

Hannu Hökkä, Timo Penttilä ja Matti Siipola

# Metsäojitusalueiden tila ja puuston kehitys yksityismailla kolmen metsälautakunnan alueella

Hökkä, H., Penttilä, T. & Siipola, M. 1995. Metsäojitusalueiden tila ja puuston kehitys yksityismailla kolmen metsälautakunnan alueella. *Folia Forestalia* 1995(1): 21–33.

Kolmen metsälautakunnan (Keski-Suomi, Etelä-Pohjanmaa, Kainuu) alueelle vuosina 1973–1978 perustetut 254 metsikkökoelaa inventoitiin kahdesti noin 10 vuoden aikavälillä yksityismaiden metsäojitusalueiden tilan ja puuston kehityksen selvittämiseksi. Koelajien kasvupaikkatyyppijakauma, tutkimusjaksolla tapahtuneet muutokset ojituksen tilassa, samoin kuin lannoitukset ja hakkuut selvitettiin. Puuston määrää, rakennetta, puulajisuhteita ja niiden muutoksia aineistossa verrattiin aikaisempiin tutkimuksiin. Puuston keskitilavuuden todettiin lisääntyneen jakson aikana voimakkaasti. Turvekangastyypin puuntuotoskykyä ojituksen jälkeen arvioitiin muodostamalla regressiomalleja metsikön tilavuuden ja kasvun riippuvuudelle.

Avainsanat: boniteetti, metsänparannus, ojitus, turvekangastyypit

Kirjoittajien yhteystiedot: Metsäntutkimuslaitos, Rovaniemen tutkimusasema, PL 16, 96301 Rovaniemi. Faksi (960) 336 4640, sähköposti hannu.hokka@metla.fi

Hyväksytty 3.3.1995

## 1 Johdanto

Tilastoitu metsäojituspinta-ala oli yksityismailla vuoden 1990 lopussa yli 4 milj. hehtaaria (Aarne 1992). Vuosittainen ojituspinta-ala oli suurimmillaan 1960- ja 1970-lukujen vaihteessa. Siten ojitetuista alueista valtaosa on saavuttanut tai tulee lähiaikoina saavuttamaan vaiheen, jolloin metsää on käsiteltävä, jotta tehdyille ojitusinvestoinneille saadaan katetta. Samoin rappeutuvan ojaston hoidon tarve tulee lisääntymään. Paavilaisen ja Tiihosen (1988) mukaan hakkuun tarpeessa oleva ala käsittää 60–70 % metsämaan soiden pinta-alasta

1990-luvun ensimmäisellä puoliskolla koko maassa. Täydennysojituksen ja ojanperkauksen tarpeessa olevia soita arvioitiin 1980-luvun puolivälissä olevan vajaa miljoona hehtaaria (Paavilainen ja Tiihonen 1988).

Suopuustojen kehitystä selvittelevissä tutkimuksissa mielenkiinnon kohteena on ollut eri suotyyppien puuntuotospotentiaali (esim. Heikurainen 1959, Seppälä 1969, Heikurainen ja Seppälä 1973, Laine ja Starr 1979). Keltikankaan ym. (1986) ojitusalueinventoinnissa pyrittiin selvittämään vuosina 1930–1978 ojitettujen soiden kasvupaikkajakaumaa, metsiköiden

metsänhoidollista tilaa ja toimenpidetarvetta sekä ojitusten kuntoa yksityisten maanomistajien, metsäteollisuusyhtiöiden ja metsähallituksen mailla. Lisäksi tarkasteltiin puuston määrää ja sen ojituksenjälkeistä kehitystä suotyypeittäin.

Ojitusalue metsien tilan kehitystä on seurattu myös valtakunnan metsien inventoinnin (VMI) tuloksien perusteella (esim. Paavilainen ja Tiihonen 1984, 1985, 1988; Mattila ja Penttilä 1987). VMI:n kasvupaikkaluokitus ei kuitenkaan ole yhdenmukainen käytännön metsätaloudessa laajasti sovellettavien Heikuraisen (1978) ja Laineen ja Vasanderin (1990) luokitusten kanssa.

Metsäntutkimuslaitoksen suontutkimusosasto aloitti vuonna 1973 seurantatutkimuksen, jonka tarkoituksena oli selvittää yksityismetsien ojitusalueiden tilaa ja kehitystä sekä kasvupaikan että puuston osalta. Tavoitteena oli saada kuva lähinnä ojituksen kunnosta ja puustosta ojitusalueilla, joilla harjoitettava metsätalous vastaa keskimäärin yksityismetsätaloudessa noudatettavaa tasoa.

Tässä tutkimuksessa kuvataan tutkimusalueiden tila kahtena eri mittausajankohtana sekä tarkastellaan tutkimusjakson aikana tapahtuneita muutoksia. Tärkeimpänä tavoitteena oli selvittää ojituksen vaikutusta eri kasvupaikkojen puuston kasvuun.

## 2 Aineisto ja menetelmät

### 2.1 Aineiston valinta ja mittaukset

Tutkimusaineiston perusjoukko koostui kolmen arvalla valitun metsänparannuspiirin (Jyväskylä, Seinäjoki ja Kainuu) alueella toteutetuista metsäojitushankkeista. Metsänparannuspiirin sisällä tutkimuskohteet valittiin ojituksen painopistepaikkakunnilta (kuva 1). Näiltä alueilta valittiin systemaattisesti mukaan joka kolmas ojitushanke, jolla ojituksesta kulunut aika oli 0, noin 10 tai noin 40 vuotta. 0 vuotta tarkoittaa mittausvuonna ojitettuja hankkeita.

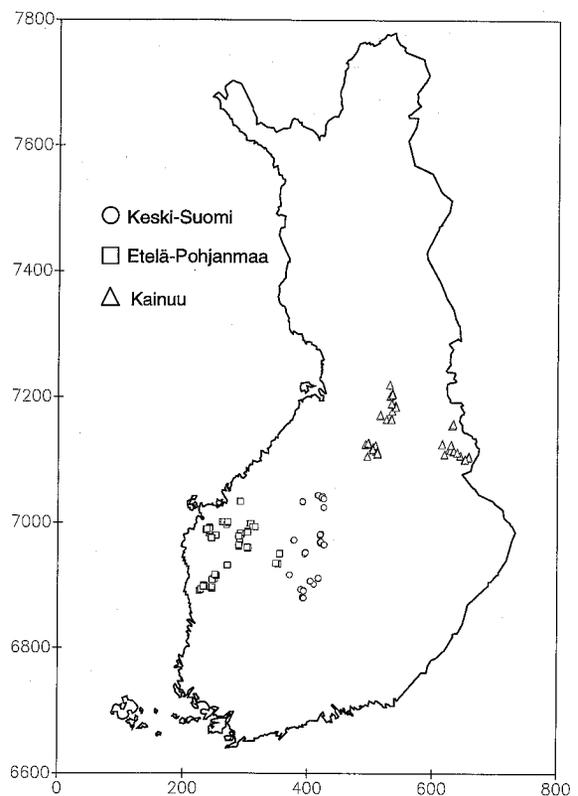
Kullekin ojitushankkeelle sijoitettiin subjektiivisesti viisi koealaa siten, että hankkeen päätyyppi-ryhmät (korvet, rämeet, nevat) tulivat edustetuksi likimain niiden pinta-alojen suhteessa. Eri ravinteisuustasojen osuus hankkeille sijoitetuista koe-

aloista määräytyi satunnaisesti.

Maastossa jokainen koeala sijoitettiin mahdollisimman tasaikäiseen, suotyypiltään ja puulajiltaan yhtenäiseen metsikköön. Koealat olivat pinta-alaltaan n. 0,25 ha:n kokoisia ja suorakaiteen muotoisia. Oja ei kuulunut koealan pinta-alaan. Aineisto käsitti kaikkiaan 254 koealaa, joista Jyväskylän metsänparannuspiirin alueelle sijoitettiin 73 koealaa, Kainuun piirin alueelle 78 koealaa ja Seinäjoen piirin alueelle 103 koealaa. Jatkossa tutkimuksen osa-alueista käytetään vastaavan alueen metsälautakunnan nimeä.

Koealat jakautuivat lämpösumma-alueelle 882–1186 dd°C. Keski-Suomen oloja vastaava alue tuli voimakkaimmin edustetuksi. Korkeimmalla sijainnut koeala oli 279 m ja matalimmalla sijainnut 20 m merenpinnan yläpuolella.

Puusto mitattiin ja kasvupaikkatunnukset määri-



Kuva 1. Tutkimusalueet ja koealojen sijainti.

tettiin kahdessa eri mittauksessa n. 10 vuoden välein. Keski-Suomen metsälautakunnan alueella mitaukset tehtiin 1973 ja 1983, Kainuussa 1978 ja 1988, sekä Etelä-Pohjanmaan metsälautakunnan alueella vuosina 1974–77 ja 1986–88. Keskimääräiset mittausjaksojen pituudet olivat siten 10,3, 10,8 ja 10,3 vuotta.

Puustotunnusten laskentaa varten kirjattiin jokaisen koealan kaikista puista puulaji ja mitattiin läpimitta rinnankorkeudelta ( 5 cm). Koealan kulumista ja keskeltä valittiin relaskoopilla vähintään 20 koepuuta, joista mitattiin kahdelta suunnalta rinnankorkeusläpimitta (mm) sekä läpimitta 3,5 m:n tai 6 m:n korkeudelta (cm). Pituus mitattiin hypsoometrillä 0,1 m:n tarkkuudella. Ojitusvuonna perustetuilla koaloilla puusto mitattiin avatun ojalinjan reunaan, muilla koaloilla ojaluisen reunaan. Molempien mittausten puustotunnukset laskettiin KPL-ohjelmistolla (Heinonen 1981).

Kasvupaikkatyyppi määritettiin ensimmäisellä mittauskerralla Huikarin (1952) luokitusta käyttäen ja toisella mittauskerralla Heikuraisen (1978) suotyypiluokituksen mukaisesti.

Ojituksen sarkaleveys mitattiin kunkin koealan keskeltä vierekkäisten sarkaojien välisenä etäisyytenä. Mittausjakson aikana tehdyt täydennysojat otettiin huomioon toisella mittauskerralla. Sarkaojien syvyys mitattiin kummallakin mittauskerralla sarkaojan keskeltä samalta kohdalta 0,1 m:n tarkkuudella. Toisella mittauskerralla kirjattiin tehdyt ojanperkaukset, jotta perkaamattomat, peratut ja uudet täydennysojat voitiin erottaa ojien kunnan muuttumisen tutkimiseksi.

## 2.2 Kasvupaikkajakauma

Koealojen jakautuminen arvioituihin ojitusketken suotyyppeihin ja vastaaviin ravinteisuusluokkiin eri metsänpararannuspiirien alueella sekä koko aineistossa on esitetty taulukossa 1. Koko aineistossa yleisin suotyyppi oli varsinainen sararäme. Mustikkakorpia aineistossa oli toiseksi eniten. Karuja, ravinteisuusluokan 5 ja 6 soita oli eniten Seinäjoen mpp:n alueella. Kainuussa yli puolet kohteista oli piensaraisia tai puolukkaisia soita.

Aineiston koealat ryhmiteltiin turvekangastyyppeihin Laineen ja Vasanderin (1990) esittämän luo-

Taulukko 1. Koealojen jakaantuminen ravinteisuusluokkiin (Huikari 1952) ja suotyyppeihin (Heikurainen 1978) osa-alueilla ja koko aineistossa.

Ravinteisuusluokka <sup>1)</sup>	Suotyyppi <sup>2)</sup>	Alue <sup>3)</sup>			Yhteensä
		K-S	E-P	K	
1	VR	0	0	1	1
	RaLR	1	0	3	4
	VL	0	0	1	1
	LHK	0	1	0	1
	Yhteensä	1	1	5	7
2	RhSR	1	4	4	9
	RhSN	0	1	2	3
	RhSK	3	0	3	6
	RhK	5	1	1	7
	Yhteensä	9	6	10	25
3	VSR	10	11	9	30
	VSN	4	4	0	8
	VSK	0	9	2	11
	MK	11	10	3	24
	KgK	2	7	3	12
	KR	2	12	0	14
	VTs	0	0	1	1
Yhteensä	29	53	18	100	
4	TSR	1	6	13	20
	PsR	4	1	10	15
	VaR	3	3	1	7
	KgR	0	0	7	7
	LkR	6	10	7	23
	PK	2	3	3	8
	PsK	6	0	0	6
	Yhteensä	22	23	41	86
5	TR	2	7	3	12
	LkN	3	1	1	5
	Yhteensä	5	8	4	17
6	RaR	7	11	0	18
	RaN	0	1	0	1
	Yhteensä	7	12	0	19
Kaikki yhteensä		73	103	78	254

1) 1 = lehtoisuus, lettoisuus

2 = ruohoisuus

3 = suursaraisuus, mustikkaisuus

4 = piensaraisuus, puolukkaisuus

5 = lyhytkortisuus, tupasvillaisuus

6 = rahkaisuus

2) Arvioitu ojitusketken suotyyppi

3) Aineiston osa-alueet:

K-S = Keski-Suomen metsälautakunta

E-P = Etelä-Pohjanmaan metsälautakunta

K = Kainuun metsälautakunta

Taulukko 2. Koealojen jakaantuminen turvekangastyyppeihin (Laine 1989, Laine ja Vasander 1990) alueittain ja koko aineistossa.

Turvekangas- tyyppi	K-S		Alue <sup>1)</sup> E-P		K		Kaikki	
	n	%	n	%	n	%	n	%
Rhtkg	8	11	2	2	4	5	14	6
Mtkgl	13	18	17	17	6	8	36	14
MtkglI	1	1	14	14	10	13	25	10
Ptkgl	14	19	16	16	20	26	50	20
PtkglI	16	22	21	20	26	33	63	25
Vatkg	11	15	20	19	11	14	42	16
Jätkg	10	14	13	13	1	1	24	9
Yhteensä	73	100	103	100	78	100	254	100

<sup>1)</sup> ks. taulukko 1.

kittelyn mukaisesti maastossa arvioidun suotyypin perusteella (taulukko 2). Mustikkaturvekangas I:tä, puolukkaturvekankaita sekä varputurvekankaita oli tasaisesti eri alueilla. Ruohoturvekankaisiin luokiteltavia koealoja oli koko aineistossa vähiten. Koska koealamäärä oli suotyypeittäistä puuston tuotostarkastelua varten aivan liian vähäinen, kasvu- paikkojen välisiä tuotoseroja vertailtaessa käytettiin turvekangastyypijakoa.

Turpeen ja liejun syvyys oli mitattu 0,1 m:n tarkkuudella. Koealat jakaantuivat turpeen paksuuden suhteen oheisen asetelman mukaisesti.

Turpeen paksuus, dm	Keski-Suomi	Etelä-Pohjanmaa	Kainuu
0-3	23 %	17 %	22 %
4-9	19 %	30 %	29 %
10-	58 %	53 %	49 %

### 2.3 Kuivatustila ja lannoitukset

Koko aineistossa yli 35% koealoista oli nuoria ojitusalueita, jotka oli ojitettu enintään 5 vuotta ennen koealojen perustamista (taulukko 3). Nuoria ojitusalueita oli suhteellisesti eniten Keski-Suomen alueella. Koealoista 20 % sijaitsi ojitusalueilla, joiden ojituksesta oli kulunut vähintään 36 vuotta. Aineistoon oli valikoitunut myös jonkin verran ojitusiältään 16-35 -vuotiaita ojitusalueita.

Kuivatusaste (taulukko 4) määritettiin pintakasvillisuuden ja puuston elpymisen perusteella. Kainuussa määrittäminen tehtiin vain 2. mittauksella. Pe-

Taulukko 3. Koealojen jakaantuminen ojitusikäluokkiin perustamishetkellä (%).

Ojitusikä	K-S	Alue <sup>1)</sup> E-P	K	Kaikki
0- 5	54	27	28	35
6-15	19	30	28	26
16-25	-	4	13	6
26-35	12	24	-	13
36-	15	15	31	20
Yhteensä	100	100	100	100

<sup>1)</sup> ks. taulukko 1.

rustamisvaiheessa koealat jakautuivat Keski-Suomessa ja Etelä-Pohjanmaalla melko tasan ojikoihin ja muuttumiin. Toisessa mittauksessa koealat olivat kaikilla alueilla valtaosalta muuttumavaiheessa. Turvekankaiksi oli kehittyneet alle 10 % koh-teista.

Sarkaleveys vaihteli koko aineistossa välillä 19-120 m. Sarkaleveys oli keskimäärin kapein Seinäjoen mpp:n alueella kummassakin mittauksessa (1. mittauksella 55 m ja toisella 45 m). Suurin sarkaleveys oli ensimmäisessä mittauksessa Keski-Suomessa (55 m) ja toisessa mittauksessa Kainuussa (50 m). Keskimääräinen sarkaleveys kapeni hieman mittausten välillä täydennysojitusten vuoksi.

Taulukko 4. Koealojen jakaantuminen kuivatusasteluokkiin alueittain ja koko aineistossa (%).

Kuivatusaste	K-S		Alue <sup>1)</sup> E-P Mittaus		K	Kaikki	
	1.	2.	1.	2.	2.	1.	2.
	Ojikko	62	0	32	18	3	8
Muuttuma	38	97	58	68	87	82	
Turvekangas	0	3	10	14	10	10	
Yhteensä	100	100	100	100	100	100	

<sup>1)</sup> ks. taulukko 1.

Taulukko 5. Koealojen jakaantuminen kehitysluokkiin toisessa mittauksessa (%).

Kehitysluokka <sup>1)</sup>	K-S	Alue <sup>2)</sup> E-P	K	Kaikki	
				n	%
1	1,4	4,9	1,3	7	2,8
2	5,5	3,9	1,3	9	3,5
3	28,8	23,2	33,3	71	28,0
4	37,0	35,9	38,5	94	37,0
5	24,7	27,2	19,2	61	24,0
6	2,7	4,9	6,4	12	4,7
Yhteensä	100,0	100,0	100,0	254	100,0

<sup>1)</sup> Kehitysluokka: 1 = aukea ala  
2 = pieni taimikko  
3 = riukuvaiheen taimikko  
4 = nuori kasvatusmetsä  
5 = vartunut kasvatusmetsä  
6 = uudistukypsä metsä

<sup>2)</sup> ks. taulukko 1.

Lannoituksia oli tehty kaikkiaan eri aikoina Keski-Suomen alueella 59 %:lla, Etelä-Pohjanmaan alueella 36 %:lla ja Kainuussa 38 %:lla kohteista. Kokonaan lannoittamattomia kohteita oli koko aineistossa hieman yli puolet. Lannoituksista 80 % oli tehty 1970-luvulla.

## 2.4 Kehitysluokat ja puulajisuhteet

Puuston kehitysluokka määritettiin vain toisessa mittauksessa (taulukko 5). Mahdolliset vajaatuotiset metsiköt sisältyivät kehitysvaihetta kuvaava-

Taulukko 6. Puulajien osuudet keskitilavuudesta.

Puulaji	K-S		Alue <sup>1)</sup> E-P		K		Kaikki	
			Mittaus					
	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.
Mänty	38	41	46	46	56	61	47	50
Kuusi	50	47	35	30	15	14	33	30
Koivu	12	12	19	24	29	25	20	20
Yhteensä	100	100	100	100	100	100	100	100

<sup>1)</sup> ks. taulukko 1.

viin luokkiin. Taimikot mukaan lukien nuorten metsien osuus oli kaksi kolmannesta koko aineistosta. Uudistukypsiä metsiköitä oli n. 5 % koko aineistosta. Kaikilla osa-alueilla kehitysluokkajakauma oli varsin yhdenmukainen.

Eri puulajien osuudet keskitilavuudesta vaihtelivat alueittain (taulukko 6). Keski-Suomen alue oli kuusivaltaisain ja Kainuussa oli eniten mäntyä ja koivua. Jakson aikana kuusen osuus pieneni hieman Keski-Suomen ja Etelä-Pohjanmaan alueilla. Männyn osuus lisääntyi kaikilla alueilla, eniten Kainuussa. Koivun osuus lisääntyi Seinäjoen mpp:n alueella lähes neljännekseen keskitilavuudesta, mutta pieneni Kainuussa. Kaikkiaan Keski-Suomen alueella muutokset olivat vähäisiä, muualla selvempiä. Keskimäärin koko aineistossa männyn osuus lisääntyi kuusen kustannuksella.

## 3 Tulokset ja niiden tarkastelu

### 3.1 Ojien kunto

Keskimääräinen ojasyvyys niissä ojissa, joita ei ollut perattu, oli mittauksertojen välillä jokaisella osa-alueella pienentynyt (taulukko 7). Ojat olivat mataloituneet koko aineistossa keskimäärin 9 cm, mutta alueiden välillä oli kuitenkin selvät erot. Mataloituminen oli voimakkainta Keski-Suomessa (24 cm) ja vähäisintä Kainuussa (5 cm).

Vaikka ojasyvyyden mittaukseen vaikuttaa epä-tarkka ojan pohjan määrittäminen, tulokset vahvistavat aiempia havaintoja ojien mataloitumisesta ojitus-

Taulukko 7. Koealoittainen sarkaojen keskisyvyyden jakauma eri mittauskerroilla. Aineistosta poistettu koealat, joilla oli tehty perkauksia mittaus-ten välillä.

Ojasyvyys- luokka (dm)	K-S		Alue <sup>1)</sup> E-P		K		Kaikki	
			Mittaus					
	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.
2-3	1	5	4	3	3	2	8	9
4-6	2	19	19	35	25	32	46	90
7-9	37	24	30	29	37	32	104	85
10-	12	3	17	3	5	4	34	10
Ei tietoa	3	0	1	1	1	1	5	2
Keskiarvo	8,7	6,3	7,5	6,4	7,0	6,5	7,5	6,4
Muutos, dm	-2,4		-1,1		-0,5		-0,9	

<sup>1)</sup> ks. taulukko 1.

sen jälkeen. Timosen (1983) tutkimuksessa ojat mataloituiivat 15 vuoden aikana 15–23 cm kaivutavasta ja turpeen paksuudesta riippuen. Isoahon ym. (1993) mukaan 35–63 -vuotiailla ojitusalueilla, missä ojituksesta oli huolehdittu toistuvalla kevyellä kunnostuksella, ojat olivat mataloituneet keskimäärin 18 cm.

## 3.2 Puuston tila ja kehitys

### 3.2.1 Keskitilavuus ja puutavaralajirakenne

Ensimmäisessä mittauksessa puuston keskitilavuus oli suurin Etelä-Pohjanmaan alueella ja pienin Kainuussa (taulukko 8). Toisen mittauksen keskitilavuus oli suurin Keski-Suomen alueella. Puuston suhteellinen lisäys oli suurin Kainuussa, 77 %. Seinäjoen alueella keskitilavuuden suhteellinen lisäys oli pienin, vaikka kasvujakso oli siellä keskimäärin hieman pitempi kuin muualla.

Etelä-Pohjanmaalla oli tehty eniten hakkuita, noin 23 %:lla koealoista, mm. kuusi koealaa oli avohakattu. Keski-Suomessa taas hakkuita oli tehty kaikkein vähiten, vain 16 %:lla koealoista, mikä selittää osan eroista keskitilavuuden kasvussa. Kainuussa hakkuita oli tehty 22 %:lla koealoista. Koko aineistossa hakkuin oli käsitelty 21 % koealoista. Hakkuista noin puolet oli harvennushakkuita, 26 % pelkkiä ojalinjahakkuita ja loput joko avo- tai

Taulukko 8. Puuston keskitilavuus kummassakin mittauksessa alueittain ja koko aineistossa. Keskiarvo (%) ilmoitettu sulussa.

Mittaus	Alue <sup>1)</sup>		K	Kaikki
	K-S	E-P		
m <sup>3</sup> /ha				
1.	53,3 (10,8)	56,3 (10,2)	37,5 (14,2)	49,7 (6,7)
2.	93,1 (9,7)	82,3 (9,3)	66,2 (8,9)	80,5 (5,5)
Lisäys m <sup>3</sup>	39,8	26,0	28,7	30,8
%	74,7	46,2	76,5	61,9

<sup>1)</sup> ks. taulukko 1.

ylispuuhakkuita.

Koko Etelä-Suomen suometssissä 6. ja 7. VMI:n välillä metsämaan puuston keskitilavuus lisääntyi n. 18 % (Paavilainen ja Tiuhonen 1984) ja vastaavasti Keski- ja Pohjois-Pohjanmaan sekä Kainuun alueella 28 % (Paavilainen ja Tiuhonen 1985). Lisäys on huomattavasti vähäisempi kuin tässä aineistossa, mutta VMI:n luvuissa ovat mukana myös luonnontilaiset metsämaan suot, joiden puuston tilavuuden lisääntyminen on paljon hitaampaa kuin ojitetuilla alueilla.

Keltikankaan ym. (1986) tutkimuksen mukaan keskitilavuus koko Etelä-Suomen alueella 1980-luvun alussa oli 60 m<sup>3</sup>/ha, mikä on lähes 30% vähemmän kuin tässä tutkimuksessa jakson lopussa. Etelä-Suomen turvemaidilla keskitilavuus oli VMI 7:n mukaan 72 m<sup>3</sup>/ha (Paavilainen ja Tiuhonen 1984) ja Oulun läänin alueella 45 m<sup>3</sup>/ha (Paavilainen ja Tiuhonen 1985). Erot tilavuuksissa aiheutuvat osin siitä, ettei tämän tutkimuksen koealojen pinta-aloihin ole sisällytetty oja-aukkoja. Vaikka alueet eivät Etelä-Suomen osalta eri tutkimuksissa täysin vastaa toisiaan, lienevät tämän tutkimuksen koealat sijoittuneet keskimääräistä puustoisempiin metsiköihin.

Koska puustosta ei maastossa rekisteröity laatua kuvaavia tunnuksia, kuten lenkoutta, vikaisuutta ja oksaisuutta, esitetään taulukossa 9 ainoastaan puiden kokoon perustuvat tukki-, kuitu- ja hukkapuun osuudet kokonaispuustosta alueittain. Lukuja on pidettävä lähinnä suuntaa-antavina varsinkin tukki- ja kuitupuun suhteiden osalta. Jakson aikana tukki-

Taulukko 9. Puiden mittojen perusteella arvioitu tukki-, kuitu- ja hukkapuun osuus (%) kokonaispuustosta.

Puuluokka	Mittaus	Alue <sup>1)</sup>			
		K-S	EP	K	Kaikki
Tukkipuu <sup>2)</sup>	1.	23	30	17	24
	2.	35	34	23	31
Kuitupu <sup>3)</sup>	1.	64	60	68	64
	2.	57	57	67	60
Hukkapuu <sup>4)</sup>	1.	13	10	15	12
	2.	8	10	10	9

1) ks. taulukko 1.  
2) = pituus 3,1 m, latvaläpimitta 14,5 cm  
3) = pituus 2,0 m, latvaläpimitta 4,5 cm  
4) = ei täytä kuitupuun mittoja

puun osuus lisääntyi ja muiden puutavaralajien osuus pienentyi voimakkaimmin Keski-Suomen alueella. Jakson lopussa tukin mitat täyttävien runkojen osuus kahdella eteläisellä alueella keskimäärin oli hieman yli kolmannes ja Kainuussa vajaa neljännes kokonaispuustosta. Hukkapuun osuus oli kaikilla alueilla vajaa kymmenen prosenttia. Etelä-Pohjanmaalla hukkapuun osuus ei juuri pienentynyt.

Keltikankaan ym. (1986) tutkimuksessa puutavaralajien osuuksien laskennassa otettiin huomioon myös runkojen silmämääräisesti arvioitut vikaisuudet. Koko Etelä-Suomen alueella tukki-, kuitu- ja hukkapuun osuudet olivat 33, 58 ja 9 %, mitkä luvut ovat hyvin lähellä tämän aineiston eteläisen alueen osuuksia. Oulun läänin alueella vastaavat osuudet olivat 13, 69 ja 18 %, mitkä taas poikkeavat melko paljon Kainuun luvuista tukki- ja hukkapuun osalta. Paavilaisen ja Tiuhosen (1988) mukaan VMI 7:n koealojen puustosta dimensioiden perusteella laskettu järeän puun ( $d_{1,3} > 19,5$  cm) osuus oli Etelä-Suomessa samaa tasoa kuin tässä aineistossa, mutta Pohjois-Suomen soilla vielä selvästi korkeampi kuin tässä aineistossa (33 %). Huomattava osa rinnakorkeudelta tukin mitat täyttävistä rungoista ei Pohjois-Suomen soilla kuitenkaan täyttäne laatuvaatimuksia joten todellinen tukin osuus lienee lähempänä Keltikankaan ym. (1986) arviota.

### 3.2.2 Puuston keskitilavuus ja tilavuuskasvu turvekangastyypeittäin

Kasvunlaskentaa varten aineistosta poimittiin vain ne koealat, joiden runkoluku ei ollut hakkuiden tai täydennysojituksen vuoksi pienentynyt jakson aikana. Puuston tilavuuskasvu selvitetiin kahden eri mittauksen tilavuuksien erotuksena. Luontaista poistumaa ei mitattu. On ilmeistä, että harvennus-hakkuut olivat kohdistuneet tutkimusaineiston puustoimpiin ja samalla kasvuisimpiin metsiköihin, jotka siten karsiutuivat aineistosta.

Turvekangastyypeittaiset mittausjakson keskitilavuudet kasvuaineistossa laskettiin kahden mittauksen keskiarvona. Kaikilla osa-alueilla ja keskimäärin koko aineistossa suurin keskitilavuus oli mustikkaturvekangas I:llä (taulukko 10).

Turvekangastyypeittäin lasketut keskimääräiset tilavuuskasvut vaihtelivat kasvuaineistossa välillä 2,1–7,3 m<sup>3</sup>/ha/v. Keskimäärin koko aineistossa keskikasvut noudattelivat kasvupaikkojen viljavuus-sarjaa. Keski-Suomen alueella suurin keskikasvu oli kuitenkin mustikkaturvekangas I:n luokassa. Jäkäläturvekankaiden kasvun taso oli yllättävän korkea.

Laine (1989) tarkasteli Keltikankaan ym. (1986) aineiston Etelä-Suomen koealojen keskikasvuja turvekangastyypeittäin nuorten ja varttuneiden kasvatusmetsien kehitysluokissa. Kasvut noudattivat selvemmin luokkien viljavuusarjaa ruohoturvekankaista jäkäläturvekankaisiin ja luokkien väliset erot olivat lisäksi suurempia kuin tämän tutkimuksen aineistossa.

Keltikankaan ym. (1986) aineistossa puuston keskikasvu Oulun läänin alueella oli 1,5 m<sup>3</sup>/ha/v ja Keski-Suomea ja Etelä-Pohjanmaata vastaavalla eteläisellä osa-alueella 2,8 m<sup>3</sup>/ha/v. VMI 7:n tuloksissa keskikasvu Oulun läänin alueen metsämaan soilla oli 2,1 m<sup>3</sup>/ha/v ja Etelä-Suomessa keskimäärin 3,9 m<sup>3</sup>/ha/v (Paavilainen ja Tiuhonen 1988).

Kasvutarkastelu vahvisti käsitystä siitä, että tämän tutkimuksen aineisto ei edustanut keskimääräisiä ojitusalueita, koska keskikasvut olivat selvästi suurempia kuin muissa tutkimuksissa lähes vastaavilla alueilla. Suuremmat keskitilavuudet selittävät osan suuremmista kasvuista. Kasvut olivat tässä aineistossa lieviä yliarvioita myös siksi, että ojat eivät kuuluneet koealojen pinta-alaan. 27

Taulukko 10. Mittausjakson keskitilavuus (V) ja keskimääräinen tilavuskasvu (I<sub>v</sub>) turvekangastyypeittäin ja alueittain hakkaamattomilla koealoilla, kun n > 3. Keskivirhe (%) ilmoitettu suluisissa.

	K-S			Alue <sup>1)</sup> E-P			K			Kaikki		
	V	I <sub>v</sub> m <sup>3</sup> /ha/a	n	V	I <sub>v</sub> m <sup>3</sup> /ha/a	n	V	I <sub>v</sub> m <sup>3</sup> /ha/a	n	V	I <sub>v</sub> m <sup>3</sup> /ha/a	n
Rhtkg	120,7 (37)	7,1 (18)	5	–	–	2	76,6 (33)	5,6 (25)	4	102,8 (21)	6,3 (15)	11
Mtkg I	159,9 (6)	8,1 (8)	11	141,1 (13)	7,4 (8)	10	117,8 (11)	5,2 (32)	4	145,6 (6)	7,3 (7)	25
Mtkg II	–	–	1	122,1 (16)	6,9 (7)	10	55,5 (35)	4,0 (26)	7	90,7 (17)	5,5 (11)	18
Ptkg I	61,7 (18)	3,8 (16)	13	70,0 (27)	2,6 (17)	11	42,6 (17)	3,3 (10)	15	56,7 (12)	3,3 (9)	39
Ptkg II	45,9 (24)	2,8 (18)	12	46,0 (25)	2,4 (23)	13	31,2 (22)	2,7 (17)	22	39,1 (14)	2,6 (9)	47
Vatkg	24,7 (35)	2,4 (21)	10	41,2 (32)	2,0 (29)	9	23,5 (20)	2,0 (15)	9	29,6 (18)	2,1 (11)	28
Jätkg	51,8 (30)	3,0 (23)	6	38,1 (12)	2,1 (10)	9	–	–	–	43,6 (15)	2,5 (13)	15
Keskiarvo	74,6 (11)	4,4 (9)	58	77,1 (10)	3,9 (9)	64	44,3 (11)	3,3 (8)	61	65,2 (6)	3,8 (5)	183

<sup>1)</sup> ks. taulukko 1.

yhtälöllä (1):

$$\ln I_v = a + b \ln V + e, \quad (1)$$

missä I<sub>v</sub> = jakson keskimääräinen tilavuskasvu

a = vakio

b = kerroin

V = loppupuuston tilavuus

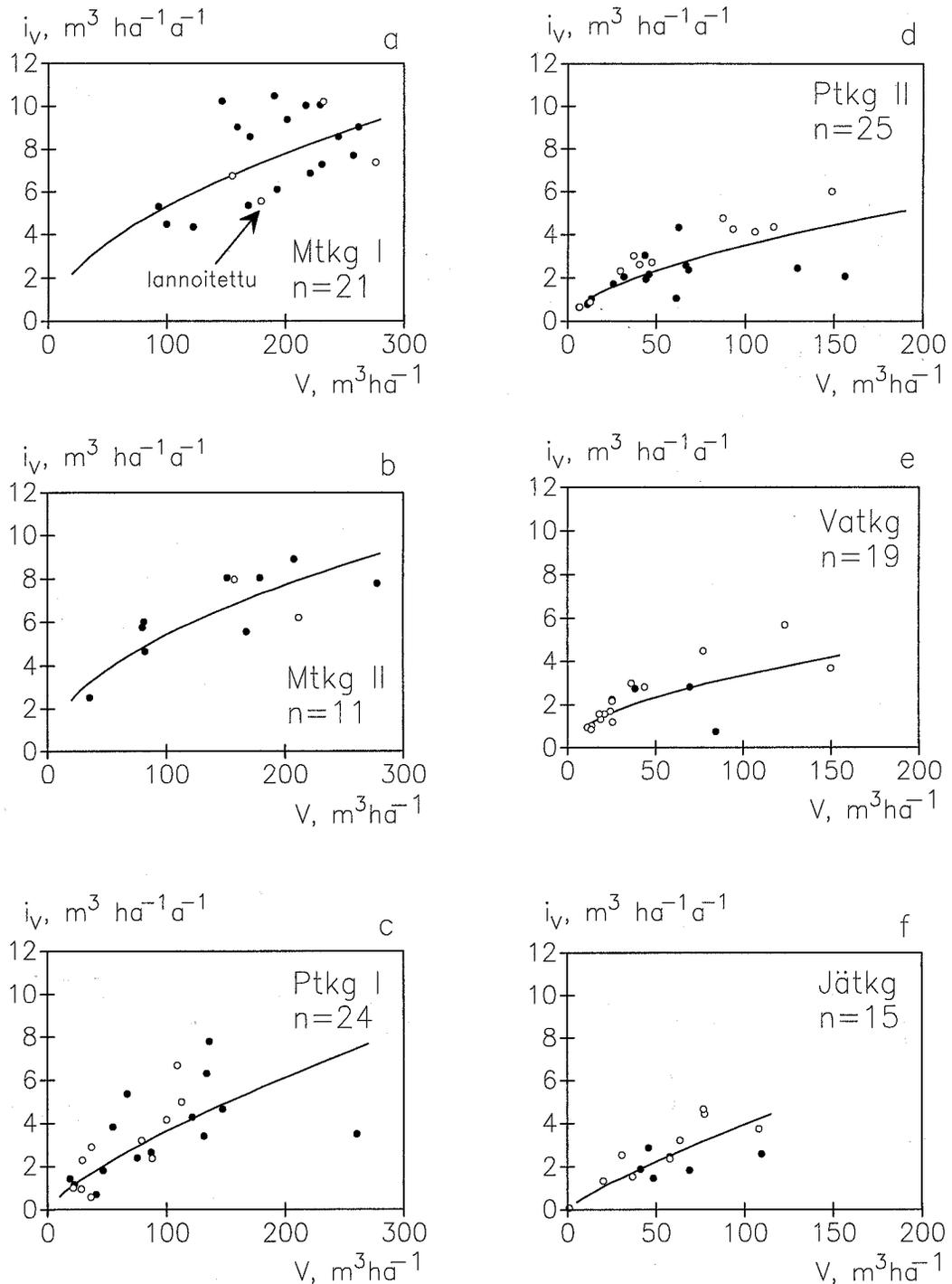
e = mallin virhetermi

Regressioanalyysissä ei eroteltu lannoittamattomia ja lannoitettuja koealoja. Puuston tilavuus selitti vaihtelevasti kasvun tasoa (32–93 %), mikä näkyy myös tilavuskasvun ja tilavuuden välisen riippuvuuden vaihtelussa turvekangastyypeittäin (kuvat 2 ja 3). Toisaalta Kainuun alueen turvekangastyypeillä riippuvuudet olivat varsin kiinteitä (kuva 3 a–c). Metsikön aiemmasta käsittelystä (harvennus ja lannoitus ennen ensimmäistä mittausta), puulajisuhteiden eroista, puuston iästä ja rakenteesta sekä

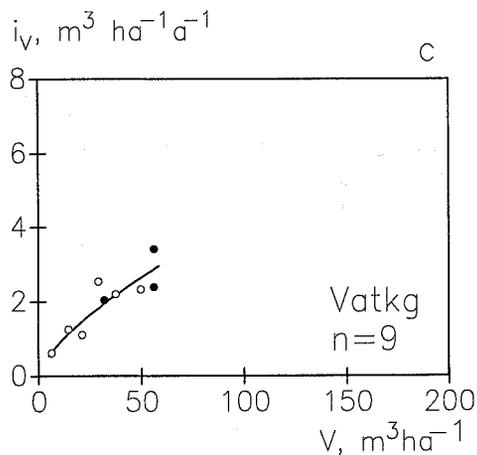
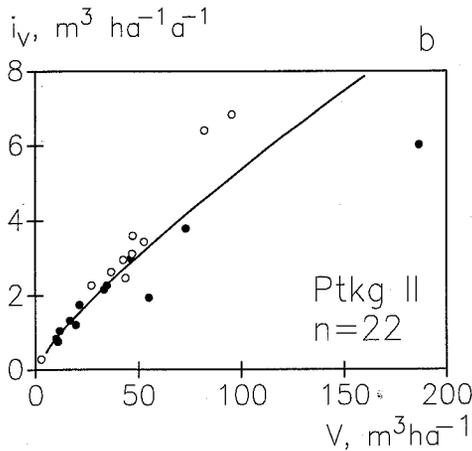
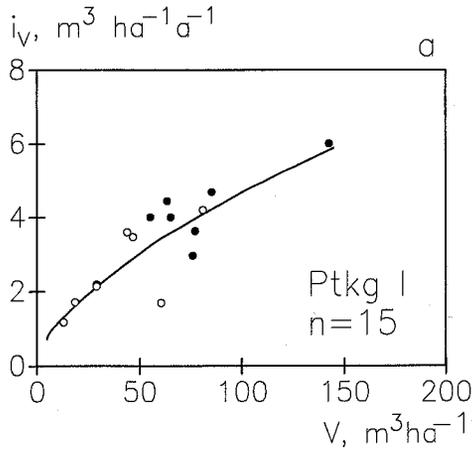
### 3.3.5 Kasvumallit

Kasvumallit laadittiin samoin kuin Gustavsenin ja Päiväsen (1986) luonnontilaisia metsämaan soita koskeneessa tutkimuksessa. Metsiköiden tilavuuden ja menneen kauden kasvun välistä riippuvuutta tarkasteltiin turvekangastyypeittäin ja alueittain. Keski-Suomen ja Etelä-Pohjanmaan alueet yhdistettiin, koska ne kasvuoloiltaan ovat melko samantertaisia. Kainuun alue käsiteltiin erillään. Koska koealat olivat siellä keskittyneet keskiravinteisille tyypeille, voitiin tarkastelu tehdä vain kolmelta turvekangastyybiltä. Ruohoturvekankaat jätettiin havaintojen vähäisyyden vuoksi tarkastelun ulkopuolelle myös eteläisellä osa-alueella.

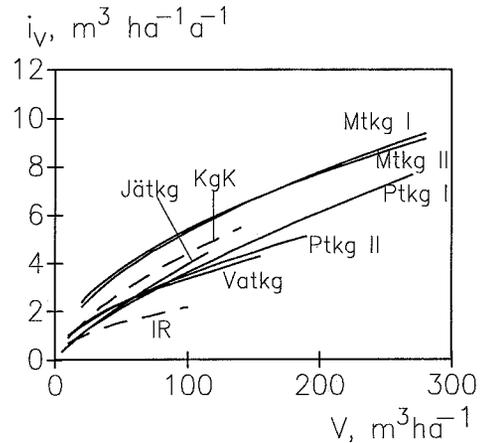
Vähintään 9 metsikköä käsittäneiden turvekangastyyppien kasvumallit laadittiin ohjelmalla BMDP 1R (BMDP 1988). Kasvumallit laadittiin



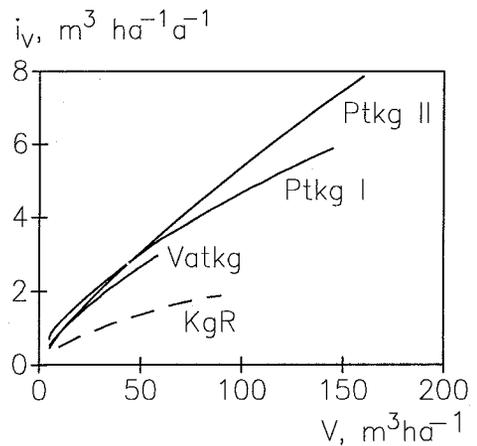
Kuva 2a-f. Metsikön tilavuuden ja menneen kauden tilavuuskasvun rippuvuus turvekangastyypeittäin eteläisillä alueilla (K-S & E-P).



Kuva 3a-c. Metsikön tilavuuden ja menneen kauden tilavuuskasvun riippuvuus turvekangastyypeittäin Kainuun alueella (K).



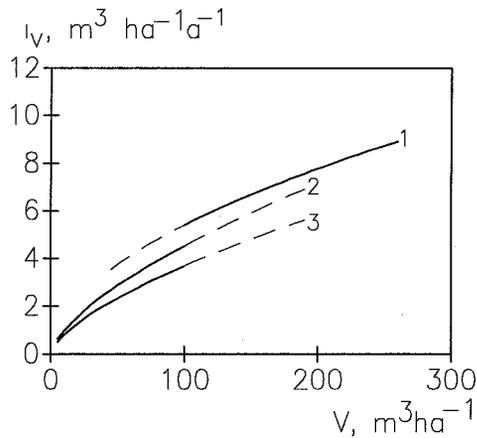
Kuva 4. Turvekangastyypien kasvumallien kuvaajat eteläisillä alueilla (K-S & E-P) sekä tilavuuden ja menneen kauden kasvun riippuvuus luonnontilaisella metsämaan isovarpurameellä (IR) ja kangaskorvella (KgK) Etelä-Suomessa Gustavsenin ja Päiväsen (1986) mukaan.



Kuva 5. Turvekangastyypien kasvumallien kuvaajat Kainuun alueella sekä menneen kauden kasvun ja tilavuuden riippuvuus luonnontilaisella metsämaan kangasrämeellä (KgR) Pohjois-Suomessa Gustavsenin ja Päiväsen (1986) mukaan.

ojituksen kunnosta aiheutuvaa vaihtelua ei voitu ottaa huomioon kasvumallituksessa.

Kummallakin osa-alueella turvekangastyypien kasvumallien tasoerot jäivät hyvin vähäisiksi (kuvat 4 ja 5). Eteläisellä alueella mustikkaturvekanikoiden ryhmä erottui selvimminkin muista. Samoissa kuvissa on esitetty myös tilavuuden ja kasvun välinen riippuvuus luonnontilaisella metsämaan kan-



Kuva 6. Puuston menneen kauden tilavuuskasvun riippuvuus tilavuudesta kolmella turvekangastyypiryhmällä. 1 = koko aineiston mustikkaturvekankaat, 2 = Kainuun alueen puolukkaturvekankaat ja sitä karummat kasvupaikat, 3 = eteläisten alueiden (K-S & E-P) puolukkaturvekankaat ja sitä karummat kasvupaikat.

gaskorvella ja isovarpurämeellä Etelä-Suomessa sekä kangasrämeellä Pohjois-Suomessa Gustavsenin ja Päiväsen (1986) mukaan. Melko pieni ero ojittettujen ja ojittamattomien välillä eteläisellä alueella selittynee osin sillä, että luonnontilaisten soiden aineisto painottuu etelämmäksi.

Aineisto ryhmiteltiin uudestaan suurempiin ryhmiin, koska kasvun tasoerot turvekangastyypien välillä olivat pieniä. Koska runsaspuustoisia metsiköitä oli etupäässä viljavien ja vähempipuustoisia karujen kasvupaikkojen metsiköissä, jaettiin aineisto kahteen osaan, jossa toisessa olivat mustikkaturvekankaat ja toisessa muut kasvupaikat. Valemuuttujamallien (REKO, Timonen 1983) tilastollisten tunnuslukujen perusteella alueittaiset turvekangastyypien mallit eivät poikenneet em. kahden suuren ryhmän sisällä toisistaan, joten koealojen tilavuuden ja kasvun riippuvuudelle voitiin estimoida kaksi mallia. Toinen kuvasi mustikkaturvekankaita (I ja II) ja toinen sitä karumpia turvekankaita yhdessä. Valemuuttujamallin perusteella karujen kasvupaikkojen ryhmässä Kainuun ja eteläisen alueen välillä oli merkitsevä tasoero. Kainuun alueella karujen tyyppien puuston suhteellinen kasvu oli mallin perusteella eteläisiä parempi (kuva 6). Mallit tunnuslukuineen on esitetty taulukossa 11.

Taulukko 11. Yhdistettyjen turvekangastyypiryhmien tilavuuskasvun selitysmallit.

Selittävät muuttujat  $\ln(I_v)$

Muuttuja	K-S & E-P + K	Alue <sup>1)</sup> K-S & E-P	K
	Mtkg	Turvekangastyypiryhmä Ptkg + Vatkg + Jätkg Kerroin	
Vakio	-1,7726	-1,7363	-1,5301
$\ln(V)$	0,72177	0,6602	0,6602
$S_m$	0,098	0,056	
$S_f$	0,3129	0,3531	
$R^2$	0,7667	0,6904	
n	43	128	

$S_m$  = selittävän muuttujan alkuperäinen keskihajonta

$S_f$  = jäännöshajonta

$R^2$  = selitysaste

n = havaintojen lukumäärä

<sup>1)</sup> ks. taulukko 1.

## 4 Yhteenveto ja päätelmät

Aineisto ei antanut mahdollisuutta niin kattavaan selvitykseen kuin mitä tutkimuksen tavoitteeksi oli alunperin asetettu. Suurimpana puuttena voidaan pitää poikkeamista objektiivisuudesta koealojen sijoittelussa maastoon. Aineiston puutteiden vuoksi tulosten tarkastelua jouduttiin rajoittamaan ja tulosten yleistämiselle on asetettava varauksia.

Koealoista suuri osa edusti varsin nuoria ojitusalueita. Tämä voi selittää joitakin melko suuria muutoksia, joita todettiin jakson aikana sekä kasvupaikka- että puustotunnuksissa. Esimerkiksi kuivatusasteen muutos aiheutui siitä, että ojikkovaihe ei yleensä ole yhtä pitkä kuin koealojen mittaussväli tässä tutkimuksessa.

Mittausten välillä keskimääräinen sarkaleveys oli jokaisella alueella pienentynyt kunnostusojitusten ansiosta. Kuivatustehokkuus ei silti välttämättä ollut parantunut, koska ojat olivat samanaikaisesti keskimäärin mataloituneet kaikilla alueilla. Mataloitumisen syytä ei voitu selvittää.

Aineiston metsiköiden kehitysluokkajakauma on yhdenmukainen muissa tutkimuksissa kuvattujen ojitusalueiden kehitysluokkajakaumien

kanssa (ks. esim. Paavilainen ja Tiihonen 1988). Kasvatusmetsien osuus oli suurin. Puuston keskitilavuuden voimakas lisääntyminen (yli 60 % keskimäärin) jakson aikana selittyy kehitysluokkajakaumalla sekä sillä, että valtaosa koaloista kullakin osa-alueella sijaitsi nuorilla ojitusalueilla. Tästä syystä metsiköitä ei ollut kovin paljon hakattu harvennushakkuilla ja puustopääoma oli lisääntynyt. Toisaalta toisen mittauskerran keskitilavuus ja keskikasvu olivat niin paljon suurempia kuin aiemmissa tutkimuksissa (Keltikangas ym. 1986, Paavilainen ja Tiihonen 1988), että tämän tutkimuksen aineistoon lienee valikoitunut keskimääräistä puustoisempia ja kasvuisempia kohteita. Keskitilavuutta ja kasvua lisäsi jonkin verran se, ettei tämän aineiston koalojen pinta-alaan ollut luettu oja-aukkoja. Osittain harha voi johtua aineiston valinnasta, joka rajattiin tietynikäisille ojitusalueille, ja koalojen sijoittelusta, joka tapahtui subjektiivisesti. Lisäksi on mahdollista, että koalojen puuston käsittely ei ole ollut 'normaalia'.

Puuston rakenteessa selvin muutos oli tukkipuukokoisten runkojen määrän lisääntyminen Keski-Suomessa. Tukkipuiden osuus erityisesti Kainuun alueella lienee yliarvio, koska laatutietoa ei ollut käytettävissä. Puulajisuhteissa männyn osuus lisääntyi mittausten välillä kaikilla alueilla lähinnä kuusen kustannuksella. Koivua oli vähiten Keski-Suomen alueen koaloilla, sen sijaan Etelä-Pohjanmaalla ja Kainuussa koivua oli enemmän.

Turvekangastyypien keskikasvut noudattivat tyyppien viljavuussarjaa. Tilavuuskasvun regressiomallien perusteella voitiin todeta aineiston jakaantuvan kahtia eli mustikkaturvekangas- ja sitä karumpiin tyypeihin. Jälkimmäinen ryhmä jakaantui edelleen alueellisesti kahtia. Karujen tyyppien parempi suhteellinen kasvu Kainuun alueella voi johtua ryhmään kuuluvien turvekangastyypien luontaisista viljavuuseroista tai siitä, että kaikkein karuimpia kasvupaikkoja oli Kainuussa vähemmän. Tilavuus ei myöskään yksin selitä kasvun vaihtelua, vaan mm. puuston ikä vaikuttaa oleellisesti kasvun tasoon (vrt. Nyssönen ja Mielikäinen 1978). Puuston ikää ei määritetty, koska se ojitusalueilla ei välttämättä kuvaa puiden kasvukykyä.

Vertailua tämän tutkimuksen ja aikaisempien suometsien tuotostutkimusten (Heikurainen 1959, Heikurainen ja Seppälä 1973) tulosten välillä ei tehty

sen vuoksi, että kasvut oli mainituissa tutkimuksissa laskettu kuorettomina. Vaikka esimerkiksi Heikuraisen ja Seppälän (1973) aineisto oli luokiteltu suotyypeihin, oli luokkien sisäinen vaihtelu lähes samaa tasoa kuin tämän aineiston turvekangastyypeillä, jotka jokainen sisälsivät useita suotyypejä. Puuntuotoksen kannalta yksityiskohtaisen suotyypeittäisen luokittelun tarkoituksenmukaisuus lieneekin hieman kyseenalaista.

Tutkimuksen tulokset yksityismaiden ojitusalueilta vahvistavat viime vuosina esitettyjä käsityksiä ojitusaluemetsien tilasta (Paavilainen ja Tiihonen 1984, 1985, 1988, Keltikangas ym. 1986). Ojituksen jälkeen puuston määrä lisääntyy voimakkaasti vuosikymmenien ajan. Nykysuosituksen mukaan metsänkasvatuskelpoisilla soilla, joiden kuivatuksen ylläpitoa edelleen tuetaan metsänparannusvaroin, puuntuotannolliset edellytykset ojitustointien tuottojen turvaamiseksi ovat tutkimusten mukaan yleisesti hyvät. Kuitenkin metsävarojen vajaakäyttö ja ojastojen rappeutuminen saattavat oleellisesti heikentää ojitusalueiden tuottojen realisointimahdollisuuksia.

## Kiitokset

Tutkimus on toteutettu yhteistyössä metsälautakuntien kanssa. Tutkimuksen suunnittelusta ja koalojen perustamisesta vastasi MML Kimmo Paarlahti. Maastotöistä huolehtivat mti Kauko Taimi ja mtj Reijo Seppänen apulaisineen. Aineiston tarkistuksen ja KPL-laskennat on tehnyt Inkeri Suopanki. Käsikirjoituksen ovat lukeneet tutkimusjohtaja Eero Paavilainen sekä professorit Seppo Kaunisto ja Kari Mielikäinen. Kiitämme mainittuja hyödyllisistä korjausehdotuksista.

## Kirjallisuus

- Aarne, M. (toim.-ed.). 1992. Metsätalastollinen vuosikirja 1990–91. Yearbook of forest statistics 1990–91. SVT Maa- ja Metsätalous 1992:3. Folia Forestalia 790. 281 s.
- BMDP 1988. Statistical software manual, Vol. 1. Uni-

- versity of California Press, Berkeley, Los Angeles.
- Gustavsen, H. G. & Päivänen, J. 1986. Luonnontilaisten soiden puustot kasvullisella metsämaalla 1950-luvun alussa. Summary: Tree stands on virgin forested mires in the early 50's in Finland. *Folia Forestalia* 673. 27 s.
- Heikurainen, L. 1959. Tutkimus ojitusalueiden tilasta ja puustosta. Referat: Über waldbaulich entwässerte Flächen und ihre Waldbestände in Finnland. *Acta Forestalia Fennica* 69(1). 279 s.
- 1978. Suo-opas. 3. painos. Kirjayhtymä, Helsinki. 51 s.
- & Seppälä, K. 1973. Ojitusalueiden puuston kasvun jatkumisesta ja alueellisuudesta. Summary: Regionality and continuity of stand growth in old drainage areas. *Acta Forestalia Fennica* 132. 36 s.
- Heinonen, J. 1981. KPL – koealojen peruslaskentaohjelmisto. VAX11/780-ohje. Metsäntutkimuslaitos. Konekirjoite 38 + 2 s.
- Huikari, O. 1952. Suotyypin määrittäminen maa- ja metsätaloudellista käyttöarvoa silmällä pitäen. Summary: On the determination of mire types, especially considering their drainage value for agriculture and forestry. *Silva Fennica* 75. 22 s.
- Isoaho, P., Lauhanen, R. & Saarinen, M. 1993. Metsäojien jatkuvan kunnossapidon vaikutus ojitusalueiden tilaan Keski-Pohjanmaalla. Summary: Effects of continuous ditch network maintenance on the condition of forest drainage areas in Central Ostrobothnia district. *Suo* 44(2): 33–41.
- Keltikangas, M., Laine, J., Puttonen, P. & Seppälä, K. 1986. Vuosina 1930–1978 metsäojitetut suot: Ojitusalueiden inventoinnin tuloksia. Summary: Peatlands drained for forestry during 1930–1978: Results from field surveys of drained areas. *Acta Forestalia Fennica* 193. 94 s.
- Laine, J. 1989. Metsäojitetujen soiden luokittelu. Summary: Classification of peatlands drained for forestry. *Suo* 40(1): 37–51.
- & Starr, M. 1979. An analysis of the post-drainage stand increment in relation to the peatland site type classification in Finland. Proceedings of the International Symposium of Classification of Peat and Peatlands. Hyytiälä, Finland. International Peat Society, Helsinki. s. 147–159.
- & Vasander, H. 1990. Suotyypit. Kirjayhtymä, Helsinki. 80 s.
- Mattila, E. & Penttilä, T. 1987. Lapin ja Koillis-Suomen metsälautakuntien suometsät vuosina 1952–1984. Summary: Peatland forests of Lappi and Koillis-Suomi forestry board districts, North Finland, 1952–1984. *Folia Forestalia* 703. 49 s.
- Nyysönen, A. & Mielikäinen, K. 1978. Metsikön kasvun arviointi. Summary: Estimation of stand increment. *Acta Forestalia Fennica* 163. 40 s.
- Paavilainen, E. & Tiihonen, P. 1984. Etelä- ja Keski-Suomen suometsät vuosina 1951–1981. Summary: Peatland forests in southern and central Finland in 1951–1981. *Folia Forestalia* 580. 20 s.
- & Tiihonen, P. 1985. Keski- ja Pohjois-Pohjanmaan sekä Kainuun suometsät vuosina 1951–1983. Summary: Peatland forests in Keski-Pohjanmaa, Kainuu and Pohjois-Pohjanmaa in 1951–1983. *Folia Forestalia* 617. 19 s.
- & Tiihonen, P. 1988. Suomen suometsät vuosina 1951–1984. Summary: Peatland forests in Finland in 1951–1984. *Folia Forestalia* 714. 29 s.
- Seppälä, K. 1969. Kuusen ja männyn kasvun kehitys ojitetuilla turvemaidella. Summary: Post-drainage growth rate of Norway spruce and Scots pine on peat. *Acta Forestalia Fennica* 93. 89 s.
- Timonen, E. 1983. Havaintoja auras- ja kaivuriojien mitoista ja kunnosta soilla. *Suo* 34(2): 29–39.
- Timonen, M. 1983. Reko – regressio- ja korrelaatioanalyysiohjelma. Konekirjoite. Metsäntutkimuslaitos, Rovaniemen tutkimusasema. 68 s.

## 21 viitettä