

HARVENNUKSEN VAIKUTUS LUMI- JA ROUTASUHTEISIIN NUORESSA TURVEMAAN MÄNNIKÖSSÄ

JUHANI PÄIVÄNEN

SUMMARY:

THE EFFECT OF THINNING ON THE SNOW COVER AND SOIL FROST CONDITIONS IN A YOUNG SCOTS PINE STAND ON DRAINED PEAT

Saapunut toimitukselle 2. 4. 1973

Tutkimuksessa tarkastellaan, miten toisaalta eriaisteiset harvennukset ja avohakkuu ja toisaalta välillisesti metsänlannoitus vaikuttavat noin 55-vuotiaan turvemaan männikön lumi- ja routasuhteisiin. Tutkimuksen perusteella voidaan todeta, että vasta voimakas harvennus (60 % alkuperäisestä kuutiomäärästä) ja avohakkuu ovat merkitsevästi lisänneet lumen syvyyttä ja vesiarvoa. Lannoitus ei pienentänyt maahan kertyvän lumen määrää olennaisesti. Tutkimustalvina routaa ei joko esiintynyt tai sen syvyys oli pienempi avohakatulla koealalla kuin muilla koealoilla. Tämä selittyy lähinnä lumen syvyyseroilla.

JOHDANTO

Erilaisten metsiköiden lumisuhteita on Suomessa tutkittu useassa eri yhteydessä (esim. KAITERA 1939, YLI-VAKKURI 1960, SEPPÄNEN 1961, MUSTONEN 1965). Selvitettäessä metsänhoidollisten käsittelyjen vaikutuksia metsäojitettujen alueiden hydrologiaan ovat lumimittaukset saaneet kuitenkin tois-taiseksi varsin vähän huomiota osakseen. Harvennetulla ja avohakatulla alueella lumen syvyyden on tosin todettu olevan suuremman kuin käsittelemättömällä alueella (HEIKURAINEN 1967, s. 27) ja lumen suhteellisen syvyyden on myös voitu havaita suurenevan harvennuksen ja avohakkuun vaikutuksesta (HEIKURAINEN ja PÄIVÄNEN 1970, s. 12), mutta lumen vesiarvoon ei näissä tutkimuksissa ole kiinnitetty huomiota. Kuitenkin nimenomaan lumipeitteen vesiarvoa ja sen muutoksia metsänhoidollisten toimenpiteiden ansiosta tarvittaisiin hydrologisissa tarkasteluissa.

Käsillä oleva kirjoitus on jatkoa HEIKURAISEN ja PÄIVÄSEN (1970) ja PÄIVÄSEN (1972) selvityksille harvennuksen, avohakkuun ja lannoituksen vaikutuksista ojitetun suon vesioloihin. Näissä tutkimuksissa pääpaino oli kasvukaudenaikaisissa hydrologisissa muutoksissa, kun taas tässä kirjoituksessa tehdään selkoa lähinnä lumen syvyydestä ja vesiarvosta sekä roudasta.

KOEKENTÄ

Koekentän tarkka kuvaus on suoritettu jo aikaisemmin (ks. HEIKURAINEN ja PÄIVÄNEN 1970), joten tässä selostetaan ainoastaan lumimittausten kannalta oleelliset seikat. Vuonna 1966 rajoitettiin seitsemän koealan sarja noin 50 vuotta vanhalle varsinaisen saranevan ojitusalueelle, jonka puusto oli jokseenkin tasaikäistä männikköä. Koealojen koko on 30 × 40 m ja vaipan leveys vähintään 5 m. Vaikka alue pyrittiin valitsemaan mahdollisimman tasarakenteisesta ojitusalueen metsiköstä, puuston kuorelliset kuutiomäärät vaihtelivat perustamisvaiheessa eri koealoilla 61—122 m³:iin. Erityisesti kasvukauden aikaisissa mittauksissa sovellettiin kalibrointikausi—vertailukoeala -menetelmää. Kalibrointikauden muodostavat vuodet 1966 ja 1967. Talvella 1968 suoritettiin hakkuut ja toukokuun alussa lannoitukset. Koealoit-tain olivat suoritettut toimenpiteet seuraavat:

Koeala	Käsittely
1	Vertailukoeala
2	Lannoitus, 600 kg/ha (NPK, 14—18—10)
3	Harvennus, 20 % alkuperäisestä kuutiomäärästä
4	» 40 % » »
5	» 60 % » »
6	Avohakkuu
7	Lannoitus, 600 kg/ha (NPK, 14—18—10)

SUORITETUT MITTAUKSET

Kalibrointikauden aikana suoritettiin lumen syvyyden havaintoja kolmen kiinteän lumisauvan avulla kullakin koealalla talvella 1967. Käsittelyjen jälkeen havainnoitiin lumen syvyyttä myös talvella 1969 ja 1970. Tulokset on esitetty lumen suhteellisen syvyyden muutoksina (ks. HEIKURAINEN ja PÄIVÄNEN 1970). Lumen vesiarvo ja routa jäivät tässä vaiheessa huomiotta.

Lumihavainnointia jatkettiin talvina 1971 ja 1972, jolloin myös lumen vesiarvo ja routa sisällytettiin mittauksiin. Talvella 1971 suoritettiin lumen syvyyden, vesiarvon ja roudan syvyyden mittaukset viidestä pisteestä kullakin koealalla. Lumen syvyys mitattiin jäykällä metallimittakepillä senttimetrin

tarkkuudella. Lumen vesiarvon määrittäminen suoritettiin Korhonen—Melander-lumivaa'alla (ks. KORHONEN 1923, s. 9), jonka näytteenottolieriön poikkipinta-ala on 100 cm^2 ja korkeus 50 cm (kuva 1). Kiinteän routakerroksen alkamis- ja päättymissyvyys määritettiin routaraudalla (ks. WÄRE 1947, s. 55). Mittaukset suoritettiin määrävällein koealan halkaisijan suuntaiselta linjalta. Kullakin mittauskerralla ensimmäinen havaintokohta valittiin siten, että mittaukset voitiin aina suorittaa aikaisemmilla mittauskerroilla koskemattomaksi jääneestä paikasta.

Talvea 1972 varten mittausmenetelmiä paranneltiin. Syksyllä ennen lumen tuloa ja maan routaantumista kullekin koealalle asetettiin 25 kiinteää, asteikolla varustettua lumisauvaa viiteen riviin siten, että niiden etäisyys toisistaan oli viisi metriä. Kiinteitä lumisauvoja ovat metsiköiden lumisuhteita selvitellessään käyttäneet Suomessa mm. SIREN (1955), YLI-VAKKURI (1960), SEPPÄNEN (1961) ja LEIKOLA (1969). Lumen syvyys mitattiin myös täysin aukealla, tasaisella paikalla (urheilukenttä) noin 7 kilometrin päässä koekentältä viiden kiinteän lumisauvan avulla. Kullakin havaintokerralla määritettiin myös lumen vesiarvo viidestä pisteestä.

Jos lumen syvyys on yli 50 cm, on luminäyte vesiarvon määrittämiseksi otettava useassa erässä käytettäessä normaalia lumivaakaa. Tämä luonnollisesti lisää virhemahdollisuuksia ja hidastaa työskentelyä, minkä vuoksi tutkimusta varten valmistettiin 100 cm:n pituinen ja poikkipinta-alaltaan 100 cm^2 :n suuruinen näytteenottolieriö. Lumivaa'an juoksupainoon tehtiin irrotettava lisäpaino, jonka avulla lumivaaka saatiin pidennetyllä lieriöllä tasapainoon. Lumen vesiarvoa osoittava asteikko kalibroitiin pidennettyä lieriötä ja lisäpainolla varustettua juoksupainoa varten. Pidennetyt lieriöt ja lisäpainon valmisti Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen hienomekaaninen työpaja. Talvella 1972 mitattiin lumen vesiarvot kunkin koealan halkaisijalta viidestä mittauspisteestä. Jos lumen syvyys oli alle 50 cm, käytettiin normaalia lumivaakaa, muutoin pidennettyä sylinteriä ja lisäpainoa (kuva 2).

Mitattaessa roudan syvyyttä routaraudan avulla havainnointikohtaa on joka kerta vaihdettava. Roudan muodostuminen, syvyys ja sulaminen riippuvat kuitenkin suon pienmuodoista ja pintakasvillisuudesta (esim. EUROLA 1968), joten tuloksiin tulee hajontaa. Tämän vuoksi harkittiin muiden, lähinnä epäsuorien mittausapojen käyttömahdollisuuksia; esim. vastusperiaate, lämpötilan mittaaminen, 'Frostmeter' eli sarja särkyviä lasipulloja (ks. SARTZ 1967). Kaikkien näiden soveltaminen turvealustan roudan mittaamiseen vaikutti kuitenkin hankalalta. Sitä vastoin metyleenisiniliuosta sisältävän routaputken käyttö näytti kirjallisuustietojen mukaan helpolta ja luotettavalta (GANDAHN 1956, SOVERI ja JOHANSSON 1966, PATRIC ja FRIDLEY 1969). Tämä routamittari muodostuu kahdesta sisäkkäisestä muoviputkesta, joista ulompi toimii turpeeseen työnnettynä suojaputkena ja sisempi asteikolla varustettuna mittausputkena, jossa on metyleenisiniliuosta ja sentti-



Kuva 1. Lumen vesiarvon määrittäminen Korhonen-Melander-lumivaa'alla (ks. KORHONEN 1923, s.9).
Fig. 1. Measuring the water equivalent of snow with a Finnish standard snow sampler and balance (see KORHONEN 1923, p. 9).

Kuva 2. Tutkimusta varten teetetty pidennetyllä näytteenottolieriöllä ja lisäjuoksupainolla varustettu lumivaaka.

Fig. 2. Sampling cylinder, specially constructed for measurement of the water equivalent of snow when the snow depth exceeds 0.5 m.

metriasteikko maan pinnasta alaspäin. Sisempi putki on lisäksi varustettu sisäänsovitetulla ohuella kumiletkulla putken rikkoutumisen estämiseksi veden jäätyessä. Värjätty vesi menettää väriänsä jäätyessään. Suojaputkesta havaintohetkellä ylös nostetusta mittaputkesta nähdään jäätyneen ja sulan veden raja eli routaraja värierona. Menetelmän etuna on, että mittaukset voidaan tehdä samasta pisteestä lumipeitettä rikkomatta. Talvella 1972 suoritettiin routamittaukset edellä kuvatuilla routaputkilla, joita oli kaksi kappaletta kullakin koealalla. Routaputket valmisti Vesihallituksen Helsingin vesipiirin korjaamo Järvenpäässä. Myöhemmin on tätä routaputkea ryhdytty valmistamaan myös Saksassa nimellä 'Frostmessröhre Gahrenberg' (BRECHTEL 1972).

LUMEN SYVYYS JA VESIARVO

Lumen syvyyden ja vesiarvon aritmeettiset keskiarvot on esitetty taulukoissa 1–4 koealoittain ja mittauskerroittain. Keskiarvojen välisiä eroja testattiin Tukeyn menetelmällä. Keskiarvot, jotka eivät poikkea merkitsevästi toisistaan, on yhdistetty lukujen alla olevilla viivoilla. Lumen syvyyden ja vesiarvon ajallinen kehitys eräillä koealoilla nähdään myös kuvasta 3.

Eri tavoin käsiteltyjä koealoja keskenään vertailtaessa havaitaan, että lumen syvyys ja vesiarvo ovat yleensä suurempia hakkuilla käsitellyillä ja pienempiä lannoitetuilla koealoilla kuin vertailukoealalla. Hajonta on kuitenkin niin suurta, etteivät läheskään kaikki erot ole merkitseviä. Avohaka-

Taulukko 1. Lumen keskimääräinen syvyys (cm) koealoittain talvella 1971. Keskiarvot, jotka eivät poikkea toisistaan merkitsevästi, yhdistetty viivoilla.

Table 1. Average snow depth (cm) in different sample plots in the winter of 1971. The figures united by a line do not differ significantly from each other.

Koeala N:o Sample plot	7	2	1	3	4	5	6
Toimenpide Treatment	Lannoi- tettu Fertilized	Lannoi- tettu Fertilized	Vertailu Control	Harv. 20 % Thinn., 20 %	Harv. 40 % Thinn., 40 %	Harv. 60 % Thinn. 60 %	Avo- hakattu Clear-cut
Päivämäärä Date							
25/2 – 71	32	43	40	47	44	55	75
11/3	46	47	52	58	58	63	84
23/3	48	55	56	63	62	70	91
5/4	44	49	53	55	54	63	83
13/4	31	34	38	44	42	52	66
19/4	23	23	25	29	29	36	48
27/4	8	28	26	21	20	25	42
4/5	4	11	13	12	9	7	19

Taulukko 2. Lumen keskimääräinen vesiarvo (mm) koealoittain talvella 1971.
Table 2. Average water equivalent of the snow cover (mm) in the winter of 1971.

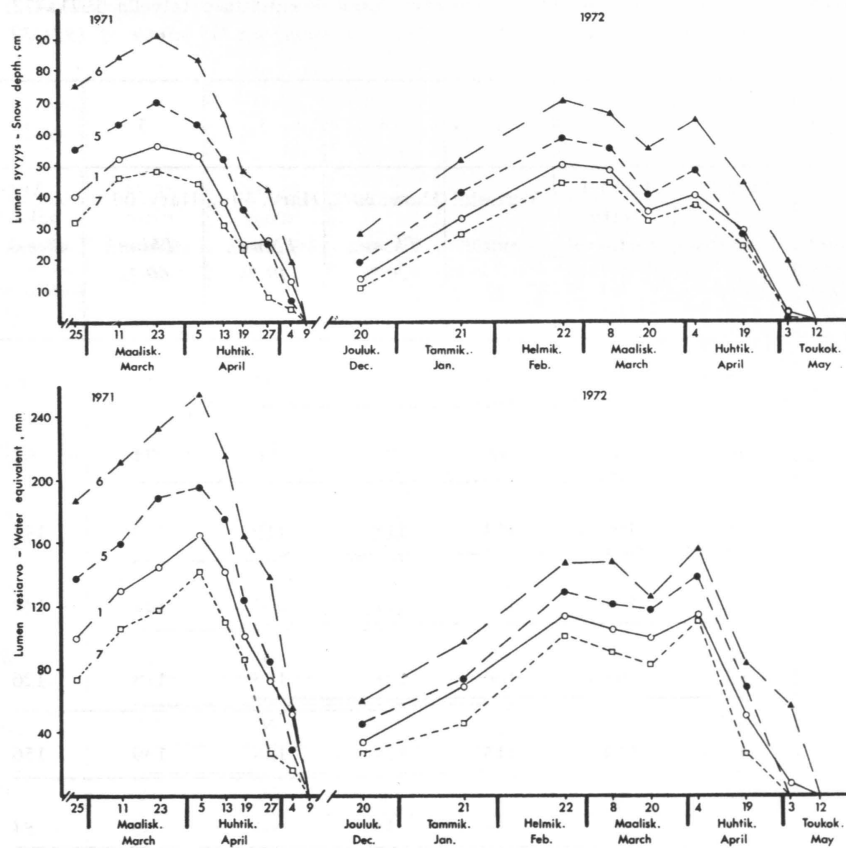
Koeala N:o Sample plot	7	2	1	3	4	5	6
Toimenpide Treatment	Lannoi- tettu Fertilized	Lannoi- tettu Fertilized	Vertailu Control	Harv. 20 % Thinn., 20 %	Harv. 40 % Thinn., 40 %	Harv. 60 % Thinn., 60 %	Avo- hakattu Clear-cut
Päivämäärä Date							
25/2 – 71	74	101	100	126	111	138	187
11/3	106	117	130	139	132	160	211
23/3	118	141	145	150	154	189	232
5/4	142	156	165	173	170	196	254
13/4	110	122	142	155	149	176	215
19/4	86	89	101	102	109	124	164
27/4	27	79	73	69	66	85	138
4/5	16	38	52	48	37	29	56

Taulukko 3. Lumen keskimääräinen syvyys (cm) koealoittain talvella 1971–72.
Table 3. Average snow depth (cm) in the winter of 1971/72.

Koeala N:o Sample plot	7	2	1	3	4	5	6
Toimenpide Treatment	Lannoi- tettu Fertilized	Lannoi- tettu Fertilized	Vertailu Control	Harv. 20 % Thinn., 20 %	Harv. 40 % Thinn., 40 %	Harv. 60 % Thinn., 60 %	Avo- hakattu Clear-cut
Päivämäärä Date							
20/12 –71	11	14	14	14	13	19	28
21/1 –72	28	33	33	34	34	41	51
22/2	44	48	50	51	51	58	70
8/3	44	48	48	50	49	55	66
20/3	32	36	35	35	37	40	55
4/4	37	41	40	41	43	48	64
19/4	24	29	29	25	28	28	44
3/5	3	6	3	1	2	1	19

Taulukko 4. Lumen keskimääräinen vesi-arvo (mm) koealoittain talvella 1971–72.
Table 4. Average water equivalent of the snow cover (mm) in the winter of 1971/72.

Koeala N:o Sample plot	7	2	1	3	4	5	6
Toimenpide Treatment	Lannoi- tettu Fertilized	Lannoi- tettu Fertilized	Vertailu Control	Harv. 20 % Thinn., 20 %	Harv. 40 % Thinn., 40 %	Harv. 60 % Thinn., 60 %	Avo- hakattu Clear-cut
Päivämäärä Date							
20/12 –71	27	33	34	40	44	46	60
21/1 –72	46	65	69	70	66	74	97
22/2	101	109	114	118	119	129	147
8/3	91	104	105	107	107	121	148
20/3	83	93	100	108	103	118	126
4/4	111	119	115	124	128	139	156
19/4	27	55	51	44	65	69	84
3/5	0	19	8	5	16	0	57



Kuva 3. Lumen syvyyden ja vesiarvon ajallinen kulku vertailukoelalla (1), voimakkaasti harvennetulla (poistettu 60 % alkuperäisestä kuutiomäärästä, koela 5), avohakatulla (6) ja lannoitetulla koelalla (7).

Fig. 3. Depth and water equivalent of the snow cover during the winter in the control plot (1), the heavily thinned plot (removal 60 % of volume, sample plot 5), the clear-cut plot (6) and the fertilized plot (7).

tulla koelalla lumen syvyys ja vesiarvo ovat lumen kerääntymisvaiheen aikana aina merkittävästi suuremmat kuin muilla koelajoilla. Vuonna 1971 aina maaliskuun lopulle ja vuonna 1972 yhtä mittauskertaa lukuunottamatta huhtikuun alulle saakka voimakkaasti harvennetulla (60 % alkuperäisestä kuutiomäärästä) koelalla sekä lumen syvyys että vesiarvo ovat merkittävästi suuremmat kuin vertailukoelalla. Näyttää myös siltä, että erityisesti talvella 1972 toisella lannoitetuista koelajoista (koela 7) lumen syvyys ja vesiarvo ovat olleet merkittävästi pienempiä kuin lievästi harvennetuilla (20 ja 40 % alkuperäisestä kuutiomäärästä) koelajoilla ja usein myös pienempiä kuin vertailukoelalla. Muita systemaattisia eroja ei ole havaittavissa.

Talvella 1972 suoritettiin lumen syvyyden ja vesiarvon mittauksia myös täysin aukealla, tasaisella alueella. Seuraavassa asetelmassa esitetään lumen suhteellinen vesiarvo käsittelemättömällä (1), voimakkaasti harvennetulla (5) sekä avohakatulla koelalla (6), kun aukealla mitattua vesiarvoa merkitään sadalla.

Päivämäärä Date	(1) Vertailu Control	(5) Harv. 60 % Thinn., 60 %	(6) Avohakattu Clear-cut	Aukea ala Open area
21/1	96	103	135	100
22/2	90	102	116	100
8/3	85	98	120	100
20/3	89	104	112	100
4/4	89	107	120	100

Voidaan havaita, että harventamattomassa männikössä lumen vesiarvo on aina pienempi, mutta voimakkaasti harvennetussa suurempi ja metsänaukossa huomattavasti suurempi kuin aukealla. Samansuuntaisia tuloksia ovat esittäneet KORHONEN (1926, s. 8), KAITERA (1939, s. 58), SEPPÄNEN (1961, s. 27) ja MUSTONEN (1965, s. 23). SEPPÄNEN (1965, s. 160) arvion mukaan tuulenpyörteiden lunta keräävä vaikutus on keskimäärin suurin sellaisissa metsänaukoissa, joiden läpimitta on noin 40 metriä. Tässä tutkimuksessa avohakatun koalan koko vaipoinen oli noin 50 × 50 metriä. Väärinkäsityksen vuoksi ei huhtikuun 19. päivänä lumihavaintoja suoritettu aukealla samana päivänä kuin koalueella, joten metsikkökoalojen lumisuhteita ei voida verrata aukean alan arvoihin sulamistapahtuman tässä vaiheessa. Toukokuun kolmantena oli lumipeite kadonnut jo aukealta, vaikka koalueen koaloista avohakatulla oli vielä runsaasti lunta ja muillakin koaloilla sitä esiintyi (taulukot 3 ja 4) (vrt. myös KAITERA 1939, s. 70, YLI-VAKKURI 1960, s. 40).

Lumen sulamisvaiheen aikana eri tavoin käsiteltyjen koalojen lumisuhteet tasoittuvat. Näyttää kuitenkin siltä, että voimakkaasti harvennettu koela (5) menettää paksun lumipeitteensä muita nopeammin (ks. kuva 3). Myös SEPPÄNEN (1961, s. 37) on havainnut, että sulamiskauden lopussa lumen vesiarvon pieneneminen on nopeampaa harvoissa kuin tiheissä mäntyvaltaisissa metsissä.

LUMEN SUHTEELLISEN SYVYYDEN MUUTOS

Edellä esitetyt tiedot lumen syvyydestä ja vesiarvosta eri tavoin käsitellyillä koaloilla eivät sinänsä kerro itse toimenpiteiden aiheuttamia eroja. Kalibrointikauden aikana ei suoritettu lumen vesiarvon määrittäksiä. Tämän vuoksi seuraavassa tarkastelussa joudutaan tyytymään lumen syvyyden muutosten selvittelyyn.

Kokemäenjoen vesistöalueen Näsijärvellä lumipeitteen vesiaron maksimit ja niiden sattumisajankohdat kalibrointikautena ja kahtena viimeisenä mittaustalvena olivat seuraavat (Hydrologinen vuosikirja 1967—1968 ja vesihallituksen ennakkotiedonanto):

1967, maaliskuun 3.	117 mm
1971, huhtikuun 1.	158 »
1972, huhtikuun 1.	119 »
Keskim. 1931—60, maaliskuun 21.	104 »

Näitä lumipeitteen vesiaron maksimin sattumisajankohtia lähimpänä olevat mittauskerrat valittiin tarkastelun kohteiksi. Voidaan havaita, että lumipeitteen vesiaron maksimi sattuu koealueella mittauskertojen rajoissa samaan ajankohtaan kuin vesistöalueella keskimäärin (vrt. kuva 3). Kullakin mittauskerralla saadut keskimääräiset lumen syvyydet laskettiin koealoittain prosenteiksi vertailukoealan (1) vastaavasta arvosta. Lumen suhteelliset syvyydet ennen ja jälkeen toimenpiteiden suorittamisen olivat seuraavat:

	(7) Lann. Fert.	(2) Lann. Fert.	(3) Harv. 20 % Thinn., 20 %	(4) Harv. 40 % Thinn., 40 %	(5) Harv. 60 % Thinn., 60 %	(6) Avohak. Clear-cut
5/4 —71	83	93	104	102	119	157
7/3 —67	100	102	106	100	97	95
Erotus	-17	-9	-2	+2	+22	+62
<i>Difference</i>						
4/4 —72	84	103	103	108	120	160
7/3 —67	100	102	106	100	97	95
Erotus	-16	+1	-3	+8	+23	+65
<i>Difference</i>						

Havaitaan, että voimakas harvennus on lisännyt lumen syvyyttä noin 22 % ja avohakkuu peräti 63 %. Viime mainitun kohdalla on muistettava, että kyseessä on metsään hakattu aukko eikä suuri aukea ala. Lannoituksen lumen syvyyttä pienentävä vaikutus ei ole yhtä kiistaton. Aikaisemmin samalta koekentältä esitetyt tulokset ovat hyvin samantapaiset (HEIKURAINEN ja PÄIVÄNEN 1970, s. 12), joskin lumipeitteen vesiaron maksimin sattumisajankohdan käyttäminen korostaa oikeutetusti tässä esitettyjä voimakkaan harvennuksen ja avohakkuun vaikutuksia.

Suomessa ei ole tähän mennessä suoritettu muita tutkimuksia, joissa kalibrointiaikaa ja vertailukoealaa käyttämällä olisi pyritty selvittämään metsänhoidollisten toimenpiteiden vaikutuksia maahan kerääntyvään lumimäärään. Coloradossa suoritetuista tutkimuksista mainittakoon, että tiheäh-

kössä, nuorena Murrayn männikössä lievä harvennus on lisännyt kerääntyvää lumimäärää 17 % ja voimakas harvennus 23 % (GOODELL 1952). Varttuneessa Murrayn männikössä (kuutiomäärä 168 m³/ha) koko tukkipuuston hakkuun on todettu lisäävän maahan kerrostuvan lumen määrää 29 % (GOODELL 1959).

ROUDAN SYVYYS

Kumpikaan talvi ei ollut erityisen edullinen routatutkimusten kannalta, koska turvemaan routautuminen koealueella oli erittäin vähäistä. Tämä johtuu luonnollisesti siitä, että lumipeite tuli ennen kovia pakkasia. Talvella 1971 suurimmat erot roudan syvyydessä olivat toisen lannoitetun (7) ja avohakatun (6) koealan välillä, edellisellä roudan syvyys oli keskimäärin 9 cm ja jälkimmäisellä 2 cm. Näiden koealojen väliset routaerot olivat eri mittauskerroilla yleensä aina merkitsevät. Muilla koealoilla roudan syvyys asetui edellisten väliin eikä systemaattisia eroja voitu havaita. Routa sulii kaikilta koealoilta toukokuun 15. päivään mennessä.

Talvella 1972 routaa ei esiintynyt lainkaan vahvasti harvennetulla (5) eikä avohakatulla (6) koealalla ja muillakin koealoilla roudan paksuus vaihteli ainoastaan 0—6 cm:iin eri mittauskerroilla. Routa oli sulanut kaikilta koealoilta toukokuun 3. päivään mennessä.

Roudan muodostumiseen vaikuttaa lumipeitteen muodostumisajankohdan ja lumen syvyyden (ks. MUSTONEN 1965, s. 29) lisäksi turvemaassa pohjavesipinnan syvyys. Siten saatu tulos, jonka perusteella routaa ei joko esiintynyt tai sen syvyys oli pienempi avohakatulla koealalla kuin muilla koealoilla, vaikuttaa luonnolliselta. Maan routasuhteet vaihtelevat suuresti riippuen talven lumi- ja pakkasuhteista, eikä tutkimustalvien, jotka sattuivat olemaan vähärouhtaisia, perusteella voida tehdä pitkälle meneviä yleistyksiä turvemaissa esiintyvistä roudasta eri tavoin käsitellyissä mäntymetsäissä.

PÄÄTELMÄT

Mittaukset osoittivat, etteivät normaalit harvennukset ole sanottavasti lisänneet metsikköön kertyvän lumen määrää. Vasta voimakas harvennus, jossa on poistettu 60 % alkuperäisestä kuutiomäärästä, tai avohakkuu ovat huomattavasti lisänneet lumen syvyyttä ja vesi-arvoa. Viimeksi mainitut toimenpiteet suurentavat siis maahan tulevaa vesimäärää. Samansuuntaiseen tulokseen päädyttiin kasvukauden aikana suoritettujen metsikkösadan mittauksen perusteella (HEIKURAINEN ja PÄIVÄNEN 1970). Valittaessa metsänhoidollisia toimenpiteitä ojitusalueilla näyttäisi siten olevan syytä välttää radikaaleja kasvatushakkuita, jottei kasvavan puuston edullinen vaikutus maan vesioloihin heikkenisi.

Toisaalta on todettava, että lumipeite katoaa keväällä nopeammin harvennetusta metsiköstä kuin hakkuin käsittelemättömästä. Edelleen hakkuin käsitellyssä metsikössä paksu lumipeite suojaa maata roudalta. Nämä ekologisesti edulliseen suuntaan vaikuttavat seikat lienevät kuitenkin merkitykseltään vähäisempiä kuin edellä mainittu kuivatusolojen heikkeneminen.

Lannoituksen maahan kertyvän lumen määrää välillisesti pienentävä vaikutus ei muodostunut merkitseväksi.

KIRJALLISUUTTA

- BRECHTEL, H. M. 1972. Forsthydrologische Forschungsprojekte in Hessen. Sonderdruck aus der geplanten Informationsschrift II der Hessischen Staatsforstverwaltung. (Hess. Forstlichen Versuchsanstalt, Inst. Forsthydrologie, 351 Hann. Münden).
- EUROLA, S. 1968. Über die Ökologie der nordfinnischen Moorvegetation im Herbst, Winter und Frühling. Ann. Bot. Fenn. 5, 83–97.
- GANDAHN, R. 1956. Tjälgränsmätare. Svenska Vägföreningens tidskrift Nr. 2, 63.
- GOODELL, B. C. 1952. Watershed management aspects of thinned young lodgepole pine stands. J. For. 50, 374–378.
- » — 1959. Management of forest stands in western United States to influence the flow of snow-fed streams. Symp. of Hannoversch-Münden 8–14 Sept. 1959, Vol. I, 49–58.
- HEIKURAINEN, L. 1967. Hakkuun vaikutus ojitettujen soiden vesitalouteen. Summary: On the influence of cutting on the water economy of drained peat lands. Acta For. Fenn. 82.2.
- » — ja PÄIVÄNEN, J. 1970. The effect of thinning, clear cutting, and fertilization on the hydrology of peatland drained for forestry. Ibid. 104.
- Hydrologinen vuosikirja 1967–1968. Tie- ja vesirakennushallitus, hydrologinen toimisto, Helsinki.
- KAITERA, P. 1939. Lumen kevätulamamisesta ja sen vaikutuksesta vesiväylien purkautumissuhteisiin Suomessa. Maataloushallituksen kulttuuritekn. tutk. 2.
- KORHONEN, W. W. 1923. Beobachtungen über die Dichte der Schneedecke in verschiedenartigem Gelände und in verschiedenen Tiefen. Mitt. Meteorologischen Zentralanstalt finnischen Staates 11.
- » — 1926. Ein Beitrag zur Kritik der Niederschlagsmessungen. Ibid. 16.
- LEIKOLA, M. 1969. The influence of environmental factors on the diameter growth of forest trees. Auxanometric study. Acta For. Fenn. 92.
- MUSTONEN, S. E. 1965. Ilmasto- ja maastotekijöiden vaikutuksesta lumen vesiarvoon ja roudan syvyyteen. Summary: Effect of meteorologic and terrain factors on water equivalent of snow cover and on frost depth. Ibid. 79. 1.
- PATRIC, J. H. ja FRIDLEY, B. D. 1969. A device for measuring soil frost. U. S. For. Serv. Res. Note NE-94.
- PÄIVÄNEN, J. 1972. The effect of fertilization on throughfall and ground water table in peatlands drained for forestry. Proc. 4th Int. Peat Congr., Vol. III, 469–477.
- SARTZ, R. S. 1967. A test of three indirect methods of measuring depth of frost. Soil Sci. 104, 273–278.
- SEPPÄNEN, M. 1961. On the accumulation and the decreasing of snow in pine dominated forest in Finland. Fennia 86.
- » — 1965. Erisuuruisten metsänaukkojen lumipeitteestä. Metsät. aikakausl. 82, 159–160.

- SIRÉN, G. 1955. The development of spruce forest on raw humus sites in northern Finland and its ecology. Acta For. Fenn. 62. 4.
- SOVERI, U. ja JOHANSSON, S. 1966. Havainnot lumesta raivatun maan routaantumista ja sulamisesta Suomessa v. 1958–1964. Summary: Observations on freezing and thawing of soil cleared of snow in Finland in 1958–1964. State Inst. Techn. Res., Finland 107.
- WÄRE, M. 1947. Maan vesisuhteista ja viljelyskasvien sadoista Maasojan vesitaloudellisella koekentällä vuosina 1939–1944. Feferat: Über die Wasserverhältnisse des Bodens und die Erträge von Kulturpflanzen auf dem wasserwirtschaftlichen Versuchsfeld Maasoja in den Jahren 1939–1944. Maa- ja vesitekn. tutk. 5.
- YLI-VAKKURI, P. 1960. Metsiköiden routa- ja lumisuhteista. Summary: Snow and frozen soil conditions in the forest. Acta For. Fenn. 71. 5.

Vesihallituksen ennakkotiedonanto valmisteilla olevasta hydrologisesta vuosikirjasta 1971–1972, suullinen.

SUMMARY:

THE EFFECT OF THINNING ON THE SNOW COVER AND SOIL FROST CONDITIONS IN A YOUNG SCOTS PINE STAND ON DRAINED PEAT

The paper describes the results obtained from an investigation into the effect of thinning cuttings of different intensity and of fertilizer application on the depth and water equivalent of the snow cover as well as on the depth of the soil frost in a young Scots pine (*Pinus silvestris*) stand growing on drained peat.

The study was performed in a peatland area in Central Finland (61°50'N; 24°20'E), and the hydrological determinations involved were initiated in 1966 (cf. HEIKURAINEN and PÄIVÄNEN 1970). Thinning and fertilizing of the sample plots were carried out in 1968 as follows:

Sample plot	Treatment
1	Control
2	Fertilizer application, May 1968, N-P ₂ O ₅ -K ₂ O, 14–18–10
3	Thinning, January 1968, 20 % of volume
4	» » » 40 » » »
5	» » » 60 » » »
6	Clearcutting, January 1968
7	Fertilizer application, May 1968, N-P ₂ O ₅ -K ₂ O, 14–18–10

The aforementioned study by HEIKURAINEN and PÄIVÄNEN (1970) gave only little information about the snow conditions created through the different treatments employed. Therefore, the measurements on the snow cover, amended with determinations on the water equivalent of the snow and the depth of the soil frost, were continued during the winters of 1970/71 and 1971/72.

In the winter 1970/71 the depth of the snow cover was determined using a graduated measuring rod, and the water equivalent of the snow with a Finnish snow sampler (cf. KORHONEN 1923, p. 9 and Fig. 1). The depth of the soil

frost was measured using a frost penetrometer (WÄRE 1947, p. 55). These measurements were made in five points in each sample plot. The methods used for measurements were improved for the winter of 1971/72. In each sample plot a total of twenty-five graduated snow depth stakes were set up for permanent use. In cases when the depth of the snow cover exceeded 50 cm, a longer snow sampler, specifically constructed for the present study, was used (Fig. 2). The depth of the soil frost was determined using two permanent frost tubes (cf. GANDAHL 1956, SOVERI and JOHANSSON 1966, PATRIC and FRIDLEY 1969) in each sample plot. This frost tube is available in Central Europe under the commercial name «Frostmessröhre Gahrenberg» (BRECHTEL 1972). For comparison the depth and the water equivalent of the snow cover were also measured in a treeless area in the winter of 1971/72.

Tables 1—4 and Fig. 3 show the results obtained from the snow measurements made in the sample plots. In the period during which snow accumulated on the ground, the values of both the depth and the water equivalent of the snow cover were significantly higher in the case of the clear-cut and heavily thinned sample plots than in the other plots. In the case of the unthinned pine stand, the water equivalent of the snow was lower than in the open, whereas, in the case of the heavily thinned stand it was higher, and in the case of the clear-cut sample plot even much higher than in the open control area (see p. 123). The relative snow depth at the time when maximum water equivalent of the snow was reached showed a considerable increase in the heavily thinned and the clear-cut stands in comparison with the corresponding snow depth values during the calibration period prior to treatment (see p. 124). The indirect effect of fertilizer application in the form of an increase in the canopy density on the depth and the water equivalent of the snow cover was insignificant.

In the clear-cut sample plot, soil frost was either not found at all, or the depth of the frozen layer was smaller than the other plots of the study. This is explained by the greater depth of the snow cover and by the higher ground water table in this plot (HEIKURAINEN and PÄIVÄNEN 1970).

When deciding on the silvicultural measures to be taken in the case of tree stands growing on drained peat, there seems to be reason to avoid radical thinnings. Otherwise, the favorable influence of the trees growing on a site on its water relationships will be diminished.