

METSIKÖIDEN ROUTA- JA LUMISUHTEISTA

PAAVO YLI-VAKKURI

SUMMARY:
SNOW AND FROZEN SOIL CONDITIONS
IN THE FOREST

HELSINKI 1960

Alkusanat

Tämä tutkimus liittyy läheisesti niihin Pohjanmaan metsien erikoispiirteiden kenttätutkimuksiin, joita varten Suomen Luonnonvarain Tutkimussäätiö myönsi varoja v. 1956—1957. Eräät tutkimukselliset näkökohdat ja muutamat aineiston keruuseen liittyvät käytännölliset seikat ovat sittemmin laventaneet tutkimuksen maantieteellistä piiriä muuallekin Etelä-Suomeen.

Metsänhoitajat PELLERVO ARPONEN ja TOIVO RAUHALA ovat avustaneet tutkimusaineiston keruussa ja alustavassa käsittelyssä. Lumihavainnot Ähtärissä on suorittanut ohjeiden mukaan herastuomari ARVI SULKU ja Orivedellä talonmies ERKKI LAMMINEN. Kaikesta saamastani avusta esitän parhaat kiitokseni. Helsingissä tammikuun 24. päivänä 1960.

Paavo Yli-Vakkuri

Sisällysluettelo

	Sivu
Johdanto	4
Aineiston keräys ja tutkimuspaikat	4
Roudan esiintyminen ja sulaminen	13
Lumipeitteen syntyminen ja häviäminen	20
Tulosten tarkastelua	38
Yhdistelmä	40
Kirjallisuusluettelo	42
<i>Summary</i>	46

Johdanto

Kuka hyvänsä metsäbiologian tutkija, joka vaivautuu pohtimaan työskentelyynsä liittyviä tottumuksia, havaitsee sonnustautuvansa maastoon kasvukauden alkaessa ja palaavansa sieltä sen loputtua. Tällainen menettely on tietenkin inhimillisesti ymmärrettävää, ja usein lisäksi eräät käytännölliset seikat, kuten opetustoimen hoitaminen, suorastaan pakottavatkin siihen. Monet metsäbiologiset ilmiöt ovat kuitenkin senlaatuista, että eräät niiden ratkaisevat tapahtumat siirtyvät myöhäissyksyyn, talveen tai varhaiskevääseen. Jos edelleen noudatamme kesäisiä tottumuksiamme, saattavat nämä tapahtumat jäädä havainnon tekijöitä vaille, kuten on huomautettu (YLI-VAKKURI 1956).

Tämänlaatuista ajatusta voidaan pitää syynä käsillä olevaan tutkimukseen. Katsottiin, että lumi ja routa ovat sellaisia ekologisia tekijöitä, joiden laadusta ja metsiköittäisestä vaihtelusta täytyy olla selvillä, jotta metsiköitä voitaisiin niiden eri kehitysvaiheissa oikein hoitaa. Erityisesti näytti tarpeelliselta saada valaistusta mm. seuraaviin seikkoihin:

- metsiköittäiset erot lumipeitteen syntymisessä ja sulamisessa ja nimenomaan metsikön kehitysasteen ja puulajin vaikutus näihin ilmiöihin;
- pälvien ja lumisten kohtien vaihtelu erilaisissa olosuhteissa sekä tämän vaihtelun syyt ja seuraukset;
- sulamisvaiheessa olevan lumen pinnan laatu erilaisissa metsiköissä;
- keväisen roudan esiintyminen erilaisissa metsiköissä sekä metsikön laadun ja lumisuhteiden vaikutus siihen.

Maan lämpötilaa havainnoimalla pyrittiin lisäksi selvittämään, heijastuvatko talvisissa olosuhteissa mahdollisesti havaittavat erot kasvukauden puolelle.

Aineiston keräys ja tutkimuspaikat

Tutkimusaineisto on kerätty vuosina 1957—1959. Se sisältää tutkimuskohteita eri paikkakunnilta seuraavasti:

Tuusula	23
Orivesi	1
Ähtäri	3
Kauhajoki	2
	29



Kuva 1. Männikkö 52 havaintoja aloitettaessa 20. 3. 1959. Tuusula, Ruotsinkylän kokeilualue. Valok. Paavo Yli-Vakkuri.

Fig. 1. Pine stand number 52 in the beginning of observations. March 20, 1959. Tuusula, Experimental Area of Ruotsinkylä. Photo: Paavo Yli-Vakkuri.

Tuusulan lumihavainnot keväällä 1959 tehtiin Metsäntutkimuslaitoksen Ruotsinkylän kokeilualueessa, jossa oli suppealla alalla runsaasti tutkimustarkoitukseen hyvin sopivia metsiköitä (vrt. HEIKINHEIMO 1957). Koska metsikköjen reunojen vaikutuksesta oli saatu jo aikaisemmista havainnoista kokemuksia, voitiin kokeet alun pitäen sijoittaa sellaisiin metsikköihin ja siten, ettei reunojen vaikutus pääsyt haitallisesti vaikuttamaan tuloksiin.

Taulukkoon 1 on kerätty mittaustuloksia, jotka valaisevat olosuhteita tutkimusmetsiköissä. Niistä ilmenee, että metsiköt olivat yleensä jokseenkin tasaisia, hiekkaisia tai hietaisia kangasmaita. Vain neljässä metsikössä esiintyi tuntuvaa viettävyyttä. Eräs tutkimuskohde sijaitsi ojitetussa rämpainanteessa.

Metsikköjen maalajiluokittelussa käytettiin AALTOSEN ym. (1949) suositusta, johon tässä viitataan myös maalajinimitysten lyhennysten osalta. Maalaji määritettiin 30 cm:n syvyydestä pintakerroksesta. Kivisyysluokka on sama kuin ILVESSALON (1951) käyttämä. Kivisyys tutkittiin lisäksi tarkemmin VIRON

Taulukko 1. Mittaustuloksia kevään 1959 lumihavainto-
Table 1. Data on tree stands used for snow observations in

Havainnon laatu Type of observation	Metsikön n:o — Num-								
	46	47	48	49	50	51	52	53	54
Viettävyys	—	5°N	5°SW	—	—	25°SW	10°W	—	15°W
Gradient									
Maalaji	KHt	HHk	HHk	Turve	KHt	HHk	HHk	HHk	HHk
Soil class ¹									
Kivisyysluokka	I	II	I	I	I	II	I	I	I
Class of stoniness ²									
Syvyysindeksi	23.5	20.0	26.3	30.0	29.3	13.5	25.0	28.3	22.3
Depth index (cf. VIRO 1952)									
Humus, cm	3.4	2.8	3.4	—	3.8	2.9	3.3	2.7	2.6
Humus, cm									
Kasvillisuustyyppi	OMT	MT	MT	Rmu	OMT	VT	VT	VT	VT
Vegetation type (cf. CAJANDER 1949) ³									
Puusto									
Growing stock									
Ikä, v.	75	10	75	70	65	130	60	25	10
Age, years									
Valtapituus, m	21	1.5	20	18	23	25	15	5.5	1
Dominant height, m									
Pohjapinta-ala, m ²	20	0	20	16	30	13	16	7	0
Basal area, sq.m.									
Kuutiomäärä, m ³	180	10	176	125	299	130	106	22	5
Volume, cu.m.									
Puulajisuhteet, %									
Proportions of tree species, %									
Mänty	23	90	5	92	26	95	100	95	100
Pine									
Kuusi	77	0	95	—	74	—	—	—	0
Spruce									
Koivu	—	10	—	8	—	5	—	5	0
Birch									
Latvuston peittävyys, %	67	29	79	51	76	21	43	60	26
Canopy cover, %									
Oksiston korkeus maasta, m ..	8 ⁴ ; 13 ⁵	0	8	10	8 ⁴ ; 4 ⁵	12	7	1	0
Distance from ground to the lowest branches, m									

¹ HHk — sand, KHt — finesand, Hs — silt, Turve — peat. ² I — almost stoneless, II — Rmu — Drained pine growing bog.

(1952) kehittämää menetelmää käyttäen. Puikon keskimääräistä painumaa 30 cm:n paksuisessa pintakerroksessa on nimitetty hänen mukaansa syvyysindeksiksi. Kuutiomäärä on laskettu vähintään kolmen relaskooppihavainnon

metsiköistä. Tuusula, Ruotsinkylän kokeilualue.
spring 1959. Tuusula, Experimental Area of Ruotsinkylä.

ber of tree stand													
55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66		
—	—	5°W	—	—	5°NE	7°NE	5°NE	10 NE	—	—	5°SW		
HHk	KHt	KHt	HHk	HHk	HHk	HHk	HHk	HHk	HHk	Hs	HHk		
I	I	I	I	I	I	I	I	II	I	I	I		
24.8	29.8	30.0	30.0	28.3	29.8	24.8	29.0	19.8	30.0	30.0	30.0		
3.0	3.1	6.3	2.6	3.3	4.2	2.6	2.5	3.1	3.8	0.7	3.2		
VT	OMT	OMT	VT	VT	VT	VT	VT	VT	OMT	OMT	VT		
										Vallit- seva Domi- nant	Ali- kasvos Under- growth	Vallit- seva Domi- nant	Ali- kasvos Under- growth
30	150	70	25	110	40	120	30	10	25	30	25	40	30
6.5	29	25	6.5	18	19	22	7	1	11	16	7	18	3
10	35	16	1	17	13	14	12	0	14	24		23	
35	417	166	40	134	102	130	45	5	66	107		157	
100	0	6	100	100	—	100	100	90	0	4		40	
—	100	94	—	—	—	—	—	0	100	22		3	
—	—	0	—	—	100	—	—	10	0	74		57	
57	75	49	68	50	57	38	67	27	74	74	85	61	84
3	14	8	2	7	10	8	3.5	0	1	8	0	10	0

stony. ³ OMT — Oxalis-Myrtillus-Type, MT — Myrtillus-Type, VT — Vaccinium-Type,

⁴ Picea abies. ⁵ Pinus silvestris.

perusteella. Latvusalan määrittämisessä on käytetty apuna CAJANUKSEN putkea ja SARVAKSEN (1953) kehittämää pistemenetelmää.

Pääosa tutkimusmetsiköistä oli sellaisia, joissa oli suoritettu asiaan kuuluvat

metsänhoitotoimenpiteet. Metsiköt 48 ja 56 sen sijaan olivat luonnontilaisia. Tuoreita hakkuutähteitä, joiden peittävyys oli 70 % esiintyi metsikössä 57. Muut metsiköt olivat hakkuutähteettömiä tai niissä esiintyi vain vanhoja, jo pitkälle maatuneita hakkuutähteitä. Ainoastaan metsikössä 51 oli tällaisia hakkuutähteitä tuntuvammin.

Koivuvaltaisissa metsiköissä 65 ja 66 oli tiheä kuusialikasvos. Eräissä muissa metsiköissä esiintyi myös lähinnä pensaskerrokseen kuuluvaa matalaa kuusta. Metsikössä 52 sen peittävyys oli 2 % ja metsikössä 57 10 %. Metsikössä 49 kasvoi pensaskerrokseen kuuluvaa koivun vesaa ja vadelmaa 40 %:n peittävyysasteen asti. Männyn taimistossa, metsikössä 47, esiintyi koivun lisäksi hieman pihlajaa ja haapaa.

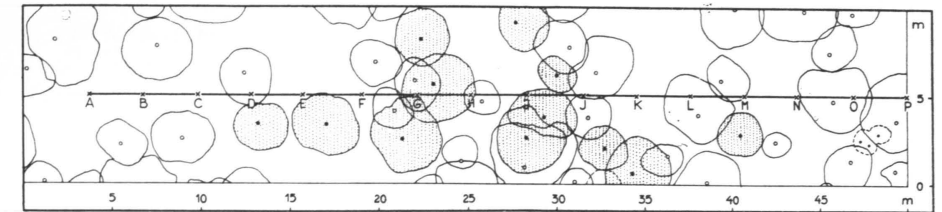
Aukeiden alueiden tutkimuskohteet valittiin Metsäpuiden rodunjalostusase-
man lähellä olevalta, rakennusten ja metsän suojaamalta pikku pellolta (vartetarhasta). Näistä kohde 45 b vietti 5 asteen kulmassa lounaaseen. Reunametsä ei varjostanut tätä aluetta. Kohteessa 45 a sen sijaan esiintyi lounaissivulla varjostavaa metsää. Alueelta 45 b, jota myöhemmin käytetään vertailukohteena, hävisi lumi hieman myöhemmin kuin läheiseltä laajalta peltoaukealta.

Kussakin tutkimusmetsikössä erotettiin ja merkittiin jokin yhtenäinen 10—25 aarin suuruinen osa pysyvästi alueeksi, josta havainnot tehtiin. Aluksi viikoittain, myöhemmin lyhyemmin väliajoin toistetuissa tarkastuksissa määritettiin lumellisen alueen sadannes, lumen syvyys, pintalumen laatu ja tasaisuus sekä tehtiin merkintöjä puiden tyvillä olevien lumikuoppien mittasuhteista ja muodosta sekä lumella esiintyvän karikkeen määrästä. Lumen syvyys mitattiin kulloinkin kymmenestä, puiden välialueelta umpimähkäisesti otetusta pisteestä. Mittaustulokset siis kuvaavat lumen syvyyttä puiden välialueilla, mikä on syytä ottaa huomioon tuloksia tarkasteltaessa. Jokaisessa metsikössä tutkittiin lisäksi routa kymmenessä puiden latvuskatoksen aukko kohtaan sattuneessa kohdassa. Erikseen pantiin merkille roudan esiintyminen puiden tyvillä. Lisäksi suoritettiin muutamissa metsiköissä joukko muita erikoishavainnoja. Aineistoa täydennettiin valokuvaamalla metsiköt toistuvasti samoista kohdista. Lumihavainnot aloitettiin 20. 3. 1959, jolloin lumipeite oli, lukuun ottamatta joissakin metsiköissä puiden tyvillä havaittavia pälvien alkuja, vielä kaikissa metsiköissä yhtenäinen ja kuten mittaustuloksista ilmenee, monin paikoin yli 0.5 m paksu (vrt. kuvat 1 ja 19).

Koko talvikauden 1958—1959 kestäneitä lumihavainnoja tehtiin Metsä-Sar-
mäessä Korkeakosken hoitoalueessa Oriveden pitäjässä (vrt. kuva 29). Lisäksi seurattiin samassa paikassa roudan häviämistä keväällä. Tutkimuskohteeksi valittiin tasaisella, kivettömällä hiekkakankaalla kasvava puolukkatyyppin män-
nikkö, jossa esiintyi muutamien kuusten muodostama puuryhmä sekä hajal-
laan yksittäisiä kuusia. Alueen korkeus merenpinnasta on 160 m. Metsikön laa-
dusta antavat sivulla 10 esitetyt mittaustulokset lähemmän kuvan.

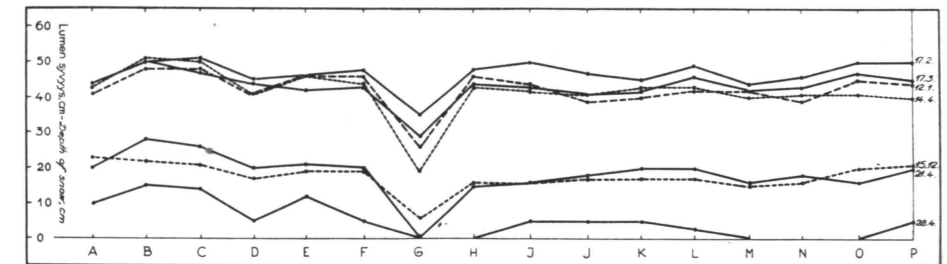
Tutkimusmetsikköön pystytettiin lumen paksuuden seuraamista varten syk-

yllä 1958 ristikkäin kulkeviin linjoihin kolmen metrin välimatkoin kaikkiaan 36 mitta-asteikkoista keppiä. Lumihavainnot suoritettiin vähintään kerran vii-
kossa. Lisäksi seurattiin kymmenen männyn ja yhtä monen kuusen juurella
tyvestä 50 cm:n säteellä piirretyn ympyrän alueella tapahtuvaa lumipeitteen
muodostumista ja sulamista sekä roudan keväistä häviämistä. Koko alueesta



Kuva 2. Osa metsikköön (44) sijoitetuista mittakepeistä (A, B, C . . .) lähipuineen. Männyn latvusprojektiot on merkitty yhtenäisellä viivalla, koivun katkoviivalla ja kuusen pisteillä varjostaen. Orivesi, Metsä-Saramäki, Korkeakosken hoitoalue.

Fig. 2. Some measuring sticks (A, B, C . . .) with nearby trees in a stand (44). The crown projections of pines are marked with a continuous line, of birch with a broken line, of spruce shaded with dots. Orivesi, Metsä-Saramäki, Forest District of Korkeakoski.



Kuva 3. Lumen syvyys kuvassa 2 esitetyissä mittauspisteissä eri ajankohtina talvella 1958—1959.

Fig. 3. The depth of snow in measuring points presented in Fig. 2 at different dates in the winter 1958—1959.

piirrettiin kartta, johon merkittiin mittakeppien ja puiden sijainti sekä puiden latvusprojektiot (kuva 2). Myöhemmin on käynyt ilmi, että tämä menetelmä lumipeitteen mittaamiseksi metsäisessä maastossa on periaatteeltaan sama, jonka Hydrografinen toimisto (vrt. SEPPÄNEN 1959 b) otti käytäntöön samaa talvea silmällä pitäen 17 lumihavaintoasemallaan kokeiltuaan menetelmää vuodesta 1955 lähtien. Myös G. SIRÉN (1955) on käyttänyt samantapaista menetelmää.

Ensimmäiset routahavainnot suoritettiin Ähtärissä keväällä 1957. Seuraavana syksynä tutkittiin lumipeitteen muodostumista samoissa kohdissa ja keväällä 1958 lumipeitteen ja roudan sulamista. Kasvukauden aikana seurattiin lisäksi maan ja ilman lämpötilaa. Viimeksi mainittujen mittausten perusteella esitetään tässä kuitenkin vain eräitä maan lämpötilaa koskevia tuloksia.

Ähtärin tutkimuskohteet, jotka sijaitsivat aivan lähekkäin Puolivälän seudulla Tuomarniemen hoitoalueessa, olivat: luonnontilainen kuusikko, väljennetty kuusikko ja avoin kulotettu alue. Maasto oli tutkimusalueella jokseenkin tasaista kangasta, jossa siellä täällä esiintyi matalia suopainanteita. Kaikki metsiköt sijaitsivat kangasmaalla, jonka maalaji oli vähäkivistä hietaista moreenia. Alueen korkeus merenpinnasta on 208 m. Puulajisuhteet puustoa käsittämissä metsikoissa olivat seuraavat:

	Kuusi % puuston kuutiomäärästä	Mänty	Koivu
Luonnontilainen kuusikko	99	—	1
Väljennetty kuusikko ..	83	7	10

Vain luonnontilaisessa kuusikossa esiintyi harvakseltaan alikasvoskuusia. Väljennyksessä kuusikossa oli viimeisen hakkauksen jäljeltä yhä havaittavissa hieman hakkuutähteitä. Kulotettu alue oli tutkimushetkellä vielä kutakuinkin kasvipeitteeton. Luonnontilaisessa kuusikossa peitti maata yhtenäinen sammalikko, jossa seassa oli vain jonkin verran varpuja sekä ruohoja ja heiniä. Väljennyksessä kuusikossa seinäsammalikko oli hieman harvempi, mutta varvusto sekä ruoho- ja heinäkavillisuus vastaavasti tiheämpää. Muilta osilta valaisevat seuraavat mittaukset lähemmin Ähtärin (metsiköt 4, 8, 9) ja Oriveden (metsikkö 44) tutkimuskohteiden laatua:

	Luonnontilainen kuusikko <i>Natural spruce stand</i>	Väljennetty kuusikko <i>Opened up spruce stand</i>	Avoin kulotettu alue <i>Open burnt-over area</i>	Varttunut männikkö <i>Mature pine stand</i>
Metsikön n:o — <i>Number of tree stand</i>	8	9	4	44
Kivisyys — <i>Stoniness</i>				
Syvyysindeksi — <i>Depth index</i> ¹	23.3	26.7	25.4	30.0
Maannoskerros — <i>Horizon</i>				
Humus A ₀ , cm — <i>Humus A₀, cm</i> ..	2.5	2.8	3.3	3.3
Valkomaa A ₂ , cm — <i>Podzolie horizon A₂, cm</i>	9	9	16	2
Rikastumiskerros B, cm — <i>Accumulative horizon B, cm</i>	12	11	8	20
Metsätyyppi — <i>Forest site type</i> ²	OMT	OMT	(OMT)	VT
Metsikön puusto — <i>Growing stock</i>				
Ikä, v — <i>Age, years</i>	65	80	—	85
Valtapituus, m — <i>Dominant height, m</i>	22	23	—	20
Runkoluku, kpl — <i>Number of stems</i>	1160	320	—	1096
Pohjapinta-ala, m ² — <i>Basal area, sq.m</i>	31.8	17.0	—	22.3
Kuutiomäärä, m ³ — <i>Volume, cu.m.</i> ..	262	173	—	194
Latvuston peittävyys, % — <i>Canopy cover, %</i>	75	46	—	55

¹ VIRO (1952) ² CAJANDER (1949)

Taulukko 2. Lämpötila ja sateen määrä tutkimusseuduilla läheisten säähavaintoasemien mukaan.
Table 2. Temperature and rainfall in research localities according to nearby meteorological stations.

Kuukausi <i>Month</i>	Ähtäri			Orivesi, Metsä-Saramäki			Tuusula, Ruotsinkylä		
	Lämpötila, °C <i>Temperature, °C</i>		Sade, mm <i>Reinfall, mm</i>	Lämpötila, °C <i>Temperature, °C</i>		Sade, mm <i>Reinfall, mm</i>	Lämpötila, °C <i>Temperature, °C</i>		Sade, mm <i>Reinfall, mm</i>
	Nor-maal-arvo <i>Normal value</i> 1921—1950	1956	1956	Nor-maal-arvo <i>Normal value</i> 1921—1950	1958	1958	Nor-maal-arvo <i>Normal value</i> 1901—1930	1958	Nor-maal-arvo <i>Normal value</i> 1921—1950
I January	-8.7	-11.7	39	-7.4	-9.9	26	-6.7	-8.8	47
II February	-8.9	-15.2	26	-7.8	-10.7	18	-7.2	-9.9	29
III March	-5.1	-5.2	5	-3.8	-9.2	26	-3.7	7.3	33
IV April	1.2	1.6	9	2.4	0.6	17	1.6	1.0	42
X May	8.0	7.8	43	9.0	7.8	45	8.0	7.9	49
VI June	12.7	14.3	52	13.6	13.0	33	12.5	13.0	52
VII July	16.2	14.6	66	17.0	15.0	98	15.8	14.6	67
VIII August	14.0	11.2	133	14.8	13.9	71	13.6	14.0	77
IX September	8.8	7.3	72	9.7	9.8	8	9.1	10.4	72
X October	2.9	2.1	86	4.0	5.8	36	3.9	5.8	80
XI November	-1.4	-7.5	26	-0.2	2.7	45	-1.0	2.7	69
XII December	-5.4	-4.8	47	-4.2	-7.8	53	-5.0	-6.9	52
Vuosi — <i>Year</i>	627	529	695	3.9	2.6	486	3.4	..	668
	472	472	472	597	4.9	559	559	..	517



Kuva 4. Etelään 28° viettävä rinne oli jo 30. 3. 1959 paljaana, pohjoisrinteellä esiintyi vielä runsaasti lunta. Kauhajoki, Kiialankangas, Yli-Vakkurin tila. Valok. Paavo Yli-Vakkuri.
 Fig. 4. A southern aspect (28°) was already bare in March 30, 1959, whereas a northern aspect was still covered by a thick layer of snow. Kauhajoki, Kiialankangas, Yli-Vakkuri's farm. Photo: Paavo Yli-Vakkuri.

Kauhajoella parissa paikassa 1959 suoritettavat havainnot valaisevat lumisuhteita rinnemaalla ja eräällä keidasrämeellä (vrt. kuva 4 ja 5). Tutkimuskohteista esitetään lähemmät tiedot käsittelyn yhteydessä.

Tutkimusaikana vallinneet yleiset sääsuhteet selviävät taulukosta 2. Siinä esiintyvät sademäärän normaaliarvot on saatu tohtori J. M. ANGERVOLTA, lämpötilan normaaliarvot ovat KOLKIN (1956) mukaiset. Talvella 1956—1957 lumisuhteet olivat Ähtärin seudulla Ilmatieteellisen keskuslaitoksen kuukausikatsauksen mukaan kutakuinkin normaalit. Talvi 1957—1958 sen sijaan oli runsasluminen. Lumipeite muodostui ja hävisi tällöin vähän normaalia myöhemmin. Talvella 1958—1959 lumipeite muodostui ja hävisi Orivedellä ja Tuusulassa jokseenkin normaalina ajankohtana. Talvi oli joulukuuta lukuun ottamatta leuto. Orivedellä oli etenkin alkutalvi ja Tuusulassa koko talvi runsasluminen.

Johtopäätösten tekoa kertyneen aineiston perusteella on helpottanut runsas retkeily talvisessa maastossa. Aihe on lisäksi pakottanut tutustumaan laajaan kirjallisuuteen. Metodisista selvittelyistä on samalla saatu hyödyllisiä viitteitä kerättävää aineistoa uhkaavista virhelähteistä. Aineisto ei suinkaan peitä kaikkia niitä tekijöitä, jotka vaikuttavat metsikön routa- ja lumisuhteihin, mutta se valaisee kuitenkin eräitä piirteitä.



Kuva 5. Lumesta vapautuvaa keidasrämettä 30. 3. 1959. Kauhajoki, Haukankeidas, Yli-Vakkurin tila. Valok. Paavo Yli-Vakkuri.

Fig. 5. A raised pine bog becoming free of snow. Kauhajoki, Haukankeidas, Yli-Vakkuri's farm. Photo: Paavo Yli-Vakkuri, March 30, 1959.

Roudan esiintyminen ja sulaminen

Metsätutkimuksessamme on routaa käsitelty varsin vähän. Siihen on kiinnitetty huomiota lähinnä metsänviljelyn ja taimien kasvatuksen yhteydessä, suotutkimuksissa ja puutavaran hankintaan liittyvissä selvittelyissä. Roudan esiintyminen erilaisissa metsiköissä ja metsikön laadun ja lumisuhteiden vaikutus siihen ei sen sijaan ole meillä ollut yleisemmin metsäbiologisen tutkimuksen kohteena. Niinpä KERÄNEN ja KORHONEN (1949) toteavat, että meillä ei ole saatavissa esimerkiksi tietoa siitä, kuinka kauan roudan sulaminen kestää erilaisilla metsämailla. Pohjois-Suomen metsistä on TEIVAINEN (1952) sittemmin esittänyt routatietoja ja samoin G. SIRÉN (1955), joka tosin valittaa routaa koskeneiden havaintojen jääneen vähäisiksi.

Kirjallisuus ei tältä alalta ole yleensäkin kovin laaja. Ruotsista on mainittava etenkin RONGEN (1928, 1929), BERGIN (1929) ja ÅNGSTRÖMIN (1936) sekä

ARNBORGIN (1943) tutkimukset. Keski-Euroopassa ovat tätä kysymystä valaisseet KRAUSS, KOEHLER ja ORTLOFF (1930) sekä PRIEHÄUSSER (1939) ja WALDMANN (1959). Viime aikoina on asiaan kiinnitetty huomiota myös Japanissa (KONDA 1955, MURAI 1955) ja erityisesti Yhdysvalloissa (KIENHOLZ 1940, ANDERSON 1947, PIERCE, LULL ja STOREY 1958, STRIFFLER 1959).

Tavoitteiltaan muunlaisia routatutkimuksia on sen sijaan suoritettu hyvinkin runsaasti. Koska ne kuitenkin yleensä sisältävät tämän tutkimuksen kannalta vain eräitä mielenkiintoisia yksityiskohtia, niiden yleisesittelyyn ei tässä ole aihetta. Tällaista selvittelyä on sitä paitsi jo suoritettu meikäläisissä tutkimuksissa, jotka käsittelevät roudan rakennetta ja syntyä sekä sen esiintymistä ja vaikutuksia viljelysmailla ja muuallakin (HOMÉN 1896, KERÄNEN 1920, 1923, 1951, AUER 1920, KOKKONEN 1926, SIMOLA 1926, JUUSELA 1945, WÄRE 1947, HAKKARAINEN 1949, PESSI 1956).

Tässä tutkimuksessa on routaan kiinnitetty huomiota erityisesti sen sulamisvaiheessa. Alustavat havainnot tehtiin Ähtärissä keväällä 1957. Tutkimuskohteina olivat tällöin: luonnontilainen kuusikko, väljennetty kuusikko ja avoin kulotettu alue, joista tutkimuspaikkoja sivulla 10 selostettaessa on esitetty yksityiskohtaisia tietoja. Havaintoja varten merkittiin kuhunkin metsikköön viisi umpimähkään otettua paikkaa, joista roudan esiintyminen todettiin vasaromalla maahan ohutta 3 mm:n paksuista metallipuikkoa. Routautuneeksi katsottiin siis jäätyneen kovettama maakerros. Merkittyjen paikkojen ulkopuolella tutkittiin routaa rinnan puikolla ja lapiolla kaivaen, jotta opittiin erottamaan roudan puikkoa upotettaessa aiheuttama vastus muista esteistä. Suoritetut havainnot antoivat seuraavan asetelman mukaisen kuvan roudan sulamisessa havaituista eroista:

Havainnon ajankohta vuonna 1957 Date of observation in 1957	Luonnontilainen kuusikko 8 Natural spruce stand 8	Väljennetty kuusikko 9 Opened up spruce stand 9	Avoin kulotettu alue 4 Open burnt-over area 4
Kuukausi Month	Päivä Day	Tutkimuspaikkoja, joissa routaa, kpl Number of studied spots having ground frost	
VI	3	5	5
VI	5	5	—
VI	7	5	—
VI	9	5	—
VI	11	4	—
VI	13	3	—
VI	15	1	—
VI	17	—	—

Koska nämä alustavat kokeet jo osoittivat mielenkiintoisia eroja roudan sulamisessa, havaintoja jatkettiin seuraavana keväänä samoissa metsiköissä hieman täydellisempinä. Tulokset ilmenevät seuraavasta asetelmasta:

Havainnon ajankohta vuonna 1958 Date of observation in 1958	Luonnontilainen kuusikko 8 Natural spruce stand 8	Väljennetty kuusikko 9 Opened up spruce stand 9	Avoin kulotettu alue 4 Open burnt-over area 4
Kuukausi Month	Päivä Day	Tutkimuspaikkoja, joissa routaa, kpl Number of studied spots having ground frost	
V	14	10	8
V	16	10	6
V	18	10	3
V	20	10	1
V	22	10	1
V	24	10	—
V	26	10	—
V	28	7	—
V	30	7	—
VI	1	4	—
VI	3	3	—
VI	5	3	—
VI	7	3	—
VI	9	—	—

Mainittuna keväänä vapautui avoin kulotettu alue lumipeitteestä 7. 5., luonnontilainen kuusikko 12. 5. ja väljennetty 16. 5. (vrt. kuva 9), joten lumipeitteen lopullisesta häviämisestä roudan lopulliseen sulamiseen kului tällöin aikaa eri metsiköissä seuraavasti:

Vuorokautta	
Luonnontilainen kuusikko	28
Väljennetty kuusikko	16
Avoin kulotettu alue	17

Roudan sulamisessa havaittiin molempina tutkimusvuosina samat yleiset piirteet: routa suli ensinnä avoimelta kulotetulta alueelta, sitten väljennetyistä kuusikosta ja viimeksi tiheästä luonnontilaisesta kuusikosta. Metsiköiden väliset erot olivat kumpanakin keväänä huomattavat, sillä avoimeen kulotettuun alueeseen verrattuna routa säilyi väljennetyssä kuusikossa 4—8 päivää ja tiheässä luonnontilaisessa kuusikossa vastaavasti 12—16 päivää kauemmin. Kuusikoiden välinen ero oli siis molempina vuosina 8 päivää.

Tämän esimerkin valossa näyttäisi siltä, että latvusalan vähentäminen 75 %:sta 46 %:iin nopeuttaisi tuntuvasti metsikön vapautumista keväällä roudasta. Väljennetyksen metsikön vähäinen koivu- ja mäntyosuus (vrt. s. 10) lienee vaikuttanut samaan suuntaan. Tuloksen tällainen tulkinta edellyttäisi, että metsiköt ovat muuten vertailukelpoisia, mikä tässä tapauksessa näytealatielien perusteella on ilmeistä, joskaan ei varmaa. Muualla harvennushakkausten vaikutuksesta saadut samantapaiset tulokset (RONGE 1928, ÅNGSTRÖM 1936) tukevat kyllä esitettyä toteamusta. Avohakkaus ja kulotus muuttavat keväisiä routasuhteita vieläkin tuntuvammin kuin harvennukset.

Kun mainituissa metsiköissä 14. 5. 1958 ryhdyttiin tekemään yksityiskohtaisia havaintoja roudan sulamisesta, oli tilanne routaisten havaintopisteiden perusteella laskien keskimäärin seuraavan asetelman mukainen:

	Luonnontilainen kuusikko 8		Väljennetty kuusikko 9		Avoin kulotettu alue 4	
Routaisen kerroksen sijainti maanpinnasta, cm	5.5	— 25.3	8.8	— 21.7	13.1	— 19.1
Ääriarvot	4—7	20—33	5—15	16—26	7—22	12—23

Kaikissa metsiköissä oli tähän mennessä vähintään humuskerros sulanut, kuten voi päätellä sulaneen kerroksen paksuudesta. Luonnontilaisessa kuusikossa ei juuri muuta sulamista lienekään tapahtunut ennen ensimmäistä havaintoa. Tähän viittaa roudan alarajan perin hidas kohoaminen havaintokauden alkupuolella. Näin ollen voidaan päätellä, että routa on ulottunut tässä metsikössä jopa yli 30 cm:n syvyyteen.

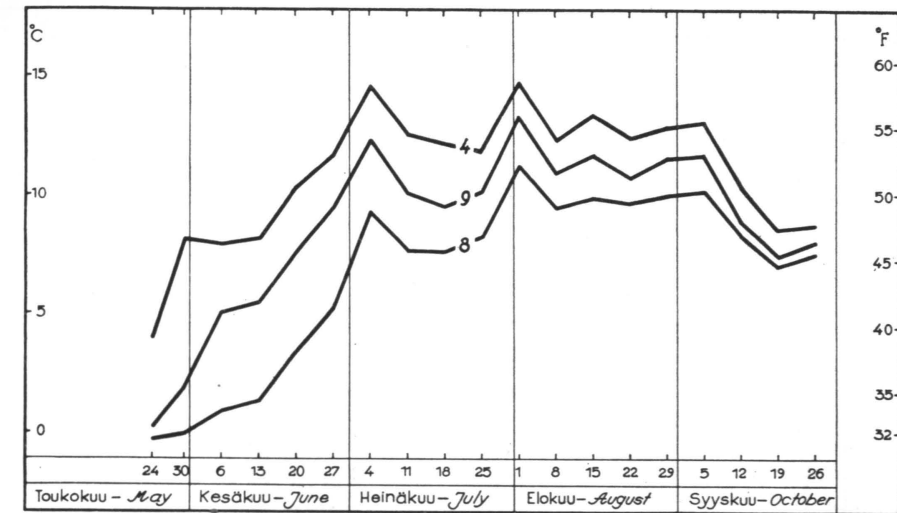
Alkuhavaintoja suoritettaessa todettu routakerros suli pääasiallisesti päältäpäin, kuten seuraavat keskimääräiset sadannekset osoittavat:

	Luonnontilainen kuusikko 8	Väljennetty kuusikko 9	Avoin kulotettu alue 4
Routaisen kerroksen 14. 5. 1958 todettu paksuus väheni, %			
Päältäpäin	59	55	35
Altaapäin	14	15	17

Koska ensimmäiseen havaintokertaan mennessä oli pinnasta kerros jo sulanut, mitä edellä ei ole otettu huomioon, oli sulamistapahtuma todellisuudessa vieläkin enemmän päältäpäin tapahtuvaa kuin esitetyt sadannekset osoittavat. Kuusikoissa, joissa 14. 5. todettu roudan alaraja kutakuinkin edustanee mainittua rajaa ennen sulamisen alkamista, voidaan roudan paksuuden katsoa laskelmien mukaan vähentyneen sulamistapahtumassa päältäpäin noin 80 %. Sulamisen loppuvaiheessa sijaitseva routautunut kerros luonnontilaisessa kuusikossa noin 20 cm:n syvyydessä väljennetyssä kuusikossa pari senttimetriä ylempänä. Tässä saatu kuva sulamistapahtuman kulusta on yhdenmukainen monien tutkijain tulosten kanssa (vrt. KERÄNEN 1923, 1951, JUUSELA 1945) ja on mainitsemisen arvoinen sen vuoksi, että pääasiallisesti alhaalta tapahtuneesta sulamisesta on myös esitetty esimerkkejä.

Edellä todettu roudan pitkäaikainen säilyminen maassa siirtää vastaavasti maan pintakerroksen lämpenemisen alkuunpäättyä ja vaikuttaa näin maan lämpötilaan kasvukauden alkupuolella, kuten ilmenee kyseisiä metsiköitä koskevista havainnoista (kuva 6). Kuvassa mainittujen vuorokausien keskilämpötilat on laskettu joka toinen tunti suoritetuista lukemista. Roudan tämääntävaikutusta ovat aikaisemmin tähdenneet mm. RONGE (1929) ja ÅNGSTRÖM (1936).

Roudasta tehtiin jonkin verran havaintoja myös keväällä 1959 Tuusulassa Ruotsinkylän kokeilualueessa. Havaintometsiköt, joita oli yhteensä 23, on selostettu tutkimuspaikkojen yhteydessä sivulla 6. Routahavainnot suoritettiin kussakin kohteessa kymmenessä eri pisteessä käyttäen apuna WÄREEN (1947) kehittämää routarautaa. Havainnot tehtiin puiden välialueilta, koska puiden tyvillä näytti vallitsevan erikoislaatuiset olosuhteet, joista tuonnempana esitetään tietoja.



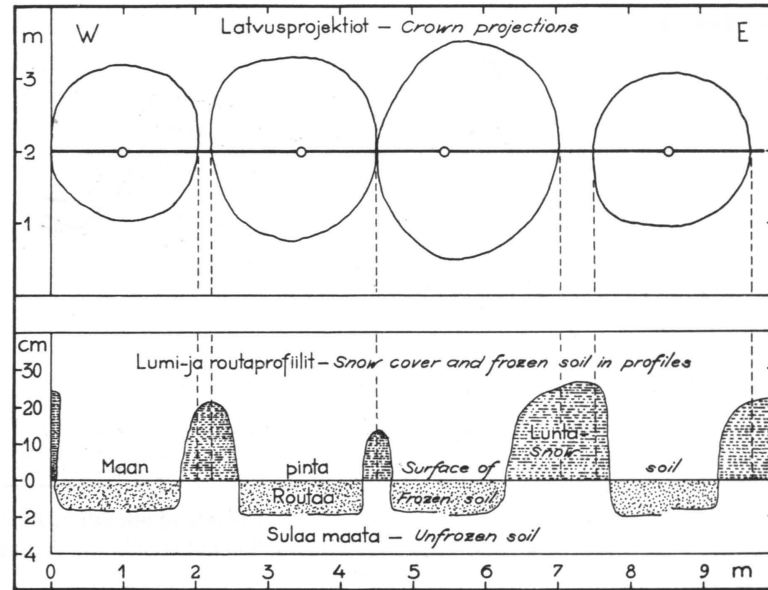
Kuva 6. Maan keskimääräinen lämpötila 15 cm:n syvyydessä eri ajankohtina luonnontilaisessa (8) ja väljennetyssä kuusikossa (9) sekä kulotetulla aukiolla (4). Ähtäri, Tuomarniemen hoitoalue.

Fig. 6. The mean temperature of the soil at different dates at the depth of 15 cm in a natural (8) and an opened up spruce stand (9) and in a burnt-over open area (4). Ähtäri, Forest District of Tuomarniemi.

Routakerros oli keväällä 1959 yleensä ohut ja sen sulaminen ainakin pelloilla alkoi varhain. Maaliskuun lopulla (25. 3.), jolloin routahavainnot aloitettiin, oli routa jo ehtinyt sulaa pelloilta. Niinpä se tällöin puuttui kokonaan avoimelta havaintopaikalta 45 b ja oli juuri häviämässä viereiseltä hieman metsän varjostamalta alueelta 45 a. Kuusikoissa ja männiköissä yhtenäinen routakerros alkoi tähän aikaan hävitä puiden välialueilta, joista havainnot tehtiin. Suotuisien sääsuhteiden vallitessa roudan sulaminen edistyi tutkimusaikana nopeasti. Vaikka olosuhteet eivät maan heikon routautumisen vuoksi olleet routatutkimuksiin erityisen soveliaat, saatettiin silti havaita eräitä metsiköittäisiä eroja. Niinpä roudan lopullinen häviäminen alkoi männiköissä ja kuusikoissa samanaikaisesti, mutta edistyi kuusikoissa siinä määrin hitaammin, että routa puiden välialueilta kuusikoissa lopullisesti hävisi noin viikkoa myöhemmin kuin vastaavista paikoista männiköissä.

Koivikoissa oli routakerros epäyhtenäinen jo havaintoja aloitettaessa, samoin ojitetulla suolla; edellisessä oli maa roudaton 22. 4. eli samaan aikaan kuin siitä myöhäisimmin vapautuvissa männiköissä ja suolla samanaikaisesti kuin myöhäisimmissä kuusikoissa eli 28. 4. Rinnemaaston siemenpuuala, metsikkö 51, vapautui roudasta ensiksi eli jo huhtikuun alkupäivinä.

Kyseisissä olosuhteissa tapahtui yhtenäisen routakerroksen häviäminen männiköissä ennen lumipeitteen lopullista sulamista. Myös kuusikoissa pääosa routa-



Kuva 7. Koivikossa (65) kasvaneiden alikasvoskuusten latvusprojektiota sekä lumi- ja routaprofiilit lumen sulamisvaiheessa. Tuusula, Ruotsinkylän kokeilualue 28. 4. 1959.
Fig. 7. Crown projections of spruces growing under a birch canopy (65) and the profiles of snow and frozen soil when the snow is melting. Tuusula, Experimental Area of Ruotsinkylä, April 28, 1959.

kerroksesta hävisi ennen lumipeitettä. Roudan näin nopea sulaminen lienee johtunut maan yleisesti todetusta niukasta routautumisesta havaintoja edeltäneenä talvena. Esitetyt toteamukset koskevat puiden välialueita, kuten jo on mainittu.

Kaikissa muissa metsiköissä paitsi männyn taimistoissa, useimmissa nuorissa männiköissä ja rinnealueen siemenpuumännikössä, oli maan pinta puiden tyvillä kohmeessa muutaman senttimetrin syvyydeltä vielä keskimäärin kymmenen päivää sen jälkeen, kun routa puiden välialueilta oli jo hävinnyt (vrt. kuva 7). Eräissä metsiköissä esiintyi puiden välialueilla tällöin vielä lunta, eräistä se oli jo kokonaan sulanut.

Keväällä 1959 suoritettiin routahavaintoja myös Metsä-Saramäessä Korkeakosken hoitoalueessa Orivedellä. Metsikkö, josta tutkimuspaikkojen selostuksen yhteydessä on esitetty tarkempia tietoja, oli varttunut männikkö, jossa kasvoi pienehkö kuusiryhmä ja joitakin yksittäisiä kuusia, joiden latvus ulottui maahan asti tai lähelle sitä. Kuusten pituus oli yleensä 50—80 % metsikön valtapituudesta. Mäntyjen latvusten alaraja oli yleisesti 10 metrin vaiheilla maasta.

Tässäkin metsikössä routa alkoi hävitä jo ennen lumen sulamista, kuten seuraavasta 36 havaintopisteen perusteella tehdystä asetelmasta ilmenee:

Havainnon ajankohta vuonna 1959 Date of observation in 1959		Tutkimuspaikkoja, joissa routaa, % Studied spots having ground frost, %	Tutkimuspaikkoja, joissa lunta, % Studied spots with snow, %	Lumikerros, cm Depth of snow, cm
Kuukausi Month	Päivä Day			
IV	7	..	100	28
IV	14	81	100	43
IV	21	81	97	20
IV	28	86	75	7
V	5	39	—	—
V	12	14	—	—
V	19	—	—	—

Roudan osittainen häviäminen ennen lumen sulamista lienee johtunut maan heikosta routautumisesta havaintoja edeltäneenä talvena, mistä on jo aikaisemmin mainittu. Lopullisesti routa hävisi metsiköstä kuitenkin vasta toukuun puolivälissä eli noin pari viikkoa sen jälkeen, kun lumi oli kokonaan sulanut. Sitkeimmin se säilyi puiden tyvillä, vaikka lumipeite sulikin niistä ensin. Mainituissa kohdissa routa suli aina vasta lumipeitteen häviämisen jälkeen. Kaikkien havaintopisteiden perusteella laskien voidaan todeta, että sulaminen tapahtui latvuskatoksen aukkokohtissa keskimäärin 7 päivää aikaisemmin kuin männyn latvuston alla ja 12 päivää aikaisemmin kuin kuusen latvuston alla sekä 19 päivää ennen kuin metsikössä kasvavan kuusiryhmän keskellä. Koska routaa kuusten vaiheilta tavoitettiin lumen alta, on ilmeistä, että se oli näissä kohdin vahvistunut tavallista paksummaksi alkutalvesta, jolloin oli kylmää ja jolloin lumisuoja oli mainituissa paikoissa tuntuvasti ohuempi kuin muualla, kuten kuvasta 30 lähemmin selviää. Maan samantapaista voimakasta routautumista kuusten oksapiirissä on todennut myös PRIHÄUSSER (1939).

Edellä selostetut metsiköittäiset erot roudan sulamisessa lienevät johtuneet useastakin eri syystä. Ilmeisesti paksun, yhtenäisesti suojaavan lumipeitteen muodostuminen kuusikoissa estyy siinä määrin, että talven pakkaset jäädyttävät maan niissä varsin syväälle. Mitä tiheämpi kuusikko on sitä selvempi tällainen vaikutus lienee. Keväällä tiheä puusto taas rajoittaa säteilyn tunkeutumista maahan ja pidättää osan routaa sulattavasta sadevedestä. Avoin kulotettu alue lienee suotuista roudan sulamisen kannalta, koska siinä ei ole puustoa eikä eris-

tävää sammalpeitettä ja koska kulotettu musta pinta imee tehokkaasti lämpösäteilyä. Metsien hoitoa ajatellen on tärkeätä todeta, että roudan sulamisessa esiintyy huomattavia metsiköittäisiä eroja ja että metsänhoidolliset toimenpiteet selvästi vaikuttavat näihin eroihin.

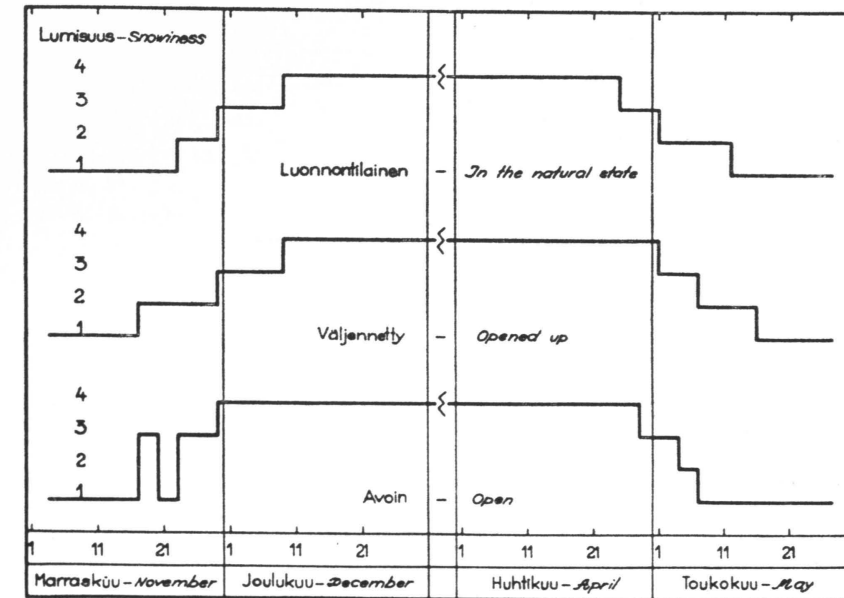
Lumipeitteen syntyminen ja häviäminen

Varsinaista metsikköilmastollista tutkimusta meillä on suoritettu yleensä varsin vähän, kuten mm. KERÄNEN (1949) ja FRANSSILA (1956) ovat huomauttaneet. Metsien lumesta ja lumisuhteista on kuitenkin yleisten meteorologisten ja hydrologisten selvittelyjen yhteydessä kertynyt varsin paljon tietoja (HOMÉN 1917, KORHONEN 1915, 1926, 1927, 1958, KERÄNEN 1920, 1949, A. SIRÉN 1936 a, b, KAITERA 1939, 1949, SIMOJOKI 1947, 1959, SEPPÄNEN 1958, 1959 a, b, c, ANGERVO 1959). Pohjois-Suomen osalta niitä täydentävät muutamien metsän-



Kuva 8. Kuusikko 56 havaintoja aloitettaessa 20. 3. 1959. Lumella runsaasti karikkeita, Tuusula, Ruotsinkylän kokeilualue. Valok. Paavo Yli-Vakkuri.

Fig. 8. A spruce stand (56) in the beginning of observations, March 20, 1959. Plenty of litter on the snow. Tuusula, Experimental Area of Ruotsinkylä. Photo: Paavo Yli-Vakkuri.



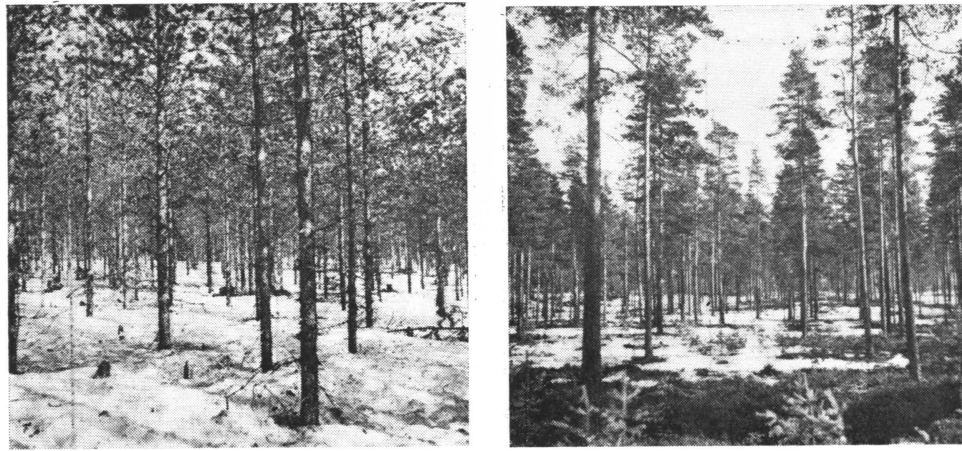
Kuva 9. Lumipeitteen syntyminen ja häviäminen erilaisissa metsiköissä talvella 1957—1958. Luonnontilainen kuusikko (8), väljennetty kuusikko (9) ja kulotettu aukio (4). Lumisuusasteet: ei lunta (1), paljaana enemmän kuin puolet (2), paljaana vähemmän kuin puolet (3), yhtenäinen lumipeite (4). Ähtäri, Tuomarniemen hoitoalue.

Fig. 9. The formation and disappearance of the snow cover in different stands in the winter 1957—1958. A natural spruce stand (8), opened up spruce stand (9) and burnt-over open area (4). Degree of snowiness: no snow (1), more than half of the area without snow (2), more than half of the area covered by snow (3), uniform snow cover (4). Ähtäri, Forest District of Tuomarniemi.

tutkijain havainnot (AALTONEN 1919, AIRAKSINEN 1919, HEIKINHEIMO 1920, TEIVAINEN 1952, G. SIRÉN 1955). Etelä-Suomesta sen sijaan voidaan lisäyksenä mainita vain yksittäisiä havaintoja (JALAS 1950).

Muualla suoritettut tutkimukset toivat metsien lumisuhteista jo varhain esiin huomionarvoisia seikkoja (vrt. RATZEL 1889) ja olivat aiheena jatkuville havainnoille (vrt. HAMBERG 1907, SCHUBERT 1914, 1917, ENGLER 1919, RONGE 1928, MAULE 1934, CONNAUGHTON 1935, ÅNGSTRÖM 1936, PRIEHÄUSSER 1939). Eri-tyisesti tulvantorjunta ja kuivien alueiden vesihuolto ovat vaatineet täydentämään tietoja metsien vaikutuksesta lumivarastoon ja sen sulamiseen, mutta kysymystä on tutkittu myös metsiköiden vesi- ja lämpötalouden kannalta.

Metsien lumisuhteet ovat edelleenkin vilkkaan tutkimuksen kohteena varsinkin Amerikassa (vrt. HAUPT 1951, ROSA 1956, SARTZ ja TRIMBLE 1956, WEITZMAN ja BAY 1959), mutta myös eri puolilla Euroopassa (ARGHIRIADE ja ABAGIU 1955, NEMKY 1955, RUTKOVSKIJ 1956, WALDMANN 1959) ja Japanissa (MURAI 1955, KONDA 1955), mikä on merkinä siitä, että avoimia ongelmia yhä on runsaasti.



Kuvat 10—11. Lumen eriaikaista häviämistä valaiseva kuvapari, joka, kuten viereisellä sivulla esiintyvä, on otettu 15. 4. 1959. Vasemmalla nuori männikkö 62 ja oikealla vanha männikkö 59, Valok. Paavo Yli-Vakkuri.

Figures 10—11. A pair of photographs illustrating the uneven disappearance of snow, taken, as the one on the adjoining page, on March 15, 1959. On the left a young pine stand 62 and on the right on old pine stand 59. Photo: Paavo Yli-Vakkuri.

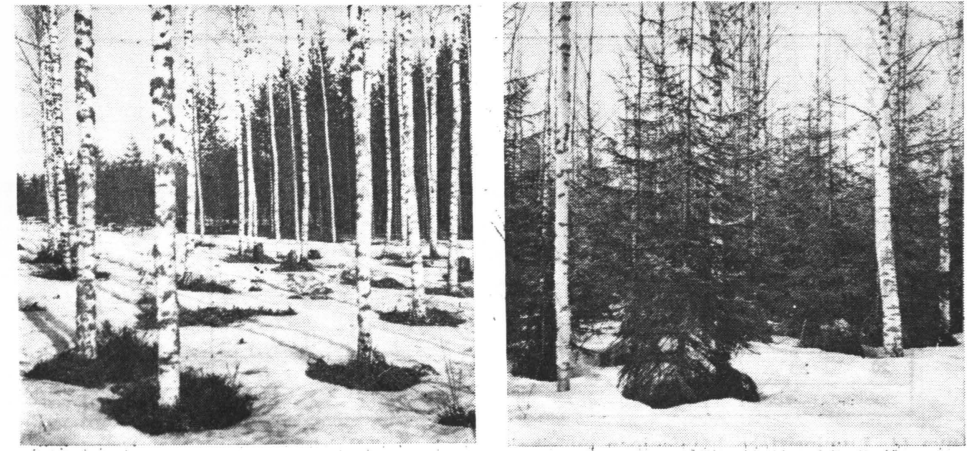
Tämän tutkimuksen alustavat lumihavainnot tehtiin Ähtärissä syksyllä 1957. Tutkimuskohteina olivat: luonnontilainen kuusikko, väljennetty kuusikko ja avoin kulotettu alue, joista sivulla 10 on esitetty yksityiskohtaisia tietoja ja joiden routautumisesta edellä jo on ollut puhe.

Syksyllä 1957 pysyi maa Ähtärissä myöhään lumettomana. Ensimmäinen lumisade sattui tosin jo 5. 10., mutta lumi hävisi samana päivänä sekä aukealta että metsästä. Tämä lumen tilapäinen vierailu jo osoitti, että aukean alueen peittyessä melkein yhtenäiseen lumivaippaan metsään syntyi lumiläikkiä vain puiden väliin. Jotta tätä lumipeitteen erilaista muodostumis- ja häviämistapah- tumaa voitaisiin seurata, käytettiin lumipeitteen esiintymisen kuvaamisessa seuraavanlaista Ilmatieteellisen keskuslaitoksen ohjeista (KORHONEN 1945) muokattua luokitusta:

1. Näytealalla ei ole lunta.
2. Näytealasta paljaana enemmän kuin puolet.
3. Näytealasta paljaana vähemmän kuin puolet.
4. Näyteala kokonaan lumen peitossa.

Lisäksi tehtiin merkintöjä pälvien sijainnista. Havainnot suoritettiin kussa- kin kohteessa selvästi rajoitetuilta alueilta, joiden suuruus oli noin 20 aaria.

Havaintojen tulokset ilmenevät kuvasta 9. Sen mukaan yhtenäinen lumi- peite muodostui avoimelle alueelle kymmenen päivää aikaisemmin kuin vierei- siin kuusikkoihin. Aluksi sattunut vähäinen lumentulo, joka peitti pääosan



Kuva 12—13. Lumen eriaikaista häviämistä valaiseva kuvapari, joka, kuten viereisellä sivulla esiintyvä, on otettu 15. 4. 1959. Vasemmalla koivikko 60 ja oikealla alikasvos- kuusellinen koivikko 65. Valok. Paavo Yli-Vakkuri.

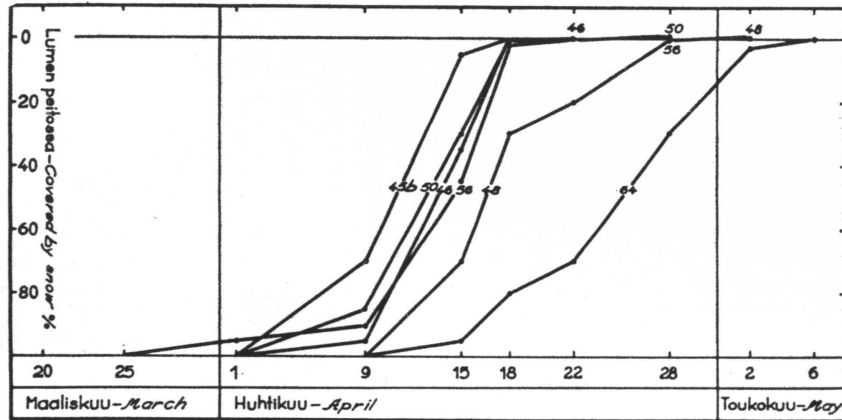
Fig. 12—13. A pair of photographs illustrating the uneven disappearance of snow, taken, as the one on the adjoining page, on March 15, 1959. On the left a birch stand 60 and on the right a birch stand with a spruce undergrowth 65. Photo: Paavo Yli-Vakkuri.

avointa kulotettua aluetta ja aiheutti väljennettyyn kuusikkoon lumiläikkiä, ei tuntunut tiheässä luonnontilaisessa kuusikossa vielä lainkaan, sillä lumi jäi puihin. Näin satanut lumi jäi väljennettyyn kuusikkoon pysyvästi, avoimelta alueelta se vielä suli pois. Epätäydellinen lumipeite oli selvästi siten laikullista, että paljaat alueet sijaitsivat puiden tyvillä. Mitä matalammalle oksat ulottui- vat, sitä tehokkaammin ne estivät lumen pääsyä puun tyvelle.

Vuonna 1958 oli kevään tulo myöhässä, siksi lumipeite hävisi tutkimus- kohteista vasta toukokuun alkupuoliskolla. Ensimmäiseksi ilmestyi päiviä tiheään luonnontilaiseen kuusikkoon, sitten avoimelle alueelle ja viimeksi väl- jennettyyn kuusikkoon. Pysyvä lumipeite hävisi kuitenkin lopullisesti ensimmäi- seksi avoimelta alueelta, sitten viisi päivää myöhemmin luonnontilaisesta kuu- sikosta ja viimeksi kaikkiaan yhdeksän päivää myöhemmin väljennetyssä kuu- sikosta. Väljennetyssä kuusikossa säilyi lumipeite pitkään ilmeisesti sen vuoksi, että lunta oli sinne kasaantunut väljemmän latvuskerroksen vuoksi enemmän kuin luonnontilaiseen kuusikkoon.

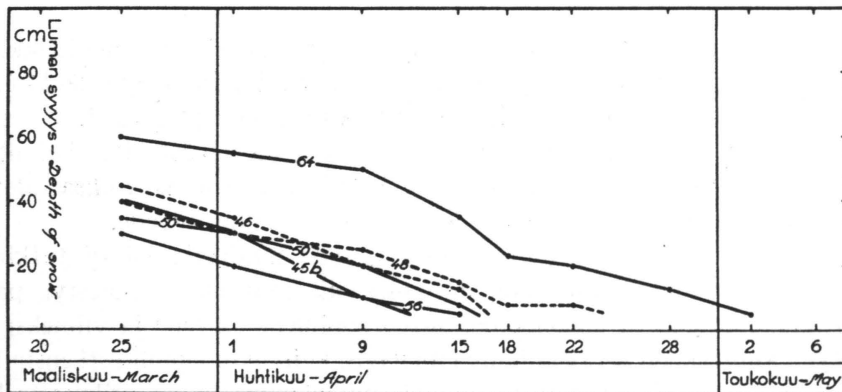
Jo nämä alustavat havainnot osoittivat, että lumisuhteissa esiintyy selvää metsiköittäistä vaihtelua, johon kannattaa kiinnittää huomiota yritettäessä sel- vittää erilaisten metsiköiden ekologisia piirteitä metsänhoidollista toimintaa silmällä pitäen. Saatujen viitteiden kannustamana jatkettiin lumihavaintoja seuraavana talvikautena 1958—1959 Tuusulassa, Orivedellä ja Kauhajoella.

Myös Tuusulassa havaittiin lumen sulamisessa varsin selvää metsiköittäistä vaihtelua (vrt. kuvat 10—23), jossa toistuivat jo Ähtärissä todetut yleiset piir-



Kuva 14. Lumipeitteen häviäminen kuusikoista ja kuusivaltaisista metsiköistä. Nuori kuusikko (64), varttuneita metsiköitä (46, 48, 50, 56) ja aukio (45 b). Tuusula, Ruotsinkylän kokeilualue keväällä 1959.

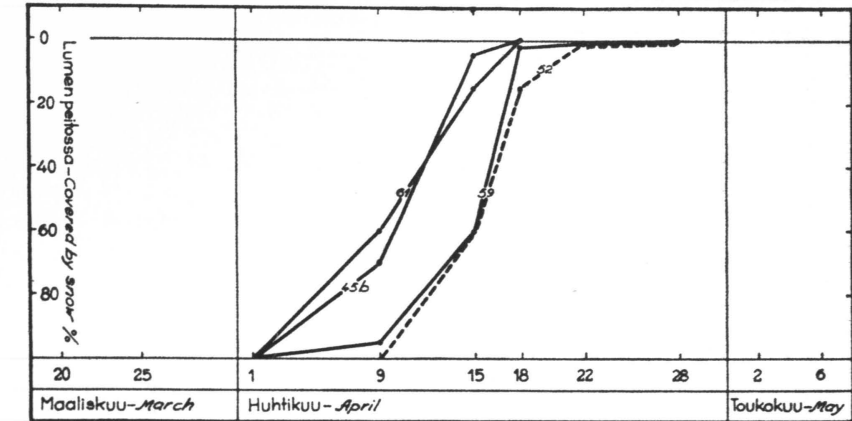
Fig. 14. The disappearance of the snow cover from spruce stands and spruce-dominated stands. A young spruce stand (64), mature stands (46, 48, 50, 56) and an open area (45 b). Tuusula, Experimental Area of Ruotsinkylä, spring 1959.



Kuva 15. Lumen syvyys sulamisvaiheen eri ajankohtina kuvassa 14 mainituissa metsiköissä. Fig. 15. The depth of snow in different stages of its melting in stands mentioned in Fig. 14.

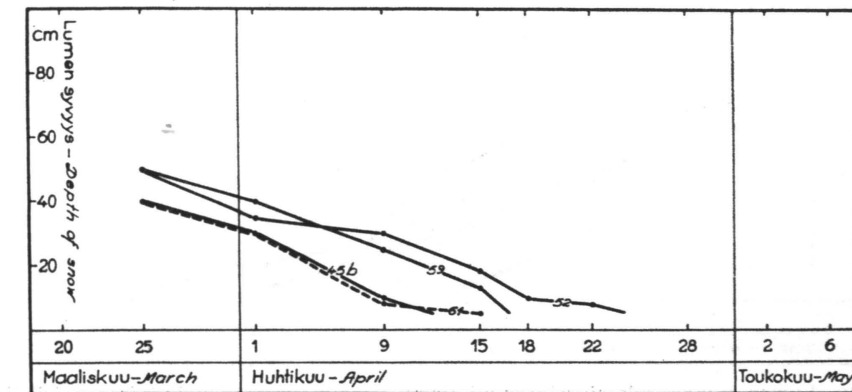
teet. Varhaisimmat pälvät ilmestyivät näet täälläkin tasaisilla kangasmailla varttuneisiin tiheisiin kuusikkoihin. Sulaminen edistyi näin pitkälle mainitunlaisissa metsiköissä samanaikaisesti tai aikaisemmin kuin avoimella vertailualueella, jolla tässä ja myöhemmin tarkoitetaan vartetarhassa sijainnutta tutkimuskohdetta 45 b (vrt. s. 8). Tulos oli sama, mikä saatiin Ähtärissä suoritettujen havaintojen perusteella edellisenä keväänä.

Männiköissä pälvien ilmestyminen alkoi vastaavasti samanaikaisesti tai myöhemmin kuin avoimella alueella. Puhtaassa koivikossa sulamistapahtuma koko-



Kuva 16. Lumipeitteen häviäminen varttuneista männiköistä (52, 59, 61) ja aukiolta (45 b). Tuusula, Ruotsinkylän kokeilualue keväällä 1959.

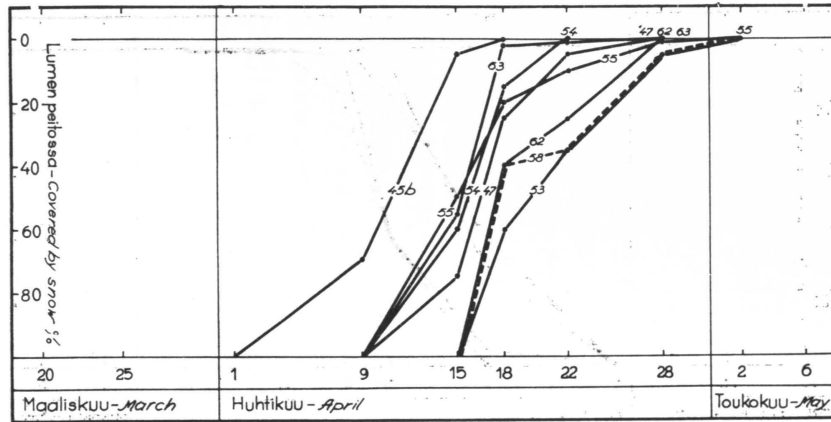
Fig. 16. The disappearance of the snow cover from mature pine stands (52, 59, 61) and an open area (45 b). Tuusula, Experimental Area of Ruotsinkylä, spring 1959.



Kuva 17. Lumen syvyys sulamisvaiheen eri ajankohtina kuvassa 16 mainituissa metsiköissä. Fig. 17. The depth of snow in different stages of its melting in stands mentioned in Fig. 16.

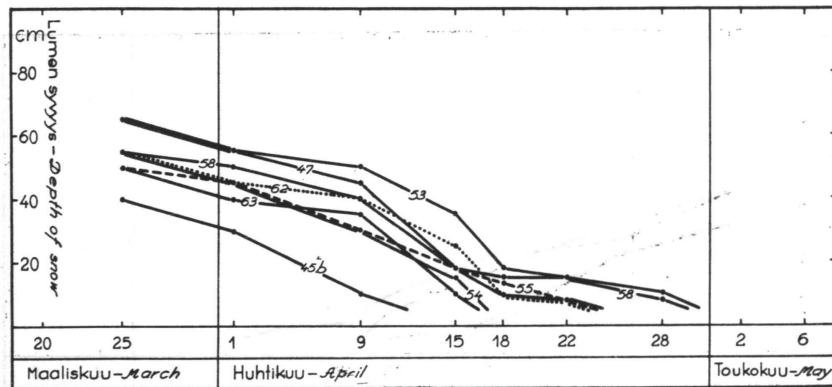
naisuudessaan muistutti sulamista toisella avoimella havaintoalueella 45 a, jossa reunametsän varjostava vaikutus hieman tuntui.

Koska sulamisaika kuusikoissa venyi pitemmäksi kuin avoimella alueella, männiköissä ja koivikoissa, hävisi lumi lopullisesti samanluontoisista metsiköistä puheen ollen kuusikoista yleensä myöhemmin kuin edellä mainituista muista metsiköistä. On mielenkiintoista todeta, että Ähtärissä edellisenä keväänä havaittiin kuusikoiden ja avoimen alueen välillä tältäkin osalta samat piirteet. Nuoresta kuusikosta lumi sulii noin pari viikkoa myöhemmin kuin



Kuva 18. Lumipeitteen häviäminen männyn taimistoista (47, 54, 63), nuorista männiköistä (53, 55, 58, 62) ja aukiolta (45 b). Tuusula, Ruotsinkylän kokeilualue keväällä 1959.

Fig. 18. The disappearance of the snow cover from pine seedling stands (47, 54, 63), young pine stands (53, 55, 58, 62) and an open area (45 b). Tuusula, Experimental Area of Ruotsinkylä, spring 1959.



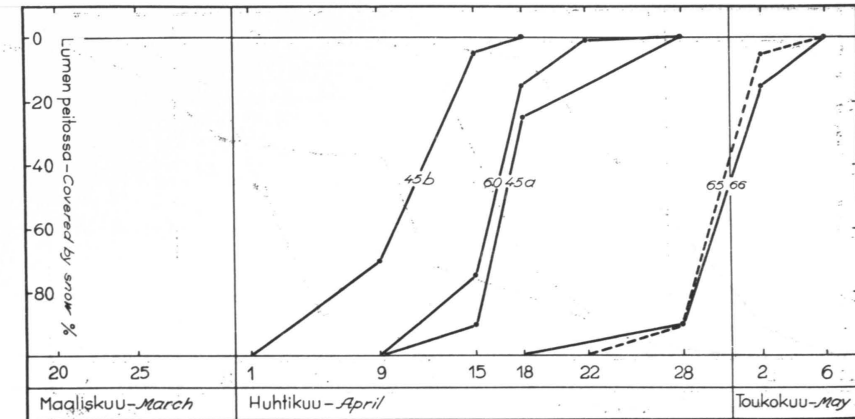
Kuva 19. Lumen syvyys sulamisvaiheen eri ajankohtina kuvassa 18 mainituissa metsiköissä.

Fig. 19. The depth of snow in different stages of its melting in stands mentioned in Fig. 18.

varttuneista kuusikoista. Missä kuusialikasvos oli tunkeutunut koivikkoon, tapahtui sulaminen vieläkin myöhemmin. Kaikkein hitainta se oli varttuneissa kuusikossa, jossa oli talven aikana suoritettu väljennyshakkuu. Päiviä ilmestyi tähän kuusikkoon nimittäin jo maaliskuun loppupuolella, mutta lumi hävisi lopullisesti vasta toukokuun puolivälissä.

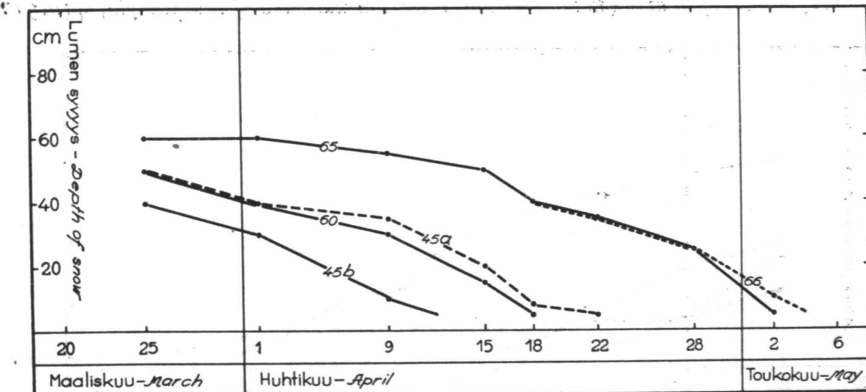
Myös männiköissä lumipeitteen häviäminen tapahtui nuorissa metsissä myöhemmin kuin varttuneissa. Koivikossa ja koivuvaltaisessa metsikössä todettiin kuusialikasvoksen viivästyttävän lumen häviämistä parilla viikolla.

Selvästi muista poikkeavaa oli lumen sulaminen metsikössä 51, jossa maasto



Kuva 20. Lumipeitteen häviäminen koivikosta (60), kuusialikasvoksellisesta koivikosta (65) ja samanlaisesta koivuvaltaisesta metsiköstä (66) sekä aukiolta (45 b) ja metsän varjostamalta aukiolta (45 a). Tuusula, Ruotsinkylän kokeilualue keväällä 1959.

Fig. 20. The disappearance of the snow cover from a birch stand (60), a birch stand with a spruce undergrowth (65), a similar birch-dominated stand (66), an open area (45 b) and an open area shaded by forest (45 a). Tuusula, Experimental Area of Ruotsinkylä in spring 1959.

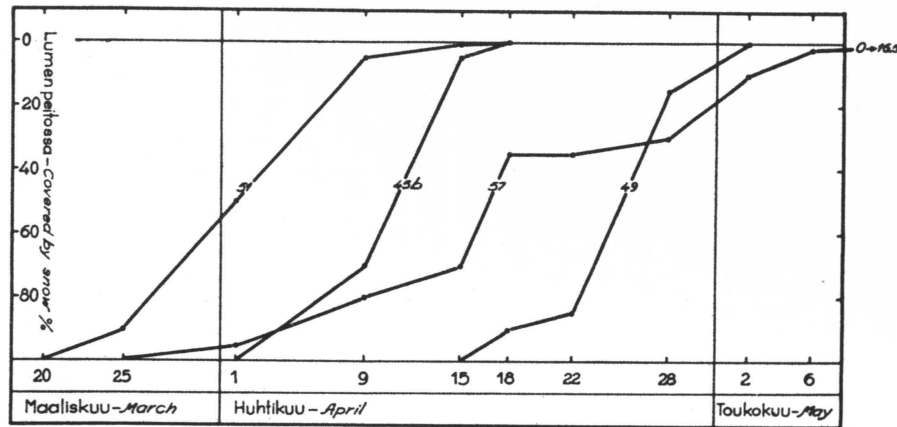


Kuva 21. Lumen syvyys sulamisvaiheen eri ajankohtina kuvassa 20 mainituissa metsiköissä.

Fig. 21. The depth of snow in different stages of its melting in stands mentioned in Fig. 20.

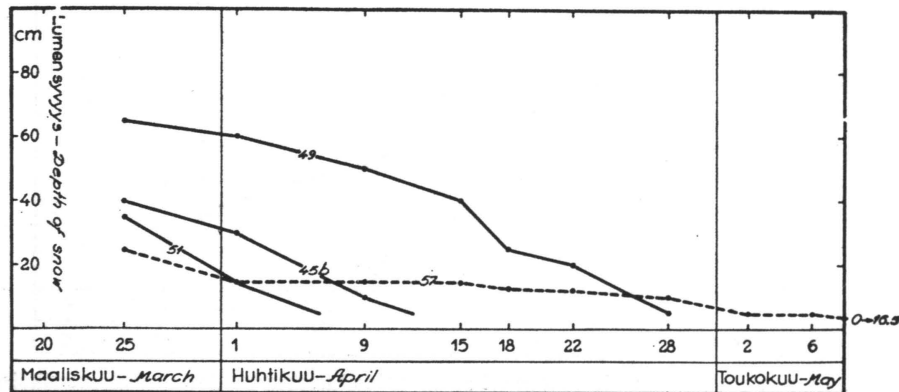
vietti 25° kulmassa lounaaseen. Tähän metsikköön ilmestyivät ensimmäiset pälvet 12 päivää aikaisemmin kuin aukealle alueelle tai tasamaan varttuneisiin männikköihin. Lumipeitteen häviäminen kesti metsikössä kaikkiaan 28 vuorokautta. Viimeiset lumiläikät hävisivät siitä samaan aikaan, kun ensimmäiset pälvet ilmestyivät nuoriin männikköihin. Myöhäisintä lumen häviäminen männiköissä oli ojitetulla suolla kehittyneessä keski-ikäisessä metsikössä.

Viettävyuden vaikutuksesta lumisuhteisiin tehtiin muutamia orientoivia havaintoja myös Kiialankangas-nimisellä alueella Yli-Vakkurin tilalla Kauhajoella. Havaintojen kohteiksi otettiin veres männyn kylvöalue, jossa oli itä-länsi suun-



Kuva 22. Lumipeitteen häviäminen eräissä erikoistapauksissa. Suojuspuumännikkö lounaaseen viettävällä rinteellä (51), ojitettu rämemännikkö (49), varttunut kuusikko, jossa vereksiä hakkuutähteitä lumen seassa (57) ja aukio (45 b). Tuusula, Ruotsinkylän kokeilualue keväällä 1959.

Fig. 22. The disappearance of the snow cover in some special cases. A pine shelterwood stand on a southern aspect (51), a drained pine-growing bog (49), a mature spruce stand with fresh slash in the snow (57) and an open area (45 b). Tuusula, Experimental Area of Ruotsinkylä, spring 1959.



Kuva 23. Lumen syvyys sulamisvaiheen eri ajankohtina kuvassa 22 mainituissa metsiköissä.

Fig. 23. The depth of snow in different stages of its melting in stands mentioned in Fig. 22.

nassa kulkeva notkelma (kuva 4). Sen rinteiden viettävyys oli 28° . Lumen sulamistapahtumaa koskevat, keväällä 1959 tehdyt havainnot osoittivat, että etelään viettävä rinne oli jokseenkin täydellisesti lumeton 23. 3. ja pohjoiseen viettävä kuukautta myöhemmin eli 24. 4. Maaston viettävyys ja sen suunta aiheuttavat lumipeitteen sulamiseen siis todella tuntuja eroja.

Varttuneissa kuusikoissa Tuusulassa oli lumikerros sitä koskevia havaintoja aloitettaessa 25. 3. saman paksuinen tai ohuempi kuin aukealla alueella. Nuo ressa kuusikossa lumikerros oli tällöin 15—35 cm paksumpi kuin varttuneissa kuusi-

koissa. Lumikerros oheni kuusikoissa hitaammin kuin aukeilla alueilla, mutta koska lunta varttuneissa kuusikoissa oli niukemmin kuin aukealla, saattoi lumipeite niistä kuitenkin hävitä aikaisin.

Kutakuinkin tasaisien kangasmaiden männiköissä lumikerros oli edellä mainittuna ajankohtana saman paksuinen tai paksumpi kuin aukealla. Runsaimmin lunta oli nimenomaan nuorissa männiköissä ja taimistoissa. Koska lumikerros metsiköissä aleni hieman hitaammin kuin aukealla, saattoi lumikerroksien paksuusero, joka aluksi oli 10—25 cm, kohota myöhemmin 20—40 cm:iin verrattaessa toisiinsa aukeita aloja ja männyn taimistoja tai nuoria metsiä.

Puhtaassa koivikossa lumipeite aleni samoin kuin hieman metsän varjostamalla aukealla alueella tutkimuskohteessa 45 a. Koivuvaltaisissa metsiköissä, joissa oli kuusialikasvos, oli lumikerros havaintoja aloitettaessa 10 cm paksumpi kuin puhtaassa koivikossa, mutta ero suureni myöhemmin aina 35 cm:iin asti, koska lumikerros aleni alikasvosmetsiköissä hitaasti.

Viimeksi laikkuja esiintyi yleensä puiden välialueilla. Tähän vaikutti ilmeisesti se, että näihin kohtiin oli kertynyt runsaammin lunta. Tälle alueelle ei myöskään ulottunut kevätauringossa lämmenneiden puiden tyvien ja latvukien vaikutus. Milloin metsikön maa oli pinnaltaan epätasaista ja puut kasvoivat kohonemilla, muodostui notkelmiin selviä lumenviipymäpaikkoja. Lumenviipymäpaikkojen sijainnissa näytti paikan sattuminen puiden välialueille olevan kuitenkin määräävämpi kuin maan pinnan korkokuvan pienet vaihtelut.

Kuusikoissa aika, jolloin metsiköissä esiintyi vierekkäin päiviä ja lumilaikkuja, oli 3—4 viikkoa pitkä. Männiköissä tämä aika oli yleensä lyhyempi, usein vain 2—3 viikkoa, samoin kuin koivikoissa, alikasvoksellisissakin. Kaikissa näissä viimeksi mainituissa tapauksissa päivinen aika oli jotakuinkin saman pituinen kuin aukeilla alueilla. Havainnot siis osoittivat, että varsinkin kuusikoissa on keväisin melkoisen pitkä aika, jolloin toisaalla on lumisuoja toisaalla se taas puuttuu. Ilmeisesti tämä pälvisyys vaikuttaa osaltaan aluskasvillisuuden rakenteeseen (vrt. AIRAKSINEN 1919) ja sitä tietä ja suoranaisestikin metsän uudistumiseen.

Tarkasteltaessa lumesta paljastuvaa maata voitiin havaita kasvien joutuvan lumipeitteessä eri asentoon. Pääosa näyttää lakoutuvan lumipeitteen alla. Näin käy mm. kanervan ja puolukan. Mustikka ja sen tyyppiset, pystyt kasvit sen sijaan säilyvät lumen sisässä alkuperäisessä asennossaan.

Koska oli odotettavissa, että nimenomaan suot tarjoaisivat hyviä mahdollisuuksia selvittää aluskasvillisuuden ja lumisuhteiden välisiä suhteita, suoritettiin eräällä suoalueella alustavia lumihavaintoja. Havainnot tehtiin Haukankeidas-nimisen keidassuon keskustasanteella Yli-Vakkurin tilan maalla Kauha-joen Hyypän kylässä. Havaintopaikka on noin 140 metriä merenpinnan yläpuolella. Mainittu seutu on Lauhavuoren ja Pohjankankaan välistä ylävää aluetta. Sen vuoksi siellä lumipeite tulee aikaisemmin ja sulaa myöhemmin kuin ympäristöalueilla Pohjanmaalla ja Satakunnassa. Lumipeite on siellä myös paksumpi.



Kuva 24. Nuori kuusikko 64 lumipeitteen alkaessa hävitä 15. 4. 1959. Pälvet ovat puiden tyvillä, lumilaikut puiden välialueilla. Tuusula, Ruotsinkylän kokeilualue. Valok. Paavo Yli-Vakkuri.

Fig. 24. A young spruce stand (64) when the snow cover begins to disappear, April 15, 1959. The bare patches are under trees, the patches of snow in areas between trees. Tuusula, Experimental Area of Ruotsinkylä, Photo: Paavo Yli-Vakkuri.

Keidassuon tasaisella keskiosalla esiintyi vaihdellen mättäitä ja ruoppaisia mätäsvallejä. Lumen sulamistapahtuman seuraaminen keväällä 1959 antoi seuraavia tuloksia.

22. 3. 1959. Mätäsکوhtiin ilmestyivät ensimmäiset pälvet, mätäsvalit lumen peitossa.

30. 3. 1959. Runsaasti pälvä mätäskohdissa (kuva 5), mätäsvalit lumen peitossa; yli 75 % koko alueesta lumen peitossa.

18. 4. 1959. Lumen peitossa vähemmän kuin 50 % koko alasta; lunta ja jääsohjoa vain mätäsvalleissä.

28. 4. 1959. Alue täysin lumeton.

Havainnoista käy ilmi, että mätäskohdat paljastuivat tässä tapauksessa kuu-kautta aikaisemmin kuin mätäsvalit. Samanlaista lumen sulamisen eriaikaisuutta on kirjoittaja mainitulla alueella havainnut muinakin keväänä.

On ilmeistä, että tämä mätäscharjanteiden aikainen vapautuminen lumesta on sellainen ekologinen tekijä, joka muovaa kasvillisuuden luonnetta. On ymmärrettävää, että tällaisilla paljastumilla vain äärimmäisen kseromorfiset kasvit voivat viihtyä (vrt. kuva 5). Mättäiden suojaisissa reunaluisuissa sen sijaan tapaa jo muuraintakin, jopa marjovana.

Alustavat havainnot viittaavat siihen, että lumipeitteen muodostumisessakin on eroja mätäsvalien ja mättäiden välillä. Erityisesti tuulen vaikutuksesta joh-tuu, että mättäät saavat lumisuojaansa myöhemmin ja että se niissä kaiken talvea pysyy ohuempana kuin mätäsvalleissä.

Kysymyksessä olevalla keidasrämeeellä syntyi mätäsvalleihin keväällä vesi-lammikoita, jotka säilyivät puoleen kesään. Sen jälkeen mätäsvalit olivat pal-jaana mustana ruoppana. Syksyllä valleihin jälleen keräytyi vettä, joka sitten ensimmäisissä pakkasissa jäättyi.

Edellä esitetyt orientoivat havainnot viittaavat siihen, että soiden lumi-suhteissa saattaa esiintyä sellaista vaihtelua, joka on syytä ottaa huomioon kartoitettaessa soiden kasvillisuuden ekologisia tekijöitä.

Tuusulassa suoritettujen havaintojen mukaan syntyi lumen sulamisvaiheessa lumipeitteeseen puiden tyville kuoppia (vrt. kuvat 7, 12, 24, 25). Ne olivat aluksi vain lumen syvennyksiä, mutta lumipeitteen ollessa vielä 50—60 cm paksu ulot-tuivat ensimmäiset tyvikuopat maahan asti. Kuoppien muoto oli erilaisissa metsiköissä erilainen.

Männyn taimistoissa ja nuorissa metsiköissä, joissa elävän latvuksen alaraja oli maasta noin metrin korkeudella, tyvikuoppa oli muodoltaan patamainen. Männiköissä, joissa mainittu alaraja oli pari metriä tai suurempi, olivat tyvi-kuopat jyrkkäreunaisia. Alikasvoskuuset, joiden latvus ulottui maahan asti, ja puut nuorissa kuusikoissa, jossa latvukseen maasta oli metrin verran, aiheut-tivat tyvelleen myös patamaisen syvennyksen. Varttuneissa kuusikoissa, joissa elävän latvuksen alaraja maasta oli 8 m tai enemmän, tyvikuopat olivat jyrkkä-reunaisia. Nuoria kuusikoita, joissa latvuksen alaraja olisi ollut 1—8 m:n välillä, ei aineistossa ole, joten ei voida varmasti sanoa minkälaiset kuusikot vielä aiheuttavat patamaisia tyvikuoppia. Selvimpiä patamaiset tyvikuopat olivat nimenomaan kuusen taimistoissa ja nuorissa kuusikoissa. Tällaisissa tapauk-sissa tyvikuopat aiheuttivat sen, että koko lumikerros oli kauttaaltaan kuop-paista, kuten kuvasta 26 lähemmin selviää. Varttuneissa metsiköissä, joissa puut olivat harvemmassa ja tyvikuopat jyrkkäreunaisia, jäi kuoppien välille tasais-takin lumen pintaa. Varttuneissa koivikoissa tyvikuopat olivat pääasiallisesti patamaisia. Kivet, kannot ja mättäät aiheuttivat niin ikään kuoppia lumeen. Ensimmäiset pälvet ilmestyivät juuri tällaisiin paikkoihin tai puiden tyville. Lähemmän kuvan tyvikuoppien syntymisestä ja laadusta antaa seuraavalla sivulla oleva asetelma, johon on poimittu esimerkin luontoisesti tietoja eräistä metsiköistä:

Kuukausi Month	Päivä Day	Lumessa olevia tyvikuoppia, % <i>Holes in the snow under trees, not extending to the ground, %</i>	Maahan ulottuvia tyvikuoppia, % <i>Holes under trees extending to the ground, %</i>	Tyvikuopan halkaisija, m <i>Diameter of the hole under a tree, m</i>
-------------------	--------------	--	---	--

Tyvikuopat patamaisia — Holes under trees bowl-shaped

Männyn taimisto 63 — Pine seedling stand 63

III	20	100	—	..
III	25	100	—	0.6
IV	1	80	20	1.0
IV	9	10	90	1.0
IV	15	Tyvikuopat yhtyneet — <i>Holes under trees joined</i>		

Nuori kuusikko 64 — Young spruce stand 64

III	20	100	—	..
III	25	100	—	1.5
IV	1	95	5	1.8
IV	9	60	40	1.8
IV	15	5	95	1.8
IV	18	—	100	1.8
IV	22	Tyvikuopat osittain yhtyneet — <i>Holes under trees partly joined</i>		

Tyvikuopat jyrkkäreunaisia — Holes under trees with abrupt edges

Nuori männikkö 58 — Young pine stand 58

III	20	100	—	..
III	25	100	—	0.3
IV	1	70	30	0.4
IV	9	20	80	0.5
IV	15	—	100	0.8
IV	18	Tyvikuopat yhtyneet — <i>Holes under trees joined</i>		

Vanha männikkö 61 — Old pine stand 61

III	20
III	25	10	90	1.2
IV	1	—	100	1.5
IV	9	Tyvikuopat osittain yhtyneet — <i>Holes under trees partly joined</i>		

Vanha kuusikko 56 — Old spruce stand 56

III	20	—	100	..
III	25	—	100	1.0
IV	1	—	100	1.2
IV	9	—	100	1.5
IV	15	Tyvikuopat yhtyneet — <i>Holes under trees joined</i>		

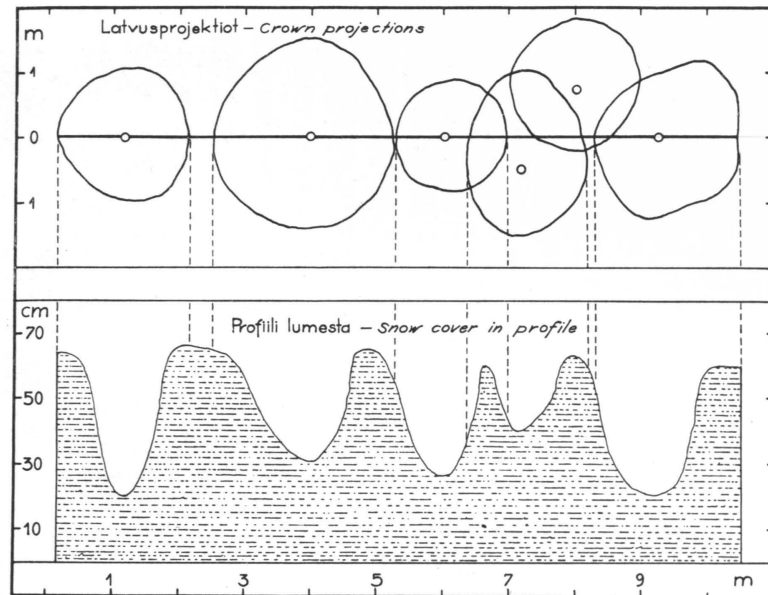


Kuva 25. Männyn taimisto 63 lumipeitteen häviämisyvaiheessa 15. 4. 1959. Pälvet ovat taimien tyvillä, lumilaukut taimien välialueilla. Tuusula, Ruotsinkylän kokeilualue. Valok. Paavo Yli-Vakkuri.

Fig. 25. A pine seedling stand (63), April 15, 1959. The snow cover is disappearing. The bare patches under seedlings, the patches of snow in areas between seedlings. Tuusula, Experimental Area of Ruotsinkylä. Photo: Paavo Yli-Vakkuri.

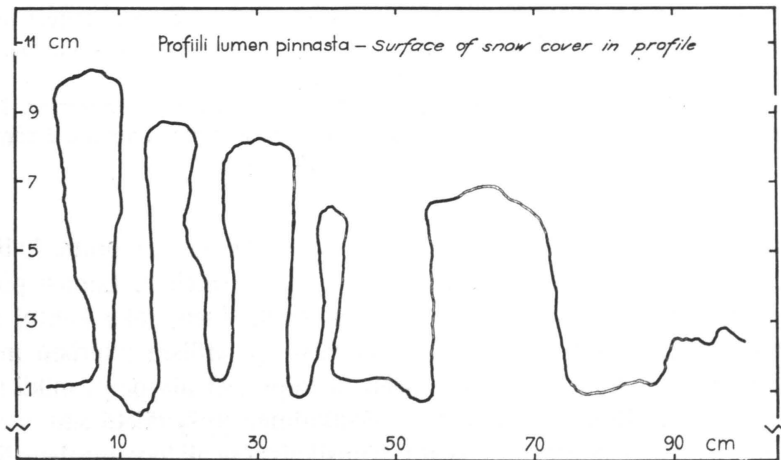
Kun havainnot maaliskuun lopulla aloitettiin, oli lumen pinta kaikkialla siinä määrin kovettunut, että se kutakuinkin kantoi miehen. Lumen pinnassa esiintyi myöhemminkin 2—3 cm:n paksuinen hankiainen, joka kantoi miestä kuitenkin vain pakkasöiden jälkeen. Taimistoissa ja eräissä nuorissa metsissä olivat alimmat oksat hautautuneet lumeen ja taipuneet alaspäin, mikä useana talvena toistuessaan ilmeisesti aiheuttaa oksakulman pysyvästä suurenemista.

Lumen pinta oli metsiköittäin erilaista. Kuusikoissa se oli havaintojen alkamisajankohdasta lähtien silmiinpistävästi rosoista, kuten kuvassa 27 esiintyvistä profiilista esimerkin luonteisesti selviää. Tällaisen rakenteen syntymiseen lienee osuutensa karikkeilla ja ennen kaikkea puiden oksilta putoilevilla vesipisaroilla ja lumimöykyillä, jotka puun oksilla auringossa saattavat joutua sulamistilaan



Kuva 26. Tyypillistä lumen syvyyden vaihtelua nuoressa kuusikossa (64). Tuusula, Ruotsinkylän kokeilualue 25. 3. 1959.

Fig. 26. Typical variation in the depth of snow in a young spruce stand (64). Tuusula, Experimental Area of Ruotsinkylä, March 25, 1959.



Kuva 27. Kuusivaltaisen metsikön (46) rosoista lumen pintaa. Tuusula, Ruotsinkylän kokeilualue 1. 4. 1959.

Fig. 27 The rough surface of the snow in a spruce-dominated stand (46). Tuusula, Experimental Area of Ruotsinkylä, April 1, 1959.

ja maahan pudottuaan jäätyä koviksi kakuiksi. Varttuneissa männiköissä oli lumen pinta selvästi tasaisempaa. Erityisesti näin oli asianlaita kaikissa taimistoissa, varsinkin sulamisen alkuvaiheissa, ja samoin tietenkin aukeilla paikoilla.

Koska kuusen siementä varisee jo keväthangille, on lumen pinnan laadulla merkitystä siemenen kulkeutumisen kannalta. Koska lumen pinta varttuneissa kuusikoissa on hyvin rosainen, ei maahan pudonneella siemenellä ole siellä kulkeutumisen mahdollisuutta. Lisäksi tuulikin on tällaisissa metsiköissä maan pinnalla heikko (vrt. FRANSILA 1949). Kuusikoissa siemenen kulkeutumisen pitemmälle täytyy siis tapahtua ilmateitse. Männiköissä ja etenkin taimistoissa ja aukeilla alueilla, joissa lumi on sileämpää, on hangella kulkeutumiseen paremmat mahdollisuudet. Muutamat asiaa valaisevat kokeet osoittivat, että ei ainakaan heikon eikä navakan tuulen vallitessa tapahtunut erilaisissa metsiköissä sanottavaa siivellisten siementen kulkeutumista hangella.

Varisevalle siemenelle muodostavat tyvikuopat suppiloita, jotka keräävät siementä puiden tyville. Mikäli liikkumista hangella tapahtuu, kerääntyy puiden tyville siementä sitäkin tietä. Eräänä syynä siihen, että kuusen taimia tavataan puiden tyvillä runsaasti, saattaa siis olla siemenen kasaantuminen tällaisiin paikkoihin. Erikoiset lämpöolosuhteet, joista osoituksena on tyvikuoppien syntyminen, saattavat myös vaikuttaa asiaan.

Lumipeitteen häviämistä seurattaessa tehtiin metsiköittäin havaintoja myös lumella esiintyvistä karikkeista. Karikkeiden esiintymisrunsaus ilmaistiin seuraavaa luokitusta käyttäen: runsaasti, kohtalaisesti, niukasti, ei ensinkään.

Jotta tulisi määritellyksi, mitä luokituksella tarkoitetaan, tarkasteltiin karikkeiden esiintymistä 20 ruudun perusteella, joiden suuruus oli 1 dm², neljässä eriluokkaisessa metsikössä. Kultakin ruudulta luettiin erikseen karikkeet seuraavaa ryhmittelyä käyttäen: 1) neulasparit, 2) pienet oksat, 3) kuorenpalaset, naavatukot ja käpysuomut. Suoritettujen havaintojen mukaan esiintyi karikkeita eri suuruusluokissa seuraavan asetelman mukaisesti:

	Karikkeyksiköitä lumella havaintojen mukaan, kpl/dm ²			
	Koivikko 60	Männikkö 61	Männikkö 59	Kuusivaltainen metsikkö 50
Neulasparit (neulasparit)	—	4	12	93
Pienet oksat	—	0	0	2
Kuorenpalaset yms.	0	1	8	2
	Karikkeiden esiintyminen silmävaraisesti luokitettuna			
	Ei ensinkään	Niukasti	Kohtalaisesti	Runsaasti

Kuusivaltaisessa metsikössä karike koostui pääasiallisesti neulasista. Männiköissä esiintyi niiden ohella suhteellisen runsaasti kuorenpalasia ja muita sen tapaisia karikkeita.

Silmävaraisen luokituksen mukaan ei karikkeita esiintynyt puhtaassa koivikossa eikä aukeita aloja edustavissa havaintokohteissa. Männiköissä ja kuusikoissa tapaukset jakaantuivat seuraavasti:

Karikkeiden esiintyminen Occurrence of litter on snow	Männiköt	Kuusikot
	Pine stands	Spruce stands
	Tapausten lukumäärä Number of observations	
Ei ensikään — <i>Not at all</i>	4	—
Niukasti — <i>Sparsely</i>	9	—
Kohtalaisesti — <i>Moderately</i>	6	1
Runsaasti — <i>Abundantly</i>	—	6

Männyn taimistoissa lumi oli sulamisvaiheessa karikkeeton. Pitemmälle kehittyneissä männiköissä karikkeita esiintyi niukasti tai kohtalaisesti, mutta ei missään tapauksessa runsaasti. Koska niiden määrä useimmiten selvästi lisääntyi lumen sulaessa, niitä oli varissut lumelle pitkin talvea.

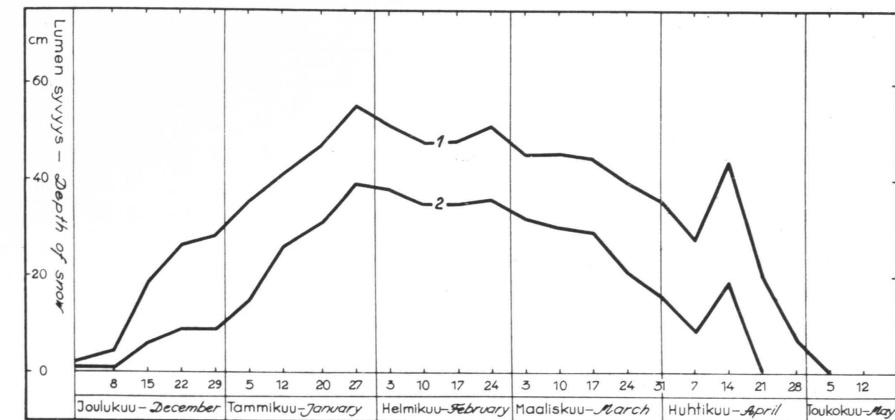
Kaikissa varttuneissa kuusikoissa ja nuoressakin kuusikossa lumen sulamisen loppuvaiheessa esiintyi runsaasti karikkeita, pääasiassa neulasia. Koska tilanne oli tällainen jo maaliskuun lopussa, jolloin havainnot aloitettiin, on ilmeistä, että kuusikoissa karikkeita tulee lumelle erityisesti kevättalvella. Runsaan karikemäärän vuoksi oli lumen pinta kuusikoissa likaisenharmaan kirjava samanaikaisesti kun se männiköissä, varsinkin taimistoissa, oli puhtaan valkea (vrt. kuvat 1 ja 8).

Koko talvikauden 1958—1959 kestäneet lumihavainnot Metsä-Saramäessä



Kuva 28. Tyypillinen päivi kuusen tyvellä. Kauhajoki, Hyypä 30. 3. 1959. Valok. Paavo Yli-Vakkuri.

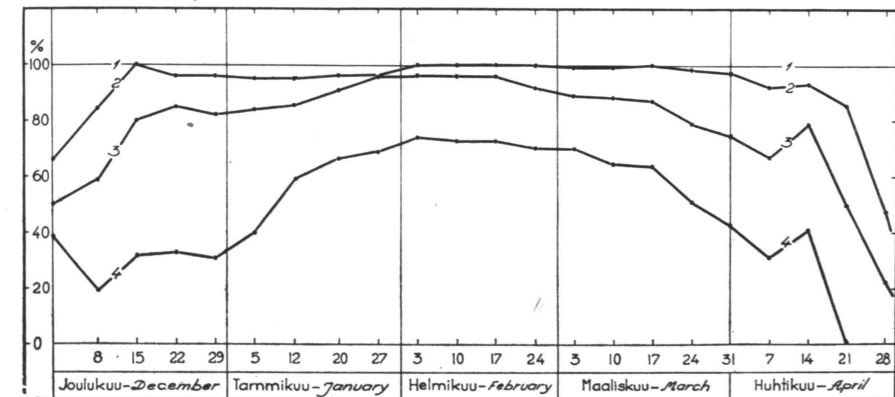
Fig. 28. A typical bare spot on the ground under a spruce. Kauhajoki, Hyypä, March 30, 1959. Photo: Paavo Yli-Vakkuri.



Kuva 29. Lumen keskimääräinen syvyys (1) Metsä-Saramäen männikössä 44 talvikautena 1958—1959 sekä lumen syvyys samassa männikössä kasvaneen kuusiryhmän keskellä (2).

Orivesi, Korkeakosken hoitoalue.

Fig. 29. The mean depth of snow (1) in a pine stand in Metsä-Saramäki (44) during the winter 1958—1959 and the depth of snow in the middle of a spruce group (2) growing in the same pine stand. Orivesi, Forest District of Korkeakoski.



Kuva 30. Lumen suhteellinen syvyys männikössä 44 esiintyneen kuusiryhmän keskellä (4), kuusten (3) ja mäntyjen oksapiirissä (2) sekä oksapiirien välialueilla (1) talvella 1958—1959.

Orivesi, Metsä-Saramäki, Korkeakosken hoitoalue.

Fig. 30. The relative depth of the snow in the middle of a spruce group (4) in a pine stand (44), under the crowns of spruces (3) and pines (2) and in the areas between the crown projections (1) in the winter 1958—1959. Orivesi, Forest District of Korkeakoski.

Orivedellä antoivat eräitä tuloksia, jotka mielenkiintoisella tavalla varmentavat ja täydentävät muiden tutkimuspaikkojen perusteella saatua kuvaa metsiköiden lumisuhteista. Pysyvä lumipeite tuli tähän tutkimusmetsikköön syksyllä 1958 joulukuun 1 päivänä. Tilapäisesti lumi oli sitä ennen vierailut jo lokakuun lopulla. Lumipeite hävisi metsiköstä lopullisesti toukokuun 5. päivään

mennessä, joten se siis säilyi siellä kaikkiaan 151 päivää. Alkupalvesta lumipeite kasvoi jokseenkin tasaisesti aina tammikuun lopulle, jolloin se saavutti keskimäärin 55 cm:n paksuuden, pysyi sitten lähes tällä tasalla helmikuun ajan, aleni selvästi maaliskuussa ja suli tämän jälkeen nopeasti toukokuun alkupäiviin mennessä huolimatta runsaasta lumen tulosta huhtikuun alkupuolella (vrt. kuva 29).

Puusto aiheutti sen, että lumipeite ei ollut metsikössä tasapaksua (vrt. kuva 30). Männyn vaikutus oli tässä mielessä jokseenkin vähäinen tuntuen hieman lumipeitteen syntymisvaiheessa ja selvemmin sen sulaessa. Männikössä kasvien kuusten latvusten alla lumipeite sen sijaan oli keskitalvea lukuun ottamatta selvästi alempi kuin muualla. Metsikössä esiintyvän kuusiryhmän keskellä lumipeite säilyi huomattavan ohuena koko talvikauden. Suhteellisesti suurin oli lumipeitteen paksuusero kuusiryhmän keskustan ja muun alueen välillä nimenomaan alkupalvesta ja keväällä. Niinpä syksyllä kuusiryhmän keskustaan muodostui 10 cm:n paksuinen suojaava lumikerros vasta lähes kolme viikkoa myöhemmin kuin muualle. Vastaavasti lumi suli samalta paikalta paria viikkoa ennen, kuin se lopullisesti hävisi muualta metsiköstä. Näistä tuloksista voidaan päätellä, että metsiköissä esiintyvä kuusi hidastaa lumisuojan muodostumista ja aiheuttaa sen, että lumisuoja keväällä alkaa hävitä aikaisin.

Tulosten tarkastelua

Edellä todetut metsiköittäiset erot valaisevat mielenkiintoisella tavalla eräitä metsänhoidon perusteita. Puulajikysymyksen osalta voidaan todeta, että kuusi on lumi- ja routasuhteiden kannalta katsoen vaikea puulaji, sillä se pidättää runsaasti lunta ja vähentää siten maan lumisuojaa. Lumisuojan vähyys puolestaan aiheuttaa, että maa routautuu syväälle. Kun kuusi keväällä lisäksi pidättää sadetta ja säteilyä tunkeutumasta maahan, säilyy maa pitkään routautuneena ja kylmänä. Koska jo pienetkin kuuset suojaavat ainakin tyviään lumelta, alkaa kuusen epäedullinen vaikutus tuntua jo varhain. Metsikön edelleen kehityessä ja tihentyessä tämäntapainen vaikutus voimistuu. Metsikkö huonontaa siis omia kasvuolosuhteitaan, kuten on huomautettu (YLI-VAKKURI 1959). Myrskytuhojen kannalta katsoen saattaa heikkojuuristoiselle kuuselle tosin olla etuakin maan routautumisesta.

Männyn vaikutus lumi- ja routasuhteisiin on samantapainen kuin kuusen, mutta lievempi. Erityisesti taimiston ja aivan nuoren metsän harsu, taipuisien oksien muodostama latvusto näyttää läpäisevän lunta. Vasta myöhemmin männyn latvukset rupeavat sitä tuntuvammin pidättämään. Latvuston huomattava korkeus maasta kuitenkin aiheuttaa, että lumipeite jakautuu jokseenkin tasaisesti maata suojaamaan. Tässä on syytä huomauttaa, että latvuston vai-

kutusta muutenkin arvosteltaessa olisi yleensä otettava huomioon paitsi latvuston peittävyys myös sen paksuus ja laatu sekä korkeus maasta.

Lehtimetsä ei sanottavasti pidätä lunta, ja kun se estää lumen kulkeutumista tuulen mukana ja ehkä myös sen haihtumista, se saa tasaisen ja paksun lumisuojan. Keväällä lumi ja routa kuitenkin sulavat verrattain aikaisin, koska säteily ja sadevesi tunkeutuvat helposti lehdettömän latvuston läpi. Maan kosteus- ja lämpöolot ovat siis suotuisat. Lehtimetsän lumisuhteet muuttuvat voimakkaasti, jos siihen ilmestyy kuusialikasvos. Suojaisissa metsän aukoissa lumisuhteet ovat kutakuinkin lehtimetsään verrattavat, laajoissa lumisuoja on ohuempi.

Lehtikuusi on lumi- ja routasuhteiden puolesta lehtipuihin verrattava puulaji ja siis talvisia olosuhteita ajatellen edullinen havupuu. Ehkä juuri tältä pohjalta on osittain selitettävissä sen kasvuvoimaisuus meillä ja viihtyminen monin paikoin metsänrajaseudulla.

Edellä todetun perusteella näyttäisi siltä, että harvennushakkauksin voitaisiin tuntuvasti lieventää talvisien olosuhteiden kuusikoissa aiheuttamaa epäedullista vaikutusta. Männiköissä harvennushakkauksien tämäntapainen vaikutus olisi vähäisempi ja lehtimetsissä jokseenkin olematon. Lumi- ja routasuhteiden kannalta katsoen voidaan kasvatettaviin kuusikkoihin puoltaa sekapuuksi mäntyä ja lehtipuita.

Koivusekoituksen uudistamista edistävä vaikutus on useinkin selitetty joutuvaan lehtikarikkeista. Ilmeisesti asiaan vaikuttavat kuitenkin monet muutkin tekijät, mm. lumi- ja routasuhteet. Lehtipuiden kohdalle havumetsiin lumisuoja nimittäin syntyy aikaisemmin kuin muualle. Vastaavasti routautuminen saattaa jäädä vähäisemmäksi. Keväällä tällaisella paikalla vallitsevat siementen itämisen kannalta suotuisat kosteus- ja lämpösuhteet, koska sadevesi ja säteily pääsevät hyvin tunkeutumaan lehdettömän latvuston lävitse, kuten on mainittu. On ilmeistä, että männyn vaikutus kuusikon uudistumiseen on samantapainen, joskin vähäisempi.

Ilmeisesti puulajit muovatessaan oman laatunsa mukaisesti myöhäissyksyn, talven ja varhaiskevään olosuhteita metsikössä samalla vaikuttavat eri tavoin allaan olevaan kasvillisuuteen. Nimenomaan kasvillisuuden pienoismuuteluun vaikuttanevat lisäksi havumetsissä, etenkin kuusikoissa esiintyvät lumi- ja routasuhteiden tuntuvat erot latvusten alla ja niiden välialueilla. Nämä erot saattavat ilmetä myös toimivien juurten sijainnissa ja mikrobiologisissa tapah- tumissa.

Metsien lumi- ja routasuhteilla on tietysti liittymäkohtia moniin muihinkin metsänhoidollisiin seikkoihin. Niinpä voidaan mm. todeta, että metsäpuiden rodunjalostuksen suosimat kapealatvaiset ja heikko-oksaiset havupuut ovat maan lumisuojan ja roudan kannalta suotuisia.

Saatuja tietoja voidaan lisäksi käyttää hyväksi muillakin aloilla. Esimerkin luonteisesti voidaan todeta, että metsäneläinten, varsinkin riistalintujen elin-

ehtojen ja kannan vaihtelujen selvittelyssä on viime aikoina kiinnitetty runsaasti huomiota keväisten pälvien merkitykseen ravitsemuksen kannalta (SIVONEN 1957, 1958 a, b). Näille tutkimuksille esitetyt tulokset antanevat eräitä viitteitä siitä, miten pälvisyys vaihtelee erilaisissa metsiköissä.

Toivottavasti saadut tulokset myös osaltaan kannustavat tutkijoita yleisemminkin kartuttamaan tietoja metsiemme biologisesta lepokaudesta, josta tois- taiseksi tiedämme aivan liian vähän.

Yhdistelmä

Tutkimuksessa on pyritty selvittämään lumi- ja routasuhteiden riippuvuutta metsikön laadusta. Koska tarkastelutapa on ekologinen, on kiinnitetty erityistä huomiota syksyn ja nimenomaan kevään olosuhteisiin. Aineisto on kerätty vuosina 1957—1959 ja käsittää kaikkiaan 29 tutkimuskohdetta. Tutkimus on johtanut seuraaviin päätuloksiin:

Lumisuojan syntyminen on erilaisissa metsiköissä erilainen. Nopeimmin lumisuojan saavat aukeat hakkausalat, lehtipuumetsiköt ja havupuumetsiköistä männyn taimistot. Kuusikoissa maan lumisuoja muodostuu hitaammin ja jää epätäydellisemmäksi kuin männiköissä ja lehtipuumetsiköissä. Erityisesti kuusten tyvillä se jää vähäiseksi. Männyn ja etenkin lehtipuiden sekoitus kuusikoissa helpottaa lumisuojan muodostumista, ja vastaavasti kuusisekoitus männiköissä ja lehtimetsiköissä hidastaa lumisuojan syntymistä ja kehittymistä. Samansuuruinen latvusala estää taimistoissa ja nuorissa metsiköissä lumisuojan muodostumista vähemmän kuin varttuneissa metsiköissä, joissa latvuskatos on paksumpi ja puiden oksat jäykempiä. Puiden oksilta putoavat lumimöykät ja vesipisarot tiivistävät lunta ja vähentävät sen suojavaikutusta. Tuntuvinta tämä on varttuneissa kuusikoissa erityisesti puiden lähiympäristössä.

Lumen sulamisessa on havaittavissa selvää metsiköittäistä vaihtelua. Tämä aiheutuu metsiköiden lumivarastoeroista sulamiskauden alkaessa ja metsiköiden erilaisesta vaikutuksesta sulamistapahtumaan. Sulamisen alkuvaiheissa oli lumipeite suojaisessa aukiossa ohuempi kuin koivikossa, männyn taimistoissa sekä nuorissa ja keski-ikäisissä männiköissä ynnä nuorissa kuusikoissa ja kuusialikasvoksellisissa koivikoissa. Täysi-ikäisissä männiköissä ja keski-ikäisissä kuusikoissa lumipeite oli kutakuinkin samanpaksuinen kuin aukiossa ja vanhassa kuusikossa pienempi kuin aukiossa. Lumi sulii metsistä lopullisesti yleensä myöhemmin kuin aukealta. Havupuutaimistoista ja nuorista metsiköistä yhtenäinen lumipeite alkoi hävitä myöhemmin kuin varttuneista keski- ja täysi-ikäisistä metsiköistä. Kuusi näytti aiheuttavan varhaista pälvisyyttä, mutta maan lopullinen vapautuminen lumesta oli kuusikossa hidasta, hitaampaa kuin männikössä ja koivikossa. Puhtaaseen koivikkoon verrattuna viivästyä lumen

häviäminen tuntuvasti sellaisissa koivikoissa, joissa esiintyi kuusialikasvosta. Maaston viettävyyden suunta ja suuruus vaikuttivat tuntuvasti sulamista- pahtumaan. Lumi sulii kaikissa metsiköissä ensinnä puiden tyviltä ja säilyi kauimmin puiden välialueilla. Lumikerroksen paksuus vaihteli sulamisvaiheessa tuntuvimmin kuusikoissa, etenkin sellaisissa, joissa puiden latvukset ulottuivat maahan asti tai lähelle sitä. Kuusikoissa oli sulavan lumen pinta hyvin rosoista, mikä esti siementen kulkeutumista hangella. Rosoisuus aiheutui latvuksista tippuvista vesipisaroista ja lumimöykyistä, jotka lumelle pudottuaan saattavat jäätyä, sekä osittain karikkeista, joita sulavassa lumessa kuusikoissa esiintyi runsaasti.

Maan lumisuojan metsiköittäisestä vaihtelusta osittain aiheutuu, että maan routautuu eri tavalla erilaisissa metsiköissä. Tämä ja metsikön vaikutus sulamis- ajan olosuhteisiin johtavat siihen, että roudan sulamisessa esiintyy huomattavia metsiköittäisiä eroavuuksia. Niinpä routa säilyi myöhempään kuusikoissa kuin männiköissä, koivikoissa ja avoimella alueella. Väljennetyistä kuusikosta se sulii nopeammin kuin tiheästä luonnontilaisesta. Tutkituissa havumetsiköissä se hävisi nopeammin puiden välialueilta kuin niiden tyviltä. Erityisesti kuusen tyvillä se säilyi pitkään. Sulaminen tapahtui pääasiallisesti päältäpäin. Pitkään säilyvä routa hidasti metsiköiden maan lämpiämistä keväällä.

Kun tiedetään lumi- ja routasuhteiden vaikutus ja sen riippuvaisuus metsikön laadusta, voidaan metsiköitä niin käsitellä, että niiden ekologiset olosuhteet paranevat tai ainakin säilyvät suotuisina. Havumetsissä, etenkin kuusikoissa, harvennushakkaukset edistävät lumisuojan muodostumista, vähentävät maan routautumista ja parantavat maan keväisiä lämpösuhteita. Samoista syistä lehti- pusekoitus saattaa olla suotuisa havumetsissä.

Kirjallisuusuuttelo

- AALTONEN, V. T. 1919. Kangasmetsien luonnollisesta uudistumisesta Suomen Lapissa. I. Referat: Über die natürliche Verjüngung der Heidewälder im finnischen Lappland. I. — *Communicationes ex Instituto Quaestionum Forestalium Finlandiae* 1.
- AALTONEN, V. T.; AARNIO, B.; HYYPPÄ, ESA; KAITERA, PENTTI; KESO, LAURI; KIVINEN, ERKKI; KOKKONEN, P.; KOTILAINEN, MAUNO J.; SAURAMO, MATTI; TUORILA, PAULI; VUORINEN, JOUKO. 1949. Maaperäsanaston ja maalajien luokituksen tarkistus v. 1949. Summary: A critical review of soil terminology and soil classification in Finland in the year 1949. — *Maataloustieteellinen Aikakauskirja* 21.
- AIRAKSINEN, K. 1919. Metsätyyppiopista. — *Metsätaloudellinen Aikakauskirja* 36.
- ANDERSON, HENRY W. 1947. Soil freezing and thawing as related to same vegetation, climate, and soil variables. — *Journal of Forestry* 45.
- ANGERVO, J. M. 1959. Sade- ja lumihavaintoja Suomesta vuonna 1950. Niederschlags- und Schneebeobachtungen in Finnland im Jahre 1950. — *Meteorologisches Jahrbuch für Finnland*. L-2.
- ARGHIRIADE, CONSTANTIN ja ABAGIU, PETER. 1955. Contribuții privind influența pădurii asupra topirii zăpezii. — *Revista Padurilor* 70.
- ARNBORG, TORE. 1943. Granberget. En växtbiologisk undersökning av ett sydappländskt granskogsområde med särskild hänsyn till skogstyper och föryngring. Referat: Granberget: Eine pflanzenbiologische Untersuchung eines südsländischen Fichtenwaldgebiets unter besonderer Berücksichtigung von Waldtypen und Verjüngung. — *Norrländskt Handbibliotek* 14.
- AUER, VÄINÖ. 1920. Über die Entstehung der Stränge auf den Torfmooren. — *Acta Forestalia Fennica* 12.
- BERG, ÅKE. 1929. Den nya skogen. Studier från övre Norrlands svårföryngrade skogsmarker. — *Norrlands Skogsvårdsförbunds Tidskrift*.
- CAJANDER, A. K. 1949. Forest types and their significance. — *Acta Forestalia Fennica* 56.
- CONNAUGHTON, C. A. 1935. The accumulation and rate of melting of snow as influenced by vegetation. — *Journal of Forestry* 33.
- ENGLER, ARNOLD. 1919. Untersuchungen über den Einfluss des Waldes auf den Stand der Gewässer. — *Mitteilungen der Schweizerischen Zentralanstalt für das forstliche Versuchswesen* 12.
- FRANSSILA, MATTI. 1949. Mikroilmasto-oppi. Helsinki.
- »— 1956. Metsikön ilmastosta. — *Metsälehti* 5, 6, 7, 8, 9–10, 11–12, 13/1956.
- HAKKARAINEN, AULIS E. 1949. Maan routaantumisesta tilapäisten talviautoteiden rakentamisen kannalta. Summary: On freezing of soil with a view to building of temporary winter truck roads. — *Metsätalon Julkaisuja* 19.
- HAMBERG, AXEL. 1907. Die Eigenschaften der Schneedecke in den lappländischen Gebirgen. — *Naturwissenschaftliche Untersuchungen des Sarekgebirges in Schwedisch-Lappland* 1. 3.
- HAUPT, H. F. 1951. Snow accumulation and retention on ponderosa pine lands in Idaho. — *Journal of Forestry* 49.

- HEIKINHEIMO, OLLI. 1920. Suomen lumituhoalueet ja niiden metsät. Referat: Die Schneeschadengebiete in Finnland und ihre Wälder. — *Communicationes ex Instituto Quaestionum Forestalium Finlandiae* 3.
- »— 1957. Ruotsinkylä. Helsinki.
- HOMÉN, THEODOR. 1896. Über die Bodentemperatur in Mustiala. — *Acta Societatis Scientiarum Fennicae* 21.
- »— 1917. Våra skogar och vår vattenhushållning. Helsingfors.
- ILVESSALO, YRJÖ. 1951. III valtakunnan metsien arviointi. Suunnitelma ja maastotyön ohjeet. Summary: Third national forest survey of Finland. Plan and instructions for field work. — *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 39.
- JALAS, JAAKKO. 1950. Zur Kausalanalyse der Verbreitung einiger nordischen Os- und Sandpflanzen. Selostus: Eräiden pohjoismaisten harju- ja hietikkokasvien levinneisyyden syiden selvittelyä. — *Annales Botanici Societatis Zoologicae Botanicae Fennicae »Vanamo»* 24. 1.
- JUUSELA, TANELI. 1945. Untersuchungen über den Einfluss des Entwässerungsverfahrens auf den Wassergehalt des Bodens, den Bodenfrost und die Bodentemperatur. — *Acta Agralia Fennica* 59.
- KAITERA, PENTTI. 1939. Lumen kevätulamamisesta ja sen vaikutuksesta vesiväylien purkauksuhteisiin Suomessa. — *Maataloushallituksen Kulttuuriteknillisiä Tutkimuksia* 2.
- »— 1949. On the melting of snow in springtime and its influence on the discharge maximum in streams and rivers in Finland. — *Teknillisen Korkeakoulun Tutkimuksia* 1.
- KERÄNEN, J. 1920. Über die Temperatur des Bodens und der Schneedecke in Sodankylä nach Beobachtungen mit Thermoelementen. Helsingfors.
- »— 1923. Über den Bodenfrost in Finnland. — *Mitteilungen der Meteorologischen Zentralanstalt des finnischen Staates* 12.
- »— 1949. Metsikköilmastosta. — *Suuri metsäkirja* I. Porvoo—Helsinki.
- »— 1951. On frost formation in soil. — *Fennia* 73.
- KERÄNEN, J. ja KORHONEN, V. V. 1949. Suomen ilmaston pääpiirteet. — *Suuri metsäkirja* I. Porvoo—Helsinki.
- KIENHOLZ, RAYMOND. 1940. Frost depth in forest and open in Connecticut. — *Journal of Forestry* 38.
- KOKKONEN, P. 1926. Beobachtungen über die Struktur des Bodenfrostes. — *Acta Forestalia Fennica* 30.
- KOLKKI, OSMO. 1956. Lämpötilan keskiarvot kautena 1921–1950— Temperatuuren medelvärden under perioden 1921–1950. — *Kuukausikatsaus Suomen sääoloihin* 9, 10/1956.
- KONDA, KEIICHI. 1955. Summary: Influences of forest on spring flood. 1. Non-freezing spots in frozen forest floor. — *Research Bulletins of the College Experiment Forests Hokkaido University* 17. 2.
- KORHONEN, V. V. 1915. Die Ausdehnung und Höhe der Schneedecke. Helsinki.
- »— 1926. Untersuchungen über die Dichte und das Schmelzen der Schneedecke in Finnland. — *Annales Academiae Scientiarum Fennicae* A. 26. 3.
- »— 1927. Linienmessungen der Höhe und Dichte der Schneedecke in Finnland. — *Annales Academiae Scientiarum Fennicae* A. 26. 17.
- »— 1945. Lumi- ja jäähavainto-ohjeet. — *Ilmatieteellisen Keskuslaitoksen Ohjeita ja Tiedonantoja* 6.
- »— 1958. Lumi- ja jääsuhteet. — *Oma Maa* 1. Porvoo — Helsinki.
- KRAUSS, G., KOEHLER, W., ORTLOFF, M. 1930. Bodenfrost- und Bodenfeuchtheitsmessungen 1929. — *Tharandter Forstliches Jahrbuch*.
- MAULE, W. L. 1934. Comparative values of certain forest cover types in accumulating and retaining snowfall. — *Journal of Forestry* 32.

- MURAI, NOBUO. 1955. Summary: A study of snowcover and frozen soil in relation to slope soil-erosion. — Research Bulletins of the College Experiment Forests Hokkaido University 17. 2.
- NEMKY, ERNŐ. 1955. Adatok az erdő külön-böző elegyarányú faállományainak hótárolásához. Referat: Angaben über die Aufbewahrung der Schneemassen der Mischwälder mit verschiedener Verteilung der Hozarten. — Az Erdőmérnöki Főiskola Közleményei.
- PESSI, YRJÖ. 1956. Studies on the effect of the admixture of mineral soil upon the thermal conditions of cultivated peat land. Selostus: Tutkimuksia kivennäismaan sekoituksen vaikutuksesta suoviljelyksen lämpöoloihin. — State Agricultural Research Publications of Finland 147.
- PRIEHÄUSSER, GEORG. 1939. Bodenfrost, Bodenentwicklung und Flachwurzeligkeit der Fichte. — Forstwissenschaftliches Centralblatt 61.
- PIERCE, ROBERT S., LULL, HOWARD W. ja STOREY, HERBERT C. 1958. Influence of land use and forest condition on soil freezing and snow depth. — Forest Science 4.
- RATZEL, FRIEDRICH. 1889. Die Schneedecke besonders in Deutschen Gebirgen. — Forschungen zur deutschen Landes- und Volkskunde 4.
- RONGE, E. W. 1928. Kort redogörelse för vissa skogliga försök, verkställda under åren 1914—1928 å Kramfors Aktiebolags skogar, och resultatens praktiska tillämpning i skogsbruket. — Norrlands Skogsvårdsförbunds Tidskrift.
- »— 1929. Om tjälbildningen i skogsmarken. — Norrlands Skogsvårdsförbunds Tidskrift.
- ROSA, J. M. 1956. Forest snowmelt and springs floods. — Journal of Forestry 54.
- RUTKOVSKIJ, V. J. 1956. — РУТКОВСКИЙ, В. И. 1956. Влияние лесов на накопление и таяние снега. — Снег и талые воды. Их изучение и использование. Москва.
- SARTZ, RICHARD S. ja TRIMBLE, GEORG R. Jr. 1956. Snow storage and melt in a northern hardwoods forest. — Journal of Forestry 54.
- SARVAS, RISTO. 1953. Measurement of the crown closure of a stand. Selostus: Puuston latvuyhteyden mittaaminen. — Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 41.
- SCHUBERT, JOHANNES. 1914. Die Höhe der Schneedecke im Walde und im Freien. — Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen 46.
- »— 1917. Niederschlag, Verdunstung, Bodenfeuchtigkeit, Schneedecke im Waldbeständen und im Freien. — Meteorologische Zeitschrift 34.
- SEPPÄNEN, M. 1958. Hydrografisen toimiston lumimittauksista. Summary: Snow measurements by the Hydrological Office. — Hydrografisen Toimiston Tiedonantoja 16.
- »— 1959 a. Puiden lumisuudesta lumituhojen aikoihin. — Metsälehti 8/1959.
- »— 1959 b. On a new method of measuring snow cover in forest in Finland. — Association Internationale d'Hydrologie Scientifique. Publication 48.
- »— 1959 c. On the quantity of snow lodging on branches of trees in pine dominated forest on January 16, 1959, during the time on snow destructions in Finland. — Ibid.
- SIIVONEN, LAURI. 1957. The problem of the short-term fluctuations in numbers of tetraonids in Europe. — Papers on Game Research Published by the Finnish Game Foundation 19.
- »— 1958 a. Metsälintukatojen perussyistä ja saatujen tulosten soveltamismahdollisuuksista. — Suomen Riista 12.
- »— 1958 b. Keinopälvikokeet antaneet myönteisiä tuloksia. Ibid.
- SIMOJOKI, HEIKKI. 1947. Über den Zeitpunkt des Entstehens und des Verschwindens der dauernden Schneedecke in Finnland. — Fennia 70.
- »— 1959. Veden kiertoilike ja tulvat. — Oma Maa 6. Porvoo — Helsinki.
- SIMOLA, E. F. 1926. Tutkimuksia viljelysmaiden jäätymisestä ja kirren sulamisesta Maatalouskoelaitoksella vuosina 1924, 1925 ja 1926. Referat: Untersuchungen der Landwirtschaftlichen Versuchsanstalt über das Einfrieren des Kulturlandes und das Auftauen des Bodenfrostes in den Jahren 1924, 1925 und 1926. — Valtion Maatalouskoetoiminnan Julkaisuja 5.

- SIRÉN, ALLAN. 1936 a. Bestimmung des Wasserwertes der Schneedecke. — V. Hydrologische Konferenz der Baltischen Staaten. Bericht 18 B.
- »— 1936 b. Niederschlag, Abfluss und Verdunstung des Pääjänne-Gebietes. — V. Hydrologische Konferenz der Baltischen Staaten. Bericht 1 F.
- SIRÉN, GUSTAF. 1955. The development of spruce forest on raw humus sites in Northern Finland and its ecology. Selostus: Pohjois-Suomen paksusammalkankaiden kuusimetsien kehityksestä ja sen ekologiasta. — Acta Forestalia Fennica 62.
- STRIFFLER, W. D. 1959. Effects of forest cover on soil freezing in Northern Lower Michigan. — Lake States Experiment Station. Station Paper 76.
- TEIVAINEN, LAURI. 1952. Pohjois-Suomen tuoreiden kangasmetsien kasvillisuudesta. Referat: Über die Vegetation der frischen Heidewälder in Nordfinnland. — Annales Botanici Societatis Zoologicae Botanicae Fennicae »Vanamo» 25. 2.
- WALDMANN, G. 1959. Schnee und Bodenfrost als Standortsfaktoren am Gr. Falkenstein (Bayer. Wald). — Forstwissenschaftliches Centralblatt 78.
- WEITZMAN, SIDNEY ja BAY, ROGER R. 1959. Snow behavior in forest of northern Minnesota and its management implications. — Lake States Forest Experiment Station. Station Paper 69/1959.
- VIRO, P. J. 1952. Kivisyiden määrittämisestä. Summary: On the determination of stoniness. — Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 40.
- WÄRE, MATTI. 1947. Maan vesisuhteista ja viljelyskasvien sadoista Maasojan vesitaloudellisella koekentällä vuosina 1939—1944. Referat: Über die Wasserverhältnisse des Bodens und die Erträge von Kulturpflanzen auf dem wasserwirtschaftlichen Versuchsfeld Maasoja in den Jahren 1939—1944. — Maa- ja Vesiteknillisiä tutkimuksia 5.
- YLI-VAKKURI, PAAVO. 1956. Metsänhoitotieteellisen tutkimustoiminnan kehittämisestä. Summary: Development of silvicultural research. — Metsätaloudellinen Aikakauslehti 4/1956.
- »— 1959. Harvennusemetsiköiden optimipuusto. Summary: What is the optimum growing stock before thinning. — Metsätaloudellinen Aikakauslehti 12/1959.
- ÄNGSTRÖM, ANDERS. 1936. Jordtemperaturen i bestånd av olika täthet. Summary: Soil temperature in stands of different densities. — Meddelanden från Statens Skogsförsöksanstalt 29. 3.

*SUMMARY:**SNOW AND FROZEN SOIL CONDITIONS IN THE FOREST***Introduction**

Any student of forest biology taking stock of his working habits will observe that he usually sets out for the field at the beginning of a growing season and comes back when it ends. Many decisive phases of forest biological phenomena, however, appear in late autumn, winter, or early summer. The observer working outdoors in summer only may miss these. Thoughts along these lines have provided a starting point for this study. E.g. snow and frozen soil are ecological factors whose nature and differences from stand to stand must be known to treat forests in the right way.

Material for this study was collected during a three year period from 1957—1959 and it comprises 29 areas of investigation in South and Central Finland. The majority of the stands studied were situated in the Experimental Area of Ruotsinkylä in Tuusula near Helsinki (cf. Table 1). The table on page 10 gives data on certain other research areas and Table 2 on meteorological conditions during the period of study. About one third of the precipitation in these areas is snow. A cover of snow appears normally in early December and disappears in late April.

The Occurrence of Frozen Soil and its Thawing

Although frozen soil has been a subject of intensive study in different parts of the world, relatively little is known as regards its occurrence in the forest. In the present work the frozen soil has been studied especially at its thawing phase. Preliminary observations were done at Ähtäri in Central Finland in the spring of 1957 and of 1958. The subjects of study then consisted of a natural spruce stand, an opened-up spruce stand and an open burnt-over area (cf. the table on p. 10). According to observations the soil thawed in both years, first in the open burnt-over area, then in the opened-up spruce stand and last in the dense natural spruce stand (see tables on pages 14 and 15). Differences between stands were considerable. In the springs mentioned the soil in the opened-up spruce stand remained frozen 4—8 days longer and in the natural spruce stand 12—16 days longer than in the open burnt-over area. The difference between the spruce stands in both years was 8 days. The length of time from the final disappearance of the snow to the final thawing of the soil was 28 days in the natural spruce stand, 16 in the opened-up spruce stand and 17 in the burnt-over area. The soil thawed mainly from the top. The cold stored in the ground retarded the warming up of the soil (cf. Fig. 6).

In the winter 1958—1959 the soil in all research areas was frozen only a little and thawed partly before the snow disappeared (cf. p. 19). The frozen soil in the observation area of Tuusula first disappeared in the open area, then in pine stands and last in spruce stands. The soil remained frozen longest under spruces. In the research area of Orivesi (cf. Figures 2 and 3)

the soil thawed under openings in the crown canopy on an average of 7 days earlier than under a pine crown canopy, 12 days earlier than under a canopy of spruce and 19 days earlier than in the centre of a spruce group growing in a stand.

The Appearance and Disappearance of the Snow Cover

In connection with general meteorological and hydrological studies attention has been paid to the snow conditions of forests since the last century. Particularly flood control and supplying water to arid areas have required studies of the influence of forests on the quantity of snow and its melting. This question has also been studied on the basis of water and temperature conditions of the stand. The snow conditions of forests are still being studied widely and intensively, which indicates that many problems are yet unsolved.

The author has especially tried to find out how the snow cover is formed in different kinds of stands and how and when it disappears. The preliminary studies in Ähtäri, in the same stands as the observations on frozen soil, proved that many differences occur in this respect between different stands (cf. Fig. 9). A uniform protecting snow cover appeared in the open area earlier than in contiguous spruce stands. Bare spots appeared on the ground first in the dense natural spruce stands, then in the open area and last in the opened-up spruce stand. However, the snow cover finally disappeared earlier from the open area than from the spruce stands.

Details on the influence of spruce on the snow conditions in a forest were obtained from a pine stand in Orivesi. A few solitary spruces and small spruce groups were found in this stand. Figures 3, 29 and 30 show that in the middle of a spruce group the snow cover remained quite thin throughout the winter. The difference in the depth of snow between the centre of the spruce group and the rest of the area was relatively the greatest in early winter and in spring. E.g. in the centre of the spruce group a protecting snow layer 10 cm deep was found almost 3 weeks later in the autumn than elsewhere. Similarly the snow melted in this same place two weeks earlier than in other parts of the stand. This difference in the snow cover apparently influences the frozen soil conditions referred to above.

Many-sided observations on the melting of the snow were made in the Experimental Area of Ruotsinkylä in Tuusula. The main results are shown in Figures 10—27. These snow studies warrant the following conclusions.

In the melting of snow considerable variation from stand to stand can be observed. This is due to differences in the amount of snow in different stands when melting begins and to the influence of stands on melting. In coniferous seedling stands and young coniferous stands the snow melted later than in mature stands. The first open spots in level uplands appeared in mature dense spruce stands. But, because the snow melted slowly in spruce stands, it finally disappeared earlier from pine and birch stands than from spruce stands of similar kind. Consequently as regards snow conditions, coniferous forests are not a uniform group. The snow disappeared considerably later from a birch stand with a spruce undergrowth than from a pure birch stand. The direction and degree of the gradient had a significant influence on melting.

The snow melted in all stands, first under trees and last in areas between trees. The depth of the snow layer during the melting varied most in spruce stands, especially where the crowns extended to the ground or close to it. In spruce stands the surface of the melting snow was very rough, which prevented seeds from travelling on the snow crust. This roughness was due to water drops and masses of snow falling from crowns and then often freezing, and to litter which was found abundantly on the melting snow. Owing to the dissimilar protective capacity of the snow cover in different stands the freezing of their soil is different.

On an open raised bog the hummocks grew bare a month earlier than the intervening spaces (cf. Fig. 5).

Discussion

The differences between stands observed as shown above illustrates certain principles of silviculture. Spruce is a puzzling tree species as regards the snow and frozen soil conditions. It retains a great deal of snow in the crowns. Besides masses of snow and water drops falling from tree braches press down the snow cover and lessen its protection to the ground. Therefore the ground freezes deep. As spruce, furthermore, prevents some rain and radiation from reaching the ground, the soil for a long time remains frozen and cold. When the tree stand grows and becomes denser its influence in this respect grows stronger. Therefore it impairs its own growing conditions. In so far as spruce has a weak root system, there is less damage by storms when the soil is frozen. The effect of pine on snow and frozen soil conditions is much the same as that of spruce, but not as great. The thin crowns of seedlings and quite young trees, consisting of pliable branches, seem to let the snow pass down relatively easily. Later the crowns intercept it considerably. The great distance of the crowns of older trees from the ground, however, lets the snow spread quite evenly on the ground.

The deciduous forest does not intercept much snow. As it prevents the snow from travelling with the wind and from evaporating, it receives an even and thick snow cover. In spring the snow melts and the frozen soil thaws early, because radiation and rain easily penetrate the leafless crown canopy. The moisture and temperature conditions of the soil are therefore favourable. The snow conditions of the deciduous forest are changed greatly by a spruce undergrowth. As regards snow and frozen soil conditions larch is comparable to broadleaved trees.

On the basis of the above observations we can assume that the harmful effect of winter conditions in spruce stands can be considerably alleviated by thinnings. In pine stands the effect of thinnings in this respect is apparently less important and in deciduous forests practically none. The snow and frozen soil conditions in spruce stands are more favourable where there is a mixture of pine or broadleaved trees.

The favourable influence of a birch mixture on the reproduction of spruce may be due at least in part to the advantageous snow and frozen soil conditions discussed above.

Further connections could be found between snow and frozen soil conditions on the one hand and the principles of silviculture on the other. The various aspects presented here are sufficient to prove that the facts discovered on snow and frozen soil conditions fit well into the general picture of forests as well as the principles of silviculture gained on the basis of other factors. It must be stressed, however, that only growth investigations carried out, side by side, with studies of frozen soil and snow conditions furnish any decisive conclusions to the questions under discussion.