

HAVAINTOJA LATVAKASVAINTEN PAKKASVAURIOISTA KUUSEN TAIMISTOISSA ITÄ-SAVOSSA

PAAVO YLI-VAKKURI

SUMMARY:

ON WINTER FROST DAMAGES TO THE LEADERS OF SPRUCE SAPLINGS IN
EASTERN SOUTH-FINLAND

Saapunut toimitukselle 12. 3. 1971

Kirjoittaja havaitsi keväällä 1969 Säämingin kunnan Ahvensalmen kylässä verhopuuston alla kasvavassa, 20-vuotisessa kuusen taimistossa talven jäljeltä runsaasti neulastoltaan ruskeita latvakasvaimia. Myöhemmin kasvaimet osittain tai kokonaan kuolivat tai menettivät vain latvasilmunsa tai neulastonsa. Itä-Savon alueelle kohdistunut tiedustelu osoitti, että sama ilmiö oli pantu merkille paikoin muuallakin. Vaurioita esiintyi suhteellisesti runsaimmin välittömästi lumirajan yläpuolella olevassa vyöhykkeessä. Vauriot korjaantuivat varsin nopeasti, mutta silti ne merkitsivät pituuskasvun hidastumista. Havaitut vauriot ovat ilmeisesti pakkasen aiheuttamia talvikautena 1968—69. Pakkasvaurioiden syntymiseen olosuhteet olivat tällöin suotuisat, sillä kasvukausi 1968 oli epäedullinen ja sitä seurannut talvi ajoittain poikkeuksellisen kylmä.

JOHDANTO

Pituuskasvun häiriöt ovat kuusen taimistoissa varsin yleisiä. JUUTISEN (1962) tutkimissa viljelytaimistoissa joka viidennellä kuusen taimella oli muotovikoja: ranganvaihdoksia, monilatvaisuutta ja mutkia. Hän otaksuu, että ne ovat pääasiallisesti sienten, hallan, pintakasvillisuuden ja hakkuiden aiheuttamia, mutta hän huomauttaa, että muotovian syitä on jälki-inventoinneissa usein vaikea varmasti todeta.

MULTAMÄKI (1942) on osoittanut, että halla saattaa ojitetuilla suomilla pahasti häiritä kuusen taimien kehitystä. Suotuisina kasvukausina hallan tuhot jäävät kuitenkin avosoillakin varsin vähäisiksi (KOSKELA 1970). Kangasmailla hallojen vaikutusta kuusen taimien kehitykseen ei ole kovinkaan yksityiskohtaisesti selvitetty (vrt. KOKKONEN 1921, CAJANDER 1933). Vuosina 1967—68 suoritettu, eri puolille maata ulottunut tutkimus metsänviljelyn antamista tulok-

sista osoitti, että hallan aiheuttamia vaurioita esiintyi hämmästyttävän vähän kuusen taimistoissa (YLI-VAKKURI, RÄSÄNEN & SOLIN 1969). Tämä saanee osittain selityksensä siitä, että kuusen istutusalueilla on yleisesti verhoavaa puustoa, joka tiheänä kasvaessaan suojaa hallalta (vrt. LEIKOLA & PYLKKÖ 1969). Näyttää siltä, että kuusen taimien pituuskasvun häiriöiden syynä ovat pääasiallisesti muut tekijät kuin halla. Koska näitä on kovin puutteellisesti selvitetty ja koska kuusen taimien pituuskasvun häiriöt ovat yleisiä ja vaikutukseltaan merkitseviä, pohdintaa vaurioiden syistä on syytä pitää yllä. Tällöin ei ole syytä unohtaa pakkasvaurioiden osuutta. Toistaiseksi niiden esiintymiseen on Suomessa kiinnitetty varsin vähän huomiota.

LINKOLA (1940) pani merkille pakkasvaurioita monilla kotimaisilla puilla ja pensailla eri puolilla Etelä- ja Keski-Suomessa ankaran talven 1939—40 jälkeen ja havaitsi niitä tällöin myös nuorissa kuusissa. MULTAMÄKI (1942) puolestaan mainitsee, että Nynäsin kartanon mailla lähellä Heinolaa latvialaista alkuperää ollut kuusen taimisto paleltui lumirajan yläpuolelta ja tuhoutui saman pakkas-talven jälkeen. Kotimaista alkuperää olevissa kuusissa hän ilmoittaa esiintyneen tuhoutuneita silmuja. KOSKELA (1970) on todennut ojitetulla avosuolla kuusen taimissa pakkasen aiheuttamia silmuvaurioita ja osoittanut, että niitä voidaan sopivalla lannoituksella vähentää. Muualla, etenkin Saksassa on tehty hyvinkin paljon havaintoja kuusen neulasten, silmujen ja kasvainten syys- ja talvikautista vaurioista (vrt. esim. PFEIFFER 1933, JUNGHANS 1959).

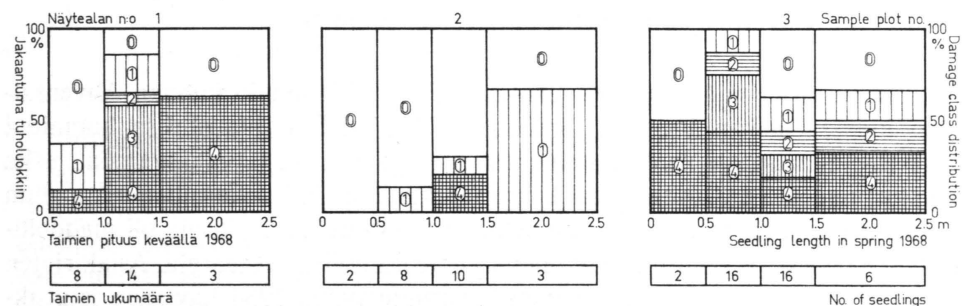
Tämän esityksen tarkoituksena on pohtia pakkasvaurioiden esiintymistä, syntyä ja vaikutusta kuusen taimien kehitykseen kangasmailla niiden vaurioiden perusteella, joita kirjoittajan havaintojen mukaan ilmeni Itä-Savossa talvikauden 1968—69 jälkeen.

HAVAINTOAINEISTO JA TULOKSET

Tämän kirjoittaja havaitsi toukokuussa 1969 Säämingin kunnan Ahvensalmen kylässä olevan Brusilan (Salonpää) tilan kuusen taimistoissa huomiota herättävän runsaasti neulastoltaan ruskeiksi painuneita latvakasvaimia, jotka myöhemmin yleensä osittain tai kokonaan kuolivat ja korvautuivat sittemmin tavanomaiseen tapaan. Istutustaimisto, jossa jatkuvia havaintoja oli mahdollisuus tehdä, käsitti sanotun tilan mailla yhteensä useita hehtaareja. Asiakirjojen mukaan taimisto oli perustettu metsänparannustyönä 1954 käyttäen istutuksessa 2+2-vuotiaita paikallista alkuperää olevia taimia. Istutus oli suoritettu lehtomaisille kangasmailla leppävaltaisten verhopuustojen alle. Taimistossa kasvoi monin paikoin runsaasti vadelmaa. Hakuukautena 1964—65 verhopuustoja oli monin paikoin jonkin verran harvennettu. Syksyllä 1970 istutustaimistosta tutkittiin yksityiskohtaisesti kolme 2 aarin suuruista kohtaa, joissa tällöin vallitsevia olosuhteita kuvaavat seuraavan asetelman tunnuksat:

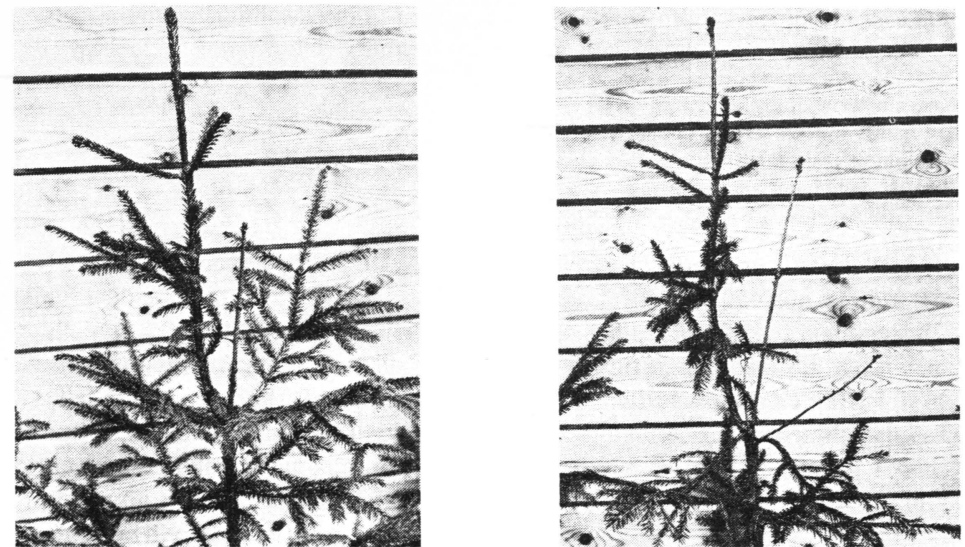
Näytealan numero	1	2	3
Näytealan keskipisteen etäisyys rannasta, m	11	36	25
Verhopuusto			
Ikä, v.	45	45	..
Valtapiuus	16	13	13
Kuutiomäärä, m ³ /ha	150	155	120
Puulajisuhteet, %			
Harmaaleppä	65	95	30
Tervaleppä	30	5	30
Koivu	5	—	40
Latvuston peittävyys, %	90	90	..
Istutustaimisto			
Ikä, v.	20	20	20
Valtapiuus, m	1.9	2.0	2.2
Tutkittuja taimia, kpl	25	23	40

Taimien pituusjakautuma ennen kasvun alkua keväällä 1968 sekä sen jälkeen muodostuneiden latvakasvainten vaurioiden esiintyminen ja laatu ilmenevät kuvasta 1. Etelään antavassa rantalepikössä (näytealat 1 ja 2) vaurioita esiintyi mittausajankohtana eniten yli metrin yltäneissä taimissa. Nimenomaan aivan rantaan rajoittuvalla näytealalla 1 oli kesän 1968 latvakasvaimista vaurioitunut seuraavana talvikautena 82 %, sisempänä metsikössä näytealalla 2 vastaava osuus oli paljon pienempi eli 38 %. Pohjoiseen antavassa metsikössä (näyteala 3) oli eniten tuhoja sellaisissa taimissa, jotka keväällä 1968 kuuluivat pituusluokkaan 0.5—1.0 metriä. Ilmeisesti taimet ovat joutuneet vaaravyöhykkeeseen ylitettyään lumirajan, joka puolestaan saattaa metsiköittäin vaihdella.



Kuva 1. Pakkasvaurioiden esiintyminen ja laatu runsaan verhopuuston alla kasvaneissa kuusen istutustaimistossa. Merkkien selitys: 0 = vuoden 1968 kasvain terve, 1 = kasvaimessa neulastuhoja, 2 = latvasilmusto tuhoutunut, 3 = kasvain osittain kuollut, 4 = kasvain kokonaan kuollut.

Fig. 1. Occurrence and types of winter frost damages in a spruce plantation growing under a dense nurse stand. 0 = shoot of 1968 intact, 1 = needle damages observed, 2 = buds of top dead, 3 = shoot partially dead, 4 = shoot totally dead.



Kuva 2. Vasemmassa kuvassa on nähtävissä vuonna 1968 syntynyt, melkein kokonaan kuollut latvakasvain ja sen korvautuminen sivuversosta syksyyn 1970 mennessä. Oikealla oleva kuva esittää vastaavasti tapausta, jossa latvakasvaimen lisäksi pari sivuhaaraakin on kuollut ja jossa yksi sivuhaara on kehittynyt samalla tavalla pääversoksi. Ranganvaihdoskohdasta laskien uusissa pääversoissa on mukana kolmen vuoden (1968, 1969, 1970) kasvu. Vuoden 1968 kasvu syntyi uuden pääversion ollessa sivuhaarana. Valok. Pentti K. Räsänen.
Fig. 2. Compensation by the fall of 1970 for shoots developed in 1968 and killed by frost in the following winter.

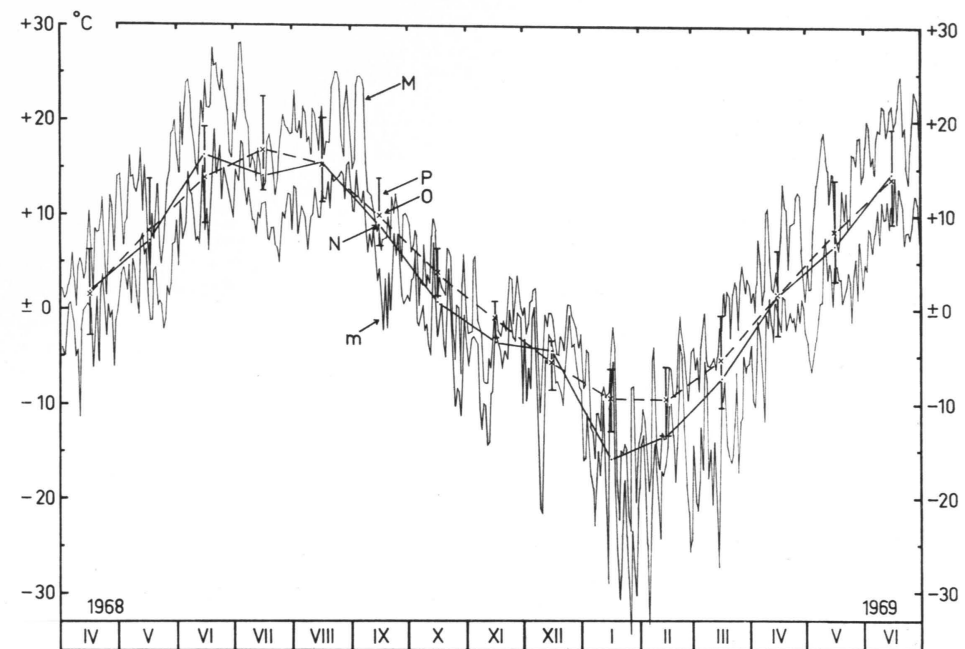
Tuhot olivat kohdistuneet yleensä latvakasvaimen (kuva 2), vain jonkin verran esiintyi tapauksia, joissa myös ylimmät, kesällä 1968 syntyneet sivuverot tai osa niistä olivat vaurioituneet. Rannan tuntumassa näytealalla 1 tällaisia tapauksia oli 24 % taimista. Jos latvakasvaimessa esiintyi vain neulastuhoja, se jatkoi yleensä kasvuaan normaaliin tapaan. Joskus latvakasvaimen aseman ranganvaihdokseen. Uusi pääranka kehittyi tällöin kasvaimen latvassa olevista sivusilmuista. Jos latvakasvaimen yläosa oli kuollut, syntyi uusi latvakasvain tavallisesti kasvaimen tyvellä olevasta oksakiehkurasta. Kokonaan kuollut kasvain korvautui samalla tavalla. Tämä korvautumistapa johti siihen, että vuoden 1968 latvakasvaimen menetyksestä huolimatta kysymyksessä olevalle vuodelle tuli taimen pituuskasvun lisäystä pääversoksi kääntyneen oksan kasvun verran (vrt. kuva 2). Ranganvaihdoksen tapahtuessa oksan kääntymisenä pääversoksi korvautui tuhovuoden kasvusta keskimäärin 69 %. Loppuosa vuoden 1968 pituuskasvun menetyksestä korvautui yleensä seuraavana kasvukautena, joskus vasta sitä seuraavana. Taimen entinen pituus siis tavoitettiin verrattain nopeasti. Normaalista etenevästä pituuskehityksestä vaurioituneet taimet kuitenkin jäivät selvästi jälkeen. Näytealalla 1, jossa esiintyi eri tuhoasteita, oli suhteellinen pituuskehitys seuraavanlaista:

Vuoden 1968 latvakasvain	1967	1968	1969	1970	Menetys 1968—70 cm
Kasvain terve	100	231	190	204	—
Latvakasvaimessa neulastuhoja .	100	209	164	185	8
Kasvain osittain kuollut	100	105	96	159	31
Kasvain kokonaan kuollut	100	111	92	145	55

Laskelman perustana olevaa olettamusta, että latvakasvaimensa menettäneet taimet olisivat kasvaneet vuoden 1967 tasoon verrattuna samalla tavalla kuin terveenä pysyneet ellei kasvain olisi vaurioitunut, tukee se, että kuolleiden kasvainten suhteellinen pituus vuonna 1968 oli sama kuin terveiden eli yli kaksinkertainen edellisen vuoden kasvuun verrattuna. Tarkasteltaessa todellisen kasvun suhteellisia arvoja näyttää siltä, että vauriot ovat selvästi häirinneet taimien pituuskehitystä ja yleensä sitä tuntuvammin, mitä vakavampi vaurio on ollut. Kasvun suhteellinen taso ei ole vielä kahden kasvukauden aikana korjaantunut terveiden taimien mukaiseksi. Pituuskasvun kehitys viittaa siihen, että se voisi kuitenkin tapahtua yleensä jo kolmantena kasvukautena. Kasvutappioksi on tällöin kuitenkin jäänyt hidastuneesta kehityksestä aiheutunut menetys.

Jotta saataisiin tietoja siitä, onko ilmiötä havaittu muuallakin Itä-Savossa, osoitettiin alueen metsätalous- ja metsänhoidon neuvojille asiaa koskeva tiedustelu. Siinä kysyttiin asianomaisilta ensinnäkin, onko heidän toimialueensa jossakin kuusen istutustaimistossa tai nuorena istutuskusikossa viime vuosina esiintynyt talven jäljiltä osittain tai kokonaan kuolleita vuosikasvaimia. Myönteisessä tapauksessa pyydettiin jatkokysymyksiä yksityiskohtaisia tietoja havaituista tapauksista. Tiedustelu antoi 5 myönteistä vastausta, 8 ilmoitti, että ilmiötä ei ole esiintynyt, 11 tiedotti, ettei osaa sanoa asiasta mitään varmaa ja 10 jätti vastaamatta, mikä merkinnee sitä, että ilmiötä ei ole esiintynyt tai sitä ei ole havaittu, koska siihen ei ole osattu kiinnittää huomiota. Myönteisissä vastauksissa ilmeni seuraavaa:

Vastaajan n:o	1	2	3	4	5
Paikkakunta	Savonranta	Sääminki	Parikkala	Sulkava	Rantasalmi
Metsikköjen määrä, joissa ilmiö havaittu .	8	4	3—4	2	2
Talvikausi, jonka jälkeen havaittu	1968—69	1968—69	1968—69	1968—69	1966—67
Taimiston valtapituus, m	1, 1—3	1	1	1	1—3
Yleisimmän vaurioitu- neiden taimien pituus, m	1.5	—	0.5	1	—
Tuhonalaisten taimien osuus pahimmissa tapauksissa, %	51—57	5	5	51—75	5—25



Kuva 3. Lämpötilan kehitys tuhoutuneiden kasvainten syntymisen ja vaurioitumisen aikana Ilmatieteen laitoksen Punkaharjun säähavaintoaseman mukaan, joka sijaitsee 60 km havaintopaikasta kaakkoon. Merkkien selitys: M = lämpötilan vuorokausimaksimi, m = vuorokausiminimi ja N = kuukauden keskilämpötila 1968—1969; O = kuukauden keskilämpötila 1931—60 ja P = keskimääräinen vuorokausivaihtelu kuukausittain samana ajanjaksona. Fig. 3. Temperature conditions during the formation and damaging of the shoots. Data according to measurements carried out at Punkaharju Weather Station, 60 km southeast of the study area. M = daily maximum temperature, m = daily minimum temperature and N = monthly mean temperature during the period 1968—69; O = monthly mean temperature during the period 1931—60 and P = monthly average of daily variation during the same period.

Vastauksista ilmenee, että latvakasvainten vaurioita on tavattu samanaikaisesti eli siis talvikauden 1968—69 jälkeen muuallakin Itä-Savossa.

Pakkasvaurioiden syntyminen kyseisenä ajankohtana käy ymmärrettäväksi, kun seurataan lähemmin lämpöolojen kehitystä sellaisena kuin se ilmenee Punkaharjun havaintosarjasta (kuva 3). Lisäksi on syytä todeta, että kasvukausi 1967 oli poikkeuksellisen lämmin, mikä ennusti voimakasta pituuskasvua kesälle 1968. Näin myös tapahtui, sillä edelliseen vuoteen verrattuna kasvu oli yli kaksinkertainen. Kasvukausi 1968 oli puolestaan alussa lämpöoloiltaan normaali, kesäkuussa jopa tavallista suotuisampi. Heinäkuun alkupuolella alkoi sen sijaan elokuun puoliväliin jatkunut poikkeuksellisen kylmä vaihe, jota seurasi tavallista lämpimämpi kausi syyskuun alkupuolelle asti. Sen jälkeen lämpötila putosi jyrkästi, ja ensimmäiset pakkasyöt sattuivat syyskuun puolivälissä; toistuvasti niitä esiintyi kuitenkin vasta lokakuun alkupuolelta lähtien. Tavallista jonkin verran kylmempää kautta kesti sitten marraskuun puoliväliin, minkä jälkeen

oli keskimääräistä lämpimämpää vähäisin keskeytyksin aina vuodenvaihteeseen asti. Lämpötila kohosi tällöin ajoittain 0° C yläpuolelle. Tammi-, helmi- ja maaliskuussa oli poikkeuksellisen kylmää, alin lämpötila oli Punkaharjulla -34.4° C, ja lähivuorokausien sekä yön ja päivän lämpötilaerot olivat hyvin suuret. Maaliskuun puolivälistä lähtien päivän maksimilämpötila kohosi yleensä 0° C:n yläpuolelle. Huhtikuu oli lämpösuhteiltaan kutakuinkin normaali. Tällöin päivälämpötilan maksimit nousivat yli 10° C. Toukokuun alussa oli vielä jakso pakkasöitä, jolloin lämpötila oli -3, -7° C. Eri vuosina kertyneet vuorokautiset lämpöastesummat käytettäessä kynnsarvona +5° C olivat Punkaharjulla seuraavat:

Vuosi	Lämpöastesumma, d.d.
1965	1 144.8
1966	1 247.9
1967	1 412.1
1968	1 171.5
1969	1 193.6
1970	1 290.2
Keskiarvo 1945—68	1 240.8

Kesän 1968 poikkeukselliset lämpöolot ilmeisesti aiheuttivat sen, että taimien latvakasvaimet olivat syksyn tullessa heikosti puutuneet. Tuskin ne kuitenkaan paleltuivat vielä syyskautena, sillä ensimmäiset hallat olivat lieviä ja tällöin taimia suojaasi vielä lehdessä oleva päällyspuusto. Lisäksi järven vesi oli vapaana ja lämmintä, mikä vaikutti suojaavasti nimenomaan lähellä rantaa. Lämpötilan lasku oli kyllä syksyllä jyrkkä ja lämpötila pysytteli hieman tavalista alhaisempana aina marraskuun puoliväliin asti. Vuoden loppupuolella sattunut suhteellisen lämmin kausi mahdollisesti osaltaan heikensi kasvainten alunperin heikkoa kestävyyttä (vrt. PFEIFFER 1933), näin ollen ne kohtasivat poikkeuksellisen kylmän kauden seuraavan vuoden alkupuolella vaurioille alttiissa tilassa. Ilmeisesti lopulliset vauriot sattuivat juuri tällöin. Tätä näkökohtaa puoltaa vaurioiden keskittyminen lumirajan yläpuolelle ja toisaalta nimenomaan rantavyöhykkeeseen, jossa vuorokautiset lämpötilaerot aurinkoisina päivinä ovat suuria.

Lämpöolojen tarkastelu viittaa siihen, että mahdollisuudet pakkasvaurioiden syntymiseen talvikautena 1968—69 ovat olleet monien perättäisten yhteensattumien vuoksi suotuisat ja että ilmeisesti vauriot ovat todella luettava pakkasen aiheuttamiksi.

TULOSTEN TARKASTELU

Tehtyjen havaintojen mukaan pakkasen saattaa vioittaa kuusen taimien kasvaimia joissakin oloissa varsin vakavasti. Ilmeisesti tuhojen suuruus on riippuvainen kasvaimien syksyisestä puutumisasteesta, talven lämpöolojen yleisestä

kehityskulusta ja talvipakkasten ankaruudesta. Kesällä 1968 ja sitä seuraavana talvena nämä Itä-Savossa yhtyivät niin epäsuotuisasti, että kuusen taimien sietoraja tuli selvästi ylityksi.

Ankara pakkastalvi 1939—40 jätti samanlaista jälkeä. Tyrvännöllä tehtyjen havaintojen mukaan (LINKOLA 1940) vaurioita esiintyi tällöin myös kuusella, etenkin 1—5 m:n yksilöissä. Niiden latvuksessa havaittiin kesäkuun puolivälissä lumirajan yläpuolella 1—3 m:n korkuinen vyöhyke, jossa suurin osa neulasia putoili eikä vuosiversoja muodostunut; lumen peitossa olleissa osissa neulaset olivat terveitä ja uudet versot kehittymässä. Vaurioituneessa osassa oli myöhemmin kesällä nähtävissä »mitä oudoimman näköistä korvauskehitystä».

Kuusen kasvainten lievät pakkasvauriot ilmeisesti jäävät omana ryhmänään huomaamatta. Havaintoja niiden esiintymisestä ja merkityksestä on näin ollen syytä jatkaa. Tällöin on syytä kiinnittää huomiota myös verhopuuston vaikutukseen. Koska verhopuusto varjostaessaan vähentää kuusen taimien fotosynteesiä, kasvainten kehitys tästä johtuen ilmeisesti viivästyy ja jää epäedullisina kesinä kesken. PFEIFFERIN (1933) mukaan varjossa kasvaneet neulaset ja versot kestävät pakkasta huominkin kuin täydessä valossa kehittyneet. Pakkassuojaa ei verhopuusto talvella anna, mutta se saattaa estää kuusen kasvainten lämpenemistä paisteisina päivinä ja vähentää tuulen voimakkuutta ja siten jossain määrin suojata taimia. Mikä on verhopuuston kokonaisvaikutus pakkasvaurioita ajatellen, se jää vastaisten tutkimusten varaan.

KIRJALLISUUTTA

- CAJANDER (KALELA) ERKKI K. 1933. Tutkimuksia Etelä-Suomen viljelykuusikoiden kehityksestä. Referat: Untersuchungen über die Entwicklung der Kulturfichtenbestände in Süd-Finnland. Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen julkaisuja 19:3.
- JUNGHANS, BRIGITTE. 1959. Über den jahreszeitlichen Gang der Frosthärte verschiedenalteriger Nadeln von Picea abies (L.) Karsten im Hügelland. Archiv für Forstwesen 8:4.
- JUUTINEN, PAAVO. 1962. Tutkimuksia metsätuhojen esiintymisestä männyn ja kuusen viljelytaimistoissa Etelä-Suomessa. Referat: Untersuchungen über das Auftreten von Waldschäden in den Kiefern- und Fichtenkulturen Südfinnlands. Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja 54.5.
- KOKKONEN, P. (P. K.). 1921. Hallan tuhoista kuusissa. Metsätaloudellinen aikakauskirja 38:6.
- KOSKELA, VEIKKO. 1970. Havaintoja kuusen, männyn, rauduskoivun ja siperialaisen lehtikuusen halla- ja pakkasvaurioista Kivisuon metsänlannoituskoekentällä. Summary: On the occurrence of various frost damages on Norway spruce, Scots pine, silver birch and Siberian larch in the forest fertilization experimental area at Kivisuo. Folia forestalia 78.
- LEIKOLA, MATTI & PYLKKÖ, PENTTI. 1969. Verhopuuston tiheyden vaikutus metsikön minimilämpötiloihin hallaöinä. Summary: On the influence of stand density on the minimum temperatures during frost nights. Silva Fennica 1969:1.
- LINKOLA, K. 1940. Pakkastalven 1939—40 vauriot kotimaisilla puu- ja pensaslajeilla Etelä- ja Keski-Suomen eri osissa melkoisesti erilaiset. Luonnon ystävä 44. 5—6.
- MULTAMÄKI, S. E. 1942. Kuusen taimien paleltuminen ja sen vaikutus ojitettujen soiden metsittymiseen. Referat: Das Erfrieden der Fichtenpflanzen in seinen Wirkung auf die Bewaldung der Entwässerten Moore. Acta Forestalia Fennica 51.1.

- PFEIFFER, MARTIN. 1933. Frostuntersuchungen an Fichtentrieben. Tharandter forstliches Jahrbuch 84.
- YLI-VAKKURI, PAAVO, RÄSÄNEN, PENTTI K. & SOLIN, PENTTI. 1969. Metsänviljelyn antamista tuloksista Lounais-Suomen, Itä-Hämeen, Itä-Savon, Keski-Suomen ja Kainuun piiri-metsälautakuntien alueella. Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitoksen tiedon-antoja 2.

SUMMARY:

ON WINTER FROST DAMAGES TO THE LEADERS OF SPRUCE SAPLINGS IN
EASTERN SOUTH-FINLAND

In the eastern parts of South-Finland the growing season of 1967 was highly favorable, which predicted and also resulted in good height growth during the following year. During the summer of 1968, on the other hand, temperature conditions were unfavorable and exceptional insofar as mid summer was remarkably cold and the later part of the growing season unnormally hot. As this was followed by a winter with exceptionally cold spells from January through March (cf. Fig. 3), Norway spruce saplings caught abundant winter frost damages such as dead shoots, dead buds and destroyed needles.

These damages occurred particularly in stands with a height of 0.5—3 m, and the occurrence of damages seemed to concentrate to the parts of saplings that had been immediately above the snow cover (cf. Fig. 1). Detailed observations on spruce plantations growing under a dense nurse stand of alder indicated that explicitly the top shoots suffered from damages and not so much the laterals (cf. Fig. 2). When the needles of the leader suffered from minor damages only, it was observed that the shoot continued growth in a normal way. But even when this was the case, it sometimes happened that the function of the leader was taken over by a branch. If only the leader bud was killed further stem development became dependent on some of the topmost lateral buds. When the upper part of the leader had died, the new leader was usually formed by one of the lateral shoots at its base. Completely dead shoots were replaced in the same way. This compensation covered, on an average, 69 % of the length of the lost leader (cf. Fig. 2).