

Kasvatusmetsien metsänhoidollinen tila ojitus- alueilla puunkorjuun jälkeen

Harri Rantonen & Juhani Päivänen

SUMMARY: SILVICULTURAL CONDITION OF TREE STANDS AFTER THINNING ON DRAINED PEATLANDS

Rantonen, H. & Päivänen, J. 1989. Kasvatusmetsien metsänhoidollinen tila ojitusalueilla puunkorjuun jälkeen. Summary: Silvicultural condition of tree stands after thinning on drained peatlands. *Silva Fennica* 23(1): 33 - 50.

Linjoittaisena koeala-arviointina tutkittu leimikkopinta-ala oli 594 ha. Inventointilinjan pituuden perusteella arvioiden korjuu-urien osuus oli 14 % ja oja-aukkojen osuus 6 % pinta-alasta. Laskennallinen ajouraväli oli 29 m. Minimiläpimitan valinnaisuus vaikeutti runkolukuohjeen käyttöä harvennusvoimakkuuden kriteerinä. Pohjapinta-alan perusteella tarkastellen toteutunut harvennuskäsittely oli ollut pienillä valtapituuden arvoilla ohjeita voimakkaampi ja suurilla ohjeita lievämpi. Kantojen perusteella arvioitu poistuma oli urien välissä keskimäärin 38 m³/ha. Todellinen poistuma on kuitenkin ollut tätä suurempi, koska ensiharvennuksen yhteydessä avataan ajourat.

The area of the stands studied by line plot survey was 594 ha. On the basis of the length of the inventory line the estimated proportion of harvesting strips was 14 % and that of ditch openings 6 % of the area. The calculated strip road spacing was 29 m. The option of the minimum diameter made it difficult to use the number of stems as criterion for thinning intensity. Thinning intensity evaluated according to the basal area had been stronger than recommended with low values of dominant height and milder with high values. The estimated removal according to stumps was 38 m³/ha on the average between the strips. The real removal has, however, been larger than that, as the strip road openings are made in connection with the first thinning.

Keywords: peatland, forest drainage, silviculture, thinning cuttings, harvesting. ODC 2 - - 144.444+237.2+32+375.4

Correspondence: Juhani Päivänen, University of Helsinki, Department of Peatland Forestry, Unioninkatu 40 B, SF-00170 Helsinki, Finland.

Accepted January 25, 1989

1. Johdanto

Metsäojitettu pinta-ala on jo yli 5,7 milj. hehtaaria, mikä luku sisältää osin myös soistuneiden kankaiden ojituksia. Tämä merkitsee sitä, että ojitusalueita on lä-

hes neljäsosa metsien kokonaisalasta (Heikurainen ja Paavilainen 1985). Ojitusalueiden hoito ja siihen läheisesti liittyvä metsäojituksen kunnostus ovatkin nouse-

massa keskeisiksi työlajeiksi. Metsänhoitotöiden tärkeyttä lisää se, että varttuneet taimikot ja nuoret kasvatusmetsiköt ovat vallitsevia kehitysluokkia ojitusalueilla (Keltikangas ym. 1986, Paavilainen ja Tiuhonen 1988). Alueellisissa metsätaloussuunnitelmissa esitettyjen hakkuuehdotusten perusteella on arvioitukin, että koko valtakunnan tasolla harvennushakkuiden osuus käsiteltävistä yksityismaiden suomet-sien pinta-aloista on 44 % (Eeronheimo 1985).

Harvennuspuun korjuuta ojitusaluemetsissä vaikeuttavat ojat, maaperän heikko kantavuus, korjattavien runkojen pieni keskikoko, keskimäärin pieni hakkuukertymä ja lehtipuun suuri osuus. Tiedot ovat myös keskimäärin heikommat kuin kangasmaiden puunkorjuussa. Näiden lähinnä korjuuteknisten ongelmien lisäksi suopuustoissa on omia kangasmaiden ensiharvennusmetsistä poikkeavia erityispiirteitä.

Ensimmäisessä ojituksenjälkeisessä puusukupolvessa heijastuu luonnontilaisten soiden puustojen eri-ikäisrakenteisuus. Ojitusalueiden metsiä koskevat inventointitutkimukset ovat osoittaneet, että ojitushetkellä vallitseva eri-ikäisrakenteisuus säilyy ja jopa korostuu ojituksen jälkeen (Hökkä ja Laine 1988). Suomet-sien puustoille on edelleen ominaista ryhmittyneisyys. Luonnontilaisilla nevamaisilla rämeillä ja nevamaisissa korvissa puut kasvavat mätäspinnoilla. Ojituksen jälkeen kasvuolojen parannuttua alkavat puustot täydenä tasapainoille muodostuvasta taimiaineksestä. Erityisesti ravinteisimmilla suotyypeillä pieniläpimittaisen puuston, etupäässä koivun, osuus lisääntyy voimakkaasti. Koivun runkoluvusta lasketun osuuden on todettu lisääntyvän korpityypeillä pohjoiseen ja rämeillä etelään päin siirryttäessä (Hökkä ja Laine 1988, ks. myös Heikurainen 1959). Ojitusalueella suopuuston ryhmittyneisyyttä lisää myös se, että puuston kehitys on nopeinta ojan välittömässä läheisyydessä, jossa hyvä kuivatusheho, runsas kasvutila ja mahdollisesti myös ojamaiden vaikutus edistävät kasvua. Ojanvieruspuusto eroaa saran keskiosan puustosta eniten viljavuudeltaan heikohkoilla ja kaltevuudeltaan vähäisillä soilla (Seppälä 1972).

Puuston ryhmittyneisyys ja eri-ikäisrakenteisuus vaikeuttaa leimausta ja poistettavien puiden valintaa ojitusaluemetsissä. Tiheissä paikoissa leimausraja ylittyy selvästi, harvoissa paikoissa jäädytään taasen järkevän leimausrajan alapuolelle. Suomet-sille ei ole vielä olemassa omia metsiköiden kasvatusmalleja. Itse asiassa kasvatusmallien laadinta on vasta valtakunnan metsien inventoinnin otantaan perustuvassa turvemaiden pysyvien kasvukoealojen perustamisvaiheessa (ks. esim. Penttilä ja Honkanen 1986). Tämän vuoksi suomet-säkin on jouduttu soveltamaan kangasmaiden puustoille laadittuja kasvatusmalleja. Harvennusmallit perustuvat yleensä pohjapinta-alaan kussakin valtapituusvaiheessa. Runkolukuun perustuvat harvennusmallit soveltuvat kuitenkin alusta alkaen hoitamattomiin tai liian lievästi taimikkovaiheessa käsiteltyihin metsiköihin (Vuokila 1980, s.193), jollaisia ojitusaluemetsät usein ovat.

Harvennuspuun korjuuta ojitusaluemetsistä on tähän mennessä tutkittu melko vähän. Ojitusalueiden puunkorjuun erityispiirteitä on pohdittu työryhmissä (ks. esim. Backlund ym. 1984, Matilainen 1988). Valtaosa varsinaisesta tutkimuspanoksesta on suuntautunut korjuuteknisiin kysymyksiin, joissa pääpaino on ollut erilaisen metsäkuljetuskaluston maastokelpoisuudessa (Sirén 1985, Ala-Ilomäki ja Sirén 1987, Eeronheimo ja Heikka 1987, Sirén ym. 1987). Ojitusaluemetsien ensiharvennusleimiköiden rakennetta on tutkittu vain metsähallinnon maille suunnitelluissa leimikoissa (Pohjola 1983, Penttilä ja Pohjola 1985). Tähän aihepiiriin liittyviä päätelmiä voidaan osin tehdä myös tutkimuksista, joissa on selvitetty sarkaleveyden puustollisia vaikutuksia (Seppälä 1972, Ristioja 1986). Sitä vastoin käytännön metsäojitusalueilla tehdyn harvennuspuun korjuun metsänhoidollisesta työjäljestä ei ole julkaistua tietoa.

Käsillä olevassa tutkimuksessa tarkastellaan vastikään puunkorjuun kohteena olleiden ojitusalueiden nuorien ja varttuneiden kasvatusmetsien metsänhoidollista tilaa yhden metsäteollisuusyrityksen maille. Tavoitteena on selvittää, onko korjuun metsänhoidollinen työjälki ohjeiden mukainen ja kuinka käytetyt harvennusohjeet soveltuvat suopuustojen käsittelyyn.

Tutkimuksen kenttätöitä ja aineiston esikäsittely on tehty Kajaani Oy:n rahoittamana. Ilman metsätalouspäällikkö Risto Nederströmin apua ja myönteistä suhtautumista hankkeeseen työ olisi jäänyt tekemättä. Työn suunnitteluvaiheessa saatiin arvokasta apua dos. Jukka Lai-

neelta ja aineiston käsittelyssä MMK Henry Schneiderilta. Käsikirjoituksen ovat lukeneet vartenotettuja huomautuksia tehden prof. Eero Paavilainen ja dos. Jukka Laine. Kiitämme kaikkia tutkimuksen syntyyn myötävaikuttaneita henkilöitä.

2. Aineisto ja menetelmät

21. Tutkimusalueet

Lähtöaineistoksi otettiin Kajaani Oy:n ojitusalueilla sijainneet ja vuosina 1984 - 1985 kasvatushakuilla käsitellyt nuoret ja varttuneet kasvatusmetsiköt (kehitysluokat 2 ja 3). Alueet sijaitsivat Kajaanin, Oulun, Pulkkilan, Ristijärven, Sotkamon ja Puolangan piiriesimiespiireissä. Inventoitu käsittelyala oli 594 ha, jolla kuvioita oli 75. Kuvion keskikoko oli siten 7,9 ha. Kenttätöitä tehtiin kesällä 1986.

Suurin osa tutkimuksessa mukana olleista leimikoista sijaitsi vanhoilla ojitusalueilla, mutta joukossa oli myös vähäisessä määrin ojituksen yhteydessä tehtyjä kunnostushakkuita (taulukko 1). Pinta-alalla painotettu keskimääräinen ojitusvuosi oli 1960.

Tutkimusalueet sijoittuvat valtakunnallisen ojitusalueselvityksen pääalueelle 2 (Keltikangas ym. 1986), joka vastaa Pohjois-Pohjanmaan ja Kainuun metsälautakuntien toiminta-alueita. Otoksiin valikoituneet kunnat eivät kuitenkaan kaikissa tapauksissa ole samoja. Tehoisan lämpötilan summa merenpinnan tasoon redukoituna vaihtelee tutkimuksen osa-alueilla 1050 - 1150 dd°C:n välillä (ks. esim. Heikurainen 1973).

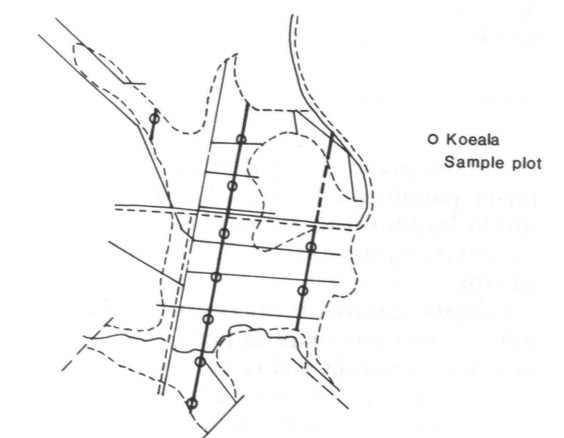
22. Aineiston keräys

22.1. Inventointilinjat

Tutkimusaineiston keräyksessä sovellettiin linjoittaista ympyräkoela-arviointia (kuva 1). Inventointilinjalta havainnoitiin kasvupaikkatyyppiä, ajourien ja oja-aukkojen osuus kuljetusta linjasta, puuston vau-

Taulukko 1. Keskimääräiset ojitusvuodet (ja näiden vaihteluvälit) ja kokonaispinta-alat piireittäin.
Table 1. Average drainage years (and their variation) and drainage areas studied by districts.

Piiri District	Keskim. ojitusvuosi Average drainage year	Pinta-ala Area ha
Kajaani	1956 (1937 - 1985)	243,6
Oulu	1962 (1938 - 1967)	249,2
Pulkkila	1971 (1960 - 1985)	53,4
Ristijärvi	1970 (1962 - 1975)	12,1
Sotkamo	1948 (1937 - 1970)	17,0
Puolanka	1964 (1961 - 1965)	18,7
Keskim. ja yht. Average and total	1960 (1937 - 1985)	594,0



Kuva 1. Esimerkki inventointilinjan sijainnista eräällä ojitusalueella. Linjojen välinen etäisyys on 200 m ja koealaväli 100 m.

Fig. 1. An example of the location of an inventory line in a drainage area. The distance between the lines is 200 m and between the plots 100 m.

riot ajouran varressa, ajouralla olevien raitteiden syvyys ja ojien kunto. Kasvupaikkatyyppiä ei määritetty alkuperäisen suotyyppin tarkkuudella, vaan käytössä oli ojitettujen soiden turvekankaiksi kehittymiseen pohjautuva luokitus (Keltikangas ym. 1986).

Suotyyppien katsotaan muuttuvan turvekangastyypeiksi seuraavasti (Keltikangas ym. 1986):

LhK, RhK, VLK, RhSK, (VLR, VL, KoLK)	Rhtkg (=GOMT)
MK, KgK	Mtkg(I) (=VMT)
RhSR, RhSN, VSK	Mtkg(II) (=VMT)
PK, PsR, KR, KgR	Ptkg(I) (=EVT)
VSR, VSN, (TSR)	Ptkg(II) (=EVT)
IR, TR, LkR, (LkKaN, TSR)	Vatkg (=ECT)

Turvekangastyyppiin johtavan luokituksen käyttö oli perusteltua, koska valtaosa aineiston kasvupaikoista oli muuttumia tai turvekankaita ja puusto jo pitkälle kehittynyttä. Kenttätyövaiheessa erotettiin toisistaan aidoista tyypeistä (I) sekä sekatyypeistä ja avosoista (II) turvekankaiksi kehittyvät ojitusaluemetsät. Tämä helpotti aineiston keruuvaihetta. Laskennassa erotelua ei enää käytetty, vaan ryhmät I ja II yhdistettiin.

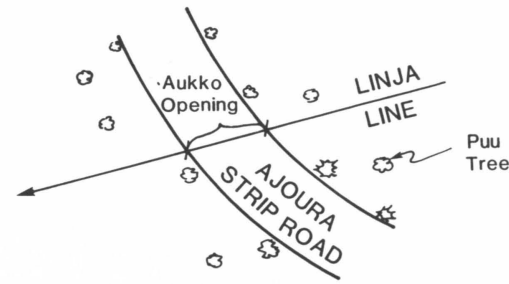
Kuljettu inventointilinja - yhteispituudeltaan 23 172 metriä - jakaantui eri kasvupaikkatyypeille seuraavasti (%):

Rhtkg	Mtkg(I)	Mtkg(II)	Ptkg(I)	Ptkg(II)	Vatkg	Yht.
12	20	15	19	30	4	100

Tutkimusaineisto painottui keskimääräistä parempiin kasvupaikkoihin. Tämä olikin luonnollista, olihan kuvioiden olta-va riittävän puustoisia tullakseen hakkuun piiriin.

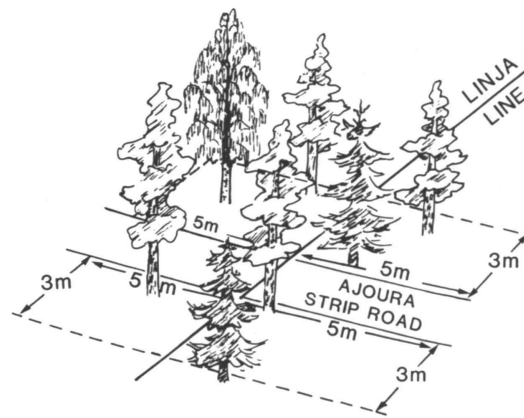
Linjapöytäkirjaan merkittiin jokainen ajouran tai ojan ylitys kahtena havaintona: aukon alkaessa ja päättyessä. Näin saatiin ajourien ja ojien osuus pinta-alasta. Kun ko. aukkoa mitattiin, lukemia ei otettu reunapuusta reunapuuhun vaan kuvitelusta ajouran tai oja-aukon reunasta, jota reunapuut rajasivat (kuva 2).

Korjuuvaurioita selvitettiin ajourien varsilta 10 metrin pituudelta 3 metrin vyöhykkeenä ajouran molemmin puolin (kuva 3). Ajourien puuntuotannollisen merkityksen



Kuva 2. Ajourien ja oja-aukkojen viemän pinta-alaosuuden määrittämisperiaate.

Fig. 2. Method of determining the proportion of the strip road and ditch opening area.



Kuva 3. Ajouran ylityksen yhteydessä mitattiin koala, jolta laskettiin puustolle aiheutuneet korjuuvauriot.

Fig. 3. The sample plot used for calculating the harvesting damages was measured when crossing the strip road.

on myös todettu rajoittuvan 3 metrin kaislalle ajouran reunasta lukien (Isomäki ja Niemistö 1985). Käsillä olevassa työssä vauriot laskettiin siis yhden havainnon puitteissa 60 m²:n alalta. Kaikki havainnot, 665 kpl, yhteenlaskien ajouran viertä tuli mukaan 13300 m ja mitattua alaa 3,99 ha.

Korjuu-urajäljen syvyydestä tehtiin myös havainto ajouran ylityksen yhteydessä. Tavallisesti jälkiä oli kaksi, joskus useampia.

Havainto kirjattiin kahden pääraiteeksi katsottavan jäljen syvyyden aritmeettisena keskiarvona.

Ojan ylityksissä tehtiin havaintoja ojien kunnosta. Ojan kunto arvioitiin 20 m:n matkalta linjan molemmin puolin silmävaraisesti. Ennen kenttätutkimuksia silmävaraista ojan kunnan määrittystä harjoitettiin Helsingin yliopiston suometsätieteen laitoksen kolmiulotteisilla ojakuville. Ojien arvioinnissa käytettiin viittä kunto-luokkaa: 1 = hyvä, 2 = melko hyvä, 3 = tyydyttävä, 4 = melko huono ja 5 = huono (ks. tarkemmin Keltikangas ym. 1986, s. 31).

222. Koalat

Suunniteltu kokonaislinjapituus, jonka tavoitteelliseksi koalamääräksi asetettiin 300 kpl ja jossa koalojen väli oli 100 m, jaettiin kuvioille niiden pinta-alojen suhteessa. Linja sijoitettiin yleensä oja vasten kohtisuoraan. Mutkittelua pyrittiin välttämään, vaikkei ojasto ollutkaan aina yhden-suuntainen. Ajourat olivat yleensä ojien suuntaisia.

Kiinteäsäteisen koalan koko oli 1 aari. Jos puita ei yhden aarin alalla ollut riittävästi (8 kpl), otettiin 1,5 aarin koala. Pienin luettu rinnankorkeusläpimitta oli 5 cm.

Koaloilta kirjattiin kasvupaikkatyyppin lisäksi seuraavat tiedot:

- lukupuista
- puulaji
- $d_{1,3}$ 1 cm:n tasaavaa luokitusta käyttäen
- koepuista
- puulaji
- $d_{1,3}$ (maanpinnan tasosta 1,3 m) mittasakilla kaksi toisiaan vasten kohtisuorassa olevaa havaintoa mm:n tarkkuudella, toinen koalan säteen suunnassa
- $d_{6,0}$ yli 7,5 m:n mittaisista puista 1 cm:n tasaavaa luokitusta käyttäen
- pituus (h) hypsometrillä dm:n tarkkuudella
- d_k arvioidun kaatoleikkauksen kohdalta 1 cm:n tasaavaa luokitusta käyttäen
- kannoista
- puulaji
- d_k 1 cm:n tasaavalla luokituksella
- vauriopuiden lukumäärä ja läpimitat
- tuulentaatopuiden lukumäärä ja läpimitat

Koepuita jouduttiin mittaamaan luku-puihin nähden suuri määrä. Tämä johtui koelakohtaisen laskentaohjelman käytöstä ja koalojen pienuudesta. Koalat sijoitettiin tutkimuslinjalla vain sen puustoiselle osalle. Tarvittaessa koalaa siirrettiin siten, että se sivusi ajouraa tai ojalinjaa aukkoa. Jos koaloja olisi suurennettu, olisi niiden sijoittelu ojien ja ajourien väliin ollut hankalaa ja näin vain puustoisesta osasta mittaamisesta olisi pitänyt luopua. Relaskooppikoalat olisivat olleet mittauksen kannalta helppoja, mutta niissäkin olisivat ura-aukot olleet häiritseviä. Isot suora-kaiteen muotoiset koalat (esim. Seppälä 1972, Penttilä ja Pohjola 1985) taas olisivat vieneet niin paljon enemmän aikaa, että aineiston laajuus olisi käytettävissä olleen ajan puitteissa huomattavasti pienentynyt. Tavoitteena olleista 300:sta koalasta tuli mitatuksi 235. Ajanmenekkiä lisäsivät mm. pienet kuviot, siirtymiset ja ennakkotiedoissa olleet virheet.

Puuston profiilin selvittämiseksi mitattiin kunkin koalan etäisyys lähimpään ojaan. Koska ojan keskiviivan molemmin puolin oli muutama metri ojan viemää aukkoa, jolle koala ei saanut osua, ei koalan keskipiste tullut juuri kuutta metriä lähemmäs ojaan.

Mitatuista koaloista neljä jouduttiin hylkäämään niiden sijaittua aloilla, joilla ei oltu suoritettu varsinaista valikoivaa harvennusta. Tutkimusaineiston 231:stä koalasta 94 sijaitti Kajaanin, 9 Sotkamon, 9 Ristijärven, 28 Pulkkilan, 8 Puolangan ja 83 Oulun piiriesimiespiirissä.

23. Laskenta

Linjapöytäkirjoista laskettiin linjan jakaantuminen eri kasvupaikkatyypeille ja ajourien ja ojien pinta-alaosuudet sekä selvitettiin puustovauriot ajouran varressa. Tiedot laskettiin alueittain ja edelleen piireittäin.

Koalatiedot laskettiin Metsäntutkimuslaitoksen VAX-tietokoneella koalojen peruslaskentaohjelmalla (KPL). Pituuskäyrä saatiin tällöin Näslundin yhtälöllä. Poistuma selvitetään piirtämällä koepuutietojen perusteella kantoläpimitan ja rinnankorkeusläpimitan väliset korrelaatiokäyrät

puulajeittain eri kasvupaikoille ja muuntamalla näiden avulla kantolämpimitat rinnankorkeusläpimitoiksi. Näin saatiin poistumalle oma lukupuuaineisto, jonka laskennassa koealan laskentaohjelma käytti omia koeputiaan.

Koealan pienen koon ja aineiston vaihtelun vuoksi tulosten hajonta oli suuri. Niinpä hajontatunnuksena käytettiin vaihteluväliä tai variaatiokerrointa, jolla voidaan verrata sellaisten aineistojen hajonto-

ja, joiden keskiarvot ovat erisuuruiset.

Tutkimustulosten esittäminen piireittäin, vaikka aineisto ei kaikkien piirien osalta olekaan riittävä johtopäätösten teko, johtuu tutkimuksen case-luonteesta. Esitystapa kuvaa todellisia korjuulosuh-teita ja niiden maantieteellistä jakaumaa yhden metsäteollisuusyrityksen kahden vuoden aikana omissa ojitusaluemetsissään suorittamassa harvennuspuun korjuussa.

3. Tulokset

31. Ojien ja korjuu-urien osuus

Ojitusalueella ojat vievät osan kasvatus-pinta-alasta. Ensiharvennuksen yhteydessä kasvatusala supistuu myös ajourien vuoksi. Ajouravälin pitäminen tavanomaisten korjuulosuh-teiden puitteissa voi ojien takia olla hankalaa. Tutkimuksessa selvitettiin em. aukkojen pinta-alaa mittaamalla ajourien ja ojien osuudet kuljetusta linjasta. Kun oletettiin, että ajouran leveys oli ohjeen mukaiset neljä metriä, saatiin lasket-tua myös ajouraväli (taulukko 2). Näitä tietoja käytettiin jatkossa muunnettaessa eräitä tietoja koko pinta-alaa koskeviksi.

Ajourien ja ojien yhteenlaskettu osuus ojitusalueiden pinta-alasta oli noin viiden-nes. Ojien osuus näyttää vaihdelleen vähemmän kuin ajourien. Koko alueelle las-kettu ajouraväli jäi hieman alle ohjeenmu-kaisen 30 metrin.

32. Ojien kunto

Ojien kunto arvioitiin silmävaraisesti ot-tamalla huomioon ojan syvyys ja vedenjoh-tokyky. Aineistossa ovat mukana kaikki, myös jo mahdollisesti peratut ojat. Käytet-täessä Keltukankaan ym. (1986) perkaustar-vekriteereitä saatiin välittömäksi perkaus-tarpeeksi (ojan kuntoluokka 5) koko alu-eella 4 % ja kokonaisperkaustarpeeksi lähimmän 10 vuoden aikana (kuntoluokat 4 ja 5 yhteensä) 26 % ojista (taulukko 3).

Taulukko 2. Ojien ja korjuu-urien osuudet pinta-alasta ja ajouraväli.

Table 2. Proportion of ditches and strip roads of the drained area, and calculated strip road spacing.

Piiri District	Osuus pinta-alasta Proportion of area			Ajouraväli Strip road spacing	Linjaa Inventory line
	Ojat Ditches	Ajourat Strip roads	Yht. Total		
	%			m	m
Kajaani	6,5	14,2	20,7	28,2	9397
Oulu	6,4	14,5	20,9	27,6	8569
Pulkkila	5,2	11,1	16,3	36,0	2730
Ristijärvi	6,2	21,8	28,0	18,3	865
Sotkamo	6,6	10,5	17,1	38,1	860
Puolanka	2,7	9,5	12,2	42,1	750
Keskim. ja yht.	6,2	13,9	20,1	28,7	23 172
Average and total					

Aineiston keruun yhteydessä tehtiin ha-vaintoja myös puunkorjuusta aiheutuvasta ojien kunnan heikkenemisestä. Hakkuu-tähteet, ojan sortuminen koneen alla ja ojiin jääneet rankasillat ovat niitä tekijöitä, jotka voidaan helposti tunnistaa puunkor-juun seurauksiksi. Puunkorjuun takia oli kuntoluokkiin 4 ja 5 viety keskimäärin 18 %

Taulukko 3. Ojien kuntoluokkien jakauma.

Table 3. Proportion of ditches falling into different condition classes.

Piiri District	Kuntoluokka - Condition class ¹					Havaintoja Observations
	1	2	3	4	5	
	%					
Kajaani	37	9	30	22	2	177
Oulu	4	21	41	27	7	180
Pulkkila	18	28	43	3	8	39
Ristijärvi	0	50	13	31	6	16
Sotkamo	80	13	7	0	0	15
Puolanka	22	33	33	11	0	9
Keskim. ja yht.	22	18	34	22	4	436
Average and total						

¹ Ojien kuntoluokat - Condition classes of ditches

- 1 = Hyvä - Good
- 2 = Melko hyvä - Fairly good
- 3 = Tyydyttävä - Satisfactory
- 4 = Melko huono - Rather poor
- 5 = Huono - Poor

ao. kuntoluokkien ojista. Perkaustarve li-sääntynee korjuun vaikutuksesta kuitenkin tätä enemmän, koska myös parempien kuntoluokkien ojat tukkeutuvat. Lähim-män 10-vuotiskauden kokonaisperkaustar-vetta korjuu lisännee yli viidenneksen.

33. Vauriot

331. Puustovauriot

Puuston vaurioituneisuutta selvitettiin toisaalta koeala-aineiston ja toisaalta ajo-uran reunavyöhykkeen perusteella. Koe-aloilla suoritettussa vauriolaskennassa ha-vainnoitiin runko- ja juurenniskavauriot. Vaurio kirjattiin, jos puun kuori oli repey-tynyt ja paljastanut puuaineksen. Vaurion laatua ei kuitenkaan lähemmin luokiteltu. Juurivaurioista ei tehty havaintoja, elleivät ne olleet johtaneet puun kaatumiseen (ks. luku 36. Tuulenskaadot).

Taulukko 4. Vauriopuiden osuus jätettyjen puiden määrästä ja vauriopuiden määrä hehtaarilla puus-tokoealojen perusteella.

Table 4. Proportion of damaged trees of the trees left after thinning and number of damaged trees per hectare according to inventory based on sample plots.

Piiri District	Vauriopuita - Damaged trees	
	%	kpl/ha - trees/ha
Kajaani	0,4	4,6
Oulu	0,8	10,8
Pulkkila	0	0
Ristijärvi	0	0
Sotkamo	0	0
Puolanka	0,6	12,5
Keskim. Average	0,5	6,2

Korjuun aiheuttamien puustovaurioiden yleisesti käytetty tunnus on vauriopuiden osuus jätettyjen puiden määrästä (Högnäs 1982). Menettelyä sovellettiin myös tämän työn aineistoon (taulukko 4). Koska vauri-opuiden osuus ei ole välttämättä täysin riippumaton runkoluvusta, kannattaa tu-losten tarkemmassa tarkastelussa kiinnittää huomiota myös vauriopuiden määrään hehtaarilla (Högnäs 1982).

Koealoilta saatiin vaurioista ilmeisesti aliarvio, koska ympyräkoela korkeintaan sivusi ajouraa. Puuston mittauksen yhtey-dessä vauriot saattoivat lisäksi jäädä liian vähälle huomiolle. Ajouran varressa 3 m:n vyöhykkeellä sijaitsevilla puilla on suurin riski vaurioitua. Keskittymällä lähinnä tähän vyöhykkeeseen tutkimuksen pitäisi antaa kuva siitä, mikä on puuston vaurioitu-neisuus (Högnäs 1982, Sirén 1986).

Ajouran reunapuutietojen perusteella on myös mahdollista laskea vauriopuiden osuus koko puustosta tietyin oletuksin. Jos puuston tiheys ajouran vieressä on sama kuin muuallakin ajourien välissä ja runkovaurioista p_j % sijaitsee 3 m:n vyö-hykkeellä ajouran reunasta saadaan keski-

määräinen vauriopuiden osuus laskettua koko puustolle kaavalla

$$x = 100/p_j \cdot 6p_3/L,$$

jossa P_j on oletettu vaurioiden jakaantumisadannes, p_3 vaurioprocentti 3 m:n vyöhykkeellä ja L puustoisien osan leveys, joka tutkimuksessa vaihteli ollen keskimäärin 24,7 m (taulukko 2). Koko urien välistä puustoa koskevat vaurioprocentit (taulukko 5) on laskettu olettaen, että 90 % vauriopaista sijaitsee 3 m:n vyöhykkeellä (Högnäs 1982, Sirén 1986).

Puiden vaurioituneisuudessa on suurta piireittäistä vaihtelua. Samanlaista leimikkoitaista vaihtelua on todettu muissakin harvennuspuiden korjuuta selvitellessä tutkimuksissa (Sirén 1981, Högnäs 1982).

332. Maaperävauriot

Tehokkaastikin kuivuneella ojitusalueella on puitten juuristo hyvin pinnallinen. Esimerkiksi ojitusalueen männiköissä ohutjuurien kokonaismäärästä peräti 93 % on 0–10 cm:n pintaturvekerroksessa ja juuriston keskisyvyys on ainoastaan 4,2 cm (Heikurainen 1955). Paksujen juurien syvyysjakaumasta ojitetuilla soilla ei sitä vastoin ole esitetty tietoja, vaikka juurakoiden biomassasta ja niihin sitoutuneista ravinnemääräistä onkin tehty erityisselvityksiä (Issakainen 1988).

Tutkimuksessa mitattiin ajourilla olevien raiteitten syvyyttä. Raiteen syvyys antaa viitteitä siitä, missä määrin puitten juuristo on mahdollisesti vaurioitunut. Raiteen syvyydet ryhmiteltiin neljään luokkaan: 0–2 cm, 3–10 cm, 11–20 cm ja yli 20 cm (taulukko 6). Ensimmäisessä luokassa vain pohjakerroksen sammalpinta ja mahdollinen kummitakerros ovat painuneet hie-män. Tässä luokassa ei juuristovaurioita ilmeisesti ole. Yli 20 cm syvä raide tulkittiin pahaksi maaperävaurioksi. Näin syvän raiteen kohdalla koko juuristo on mitä ilmeisimmin kärsinyt vaurioita.

Todella pahoja maaperävaurioita oli neljällä prosentilla havainnoista (kuva 4). Maaperävauriot olivat lieviä tai niitä ei ollut ollenkaan 85 %:lla havainnoista (raiteen syvyys 10 cm tai alle, kuva 5).

Taulukko 5. Vauriopuiden osuus ajouran reunapuissa ja koko puustossa.

Table 5. Proportion of damaged trees along the strip roads (distance < 3 m) and in the whole harvested area.

Piiri District	Vauriopuita - Damaged trees		Havainnot Observations
	reunapuista along the strip road	kaikista puista in the whole area	
	%		
Kajaani	4,8	1,3	270
Oulu	2,9	0,8	250
Pulkkila	1,4	0,3	72
Ristijärvi	4,3	2,0	31
Sotkamo	1,2	0,2	25
Puolanka	0	0	18
Keskim. ja yht. Average and total	3,4	0,9	666

Taulukko 6. Raiteen syvyysluokkien suhteellinen esiintyminen.

Table 6. Proportion of ruts with different depths.

Piiri District	Raiteen syvyys, cm - Rut depth, cm				Havainnot Observations
	0-2	3-10	11-20	20	
	%				
Kajaani	37	43	14	6	270
Oulu	59	33	7	1	250
Pulkkila	60	25	11	4	72
Ristijärvi	68	29	3	0	31
Sotkamo	40	24	16	20	25
Puolanka	22	61	11	6	18
Keskim. ja yht. Average and total	49	36	11	4	666

34. Kasvamaan jätetty puusto

341. Puulajit

Puustotiedot kerättiin kolmena puulajiryhmänä: mänty, kuusi ja lehtipuu. Viimeksi mainitussa ryhmässä vallitsevana puulajina oli hieskoivu. Jonkin verran tavattiin järeää haapaa, lähinnä kangaskor-



Kuva 4. Näin pahat maaperä- ja puustovauriot olivat harvinaisia. Raiteen syvyys on noin 50 cm.
Fig. 4. Soil and stand damages as severe as these were rare. The depth of the rut is about 50 cm.



Kuva 5. Näkymä ajourien risteyskohdasta. Etualalla mustikka- ja taustalla puolukkaturvekankaaksi kehittyvää suometsää. Kuvassa on myös korjaamatta jääneitä puutavarakasoja.

Fig. 5. View of the junction of the strip roads. In the foreground a peatland site developing into Myrtillus transformed peatland and in the background into Vaccinium transformed peatland. There are also unharvested woodpiles.

Taulukko 7. Koealojen puulajivaltaisuus ja kasvupaikalle väärä puulaji.

Table 7. Dominant tree species on sample plots and cases where the dominant tree species was unsuitable for the site.

Piiri District	Vallitseva puulaji Dominant tree species			Väärä puulaji Wrong tree species	Koealoja Sample plots
	Mänty Pine	Kuusi Spruce	Lehtipuu Decid. sp.		
	%	%	%		
Kajaani	64	21	15	4	94
Oulu	59	14	27	0	83
Pulkkila	57	0	43	0	28
Ristijärvi	0	56	44	0	9
Sotkamo	89	11	0	0	9
Puolanka	63	37	0	13	8
Keskim. ja yht. Average and total	60	17	23	2	231

vissa. Jos koeala oli puuston tilavuudella mitattuna kasvupaikalle soveltumattoman puulajin vallitseva eikä kasvatuskelpoista puulajia ollut riittävästi, katsottiin koealalla olevan väärä puulaji (taulukko 7). Tällaiseksi katsottiin kuusi puolukkaturvekankaalla tai siksi kehittyvällä maapohjalla. Sen sijaan hieskoivua ei turvepohjalla pidetty vääränä puulajina. Myös valtakunnan metsien inventoinnissa hieskoivu on hyväksytty kehityskelpoisen metsikön pääpuulajiksi soilla - tosin turvekankaista lukuunottamatta (Kuusela & Salminen 1980, Etelä-Suomen metsien käsittelyohjeet 1981). Turvekankailla tulisikin siten toiseksi ojituksen jälkeiseksi puusukupolveksi saada havupuuvaltainen metsikkö.

Koealojen lehtipuuvaltaisuus on yleistä erityisesti Oulujärven länsipuolella. Tällä alueella koivun runsaus onkin suometsien metsänhoidon suurimpia ongelmia.

Kasvatettavaksi jätetty puuston tilavuus vaihteli koealamittausten perusteella 82:sta 124:ään kuutiometriin hehtaarilla alueesta riippuen (taulukko 8). Keskimäärin ottaen puustopääomaa on pidettävä riittävänä kehitysluokan 2 metsiköille välittömästi harvennuskäsittelyn jälkeen. Koko aineiston keskiarvona jäävästä puustosta on neljän-

Taulukko 8. Puuston keskitilavuus puulajeittain. Sulkeissa olevat luvut ovat prosentteja.

Table 8. Average stand volume by tree species. Figures in paranthesis are percentages.

Piiri District	Puuston tilavuus - Stand volume			
	Mänty Pine	Kuusi Spruce	Lehtipuu Decid. sp.	Yhteensä Total
	m ³ /ha			
Kajaani	57,6 (59)	25,3 (26)	14,6 (15)	97,5 (100)
Oulu	42,2 (52)	15,9 (19)	24,0 (29)	82,1 (100)
Pulkkila	66,2 (53)	4,4 (4)	53,9 (43)	124,5 (100)
Ristijärvi	0 (0)	52,4 (47)	58,7 (53)	111,1 (100)
Sotkamo	81,9 (85)	11,3 (12)	3,2 (3)	96,4 (100)
Puolanka	45,9 (54)	25,3 (30)	13,2 (16)	84,4 (100)
Keskim. Average	51,4 (54)	19,9 (21)	24,0 (25)	95,3 (100)

nes lehtipuuta. Taulukon 8 lukuja tarkasteltaessa on pidettävä mielessä, että koealat sijoitettiin linjoilla vain puustoiselle alalle. Pinta-alayksikköä kohden lasketut keskitilavuudet olisivat siten noin 20 % pienempiä, jos mukana olisi ojien ja korjuu-urien viemä pinta-ala (ks. taulukko 2).

342. Runkoluku

Runkoluku soveltuu harvennusohjeeksi hoitamattomille tai liian lievästi käsitellyille metsiköille. Pohjapinta-alaan nojautuva harvennusohje jättäisi harvennuksen jälkeen tällaisissa tapauksissa yleensä liian suuren runkoluvun (Vuokila 1980, s. 71 ja 193). Kajaani Oy:n metsien hoito-ohjeet edellyttävätkin suopuustojen harvennussissa runkoluvun käyttöä harvennusohjeena. Tämän tutkimuksen mukaan keskimääräinen kasvamaan jätetyn puuston runkoluku vaihteli 1150:stä 1570:een hehtaarilla piiristä riippuen (taulukko 9). Saa-

dut suuret runkoluvut johtuivat suurimmaksi osaksi siitä, että tutkimuksessa luettiin mukaan myös puut, joita käytännössä oli jätetty metsään jätetuina pienen kokonsa vuoksi.

Kahden pienimmän läpimittaluokan ($D_{1,3}$ 5 ja 6 cm) osuus runkoluvusta olikin aineistossa huomattavan suuri: mäntyvaltaisilla koealoilla 23 %, kuusivaltaisilla 25 % ja lehtipuuvaltaisilla koealoilla 23 %. Tämän vuoksi aineistosta laskettiin piireittäin mänty-, kuusi- ja lehtipuuvaltaisille metsiköille suhteelliset kumulatiiviset runkolukujakaumat. Näiden avulla laskettiin edelleen piireittäiset runkoluvut, joista kaksi pienintä läpimittaluokkaa on poistettu (taulukko 10). Tällä tavoin laskettu keskimääräinen runkoluku jäi alle tuhaten.

343. Pohjapinta-ala

Useimmat suomalaiset harvennusmallit pohjautuvat valtapituuden ja pohjapinta-alaan avulla määriteltyihin tavoitekäyriin.

Taulukko 9. Runkoluku (ja sen vaihteluväli) urien välissä. Runkoluvut muunnettu myös koko alaa koskeviksi ura-alaan osuuksien perusteella.

Table 9. Number of stems (and their variation) between the strip roads and ditches. The stem numbers have also been calculated to correspond to the whole drainage area including the strip roads and ditch lines.

Piiri District	Runkoluku/ha - Stems/ha		Koealoja Sample plots
	Urien välissä Between strips	Koko alalla In the whole area	
Kajaani	1150 (400 - 2600)	953	94
Oulu	1220 (600 - 3700)	1009	83
Pulkkila	1525 (600 - 3600)	1311	28
Ristijärvi	1333 (900 - 2300)	1041	9
Sotkamo	1152 (800 - 2400)	984	9
Puolanka	1571 (667 - 2200)	1400	8
Keskim. ja yht. Average and total	1243 (400 - 3700)	1035	231

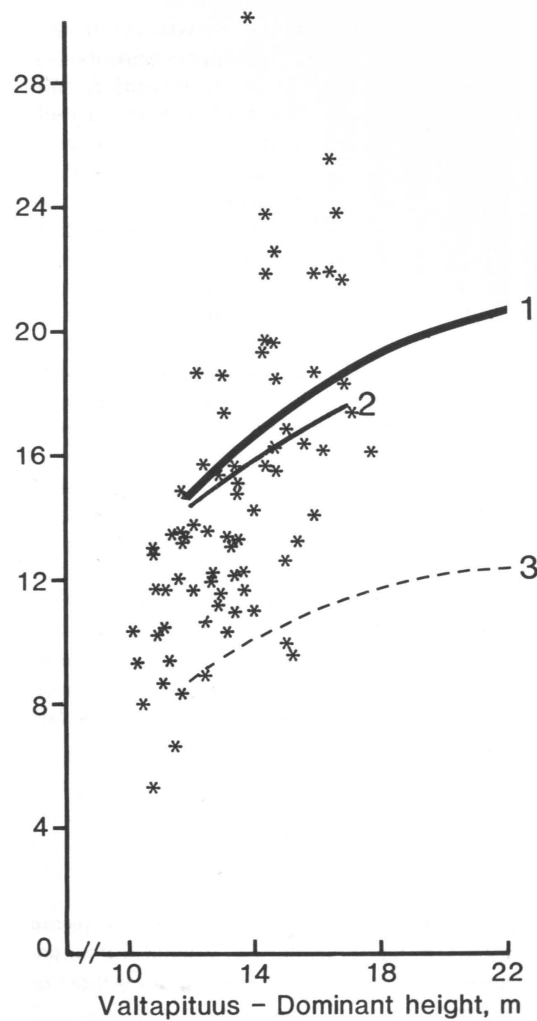
Vaikka Kajaani Oy:n kasvatusmetsien harvennusohjeen (1981) mukaan suometsissä, jotka ovat elpyneet rinnankorkeuden saavuttamisen jälkeen ja kaikissa rakenteeltaan voimakkaasti erimittaisissa metsissä tulee käyttää kaikissa harvennuksissa runkolukusuositusta, katsottiin tutkimuksessa tarpeelliseksi tehdä myös pohjapinta-alavertailuja. Kasvupaikaksi otettiin puolukkaturvekangas (tai siksi kehitymässä olevat kasvupaikat) ja puulajiksi mänty, koska tästä yhdistelmästä oli havaintoja eniten (kuva 6). Pienillä valtapituuden arvoilla pohjapinta-alat jäivät ohjekäyrän alapuolelle ja suurilla ne painoutuivat ohjeen yläpuolelle.

Kuusen osalta pohjapinta-ala ja valtapituuden välinen vuorosuhde on esitetty kuvassa 7. Siinäkin voidaan nähdä sama piirre kuin männyllä: varttuneissa puustoissa pohjapinta-alat ylittävät ohjekäyrän. Kummankin puulajin osalla näyttäisi siltä, että 14 m:n valtapituudesta alkaen harvennuskäsittely on lievempää kuin mitä pohjapinta-alaan perustuva harvennusohje edellyttäisi.

Taulukko 10. Runkoluku urien välissä, kun pienin hyväksytty läpimitta oli 7 cm. Runkoluvut muunnettu myös koko alalle ura-alaan osuuksien perusteella.

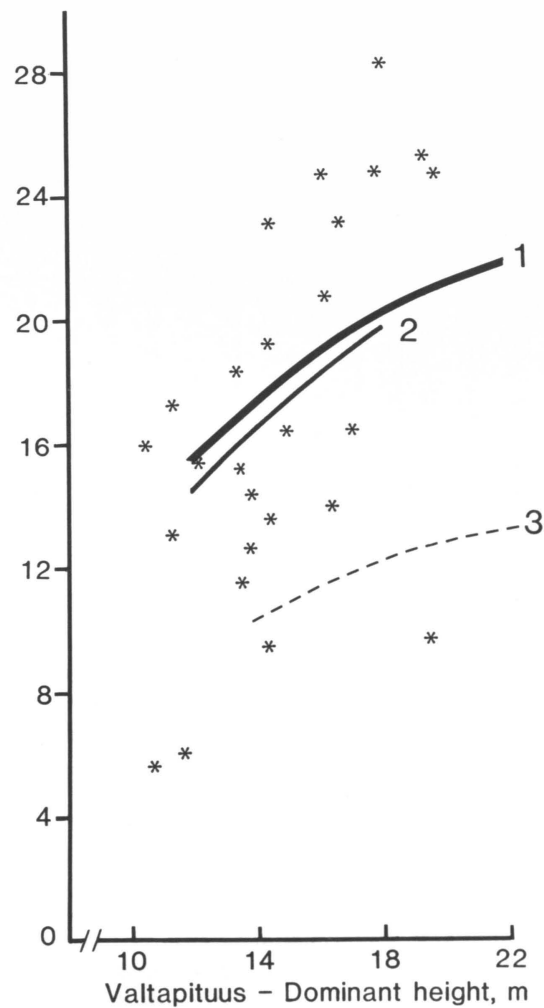
Table 10. Number of stems bigger than $D_{1,3}$ 7 cm. The stem numbers have also been calculated to correspond to the whole drainage area including the strip roads and ditch lines.

Piiri District	Runkoluku/ha - Stems/ha		Koealoja Sample
	Urien välissä Between strips	Koko alalla In the whole area	
Kajaani	874	724	94
Oulu	952	787	83
Pulkkila	1 144	983	28
Ristijärvi	1 106	864	9
Sotkamo	887	758	9
Puolanka	1 005	896	8
Keskim. ja yht. Average and total	957	797	231



Kuva 6. Pohjapinta-alan ja valtapituuden välinen vuorosuhde männyllä puolukkaturvekankaiden ja sitä vastaavien kasvupaikkojen koaloilla. Vertailuina Keskusmetsälautakunta Tapijon ohje pohjapinta-alasta ajourien välissä harvennuskäsittelyn jälkeen (1) ja Kajaani Oy:n vastaava ohje (2) sekä vajaatuottoisuusraja (3) (Vuokila 1971, Kasvatusmetsien harvennusohjeet 1981).

Fig. 6. Correlation of the basal area and the dominant height in pine on sample plots of the Vaccinium transformed peatland site and other corresponding site types. As controls the instructions issued by Tapijo, the Central Forestry Board, on the basal area between the strip roads after harvesting (1) and the corresponding instructions by Kajaani Oy (2) as well as the limit of underproductivity (3) (Vuokila 1971).



Kuva 7. Pohjapinta-alan ja valtapituuden välinen vuorosuhde kuusella mustikkaturvekankaiden ja sitä vastaavien kasvupaikkojen koaloilla. Vertailuina Keskusmetsälautakunta Tapijon ohje pohjapinta-alasta ajourien välissä harvennuskäsittelyn jälkeen (1) ja Kajaani Oy:n vastaava ohje (2) sekä vajaatuottoisuusraja (3) (Vuokila 1971, Kasvatusmetsien harvennusohjeet 1981).

Fig. 7. Correlation of the basal area and the dominant height in spruce on sample plots on the Myrtillus transformed peatland site and other corresponding site types. As controls the instructions issued by Tapijo, the Central Forestry Board, on the basal area between the strip roads after thinning (1) and the corresponding instructions by Kajaani Oy (2) as well as the limit of underproductivity (3) (Vuokila 1971).

344. Puuston profiili

On tunnettua, että ojan läheisyydessä puu kasvaa parhaiten (Seppälä 1972, Heikurainen 1980, Penttilä ja Pohjola 1985). Tutkimuksessa käytetyllä menetelmällä, jossa ympyräkoaloihin perustuen puuston tilavuutta, runkolukua ja poistumaa tutkittiin ojaetäisyyden funktiona, ei saatu selviä tuloksia. Suurimmat arvot tosin painottuivat ojan läheisyyteen kuten oli odotettavissa, mutta havaintojen hajonta oli suurta. Tähän vaikutti ainakin se, että perusaineisto oli hyvin heterogeeninen puuston suhteen. Jos tavoitteena olisi ollut tutkia erityisesti ojituksen aiheuttamaa puuston koon ja tilajärjestyksen vaihtelua, tutkimuksessa olisi pitänyt käyttää kaistakoealoja (ks. esim. Seppälä 1972). Tosin ympyräkoalojakin on käytetty tutkittaessa sarkaleveyden vaikutuksia puustotunnuksiin nuorissa ensiharvennuskohteissa olosuhteissa, joissa sarkaleveyden vaihtelu on suurta (Ristioja 1986).

35. Poistuma

Pienen koelakoon aiheuttama tulosten suuri hajonta näkyy erityisesti poistumassa (taulukko 11). Osuihan koela joskus paikkaan, jossa ei kantoja ollut, vaikka alue kuuluikin hakkuun piiriin. Toisaalta koela saattoi osua kohtaan, jossa puustoa oli hakattu tavanomaista enemmän. Tässä hajonta kertoo suopuuston ryhmittäisyydestä. Keskimääräinen poistuma ajourien välissä oli 45 m³/ha ja koko alalle uralojen (ajoura, oja) osuuksien avulla muunnettu poistuma oli 38 m³/ha (taulukko 11).

Ensikertaisessa koneellisessa korjuussa ajourilta poistettavan puuston määrä on varsin huomattava. Keskimäärin se oli Pohjolan (1985) metsähallituksen kasvatusmetsistä mittaamien tietojen mukaan 11 m³ hehtaarilla ja sen osuus keskimääräisestä hakkuukertymästä oli 25 %. Tosin hänen aineistossaan ajourien osuus pinta-alasta oli suurempi kuin tässä tutkimuksessa, jossa ei kuitenkaan erikseen selvitetty urilta poistettua puumäärää.

Taulukko 11. Poistuma (ja sen vaihteluväli) urien välissä. Poistuma muunnettu myös koko alaa koskevaksi ura-alan osuuksien perusteella.

Table 11. Removal (and its variation) between the strip roads and ditches. The figures have also been calculated to correspond to the whole drainage area including the strip roads and ditch lines.

Piiri District	Poistuma - Removal		Koealoja Sample plots
	Urien välissä Between strips	Koko alalla In the whole area	
	m ³ /ha		
Kajaani	38 (0-193)	32	94
Oulu	50 (0-175)	42	83
Pulkkila	51 (0-152)	43	28
Ristijärvi	73 (46-120)	60	9
Sotkamo	45 (14-144)	38	9
Puolanka	28 (4-73)	23	8
Keskim. ja yht. Average and total	45 (0-193)	38	231

36. Tuulenkaadot

Tuulenkaadot keskittyivät ajourien varsiin ja johtuivat usein juurten katkeilemisesta korjuukoneen alla. Niitä ei laskettu poistumaan, vaan ne luettiin koelamittauksessa pystyputkiin. Tuulenkaatoja tavattiin vain Oulun ja Pulkkilan piireissä. Oulun piirin koaloista 7:llä (8,4 %) oli tuulen kaatamia puita. Näillä koaloilla kaatuneita puita (mukana myös pahoin kallistuneet) oli 11,1 % runkoluvusta. Vastaavat luvut Pulkkilan piirillä olivat 5 kpl (17,9 % koaloista) ja 8,6 % runkoluvusta. Koko alueella 12 koelaa 231:stä (5,2 %) oli tuulen runteleimia ja näillä koaloilla 10,1 % puista oli kaatunut.

4. Tarkastelu

Käsillä olevassa tutkimuksessa inventoitiin kasvatushakkuilla käsiteltyjä ojitusaluemetsiä 594 ha. Inventointilinjan yhteispituus oli 23 172 m eli 39 m käsittelyalan hehtaaria kohden. Valtakunnallisessa ojitusalueselvityksessä näytelinjaa mitattiin 14 m inventoitujen hankkeiden hehtaaria kohden (Keltikangas ym. 1986).

Koska tutkimuksen päätarkoituksena oli selvittää korjuun onnistuneisuutta jäävän puuston kannalta, siirrettiin 100 m:n välein otettavat koealat linjan suunnassa ajourilta ja ojalinjoilta alueen puustoiselle osalle. Kangasmaille laaditut harvennuskasvumallit koskevat ajourien välistä aluetta. Ojitusalueella myös ojat vievät osan puuston kasvutilasta. Aineiston keruussa päätettiin jättää nämäkin koeala-aineiston ulkopuolelle. Arviointilinjalta määritetyn ura-ajan (ajourat + ojalinjat) perusteella koealaloket voitiin kuitenkin muuntaa koskemaan myös koko korjuun kohteena ollut ojitusaluetta tai sen osaa. Högnäs (1982) sijoitti kasvatushakkuu-eräkoissa toteutunutta työtä selvitettäessä puustokoealat ajourien suunnassa kulkeville linjoille ajourien väliin. Käsillä olevassa työssä katsottiin käytetty menetelmä, jossa linjojen suunta valittiin poikki sarkojen ja korjuu-urien, kuitenkin tarkoituksenmukaisimmaksi. Käytetty koealan muoto aiheutti sen, että jäävän puuston tai poistuman profiilista - puuston mahdollisesta ryhmittyneisyydestä ojen läheisyyteen - ei saatu selvää kuvaa. Tutkimuksen tavoitteeksi ei ollut asetettukaan ojituksen aiheuttaman puuston tilajärjestyksen selvittämistä (vrt. Seppälä 1972, Penttilä ja Pohjola 1985).

Tässä tutkimuksessa ei mitattu ajouran leveyttä, vaan linjapöytäkirjaan kirjattiin ajourien ja oja-aukkojen osuus kuljetusta linjasta. Ajouraväli, joka koko aineistossa oli keskimäärin 28,7 m, saatiin laskennallisesti olettamalla ajouran leveydeksi 4 m. Ura-ajan määrittämiseen sekä korjuu-urien että oja-aukkojen kohdalla liittyy epävarmuustekijä, sillä osa ura-alasta on latvuston ja juuriston käytössä. Niinpä esim.

Högnäs (1982) on esittänyt, että vain 75 % ajouran mitatusta leveydestä tulisi laskea ura-ajan osuudeksi. Ajouran reunapuiden ja reunapuihin rajoittuvan 3 m leveän vyöhykkeen puiden sisävyöhykkeen puista parempi kasvu on voitu osoittaa kasvu- ja tuotostutkimuksissa (Isomäki ja Niemistö 1985). Ajouran läheisyydessä sijaitsevien puiden hyväkasvuisuuden positiivinen vaikutus saattaa kuitenkin eliminoidua tähän vyöhykkeeseen keskittyvien puustovaurioiden vuoksi (Sirén 1981). Tutkimuksessa saatu ajourien ja oja-aukkojen yhteenlaskettu osuus - keskimäärin noin 20 % tutkitujen ojitusaluiden pinta-alasta - lienee kuitenkin suurempi kuin tämän "hukka-ajan" todellinen vaikutus jäävän puuston kasvuun.

Ympyräkoealoilla tehdyt vauriohavainnot aliarvioivat vaurioiden määrää. Tämän vuoksi tutkimuksessa selvitettiin tarkemmin vaurioiden esiintymistä ajouraan rajoittuvalla 3 m:n vyöhykkeellä, jolle aiempien tutkimusten perusteella tiedettiin valtaosan vaurioista keskittyvän (Sirén 1981, Högnäs 1982, Sirén 1986). Tutkimuksessa saatua vaurioiden osuutta 0,9 % kaikista kasvamaan jätetyistä puista on pidettävä pienenä. Tutkimuksessa ei kuitenkaan inventoitu juurivaurioita, joten on ymmärrettävää, että muissa tutkimuksissa on saatu tätä suurempia vaurioprosentteja: tavaralajikorjuussa 1,8 (Sirén 1981) ja kokopuukorjuussa 2,5 (Sirén 1986).

Jäävän puuston vaurioitumisalttiuteen vaikuttavat monet korjuutekniset seikat: korjuuajankohta, valmistettu puutavaralaji, metsäkuljetuskalusto, korjuuketjussa toimivien henkilöiden ammattitaito jne, joiden vaikutuksia ei tässä työssä kuitenkaan voitu lähemmin analysoida. Valtaosa tutkituista leimikoista oli kuitenkin korjattu tavaralajimenetelmällä.

Kuusi oli vallitseva puulaji 18 %:lla koealoista. Tällä alueella vuosina 1951 - 1960 ojitetuista soista on mäntyvaltaisia 81,9 %, kuusivaltaisia 4,5 % ja lehtipuuvaltaisia 12,7 % (aukeita 0,9 %) (Keltikangas ym. 1986). Hakkuun piiriin tulleet metsiköt oli-

vat siis useammin koivu- ja kuusivaltaisia kuin omassa ojituskäluokassaan normaalisti. Tässä heijastuneet aineiston painottuminen keskimääräistä parempiin kasvupaikkoihin. Vaikka koivu on ojitusalueilla yleinen puulaji, se on kuitenkin suhteellisen harvoin vallitseva (Keltikangas ym. 1986). Sama näyttää pätevän myös kuuseen.

Puulajisuhteiden tarkastelun perusteella voidaan päätellä, että hakkuilla on pääosassa tapauksia ohjailtu puulajisuhteiden kehitystä kasvupaikan luontaisen ravinteisuuden huomioon ottaen oikein. Vain 2 %:lla koealoista pääpuulajina oleva kuusi kasvoi liian karulla kasvupaikalla. Kyseisten koealojen poistumatiedot osoittivat, että näissä tapauksissa puulajisuhteita oli ohjattu väärään suuntaan.

Turvemaan kasvupaikkojen rinnastaminen kangasmaan kasvupaikkoihin kasvatustalteen sovellettaessa on tulkinnanvaraista. Tässä työssä ei poikettu tavanomaisesta, vaan rinnastus tehtiin Kajaani Oy:n ohjeiden mukaisesti. Vertailut kasvatusohjeisiin sekä läpimittajakaumat osoittavat selvästi, että ojitusalueilla on runsaasti pieniläpimittaisia puustoja. Mäntyvaltaisilla koealoilla läpimittaluokkien 5 ja 6 cm yhteenlaskettu osuus runkoluvusta on 23 % ja kuusivaltaisilla 25 %. Pieniläpimittaisen puuston määrän on todettu lisääntyvän ensimmäisten ojituksesta kuluneiden vuosikymmenten aikana (Hökkä ja Laine 1988). Voidaankin jopa puhua ns. minimirunko-ongelmasta. Varsinkin luontaisesti syntyneissä nuorissa ensiharvennuskohdeissa runkolukuun vaikuttaa aivan olennaisesti se, kuinka pieniä puuta luetaan mukaan. Pohjapinta-alatarkastelussa pienikokoisen puuston vaikutus luonnollisesti vähenee.

Toteutunut harvennuskäsittely tutkituilla alueilla viittaa siihen, että varttuneissa puustoissa puustopääoma on jäänyt pohjapinta-alatavoitetta suuremmaksi. Puuston biologisen kuivatusvaikutuksen vuoksi tämä saattaisi olla edullistakin (Laine 1986). Onhan voimakkaiden harvennushakkuiden todettu aiheuttavan merkittävän pohjavesipinnan tason kohoamisen (esim. Päivänen 1982). Toisaalta kuitenkin turvemaiden korjuun kalleuden vuoksi harvennusten tulisi olla niin voimakkaita, että harvennuskertoja voitaisiin vähentää. Tämä

luonnollisesti edellyttää, että vähentynyt biologinen kuivatus kompensoidaan ojituksen kunnostuksella.

Harvennuskäytön edellyttäisi itse asiassa puuston läpimittajakaumalta normaalisuutta, jota vaatimusta suo- puustot eivät suinkaan täytä (Hökkä ja Laine 1988). Käsitellytarpeen tulisi määräytyä tiheimpien paikkojen mukaan, jolloin harvapuustoisimmat paikat eivät vielä harvennusta kaipaa. Ylitiheydellä ei voida korvata puuston ryhmittyneisyydestä johtuvaa saman kuvion osa-ajan vajaapuustoisuutta puuntuotannon kärsimättä. Jos tutkitut alueet olisi harvennettu kaikilta osiltaan kasvatusmallin mukaiseen tiheyteen kompensoimatta vajaapuustoisuutta ylitiheydellä, olisi jäävän puuston määrän pitänyt olla alle harvennuskasvumallin mukaisen tiheyden. Pohjola (1983) totei-kin tutkimuksessaan ojitusaluiden nuoris- kasvatustalteen koealuuksissa jätetyn puuston runkoluvun ja pohjapinta- alan jäävän yleensä huomattavasti alle kangasmetsissä käytettävien ohjelukujen, kun koealuuksissa noudatteli kaikkien tiheikkö- jen osalta tavoitetiheyden saavuttamista. Kaiken kaikkiaan olisi tarpeen tietää, miten voimakkuudeltaan eriaistiset hakkuut vaikuttavat ojitusaluemetsien puuntuotantoon.

Poistuman määrittämiseen kantoläpimittojen avulla sisältyy monia virhetekijöitä. Kantoläpimitan mittaaminen on niistä yksi. Suopuiden kantoleikkaukset ovat usein hyvin epäsäännöllisen muotoisia. Tätä virhettä vähentää kuitenkin ympyräkoealan mittausjärjestys, jossa koealan keskipiste kierretään täydet 360 astetta. Tutkimuksessa mitattiin kantoläpimitta yleensä heti kantoleikkauksen alta, ellei se ollut epänormaalin ylhäällä.

Kun poistuma määritetään pystykoepuiden runkotilavuuksien avulla, saadaan sille ilmeisesti lievä yliarvio, jos harvennus on ollut alaharvennustyyppistä. Tämä siksi, että pystyssä olevat vallitsevat puut ovat muodoltaan solakampia kuin vallitut puut, joita suurin osa poistetuista on. Tätä virhettä kompensoi osaltaan se tosiseikka, että osa kannoista jäi luultavasti löytymättä. Löytymistä haittasivat paikoin runsas aluskasvillisuus ja hakkuutähteet.

Koealamittausten perusteella hakkuu-

kertymä jäi melko pieneksi. Todellinen kertymä on suurempi, koska useimmissa kohteissa on ajourien aukaisussa lähtenyt runsaasti puustoa, keskimäärin ehkä 10

m³/ha. Edellä esitetyn tarkastelun perusteella näyttäisi olevan mahdollista keskimäärin vielä lisätä kertymää leimaamalla runsaammin.

5. Yhteenveto

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää vastikään puunkorjuun piirissä olleiden ojitusaluiden kasvatusmetsien metsänhoidollista tilaa. Selvitys on luonteeltaan case-tutkimus, jossa tarkastellaan Kajaani Oy:n omilla ojitusalueillaan vuosina 1984-85 toteuttamia harvennuksia yhteensä 594 ha:n alalla. Tutkimusaineistossa on sekä talvi- että kesäkorjuuna toteutettuja leimikoita, jotka pääasiallisesti on korjattu tavalajimenetelmää käyttäen.

Aineisto kerättiin linjoittaisena ympyräkoeala-arviointina. Kuljetun inventointilinjan pituuden perusteella voitiin todeta, että korjuu-urien viemä osuus pinta-alasta oli keskimäärin 14 % ja oja-aukkojen osuus 6 %. Laskennallisesti päädyttiin siihen, että toteutunut ajouraetäisyys oli 29 metriä. Myös ojalinjoja oli saatettu käyttää korjuu-urina, mutta tätä ei erikseen inventoitu. Ojan kuntoluokitukseen perustuen arvioitiin, että 26 % ojista tulisi perata lähimmän 10-vuotiskauden aikana.

Tutkimuksen kohteena olleissa metsissä todettiin minimiläpimitan valinnaisuuden vaikeuttavan runkolukuohjeen käyttöä. Pohjapinta-alan perusteella tarkastellen toteutunut harvennuskäsittely oli ollut pie-

nilä valtapituuden arvoilla ohjeita voimakkaampi ja suurilla ohjeita lievempi. Jos harvennusta välittömästi seuraa kunostusojitus, saattaisivat toteutuneita harvennuksia voimakkaammat hakkuut olla paikallaan. Näin voitaisiin myös mahdollisesti pidentää hakkuukiertoa ojitusaluemetsissä, joissa puunkorjuu on tunnetusti kallista. Kantoläpimitoihin perustuva arviointi osoitti keskimääräiseksi poistumaksi korjuu-urien ja oja-aukkojen välisellä (siis puustoisella) osalla 45 m³/ha. Korjuu-urilta poistettua puustoa ei tässä työssä erikseen arvioitu, mutta se lisännee hakkuukertymää vähintään 10 m³/ha.

Puustolle aiheutuneet korjuuvauriot olivat kohtuulliset. Runkoon tai juurenniskaan vaurioituneiden puiden osuus kasvaamaan jätettyjen puiden määrästä oli alle yhden prosentin. Selvityksessä ei havainnoitu juuristoon kohdistuneita vaurioita. Maaperävaurioiden perusteella pääteltiin, että puolella ajourista raiteet olivat niin matalia, ettei juuristovaurioita ilmeisesti kukaan syntynyt. Todella pahoja maaperävaurioita - yli 20 cm syviä raiteita - esiintyi 4 %:lla korjuu-urista.

Kirjallisuus

- Ala-Ilomäki, J. & Sirén, M. 1987. Metsäkuljetuskaluston kulkuomaisuudet heikosti kantavalla maalla. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 250: 3-17.
- Backlund, C., Högnäs, T., Lilleberg, R. & Silander, S. 1984. Ojitusaluiden puunkorjuun kehittäminen. Metsäteho, moniste 29. 10. 1984. 19 s.
- Eeronheimo, O. 1985. Suometsien hakkuumahdollis-

- suudet. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 188. 23 s.
- & Heikka, T. 1987. Kokemuksia telamaastureiden käytöstä metsäkuljetuksessa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 250: 18-35.
- Etelä-Suomen metsien käsittelyohjeet. 1981. Keskusmetsälautakunta Tapio. Liitteenä Pohjois-Suomen metsien käsittelyohjeet. Helsinki. 19 s.

- Heikurainen, L. 1955. Rämemännikön juuriston rakenne ja kuivatuksen vaikutus siihen. Referat: Der Wurzelaufbau der Kiefernbestände auf Reiersmoorböden und seine Beeinflussung durch die Entwässerung. Acta For. Fenn. 65(3): 1-85.
- 1959. Tutkimus metsäojitusalueiden tilasta ja puustosta. Referat: Über waldbaulich entwässerte Flächen und ihre Waldbestände in Finnland. Acta For. Fenn. 69(1): 1-279.
- 1973. Soiden metsänkasvatuskelpoisuuden laskentamenetelmä. Summary: A method for calculation of the suitability of peatlands for forest drainage. Acta For. Fenn. 131. 35 s.
- 1980. Kuivatuksen tila ja puusto 20 vuotta vanhoilla ojitusalueilla. Summary: Drainage condition and tree stand on peatlands drained 20 years ago. Acta For. Fenn. 167. 38 s.
- & Paavilainen, E. 1985. Unohdetaanko ojitusaluet. Metsälehti 8/1985: 16-17.
- Högnäs, T. 1982. Korjuujälki eräissä vuosina 1980-1982 toteutetuissa kasvatushakkuuleimikoissa. Metsähallitus, kehittämisjaosto, tutkimuslaskelma 135. Hiras. 63 s.
- Hökkä, H. & Laine, J. 1988. Suopuustojen rakenteen kehitys ojituksen jälkeen. Summary: Post-drainage development of structural characteristics in peatland forest stands. Silva Fenn. 22(1): 45-65.
- Isomäki, A. & Niemistö, P. 1985. Tutkimus ajourien puuntuotannollisesta merkityksestä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 181: 8-19.
- Issakainen, A. 1988. Männyn, kuusen ja koivun juurakoiden biomass ja ravinteet ojitetulla suolla. Tutkielma MMK -tutkimusta varten Helsingin yliopiston suometsätieteen laitoksella. 74 s.
- Kasvatusmetsien harvennusohjeet. 1981. Kajaani Oy, metsäosasto. 12 s.
- Keltikangas, M., Laine, J., Puttonen, P. & Seppälä, K. 1986. Vuosina 1930-1978 metsäojitetut suot: Ojitusaluiden inventoinnin tuloksia. Summary: Peatlands drained for forestry during 1930-1978: Results from field surveys of drained areas. Acta For. Fenn. 193. 94 s.
- Kuusela, K. & Salminen, S. 1980. Ahvenanmaan maakunnan ja maan yhdeksän eteläisimmän piirimetsälautakunnan alueen metsävarat 1977-1979. Summary: Forest resources in the Province of Ahvenanmaa and the nine southernmost Forestry Board Districts in Finland 1977-1979. Folia For. 446. 90 s.
- Laine, J. 1986. Kuivatustekniikan, kuivatussyvyyden ja puuston kasvun välisiä vuorosuhteita 25-vuotta vanhoilla rämeojitusalueilla. Tutkimussopimushankkeen "Metsäojitetujen soiden ekologia" loppuraportti Helsingin yliopiston suometsätieteen laitoksella. 49 s.
- Matilainen, J. 1988. Ojitusaluiden puunkorjuun ja metsänparannustöiden yhteensovittaminen. Tutkielma MMK -tutkimusta varten Helsingin yliopiston suometsätieteen laitoksella. 61 s.
- Paavilainen, E. & Tiipponen, P. 1988. Suomen suomet-sät vuosina 1951-1984. Summary: Peatland forests in Finland in 1951-1984. Folia For. 714. 29 s.
- Penttilä, T. & Honkanen, M. 1986. Suometsien pysyvien kasvukoealojen (SINKA) maastotyöohjeet. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 226. 98 s.
- & Pohjola, T. 1985. Suometsien ensiharvennusleimikoiden rakenne. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 196: 154-166.
- Pohjola, T. 1983. Puuston vaihtelu ojitusaluiden nuorissa kasvatusmetsissä. Metsähallitus, kehittämisjaosto, tutkimuslaskelma 137. Hiras. 10 s.
- 1985. Vuonna 1983 harvennettujen kasvatusmetsien tila ja poistuma. Metsähallitus, kehittämisjaosto, tutkimuslaskelma 145. Hiras. 26 s.
- Päivänen, J. 1982. Hakkuun ja lannoituksen vaikutus vanhan metsäojitusalueen vesitalouteen. Summary: The effect of cutting and fertilization on the hydrology of an old forest drainage area. Folia For. 516. 19 s.
- Ristioja, J. 1986. Sarkaleveyden vaikutus puustotunnuksiin - tuloksia Rovaniemen Imarin koealuelta. Metsänarvioimistieteen pro gradu -työ. Helsingin yliopisto. 60 s.
- Seppälä, K. 1972. Ditch spacing as a regulator of post-drainage stand development in spruce and in pine swamps. Seloste: Sarkaleveys korpi- ja rämemetsiköiden ojituksen jälkeisen kehityksen säätelijänä. Acta For. Fenn. 125. 21 s.
- Sirén, M. 1985. Metsäkoneiden maastokelpoisuus. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 181: 27-43.
- 1981. Puuston vaurioituminen harvennuspuun korjuussa. Summary: Stand damage in thinning operations. Folia For. 474. 23 s.
- 1986. Puuston vaurioituminen karsimattomien puiden ja puunosien korjuussa. Summary: Stand damage in logging of undelimited trees and tree parts. Folia For. 645. 17 s.
- , Ala-Ilomäki, J. & Högnäs, T. 1987. Harvennuksiin soveltuvan metsäkuljetuskaluston maastokelpoisuus. Summary: Mobility of forwarding vehicles used in thinnings. Folia For. 692. 60 s.
- Vuokila, Y. 1971. Harvennusmallit luontaisesti syntyneille männiköille ja kuusikoille. Summary: Thinning models for natural pine and spruce stands in Finland. Folia For. 99. 18 s.
- 1980. Metsänkasvatuksen perusteet ja menetelmät. Werner Söderström Osakeyhtiö. Porvoo. 256 s.

Total of 33 references

Summary

Silvicultural condition of tree stands after thinning on drained peatlands

The silvicultural condition of recently harvested thinning stands on drained peatlands owned by a forest industry company was studied. The aim was to study if the silvicultural outcome after harvesting fulfilled the norms and how the thinning instructions were applicable to the treatment of peatlands stands.

The material was collected in the summer of 1986 from drained peatland stands treated with thinning cuttings by Kajaani Oy in 1984 - 1985. The inventoried area was nearly 600 ha, and the average drainage year was 1960 (Table 1).

The material was collected by using the line survey with circular plots (Fig. 1). The classification of sites was done according to which type of transformed peatland the site had developed or was developing into after drainage. The material contained mostly better-than-average sites, because it had been selected on the basis of implemented cuttings. The site types and condition of ditches were assessed and the strip roads, harvesting damages, the depth of harvesting ruts and ditch openings were measured from the inventory line (Figs. 2 and 3).

A total of 231 sample plots (0.010 or 0.015 ha) were measured. The sample plots were placed only in the tree-growing part on the line. The volume and removal of the standing crop by tree species, harvesting damages, windblows and the distance from the nearest ditch were measured on the sample plots.

Owing to the nature of a case study the results were presented according to the harvesting organization districts. The material did not always suffice for drawing conclusions of each district. The variation of the results was wide.

The proportion of ditches and harvesting strips was about one fifth of the area. The strip road spacing was 29 m in the entire area, i.e. slightly less than the recommended 30 meters (Table 2). The effect of the strip area on growth is, however, smaller than its proportion of the area, as the growth of the border trees improves due to an increased growing space.

According to visual estimation 26 % of the ditches would need cleaning in the next 10 years (Table 3). At least one fifth of the need for cleaning was estimated to result from recent harvesting.

Damages in the stands were studied both by means of the sample plot material and the border zone of the

strip roads. The observations included only damages in the stem and the root collar. The 0.5 % damage obtained from the circular sample plots was an obvious underestimate (Table 4). The proportion of damaged trees calculated on the border zone of strip roads (Fig. 3) was transformed to concern the whole area (Table 5) on the assumption, based on literature, that the majority (90 %) of damaged trees is located on the border zone of strip roads. The obtained damage percentage, 0.9, does not include root damages.

According to the observations on the depth of the harvesting ruts on the strip roads it was estimated that in over 50 % of the cases ground damages and evidently also root damages were slight or did not exist at all (Fig. 5). Truly severe ground damages were found in 4 % of the observations (Fig. 4, Table 6).

The dominant tree species was in 60 % of the cases pine (*Pinus sylvestris*) (Table 7). The volume of the tree stand to be grown between the strips varied from 82 to 124 cubic metres depending on the site (Table 8). One fourth of this consisted of broadleaved trees, mainly *Betula pubescens*.

The average number of stems in the remaining tree stand varied from 1,150 to 1,570 per hectare (Table 9). The number was about a quarter smaller when the minimum diameter class was raised to 7 cm (Table 10) from 5 cm. The option of the minimum diameter makes it difficult to use the number of stems in evaluating the thinning treatment.

According to the basal area (Figs. 6 and 7) it seems that the implemented thinning had been stronger than recommended for low values of dominant height and milder for high values. The limit in dominant height would seem to be at about 14 meters. A mild thinning treatment may be justifiable because of the biological drainage effect of the stand. On the other hand, because of the high costs of harvesting the aim on peatland should be less frequently performed heavy thinnings, followed by improvement drainage.

According to the sample plots the average removal was 38 m³ in the whole area (Table 11). The actual removal has, however, been bigger because the strip roads have to be opened in connection with the first harvesting. There were few windblows: windblows were observed on 5 % of the plots, on which 10 % of the trees had fallen.