluetteloa ei käytetä. Mahdolliset kiitokset esitetään lyhyesti johdannon lopussa ja merkitään painettavaksi petiitillä.

Kuvien ja piirrosten viivapaksuudet ja tekstikoko on valittava siten, että ne sallivat painatuksen vaatiman pienennyksen. Kuvien ja piirrosten painatuskoosta on syytä neuvotella etukäteen toimittajan kanssa, sillä tarpeettomia kustannuksia aiheuttavaa painatuskokoja ei sallita. Valokuvien tulee olla teknisesti moitteettomia ja kiiltävälle valkealle paperille suurennettuja. Värikuvia ei yleensä hyväksytä painettavaksi. Kuvat ja taulukot numeroidaan kummatkin erikseen juoksevasti, ja niiden otsikoista laaditaan erillinen luettelo kirjapainoa varten.

Jos vieraskielisessä lyhennelmässä viitataan tiettyihin kuviin ja taulukoihin, on nämä varustettava vieraskielisin otsikoin ja selityksin. Muut kuvat ja taulukot voivat olla yksikielisiä.

Lähdeviitauksissa tekijännimet sijapäätteineen kirjoitetaan isoin kirjaimin mikäli tekijännimen vartalo on muuttunut. Muutoin taivutuspäätte kirjoitetaan pienaakkosin. Esimerkkejä: KOSKISEN (1972) tutkimus . . . , YLI-VAKKURIN (1972) tutkimus . . . Milloin tekijöitä on kolme tai useampia, mainitaan tekstissä vain ensimmäinen (esim. HEIKURAINEN ym. 1961). Vieraskielisessä tekstissä ym. korvataan merkinnällä et al. Jos julkaisulla on kaksi tekijää viitteessä, pannaan tekijöiden nimien väliin ja-sana painatuskielellä. Esimerkki: KELTIKAN-GAS ja SEPPÄLÄ (1973, s. 222) osoittivat . . .

Viitekirjallisuus luetteloidaan tekijännimien (kirjoitetaan isoin kirjaimin) mukaisessa aakkosjärjestyksessä. Jos tekijöitä on useampia, nimet erotetaan pilkulla, paitsi kaksi viimeistä, jotka erotetaan &-merkillä. Tekijän etunimistä suositellaan käytettäväksi vain alkukirjaimia. Tutkimusten nimet kirjoitetaan lyhentämättä. Julkaisusarjoista käytetään niitä lyhenteitä, jotka on painettu Silva Fennican numerossa Vol. 5, 1971, N:o 2. Täydellisempi luettelo on nähtävissä Seuran toimistossa. Kirjoituksen löytämisen helpottamiseksi mainitaan aikakauslehdistä myös sivunumerot. Suomenkielisistä tutkimuksista otetaan mukaan vieraskielisen lyhennelmän nimi. Volyymi merkitään julkaisusarjan nimen jälkeen. Jos kyseessä on aikakauslehti tai vastaava, numero merkitään volyymin jälkeen suluisa. Sivunumerot erotetaan kaksoispisteellä volyymistä tai suluisa olevasta numerosta. Jos samalla kertaa ilmestynyt volyymi sisältää useita tutkimuksia, merkinnässä sovelletaan ko. julkaisussa noudatettua tapaa. Esimerkkejä:

ILVESSALO, Y. 1952. Metsikön kasvun ja poistuman välisestä suhteesta. Summary: On the relation between growth and removal in forest stands. — Commun. Inst. For. Fenn. 40.1.

WILCOX, W. W., PONG, W. Y. & PARMETER, J. R. 1972. Effects of mistletoe and other defects on lumber quality in white fir. Wood & Fiber 4 (4): 272—277.

Englanninkielisen lyhennelmän ja mahdollisten kuva- ja taulukkokotekstien kääntämisestä ja pätevän kieliasiantuntijan tekemästä tarkastamisesta huolehtii kirjoittaja. Seura voi maksaa kustannukset valtiovarainministeriön antamien ohjeiden mukaan. Jos kääntäjän lasku on ohjeiden edellyttämää tasoa korkeampi, kirjoittaja vastaa ylittävistä osuudesta. Lähempiä tietoja antaa Seuran julkaisujen toimittaja.

KANNATAJAJÄSENET — 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
Kymi Kymmene
KESKUSMETSÄLAUTAKUNTA TAPIO
KOIVUKESKUS
A. AHLSTRÖM OSAKEYHTIÖ
TEOLLISUUDEN PUUYHDISTYS
OY TAMPELLA AB
JOUTSENO-PULP OSAKEYHTIÖ
KAJAANI OY
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
JAAKKO PÖYRY CONSULTING OY
KANSALLIS-OSAKE-PANKKI
SOTKA OY, METSÄOSASTO
THOMESTO OY
ASKO-ÜPO OY
SAASTAMOINEN YHTYMÄ OY
OY KESKUSLABORATORIO
METSÄNJALOSTUSSÄÄTIÖ
SUOMEN METSÄNHOITAJALIITTO R.Y.
OY KYRO AB
SUOMEN 4H-LIITTO
SUOMEN PUULEVYTEOLLISUUSLIITTO R.Y.
OULU OSAKEYHTIÖ
OY W. ROSENLEW AB