ODC
30

FOLIA FORESTALIA 216
METSÄNTUTKIMUSLAITOS · INSTITUTUM FORESTALE FENNIAE · HELSINKI 1975

POHJOISMAINEN PUUTEKNOLOGIAN YHTEISTYÖPROJEKTI

GUNNAR WILHELMSEN

PUUTAVARAN KÄSITTELY

No 149 N. A. Osara: Some trends in world forestry with respect to Finland.
Eräitä metsä- ja puutalouden kehitysilmiöitä maailmassa ja Suomessa. 1,—

No 150 Ole Oskarsson: Suomalaiset plusmännyt ja pluskuuset.
Finnish plus trees of Scots pine and Norway spruce. 14,—

No 151 Pertti Harstela & Paavo Valonen: Työn tuotos, työntekijän fyysinen kuormittuminen ja tärinäaltistus pelkässä kaadossa.
Work output, physical load of the worker and exposure to vibration in feeling. 5,—

No 152 Kari Keipi: Lannoituskustannukset ja tuottojen käsittely metsän lannoituksen kannattavuuslaskelmissa Norjassa, Ruotsissa ja Suomessa.
The concept of forest fertilization returns in Norway, Sweden and Finland. 4,—

No 153 Hannu Vehviläinen: Palkkaus ja työolot metsäkonetöissä syksyllä 1971.
The working conditions and earnings of forest-machine operators in autumn 1971 in Finland. 9,—

No 154 Paavo Tiihonen: Kiintokuutiometrin käyttöön perustuvat männyn, kuusen ja koivun kuitupuutaulukot.
Massentafeln mit dem Festmeter als Masseinheit für Kiefern-, Fichten- und Birkenfaserholz. 7,—

No 155 Paavo Tiihonen: Kiintokuutiometrin käyttöön perustuvat männyn ja kuusen tukkipuutaulukot.
Massentafeln mit dem Festmeter als Masseinheit für Kiefern- und Fichtenblochholz. 2,50

No 156 Eljas Pohtila: Tulokset Perä-Pohjolan valtionmailla vuosina 1930—45 tehdyistä kuusiviljelyistä.
Results of spruce cultivation from 1930—45 on state-owned lands in Perä-Pohjola. 1,50

No 157 Eino Mälkönen: Hakkuutähteiden talteenoton vaikutus männikön ravinnevaroihin.
Effect of harvesting logging residues on the nutrient status of Scotch pine stands. 1,50

No 158 Kaarlo Kinnunen & Erkki Lähde: Kylvöajankohdan vaikutus kennotaimien kehitykseen ensimmäisen kasvukauden aikana.
The effect of sowing time on development during the first growing season of seedlings grown in paper containers. 2,50

No 159 Pentti Hakkila: Oksaraaka-aineen korjuumahdollisuudet Suomessa.
Possibilities of harvesting branch raw material in Finland. 2,—

No 160 Kullervo Etholén: Männyn viljelyn tulos Pohjois-Suomessa ja siemenen alkuperä.
The succes of artifical regeneration of Scots pine in Northern Finland and origin of seed.
Состояние культур сосны в Северной Финляндии и происхождение семян. 3.—

No 161 Olavi Huuri: Eräiden kloorattujen hiilivetyjen vaikutuksesta männyn taimien alkukehitykseen.
The effect of some chlorinated hydrocarbons on the initial development of planted pine seedlings. 2,50

No 162 Veijo Heiskanen, Antero Kuronen & Paavo Tiihonen: Rinnankorkeusläpimittaan ja tukkilukuun perustuvat sahapuiden kuutioimistaulukot.
Volume tables for saw timber stems based on the breast height diameter and the number of log per stem. 1,50

No 163 Ilkka Kohmo: Nykymetsiköiden kasvuprosentti Suomen pohjoispuoliskossa vuosina 1969—70. 1,50

No 164 Jouko Laasasenaho & Yrjö Sevola: Havutukkien latvamuotolukujen vaihtelu.
The variation in top form quotients of the coniferous logs. 2, —

No 165 Metsätilastollinen vuosikirja 1971.
Yearbook of forest statistics 1971. 10,—

No 166 Terho Huttunen: Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase vuosina 1970—72.
Wood consumption, total drain and forest balance in Finland in 1970—72. 5,—

Luettelo jatkuu 3. kansisivulla

No 167 Paavo Tiihonen: Rinnankorkeusläpimittaan ja pituuteen perustuvat uudet puutavaralajitaulukot.
Auf Brusthöhendurchmesser und Höhe gestützte neue Sortimententafeln. 1,50

No 168 Lorenzo Runeberg: The future for forest-industry products in the United Kingdom.
Ison-Britannian metsäteollisuustuotteiden käytön tulevaisuus. 8,—

No 169 Veijo Heiskanen: Pinon kehysmitan mittaus ja tyhjän tilan vähennys sekä niiden tarkkuus.
Measurement of the gross volume of a pile and deduction for empty space and their accuracy. 5,—

No 170 Veijo Heiskanen: Pinotiheysluvun ja pinotiheystekijäin arviointi ja sen tarkkuus.
Evaluation of the solid content and the solid content factors and its accuracy. 3,—

No 171 Veijo Heiskanen: Hylkypölkkyjen osuuden arviointi pinomittauksessa.
Estimation of the share of waste bolts in pile measurements 2,—

1973 No 172 Metsäntutkimuslaitoksen päätös puutavaran mittauksessa käytettävistä muuntoluvuista ja kuutioimistaulukoista 2 päivänä toukokuuta 1969 annetun päätöksen muuttamisesta.
Skogsforskningsinsitutets beslut angående ändring av beslutet av den 2 maj 1969 om omvandlingskoefficienter och kuberingstabeller för virkesmätning. 10,—

No 173 Matti Palo & Esko Pälä: Markkinapuun alueittaiset hankintamäärät ja kulkuvirrat vuonna 1970 (1964, 1967).

FOLIA FORESTALIA 216

Metsäntutkimuslaitos. Institutum Forestale Fenniae. Helsinki 1974

PUUTAVARAN KÄSITTELY

ALKUSANAT

Nordisk Samarbetsgrupp i Virkeslära (NSV), joka perustettiin muodollisesti vuonna 1971, on antanut toimintaansa aloittaessaan etusijan aikaisempien tutkimustulosten kokoamiselle, systematisoinnille ja niistä tiedottamiselle. Yksinomaan PUUTAVARAN KÄSITTELYSTÄ on viimeisten 15 vuoden aikana kirjoitettu Pohjoismaissa yli 100 tieteellistä tutkimusta. Syynä siihen, että juuri tämä aihe on saanut etusijan, ovat mm.:

– Suuret myrskytuhot, jotka viime vuosina ovat vahingoittaneet pohjoismaisia metsiä.

– Puunjalostusteollisuuden raaka-aineen laadun säilymiselle asettamat entistä suuremmat vaatimukset.

Puutavaran käsittely katsottiin sopivaksi pohjoismaiseksi yhteistyökohteeksi, koska ongelmat mm. ilmastollisista syistä ovat jokseenkin samanlaiset. Toisaalta taas edellytykset ratkaista tehtävä tietyssä maassa yksin ovat riittämättömät, sillä eri maiden tutkimuslaitokset ovat erikoistuneet jossain määrin eri suuntiin.

Projektiryhmän jäseninä ovat toimineet:
GUNNAR WILHELMSEN, Norsk institutt for skogforskning, Ås-NLH, Norja (projektinjohtaja)
PENTTI HAKKILA, Metsäntutkimuslaitos, Helsinki, Suomi
BJÖRN HENNINGSSON, Skogshögskolan, Tukholma, Ruotsi
PETER MOLTESEN, Kgl. Veterinaer- og Landbohøjskole, Kööpenhamina. Tanska

Näiden henkilöiden lisäksi ovat seuraavat henkilöt avustaneet aineistoa luovuttamalla:
ÖSTEN BERGMAN, Skogshögskolan, Tuhkolma, Ruotsi
BIRGER HALVORSEN, Norsk institutt for skogforskning, Ås-NLH, Norja
BERTIL LEKANDER, Skogshögskolan, Tukholma, Ruotsi
EVA NYLINDER, Skogshögskolan, Tukholma, Ruotsi

Muutamissa kohdissa on viitattu taloudellisiin laskelmiin. Mikäli myöhemmin tapahtuneet hinnanmuutokset eivät ole muuttaneet suhteita, ei alkuperäisen julkaisun hintoja ole muunnettu tämän hetken tasolle.

Nordisk Samarbeidsgruppe i Virkeslaere'n puolesta

Gunnar Wilhelmsen
projektinjohtaja

14374—74/12

ALKUSANAT SUOMENKIELISEN KÄÄNNÖSTYÖN TOIMITUKSESTA

Koska Suomessa on ollut puute laajemmasta puutavaran käsittelyä koskevasta kirjallisuudesta, katsottiin tarpeelliseksi kääntää ko. norjankielinen teos suomeksi. Kääntämistyön lisäksi jouduttiin alkuperäisestä teoksesta poistamaan eräitä kappaleita sekä lisäämään Suomen oloihin kuuluvia olennaisia puutavaran käsittelyä koskevia asioita. Koska teos perustuu pohjoismaiseen yhteistyöhön sisältää se vielä runsaasti sellaista tietoutta, joka meidän oloissamme on vierasta.

Kääntämistyötä varten myönsi Suomen Kulttuurirahasto apurahan. Kääntämistyön suoritti rouva LIISA LASSEN ja käännöstyön tarkastuksen metsätieteiden lisensiaatti OLLI UUSVAARA, metsänhoitaja JUHANI SALMI sekä allekirjoittanut. Metsänhoitaja ERKKI TIITTANEN viimeisteli käännöstyön. Käsikirjoituksen ovat tarkastaneet professori PENTTI HAKKILA, sieniä koskevalta osalta vt. professori VEIKKO HINTIKKA ja hyönteisiä koskevalta osalta tohtori KARI LÖYTTYNIEMI.

Kaikille yllämainituille kiitokseni.
Veijo Heiskanen

Helsinki 1975. Valtion painatuskeskus ISBN 951-40-0130-3

SISÄLLYSLUETTELO

Sivu

ALKUSANAT 1
1. VARASTOINNIN TARPEELLISUUDEN MÄÄRÄÄVÄT TEKIJÄT 4
2. KÄSITTELYVAURIOT 7
21. Hakkuu 7
22. Lähikuljetus 9
23. Kaukokuljetus 9
24. Koneellinen kuorinta 9
3. VARASTOVIAT 10
31. Tekniset viat 10
32. Biologiset viat 11
321. Sienet 11
322. Hyönteiset 17
323. Laivamato 24
324. Bakteerit 26
325. Muut viat 26
4. KÄSITTELY- JA VARASTOVIKOJEN AIHEUTTAMA ARVON ALENEMINEN 27
41. Arvonvähennyksen määrittäminen 27
42. Arvonvähennys sahatukeissa 28
43. Arvonvähennys kuitupuussa 29
5. VARASTOINTIMENETELMÄT 35
51. Luontaisten suojaustekijöiden aktiivinen hyväksikäyttö 37
511. Talvivarastointi 37
512. Kesävarastointi 37
513. Pitkäaikainen varastointi 38
52. Hakevarastointi 38
53. Vesivarastointi 41
531. Puulajien uimiskyky 42
532. Puutavaran laatu ennen varastointia 42
533. Veden laatua ja vesiallasta koskevat vaatimukset 43
534. Vesivarastointi luonnonaltaissa 43
535. Vesivarastointi tekoaltaissa 44
536. Kastelu 44
537. Varastoidun puutavaran ominaisuudet 47
54. Kemikaaleilla suojaaminen 49
541. Ruiskutusvälineet 50
542. Ruiskutusaineet 50
543. Ruiskuttamisen suoritus 51
544. Varotoimenpiteitä 52
55. Rasiinkaato 52
6. KIRJALLISUUTTA 55

1. VARASTOINNIN TARPEELLISUUDEN MÄÄRÄÄVÄT TEKIJÄT

Varastovikoja voidaan vähentää tai parhaassa tapauksessa ne voidaan kokonaan välttää kahdella tavalla, nimittäin pienentämällä varastoja ja oikealla puutavaran käsittelyllä.

Varaston pienentäminen minimiin on oltava ensisijainen päämäärä. Oikea puutavaran käsittely on täydentävä toimenpide silloin, kun varastoiminen on välttämätöntä. Aina ei ole mahdollista sopeuttaa hakkuu-, osto- ja kuljetustoimintoja teollisuuden puun käytön mukaan, ja myös monet kuljetustekniset ja taloudelliset tekijät johtavat varastoinnin käyttöön.

Kaikilla teollisuuden aloilla pyritään luonnollisesti välttämään hyönteis- ja sienivikoja. Sitä vastoin vaatimukset puutavaran kosteuteen ja tuoreuteen poikkeavat toisistaan eri teollisuuslaitoksilla. Seuraavassa asetelmassa esitetään eri teollisuuslajien "kanta" raaka-aineen varastointiin.

Varastointi tekniseltä kannalta eduksi	Varastointi tekniseltä kannalta haitaksi
Sulfiittisellu	Hioke
Kuitulevyt	Sulfaattisellu
Pylväät	Sahatukit
Polttopuu	Lastulevyt
Uittopuu	

Eräissä tapauksissa on puutavaran varastointi edullista, koska se edistää puutavaran kuivumista. Varastointi saattaa olla eräillä tehtailla jopa välttämätöntä, kun esimerkiksi halutaan vähentää tai rajoittaa uuteaineiden aiheuttamia vaikeuksia sulfiittisellun valmistuksessa. Tämä on vaikuttanut hakevarastoinnin lisääntymiseen.

Puuvarastojen käyttö hintapolitiikan välineenä on verraten yleistä. Puuvarastolla voidaan myös tasoittaa tuloja verotuksen kannalta. Hintavaihtelut ja kuljetusten määräalennukset saattavat myös osaltaan vaikuttaa varaston kokoon ja varastointiaikaan.

Suunnitelmallisuudesta sekä korjuun ja jalostuksen yhteistyöstä huolimatta teollisuuden tulee olla aina varautunut odottamattomiin kuljetuksessa tapahtuviin viivästymisiin, joita voivat aiheuttaa esimerkiksi runsaslumiset talvet ja kelirikot, jolloin tiet suljetaan raskailta kuljetuksilta.

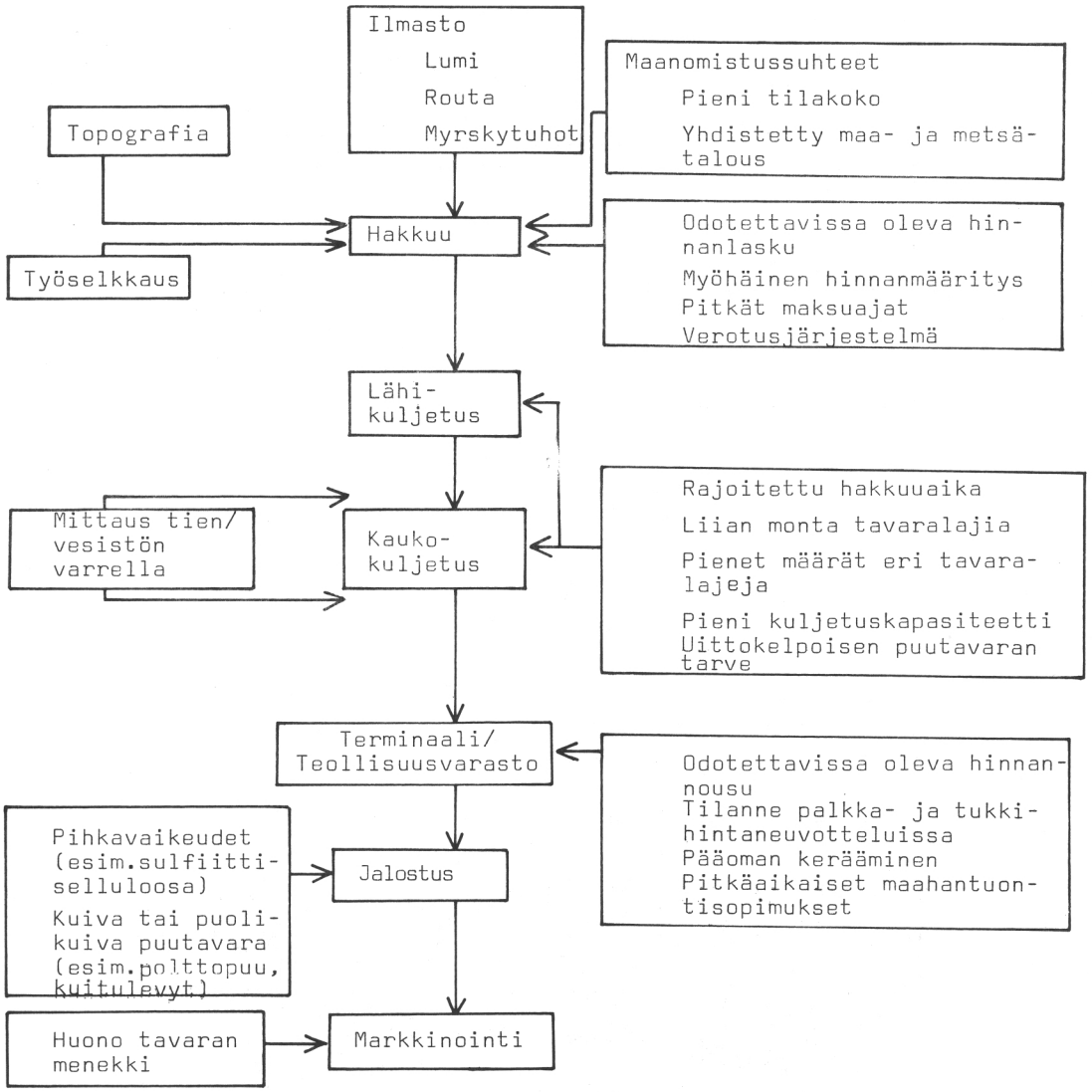
Myös on varauduttava kuljetuslakkoihin. Tehdas, jolla on pieni varasto, on huonossa asemassa sekä työnseisausten uhatessa että puutavaran hintoja koskevissa neuvotteluissa. On lisäksi valmiusluonteisia seikkoja, joista johtuen teollisuus pitää rajoitettua varmuusvarastoa ylimääräisistä kuluista huolimatta.

Tarkasteltaessa tekniseltä kannalta tarpeellisen ja tarpeettoman varastoinnin osuuksia, huomataan, että jälkimmäinen ryhmä on varsin yleinen. Tekniseltä kannalta tarpeettoman varastoinnin varjopuolia ovat korkotappiot ja teknisen, biologisen tai kemiallisen vioittumisen vaarat. Lisäksi tämä varastointimuoto on epäedullinen niille puunjalostuslaitoksille, jotka tarvitsevat kosteaa puutavaraa.

Syynä tekniseltä kannalta tarpeettomaan varastointiin on tavallisimmin hakkuumäärien vaihtelu eri vuosina ja vuodenajoittain. Myös mittaus- ja kuljetustyöt vaikeuttavat monissa tapauksissa puutavaran joustavaa toimittamista teollisuuslaitokselle (HAUGAN 1969). Ylimääräistä varastointitarvetta syntyy myös suurten myrskytuhojen jälkeen, jollaisia on sattunut viime vuosina myös Skandinaviassa.

Puutavaran ympärivuotista hankintaa haittaavia tekijöitä on viime vuosina voitu lieventää metsänomistajien lisääntyneellä yhteistoiminnalla, urakoitsijoita käyttämällä ja metsätyöntekijäkuntaa vakinaistamalla. Hankintoja on pyritty tasoittamaan myös maksamalla puusta korkeampia hintoja silloin, kun tarjonta on pienin. Tulevaisuudessa voitaneen hintojen säätelyä käyttää aktiivisemmin puun korjuun rationalisoinnin edistämiseksi.

Puu jaetaan tavaralajeihin jo kannolla tai viimeistään tien varressa. Pienmetsälöistä kertyy eri tavaralajeja suhteellisen vähäisiä määriä. Tämä lisää varastointitarvetta, sillä kaukokuljetus ei useinkaan pääse alkamaan, ennen kuin kaikki samanlaatuinen puutavara on lähimetsistä kaukokuljetusreitin varrella. Eräs ratkaisu on silloin pitkittää puutavaran katkonta-ajankohtaa ja käyttää esimerkiksi kokopuujuontoa.

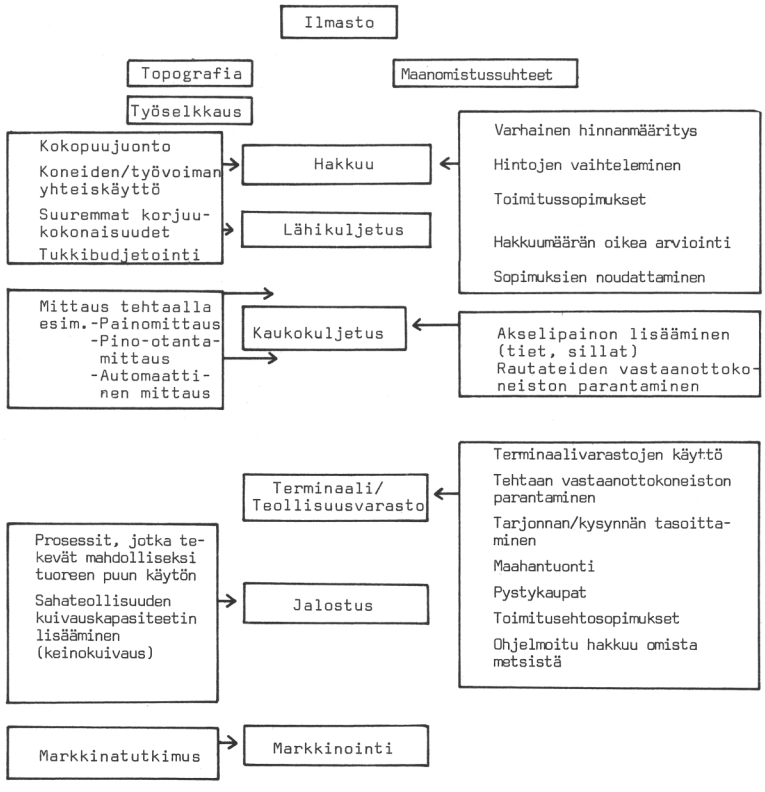


Kuva 1. Varastointiperusteita.

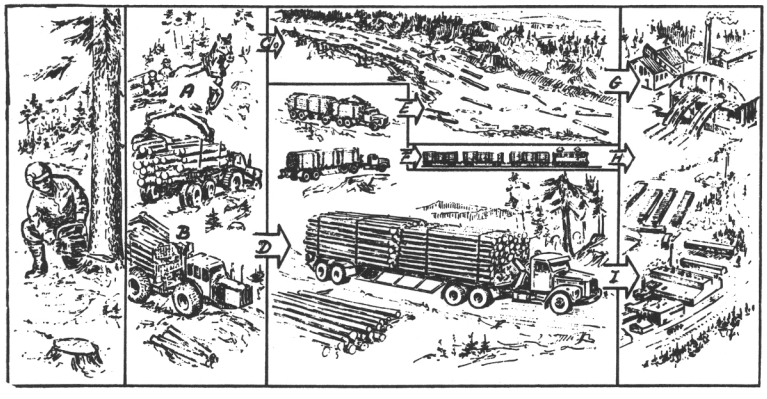
Kuitupuuta koskevissa määräyksissä Norjassa vaaditaan, että puutavaran täytyy olla valmiina kuljetettavaksi neljä viikkoa hakkuun jälkeen. Hinnasta vähennetään 5 %, jos toimitus tapahtuu kuukauden myöhässä ja vielä 10 % toimituksen tapahtuessa kaksi kuukautta myöhässä. Jos toimitus myöhästyy kolme kuukautta, voi ostaja kieltäytyä ottamasta vastaan puutavaraa.

Maissa, joissa noudatetaan hintasopimuksia, on hinnanmäärityksen ajankohdalla suuri vaikutus hakkuuajankohtaan. Hinnanvaihtelut – varsinkin jos hinnannousu on odotettavissa – voivat aiheuttaa hakkuun kasautumista määrättyihin vuodenaikoihin.

Pelkkä hakkuitten tasoittaminen ympärivuotisiksi ei kuitenkaan riitä, vaan myös hakkuuta



Kuva 2. Varastoinnin vähentämismahdollisuuksia.



Kuva 3. Tukkimäärän arvioitu jakaantuminen (%) eri kuljetusmuotojen kesken (Alkuperäispiirros Saab-Scania'n julkaisusta "Skog på väg").

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Tanska	5	95	0	100	0	5	0	5	95
Suomi	9	91	2	98	28	13	30	13	57
Norja	4	96	4	96	1	3	5	3	92
Ruotsi	2	98	1	99	7	7	8	7	85

seuraavien korjuuketjun työvaiheiden täytyy ajoittua vastaavasti. Tämä seikka on parantunut huomattavasti niissä puunjalostuslaitoksissa, joissa on siirrytty pysty- tai tehdasmittaukseen. Tuolloin ei tarvitse odottaa kevättä ja lumen sulamista, jotta puutavara saataisiin mitatuksi.

2. KÄSITTELYVAURIOT

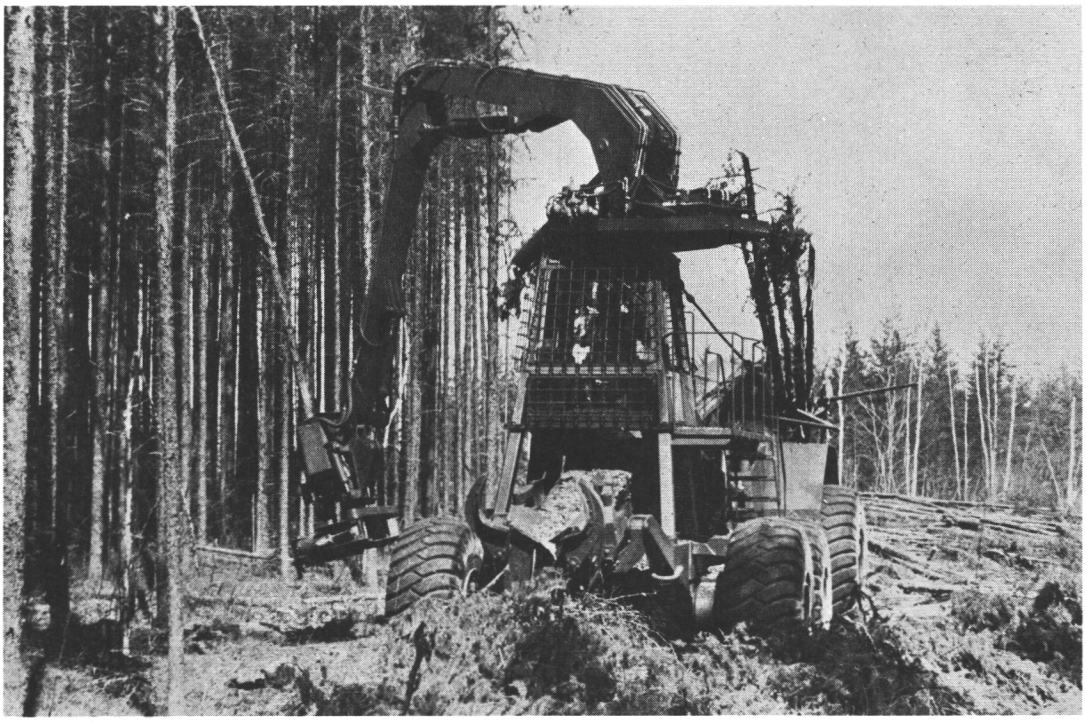
Puutavaran kuljetuksen tai varastoinnin aikana syntyvät vioittumat jaetaan kahteen pääryhmään: Käsittelyvauriot ja varastointiviat. Käsittelyvauriot voidaan edelleen jakaa seuraavasti:

1. Vauriot, joista saattaa seurata biologisia vikoja (esim. kuoren rikkoutumat, tarpeettoman suuret oksahaavat, piikkivalssien ja muitten työkalujen aiheuttamat jäljet).
2. Vieraat aineet (esimerkiksi hiekka, kivet ja rauta).
3. Halkeamat, murtumat tai kutistuminen (esimerkiksi uiton, juonnon tai katkonnan yhteydessä).

21. Hakkuu

Puutavara voi vaurioitua jo hakkuuvaiheessa. Syntyvien mekaanisten vaurioiden kautta pääsee puuhun edelleen sinistymä- ja lahottajasieniä.

Moottorisahakaadossa saattaa syntyä repeämiä, jotka vahingoittavat rungon arvokasta tyviosaa. Hydrauliset leikkuuterät aiheuttavat musertumia ja halkeamia, jotka muodostuvat haitallisiksi erityisesti alhaisissa lämpötiloissa toimittaessa. Mänty vaurioituu herkemmin kuin kuusi. Halkeamien muodostumista voidaan vähentää leikkuuterää muotoilemalla ja ohentamalla. (KEMPE 1967, WIKLUND 1967, TUO-



Kuva 4. Hydraulinen kaato (T. Nordbø).

Kuva 5. Röntgenkuva 1 senttimetrin paksuisesta kiekosta paikasta, missä katkaisu on suoritettu hydraulisella leikkuuterällä. Kuva on otettu kuivumisen jälkeen (Hakkila 1971).

VINEN 1970, HAKKILA 1971, WIKLUND & SEDERHOLM 1972).

Kivet, kannot ja maanpinnan epätasaisuudet voivat aiheuttaa kaatuvassa rungossa murtumia. Usein murtumavaurio voi jäädä havaitsematta ja tulee näkyviin vasta jalostusvaiheessa.

Jos karsiminen tapahtuu siten, että kirves lyödään rungon ja oksan väliseen terävään kulmaan, saattaa rungon sisään syntyä mekaanisia vaurioita. Sellaisinaankin ne saattavat alentaa rungon arvoa, ja lisäksi niitten kautta pääsee puuhun värivikaa ja lahoa aiheuttavia sieniä. Moottorisahakarsinta on vähentänyt mekaanisia vaurioita mutta lisännyt kuorivikoja. Toisaalta moottorisahakarsintaan liittyy usein laatuvaatimusten lieventäminen ja jäljelle jäävien oksantynkien lisääntyminen.

Monitoimikoneilla karsittaessa saattaa jäljelle jäädä kokonaisia oksia ja oksantynkiä tai saattaa oksantyvi irrota rungosta, mikäli veitset on huolimattomasti asennettu. Karsintakoneitten jälki on usein huonompi kuin moottorisahan (TUOVINEN 1971). Jäljelle jääneet oksat ja kyhmyt aiheuttavat tehdaspäässä ylimääräistä rasitusta koneille, joissa on valsseihin perustuva syöttöjärjestelmä. Samasta syystä

Kuva 6. Laahusjuonto on merkinnyt lähikuljetuksen rationalisointia - mutta myös vikojen lisääntymistä (B. Halvorsen).

huononee myös kuorinnan laatu konekuorinnassa, rumpukuorinta mukaan lukien.

Kirveenisku sahatukin päähän voi aiheuttaa sahatavaraan halkeamia, jotka on poistettava kappaletta lyhentämällä. Kirveenisku tai leima kuorellisen tukin vaippapinnalla ei useinkaan aiheuta välitöntä arvonalennusta, mutta ne antavat sinistymä- ja lahottajasienille mahdollisuuden iskeytyä puutavaraan. Keksinjäljet johtavat värivikojen syntyyn koivutukeissa (HAKKILA et al. 1970). Monitoimikoneiden piikkivalsseilla saattaa olla samanlainen vahingollinen vaikutus.

22. Lähikuljetus

Paljaalla maalla tapahtuvassa kuorellisen puun juonnossa jää tukkeihin soraa ja kiviä. Tämä kuluttaa teollisuudessa kuorimakoneita, sahanteriä, sorveja ja hakkureita. Haittavaikutusta voidaan torjua juontamalla tukit kesäaikana tyvi ylös nostettuna ja vetokoneeseen kiinnitettynä. Puutavara voidaan myös huuhtoa ennen kuorintaa. Hiekka ja sora saattavat kuitenkin olla niin tiukassa, että ne irtoavat vain lämpimässä vedessä tai rummussa. Toisaalta kokorunkojuonto aiheuttaa vähemmän vaurioita puiden päihin kuin tukkien juonto.

Esimerkkinä muista lähikuljetuksen aikana syntyvistä vioittumista ovat kulumisvauriot. Kuori antaa puutavaralle erinomaisen suojan mikro-organismeja vastaan, ja jokainen kuoren repeytymä lisää tartuntamahdollisuuksia.

23. Kaukokuljetus

Uitto vaatii puutavaran riittävää kuivatusta (NYLINDER 1955, 1956, TUOVINEN 1958, KLEM & HALVORSEN 1963 a, HAKKILA 1963, TAMMINEN 1963). Tästä syystä havupuutavara kuorittiin aikaisemmin puolipuhtaaksi ja varastoitiin ilmavasti hakkuun ja veteenpanon väliseksi ajaksi. Täten käsiteltyyn puutavaraan syntyi kuitenkin runsaasti varastointivikoja muun muassa kuivumisen aiheuttamien halkeamien muodossa, ja lisäksi metsäpäässä tapahtuva kuoriminen on suhteellisen kallista. Siksi kuorellisen puun uitto on yleistynyt (NYLINDER 1957, BJÖRKMAN 1958, KLEM & HALVORSEN 1963 a).

Uitto pienehköissä sivuvesistöissä aiheuttaa puutavaralle runsaasti vioittumia. Mekaanisista vaurioista mainittakoon katkaisupintoihin sattuvat iskut, kuluminen ja katkeaminen. Tämäkin on osaltaan vaikuttanut sivuvesistöjen irtouiton päättymiseen.

Nippu-uitossa voidaan välttyä mekaanisilta vaurioilta, mutta vedenpinnan yläpuolella oleva nipun osa on alttiina halkeamille sekä sienija hyönteisvioille. Uppoamisesta johtuva uittohukka on pienempi nippu-uitossa.

Auto- ja rautatiekuljetuksessa ei uiton tapaan aseteta vaatimuksia puutavaran kuivumiselle. Kuljetuskustannusten alentamiseksi on kuitenkin eduksi, jos puutavara on kuivunut ainakin jonkin verran. Auto- ja rautatiekuljetuksessa puutavaralle aiheutuvat mekaaniset vauriot ovat vähäisiä. Tosin vieraat aineet kuten sora, hiekka ja nokikin voivat aiheuttaa puutavaran likaantumista joko autotien varressa tai itse kuljetuksen aikana.

24. Koneellinen kuorinta

Rumpukuorinnassa pölkkyjen päät kuluvat. Tämä aiheuttaa suoranaista puunhukkaa, koska kulumisjäte kulkeutuu kuoren mukana pois. Pölkyn päihin jäänyt harjas ei sovi hiomiseen yhtä hyvin kuin rikkoutumaton puu. Puunhukka on rumpukuorinnassa 0.5—2.0 % (KLEPPE 1970), eräillä tehtailla enemmänkin. On mahdollista pienentää häviötä rummun nopeutta ja täyttöastetta säätelemällä. Puutavaran tuoreus vaikuttaa siten, että aivan tuoreen ja aivan kuivan puun rumpukuorinta on vaikeinta.

Veitsikuorimakoneilla on puuhäviö pienempi kuin rumpukuorinnassa, mikäli laitteet on oikein säädetty. Sahatukit eivät kärsi tällaisesta kuorintaprosessista.

Kuitupuun koneellinen kuorinta ei aiheuta käsinkuorintaa suurempaa varastolaho- tai sinistymävaaraa. Syynä koneellisesti kuoritun puutavaran varastovikojen suurempaan määrään on se, että kuorintaa ei suoriteta yleensä välittömästi hakkuun jälkeen. Kuorinnan viivästyminen näet lisää varastovikoja. Talvella hakatun kuitupuun kuorintaa ei pidä jättää kesäkuun alkua pitemmälle. Vahingot voivat olla huomattavia, jos kuorinta lykkääntyy elokuuhun. Tuolloin voi vikoja syntyä vielä kuorinnan jälkeen (HENNINGSSON & TAMMINEN 1961, BJÖRKMAN & ARVIDSSON 1962).

Kuva 7. Rumpukuorittua puutavaraa, jossa katkaisupinnat ovat murskaantuneet (G. Wilhelmsen).

3. VARASTOVIAT

Puutavaraan varastoinnin aikana syntyvät viat jaetaan usein seuraaviin ryhmiin:

- Kuivumisen aiheuttamat viat
- Sienien aiheuttamat viat
- Bakteerien aiheuttamat viat
- Hyönteisten aiheuttamat viat
- Tanniiniviat
- Muut viat.

Tässä julkaisussa käytetään seuraavaa jaottelua:

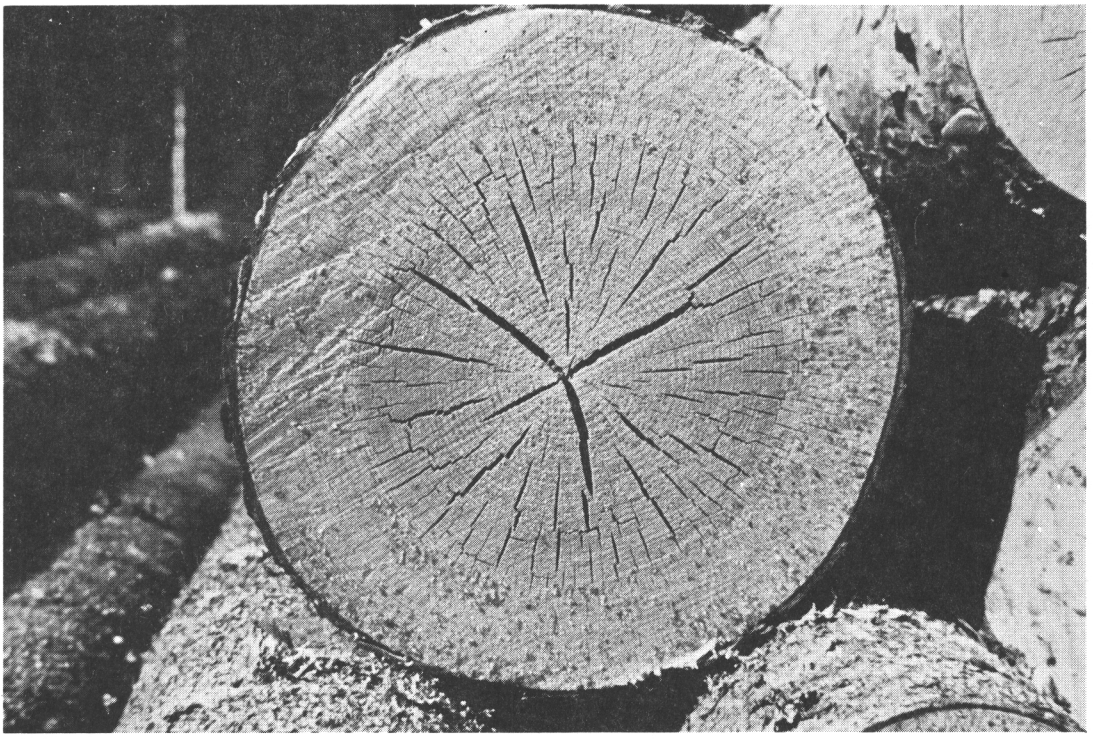
- Tekniset viat
- Biologiset viat
- Kemialliset viat.

31. Tekniset viat

Vastahakatun tuoreen havupuutavaran kosteus on sydänpuussa 30–40 % ja pintapuussa 100–120 % puun kuivapainosta. Kun kosteus pölkyn päissä tai pinnalla laskee puun syiden kyllästymispisteen (noin 30 %) alapuolelle, alkaa tapahtua halkeilemista. Tässä vaiheessa soluonteloitten vapaa vesi on poistunut, mutta solunseinämiin sitoutunut hygroskooppinen vesi on yhä jäljellä. Pölkyn uloimpien osien kuivuminen puusyiden kyllästymispisteen alapuolelle johtaa puutavaran kutistumiseen, ja koska kosteus säilyy pölkyn sisäosissa edelleen korkeampana eikä puu kutistu yhtä paljon eri suunnissa, syntyy halkeamia.

Halkeilu riippuu kuorinta-asteesta, pölkkyjen läpimitasta, oksahaavoista, alkuperäisestä kosteudesta, varastointipaikasta ja varastointitavasta. Halkeamien syntyminen on vahingollista arvokkaassa järeässä puussa, mutta merkitsee vähemmän massapuussa.

Monet puunjalostuslaitokset pitävät puun kuivumista haitallisena silloinkin, kun se ei johda halkeiluun. Kuivumisen aiheuttamat epä-



Kuva 8. Kuivumishalkeamat voivat olla merkittäviä myös kuorellisessa puutavarassa (B. Halvorsen).

kohdat tulevat esiin erityisen selvinä hiontaprosessissa, koska vesi hillitsee lämpötilan kohoamista puuta hiottaessa. Kuivassa puutavarassa syntyy korkeita lämpötiloja, joitten tuloksena on "palaminen" ja värivika. Kuivan puutavaran käyttö vähentää myös massan lujuutta, koska pitkien kuitujen osuus alenee. Myös voimankulutus kasvaa oleellisesti kuivaa puutavaraa hiottaessa. Noin 70 %:n kosteutta kuivapainosta voidaan pitää hyväksyttävänä alarajana, mutta massan laatu on tämän rajan yläpuolellakin sitä parempi, mitä tuoreempaa puutavara on (BRANDAL & JOHANNESSEN 1958, DAHM et al. 1958, MONTMORENCY 1964).

Alhainen kosteus saattaa olla haitaksi myös sulfaattimassateollisuudessa. Sivutuotteiden saanto näet laskee puutavaran kuivuessa.

Kemimekaanista massaa neutraalisulfiittimenetelmällä valmistettaessa tuore puutavara on suotavaa, sillä vaaleus on tärkeä laatutekijä (MATHESON 1969). Eräät sulfiittiprosessit taas edellyttävät puun kuivumista uuteaineitten vähentämiseksi ja niitten koostumuksen muuttumiseksi vähemmän haitalliseksi.

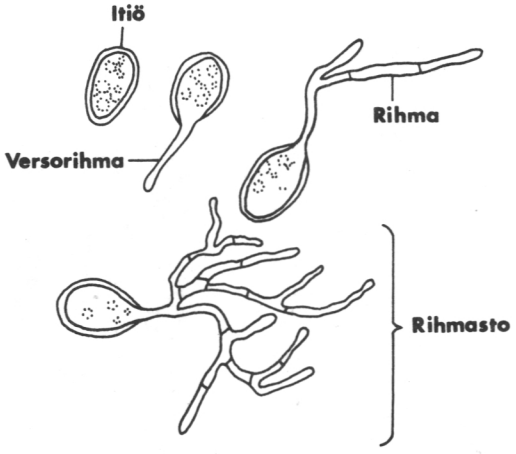
32. Biologiset viat

Biologisilla vioilla tarkoitetaan elävien organismien kuten sienien, hyönteisten, merisimpukka- ja äyriäiseläinten, bakteerien tai solunsisäisten käyteaineiden aiheuttamia vikoja. Monissa tapauksissa ryhmien välillä vallitsee läheinen yhteys. Esimerkkinä voidaan mainita hyönteisten välityksellä tapahtuva sienitartunta. Tämän yhteisvaikutuksen vuoksi voi käytännössä olla vaikeaa todeta näkyvän vian, esimerkiksi hyönteissinistymän alkuperäistä syytä.

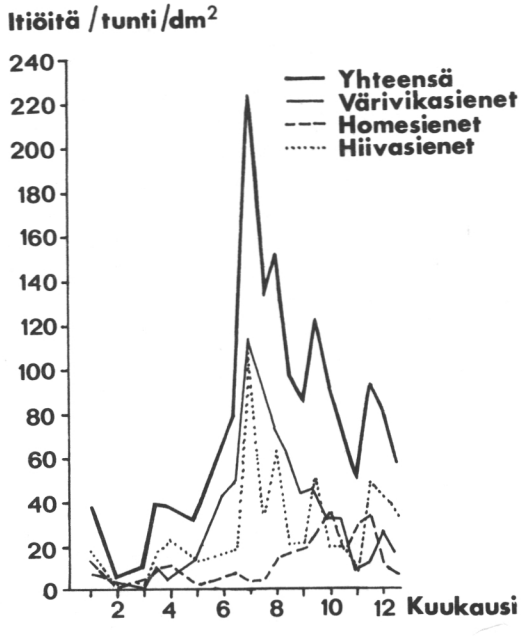
321. Sienet

a. Kehitys

Sienien itiöemät vapauttavat suunnattomia määriä mikroskooppisen pieniä itiöitä. Suurien kääpäsienien on arvioitu tuottavan yhden kasvukauden kuluessa 5–9 biljoonaa itiötä. Kun itiöiden läpimitta on vain 5–10 millimetrin tuhannesosaa, voivat itiöt levitä helposti vähäistenkin ilmavirtauksien mukana. Itiötuoton suu-



Kuva 9. Sienen kehitys itiöstä sienirihmastoksi (B. Henningsson).



Kuva 10. Ilmasta laskeutuva itiömäärä Skogshögskolanin lähellä Tukholmassa (B. Henningsson).

ruuden vuoksi ilmassa on aina tarpeeksi itiöitä aiheuttamaan tartunnan, jos vain edellytykset muuten ovat suotuisat. Kuitenkin vain häviävän pieni osa itiöistä kehittyy edelleen.

Kun sieni-itiö itää, kehittyy ensin hieno iturihma, joka on alussa vain sisäisen itiöseinän pullistuma. Vähitellen rihma kasvaa kärjen vilkkaan solujen jakautumisen johdosta pitemmäksi ja tunkeutuu puuhun. Haarautuessaan se muodostaa uusia sienirihmoja ja vähitellen kokonaisia sienirihmastoja. Sienirihmastot muodostavat itiöemiä, joista itiöt voivat jälleen vapautua ja levitä.

Itiöiden leviäminen voi tapahtua satunnaisesti tuulen ja veden avulla, mutta se voi tapahtua myös esimerkiksi hyönteisten välityksellä (katso hyönteissinistymä). Rihmat suosivat puun protoplasmapitoisia eläviä ydinsädesoluja, mutta varsinkin lahottajasienien rihmat kasvavat verrattain nopeasti vähitellen muihinkin solutyyppeihin. Siirtyminen solusta toiseen voi tapahtua joko solujen välisten huokosten kautta tai suoraan solun seinän läpi.

b. Fysiologiset vaatimukset

Kuten kaikki elävät organismit asettavat sienetkin tiettyjä vaatimuksia elinympäristölleen. Ne voidaan jakaa viiteen ryhmään: 1) lämpötila, 2) happi, 3) vesi, 4) ravintovaatimukset, 5) erityiset kasvutekijät.

Ensimmäinen ehto sienien iskeytymiselle ja kehittymiselle puussa on kuitenkin tartuntalähteen olemassaolo. Kuten aikaisemmin on todettu, on ilmassa aina tarpeeksi sieni-itiöitä tartunnan tapahtumiseksi paljaaseen puunpintaan, jos olot muuten ovat itämiselle suotuisat. Itiömäärät vaihtelevat kuitenkin vuodenajoittain. Määrä on pienin tammi-maaliskuussa ja suurin myöhäiskesällä ja varhaissyksyllä (KÄÄRIK 1955).

Useat sienet voivat kasvaa ja tuottaa itiöitä, vaikka lämpötila on alle jäätymispisteen (von PECHMANN, GRAESSLE & WUTZ 1964, HENNINGSSON 1965). Kasvu ja toiminta ovat kuitenkin hitaita alle + 5°C lämpötilassa. Puutavarassa oleva sieni, varsinkin lahottajasieni voi joka tapauksessa säilyä pitkään hengissä hyvinkin alhaisissa lämpötiloissa. Mikäli puutavara ei ole hyvin kosteaa, sietää sienirihmasto toistuvaa jäätymistä ja sulamista. Suotuisimmat lämpötilat puussa olevien sienien toiminnalle ovat tavallisesti + 22 ja + 30°C välillä (BJÖRK-

MAN 1946, von PECHMANN et al. 1964, ROLL-HANSEN 1965, HENNINGSSON 1967 b), mutta on olemassa myös lajeja, joiden optimilämpötila voi olla mainittujen rajojen ylä- tai alapuolella.

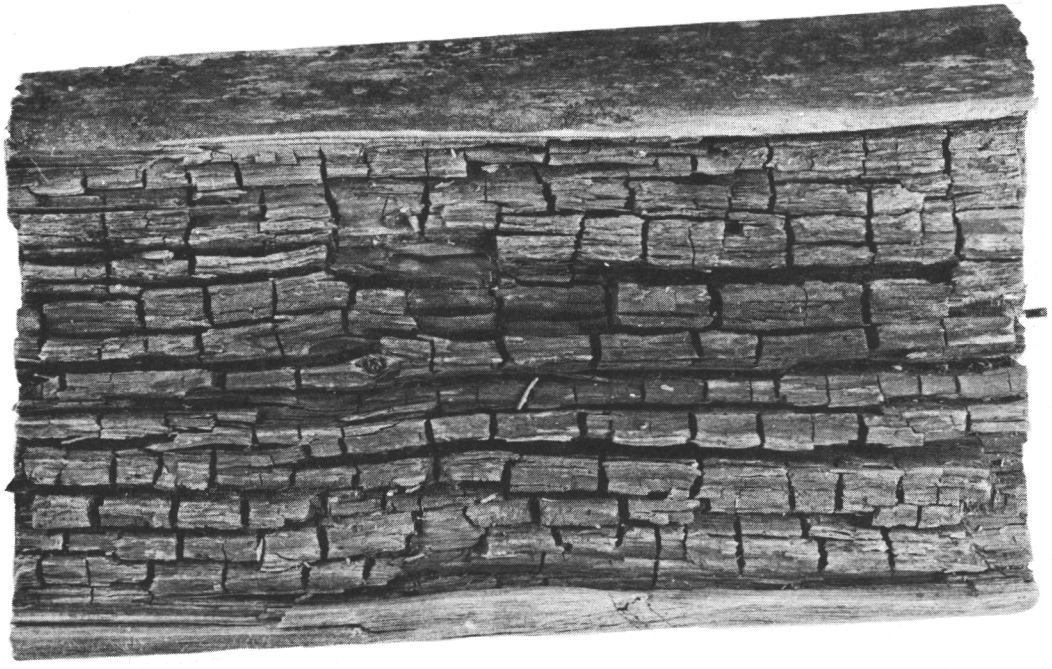
Puutavaran kosteudella on merkitystä kahdesta eri syystä. Ensinnäkin täytyy kosteuden puun pinnassa olla itiöiden itämiselle riittävä, ja toisaalta täytyy puussa olla rihmaston kasvun edellyttämä vähimmäiskosteus. Rihmaston kasvu on yleensä mahdollista, kun kosteus nousee puusyiden kyllästymispisteen eli noin 30 %:n yläpuolelle. Näin alhaisessa kosteudessa sienien toiminta on kuitenkin hyvin vähäistä. Eri lajien optimikosteus vaihtelee 40 ja 100 %:n välillä (BJÖRKMAN 1946, AMMER 1964, ROLL-HANSEN 1965, HENNINGSSON 1967 b). Sienet voivat kuitenkin kasvaa korkeammassakin kosteudessa, joten lahon kehittyminen on mahdollista myös vasta hakatuissa tukeissa. Joillakin sienilajeilla on kyky kuljettaa vettä kosteammista paikoista kuivempiin puuta hajottaessaan, jolloin alunperin liian alhainen kosteus muuttuu sienille suotuisaan suuntaan.

Kuten muutkin elävät organismit ottavat sienetkin happea ja luovuttavat hiilidioksidia hengitysprosessissa. Ilman tulee täyttää vähintään 20 % puun huokostilavuudesta, jotta sienet voisivat kehittyä. Veteen varastoidun ja kastellun puutavaran säilyminen perustuu tähän.

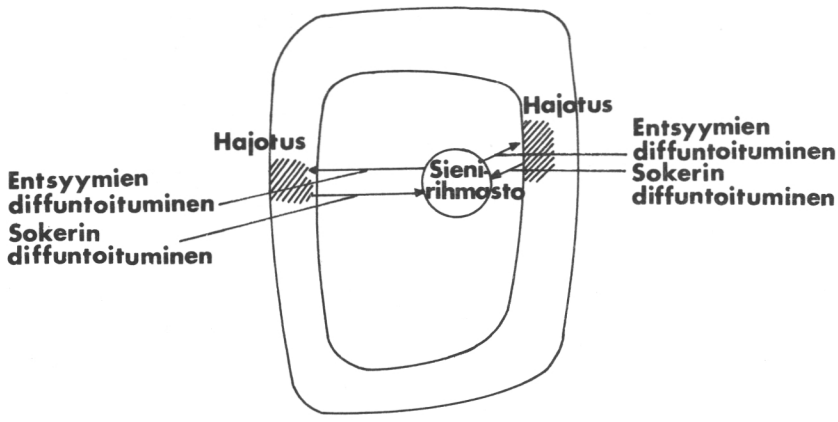
Tarvitsemansa ravinnon sieni ottaa puusta. Sinistäjä- ja homesienet ottavat ravintonsa etupäässä elävien soluonteloitten sisällöstä, kun taas lahottajasienet hajottavat pääasiassa solun seinämiä.

Sienet käyttävät siten puun hiilihydraatteja energialähteenä. Lisäksi ne tarvitsevat monia muita aineita, kuten fosforia, rikkiä, kaliumia, magnesiumia, molybdeeniä, sinkkiä, kuparia, rautaa, mangaania ja booria. Useimmat sienet tarvitsevat sitäpaitsi kasvaakseen yhtä tai useampia vitamiineja. Useimmat lahottajasienet vaativat B_1-vitamiinia, jota puussa kuitenkin yleensä on riittävästi.

Toisaalta taas esimerkiksi typen puutteella on sienien kasvua hillitsevä vaikutus. Puhtaan puun typpipitoisuus on erittäin alhainen, harvoin enemmän kuin 0.3 % kuivapainosta (MERRILL & COWLING 1966, HENNINGSSON 1967 b). Määrä on suurin jälsialueella ja sydänpuussa. Väliin jäävässä pintapuussa typen määrä on pienempi ja alhaisin heti sydänpuuosuuden ulkopuolella. Osittain tästä syystä eri



Kuva 11. Ruskolaho (T. Gulliksen).



Kuva 12. Puusyyn läpileikkaus (B. Henningsson).

puulajien sydän- ja pintaosan välillä onkin suuri ero vastustuskyvyssä.

c. Sienitartunnan seuraukset

Sienet voivat vioittaa puuta monella tavalla. Puussa tapahtuvien kemiallisten ja fysikaalisten muutosten mukaan voidaan viat ryhmitellä seuraavasti:

Kuva 13. Varastoitua koivukuitupuuta, jossa nähdään valkolahovikoja (B. Henningsson).

1. Laho
   a. Ruskolaho
   b. Valkolaho
   c. Katkolaho
2. Väriviat (sinistymä)
3. Homeviat.

Lahottajasienet eroavat vain värivikoja aiheuttavista sienistä siten, että ne hajottavat soluseinän pääaineosia selluloosaa ja ligniiniä. Kasvupaikan mukaan voidaan lahottajasienet ryhmitellä metsälahottajiin ja varastolahottajiin. Metsälaholla tarkoitetaan lahovaurioita, jotka puutavara on saanut ennen hakkuuta, kun taas varastolaho tulee puutavaraan varastoinnin aikana.

Koska puusolujen selluloosa ja ligniini ovat veteen liukenemattomia, voivat lahottajasienet käyttää hyväkseen puuhun sitoutuneen energian vasta sen jälkeen kun ligniini ja selluloosa ovat entsyymitoiminnan johdosta muuttuneet vesiliukoisiksi aineiksi. Tämä tapahtuu siten, että sienirihma, joka kasvaa soluontelossa, erittää selluloosaa ja ligniiniä hajottavia entsyymejä. Nämä ovat vesiliukoisia ja voivat, mikäli solunseinässä on vapaata vettä, diffuntoitua sienirihmojen pinnasta solunseinään.

Entsyymitoiminnan seurauksena hajoaa solunseinän sisältämä selluloosa esimerkiksi glukoosiksi tai sellobioosiksi. Koska näiden sokerilajien konsentraatio näin ollen kasvaa solunseinissä suuremmaksi kuin soluontelossa, alkavat glukoosi ja sellobioosi diffuntoitua sienirihmaa pitkin soluonteloon, jossa sieni käyttää ne aineenvaihduntaansa.

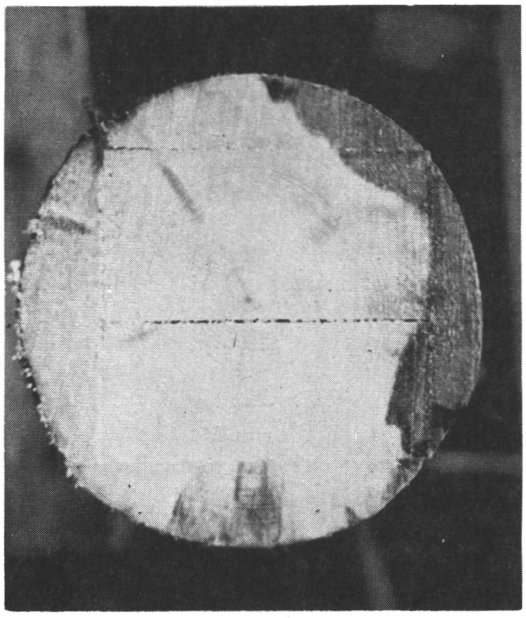
Taulukko 1. Ruskolahon, valkolahon ja katkolahon luonteenomaiset piirteet (COWLING 1961, HENNINGSSON 1962, 1967, WILCOX 1970).

		Ruskolaho	Valkolaho	Katkolaho
A.	Väri	Kellertävä, ruskea tai melkein musta	Vaalea. Lahoa ympäröi usen tumman ruskea tai sinipunerva vyöhyke.	Tumma, melkein musta
B.	Muodon muutos	Kuivuessaan puu kutistuu huomattavasti ja lohkoutuu kuutiomaisesti.	Aluksi puu halkeilee vuosirenkaittain. Loppuvaiheessa se muuttuu kuitumaiseksi massaksi.	Tavallisesti puu säilyttää muotonsa melkein muuttumattomana, mutta joskus muodonmuutos on ruskolahon kaltainen.
C.	Mikrohävitys	Sienirihmat syövyttävät solunseinään sen poikittaissuuntaisia reikiä, jotka vähitellen suurenevat 1).	Kuten ruskolaholla, mutta rihmat syövyttävät solunseinää myös soluontelosta päin aiheuttaen seinän ohenemista 1).	Sienirihmat kasvavat sekundäärisessä solunseinässä ja syövyttävät siihen seinän pituussuuntaisia onkaloita 1).
D.	Lujuusominaisuudet	Voimakkaasti heikentyneet. Puu muuttuu hauraaksi.	Heikentyneet, mutta puu on suhteellisen kimmoisaa.	Voimakkaasti heikentyneet. Puu katkeaa helposti kohtisuoraan syitä vastaan.
E.	Massan saanto ja laatu	Saanto hyvin alhainen, laatu hyvin huono	Saanto vähän alhaisempi kuin terveestä puusta. Laatu jonkin verran terveestä puusta saatua huonompaa.	Alhainen saanto ja huono laatu.
F.	Kemiallinen hajoitustoiminta	Hajoittaa etupäässä selluloosaa.	Hajoittaa selluloosaa ja ligniiniä.	Hajoittaa etupäässä selluloosaa mutta myös jonkin verran ligniiniä. Selluloosan hajoitus lievempää kuin tavallisilla lahottajilla.
G.	Alkaliliukoisuus (1% NaOH)	Helpommin liukenevaa kuin terve puu.	Vain vähän liukenevampi kuin terve puu.	Jonkin verran vaikealiukoisempi kuin terve puu.
H.	Oksidaasireaktio agarissa, jossa polyfenolia	Negatiivinen reaktio.	Positiivinen reaktio	Negatiivinen reaktio.

1) Hävityskuviossa esiintyy vaihtelua.

Ruskolahon vioittama puu muuttuu ruskeaksi ja hauraaksi ja lohkoutuu kuivuessaan kuutiomaisesti (kuva 11). Ruskolahottajat hajottavat selluloosaa suhteellisen nopeasti jättäen ligniinin koskemattomaksi, joten lahoamisen loppuvaiheessa on melkein yksinomaan ligniiniä jäljellä (COWLING 1961). Myös ligniinissä tapahtuu kuitenkin tiettyjä muutoksia.

Valkolahon vioittama puu muuttuu vähitellen vaaleaksi. Lahoa ympäröi tavallisesti voimakkaan tummanruskea tai sinipunerva kapea vyöhyke, joka risteilee puussa muodoltaan epämääräisenä. Lahon alkuvaiheessa ei puun lujuus heikkene kovinkaan huomattavasti, mutta loppuvaiheessa puu muuttuu kuitumaiseksi massaksi. Lahoamisen aikana ei ligniinin ja selluloosan



Kuva 14. Hyönteisiskeytymän aiheuttama värivika on levinnyt pölkyn sisäosaan (B. Halvorsen).

välinen suhde sanottavasti muutu (COWLING 1961). Solunseinän hajoaminen tapahtuu tavallisesti soluontelosta keskilamellia kohti. Mikroskooppinen hajoamiskuvio vaihtelee kuitenkin huomattavasti eri valkolahosienillä.

Katkolaho (soft rot) on lahotyyppi, jossa puu säilyttää alkuperäisen muotonsa ja kovuutensa melkein muuttumattomana, mutta lujuus heikkenee voimakkaasti. Tyypillisessä katkolahotapauksessa sienirihmat kasvavat vain sekundäärisessä solunseinässä ja syövyttävät siihen seinän pituussuuntaisia onteloita. Katkolahon vioittama puu on väriltään tavallisesti hyvin tummaa, melkein mustaa (TRÄSKYDDSKOMMITÉN 1969, LUNDSTRÖM 1971).

Katkolahoa esiintyy etupäässä hyvin kosteissa paikoissa, kuten vesitorneissa, paaluissa, uppotukeissa jne. Katkolahoa saattaa esiintyä myös kyllästetyssä puutavarassa, joka on kosketuksessa maan kanssa. Pyöreän puutavaran varastoinnissa ei tätä lahotyyppiä juuri esiinny. Sitä vastoin hakevarastoissa on katkolaholla suuri merkitys. Monet puuta hajottavista sienistä, jotka viihtyvät korkeissa lämpötiloissa ja jotka esiintyvät määrätyissä hakekasojen osissa, aiheuttavat juuri katkolahoa.

Tavallisimmat lahottajasienet, jotka esiintyvät varastoidussa havupuutavarassa Skandinaviassa, ovat *Corticium evolvens, Lenzites sepiaria* (aidaskääpä), *Peniuphora gigantea, Polyporus abietinus* ja *Stereum sanguinolentum* (verinahka) (ROBAK 1942, BJÖRKMAN 1946, NYLINDER ja RENNERFELT 1954). Suomessa ovat yleisiä ratapölkkysieni (Lentinus lepideus) aidaskääpä ja tukki- ja paperipuuvarastoissa esiintyvä verinahka. Varastoidun lehtipuutavaran lahottajasienistä mainittakoon *Corticium evolvens,* eri *Peniophor-lajit, Polyporus versicolor, Polyporus zonatus, Polyporus pubescens, Polyporus hirsutus, Stereum hirsutum* ja *Stereum purpureum* (BJÖRKMAN 1953, BJÖRKMAN 1958 a, HENNINGSSON 1967 a, VENN 1972). Kaikki mainitut sienet ovat enemmän tai vähemmän tyypillisiä valkolahottajia.

Vaarallisin hakekasoissa esiintyvä sienilaji on *Chrysosporium lignorum,* joka viihtyy hyvin erilaisissa lämpötiloissa. Niissä osissa hakekasaa, missä lämpötilat ovat korkeat, esiintyy useita katkolahoa aiheuttavia sienilajeja. Sitä vastoin muut lahottajasienet esiintyvät alhaisemmissa lämpötiloissa.

On olemassa joukko sienilajeja, jotka aiheuttavat puussa vain *värivikoja.* Ne eivät pysty lahottajasienten tavoin hajottamaan solunseinää, vaan käyttävät ainoastaan soluissa olevia liukoisia aineita.

Värivikaa voivat aiheuttaa sekä sienirihmat sellaisinaan että väriaineiden erittyminen. Tavallisin värivika on puun värin muuttuminen sinertäväksi. Vauriota kutsutaan silloin sinistymäksi. Sinistymää erotetaan tavallisesti kahta eri lajia: tukkisineä ja lautatarhasineä. Edellinen syntyy tukkia varastoitaessa, kun taas lautatarhasini tulee sahatavaran kuivaamisen, varastoinnin tai kuljetuksen aikana.

Tartunnan lähteen mukaan voidaan erottaa toisistaan ilmasinistymä ja hyönteissinistymä. Viimeksi mainittua tarkastellaan jäljempänä hyönteisiä käsittelevässä luvussa. Ilmasinistymää aiheuttavat tukkeihin *Ceratocystis pilifera, Ceratocystis coerulescens, Ceratocystis piceae, Pullularia pullulans* ja *Ceratocystis minor* (LAGERBERG et. al. 1927, HENNINGSSON 1965). Lautatarhasineä aiheuttavista sienistä tärkeimpiä ovat *Ceratocystis minor, Ceratocystis pilifera, Ceratocystis piceae pullulans, Sclerophoma pithyophila* ja *Scopularia phycomyces.*

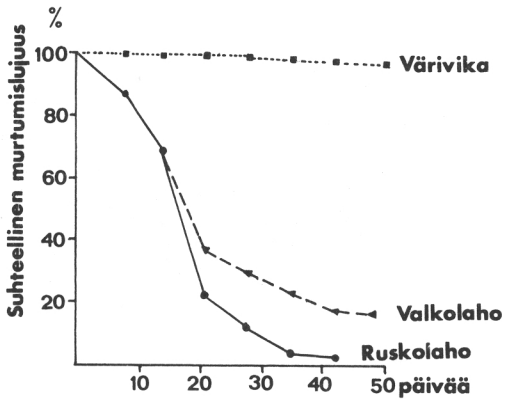
Sisä- eli salasineä syntyy sahatavaraan, varsinkin lankkuihin, silloin kun sen pintaosa kuivuu huomattavasti nopeammin kuin sisäosa.

Tällöin pintakerrokseen syntyy runsaasti pieniä halkeamia, joiden kautta sieni-itiöt pääsevät puun sisään. Koska kapillaariyhteys kostean sisäosan ja kuivan pintakerroksen välillä katkeaa, vaikeutuu sisäosan jälkikuivuminen, jolloin salasinen syntyminen on mahdollista. Vain tehokas sahatavaran kuivaus välittömästi sahauksen jälkeen voi estää tällaisen sinistymän synnyn. Sahatavaran pintakäsittely fungisideillä ei ole osoittautunut varmaksi keinoksi salasinistymää vastaan. Monissa tapauksissa suojakäsittely vain haittaa salasinen paljastumista, koska se suojaa vain pintakerroksen sinistymää vastaan, mutta kosteammissa sisäosissa, joihin fungisidi ei ole päässyt tunkeutumaan, syntyy sinistymää, joka paljastuu esim. höylättäessä. Eräitä helposti puuhun imeytyviä kyllästeitä käyttämällä on sitä vastoin mahdollista vähentää salasinistymisvaaraa.

Suurelle osalle selluteollisuutta on värivikojen merkitys melko pieni verrattuna lahon aiheuttamiin tappioihin. Vain korkealaatuisen mekaanisen massan ja sulfiittimassan valmistuksessa on sinistymällä merkitystä.

Värivikoja aiheuttavien sienien vaikutus tukkien ja sahatavaran lujuusominaisuuksiin on suhteellisen vähäinen. Erittäin voimakas vioittuminen saattaa kuitenkin jossain määrin heikentää puun iskulujuutta. Myös puun ominaisuuteen läpäistä nesteitä on näillä sienillä sikäli merkitystä, että värivikainen puu läpäisee helpommin kuin terve puu esimerkiksi kyllästysliuoksia ja vettä. Tämä vaikutus voi käytännön kannalta olla sekä hyödyllinen että haitallinen (HOF 1971, DUNLEAVY ja FOGARTY 1972).

Homesienet muodostavat puuhun pintahometta. Pyöreässä puutavarassa sen esiintyminen on yleensä vähäistä mahlan aikaan hakattua tavaraa lukuun ottamatta. Laudoissa ja lankuissa homesienet voivat aiheuttaa kiusallista värivikaa, mutta lujuusominaisuudet säilyvät muuttumattomina. Homesienet ovat yleisimpiä kesällä sahatussa tuoreessa puutavarassa—varsinkin männyssä. Homesienten torjuntakeinoina tulevat kysymykseen fungisidikäsittely tai mieluimmin keinokuivaus.



Kuva 15. Sienitartunnan vaikutus puun iskutaivutuslujuuteen (B. Henningsson).

322. Hyönteiset

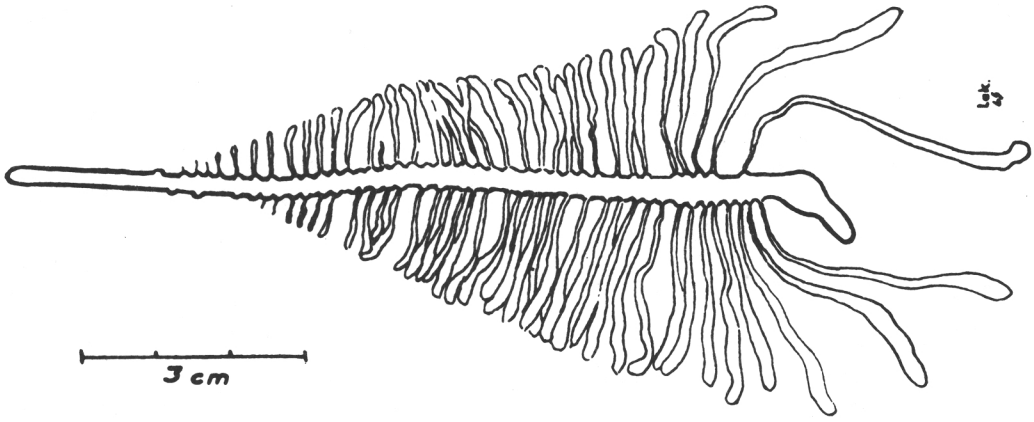
Kaarnakuoriaiset, sarvijäärät, kärsäkkäät ja eräät muut hyönteiset saattavat iskeytyä keväällä ja kesällä kuorelliseen tukki- ja kuitupuuhun. Monet kyseisistä lajeista eivät ole kovinkaan merkityksellisiä, mutta eräät hyönteiset voivat aiheuttaa puun arvoa alentavia vikoja (SAALAS 1919, 1949, HAKKILA 1964, RUMMUKAINEN 1964). Eräät lajit tuovat mukanaan sinistymätartunnan, kun taas eräiden lajien toukat syövät puuhun syviä käytäviä aiheuttaen siten teknisiä vikoja. Esimerkiksi Ruotsissa seuraa hyönteisvioista automaattisesti kuusipaperipuun laatuluokan aleneminen.

Vaikka monet hyönteislajit ovatkin sinänsä harmittomia puutavaran käsittelyn kannalta, ei niitä kuitenkaan pidä jättää huomioon ottamatta. Niillä saattaa nimittäin olla välillinen haittavaikutus ympäröivään metsään, mikäli puutavaravarastot jäävät paikoilleen niin pitkäksi ajaksi, että uusi hyönteissukupolvi ehtii kehittyä (SAALAS 1919, TRÄGÅRDH 1921, KANGAS 1934, 1946). Tämä vaikutus on kuitenkin vaikeasti arvioitavissa, ja siksi se yleensä unohdetaankin.

Seuraavassa selvityksessä, joka käsittelee taloudellisesti merkityksellisiä mänty- ja kuusitavaran metsävarastoissa esiintyviä hyönteisiä, on yllä mainitut näkökohdat otettu huomioon. Lehtipuutavaran osalta käsitellään vain niitä lajeja, jotka aiheuttavat teknisiä vikoja saha- ja vaneritukkeihin.

a. Mänty

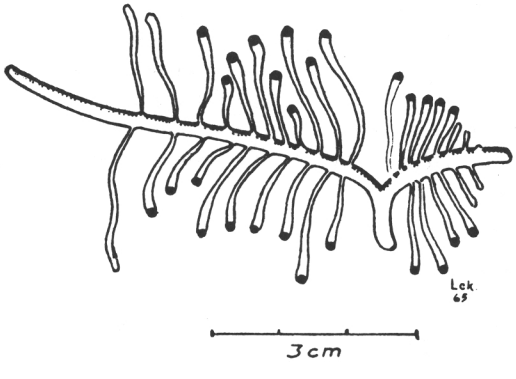
P y s t y n ä v e r t ä j ä, *Blastophagus piniperda,* on hyvin tavallinen mäntymetsissä kaikissa pohjoismaissa. Se parveilee aikaisin keväällä, kun maksimilämpötila ensimmäisiä ker-



Kuva 16. Vielä kehitysvaiheessa oleva pystynävertäjän käytäväkuvio (Kuvat 16–22 ja 24–30: Ent. avd., Skogshögskolan, Tukholma).

toja kohoaa +12–+14°C:een. Tanskassa, Etelä-Ruotsissa ja Etelä-Norjassa parveilu voi alkaa jo maaliskuun lopussa. Etelä- ja Keski-Suomessa parveilu alkaa yleensä huhtikuun loppupuolella. Pohjois-Skandinaviassa parveilu tapahtuu toukokuun lopussa tai kesäkuun alussa. Parveiluajan alku ja pituus vaihtelevat kuitenkin suuresti kevään sääolosuhteiden mukaan (BAKKE 1968, SALONEN 1973).

Suorat emokäytävät (kuva 16) sijaitsevat yleensä paksun kaarnan alla, mutta myös ohuemman kaarnan ja poikkeuksellisesti silokaarnankin alla saattaa niitä esiintyä. Mikäli samassa tukkivarastossa on sekä mäntyä että kuusta, voi myös kuusi satunnaisesti joutua hyökkäyksen kohteeksi.



Kuva 17. Vaakanävertäjän käytäväkuvio.

Uusi sukupolvi jättää syntymäpaikan tavallisesti alueen etelä- ja keskiosissa kesäkuun lopulla ja heinäkuussa ja pohjoisessa elokuussa. Nuoret hyönteiset siirtyvät silloin lähellä olevien mäntyjen latvustoihin, missä ne tunkeutuvat vuosikasvaimiin (SAALAS 1919, TRÄGÅRDH 1921).

Vanhempi sukupolvi saattaa siirtyä latvustoihin jo touko-kesäkuussa (EIDMANN 1965, SALONEN 1973). Iskeytymän kohteeksi joutuneet versot kuolevat ja putoavat tavallisesti maahan. Nämä latvusvauriot aiheuttavat kasvuhäviön, jonka jälkiseuraukset ovat näkyvissä monen vuoden ajan (MATTSSON-MÅRN 1921, TURČEK 1964).

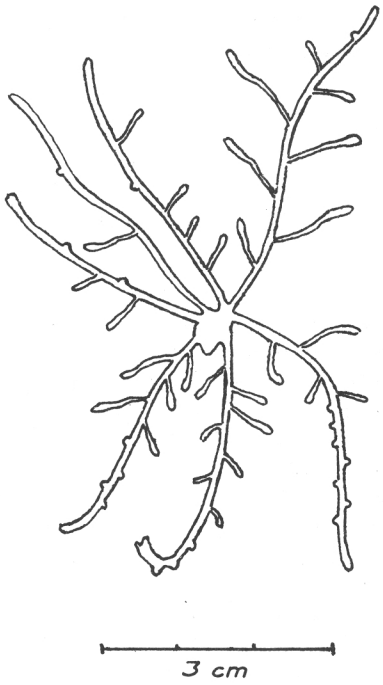
Iskeytymisen seurauksena puutavara voi sinistyä voimakkaasti loppukesään mennessä.

V a a k a n ä v e r t ä j ä, *Blastophagus minor*, on tavallinen Ruotsin keskiosissa, Etelä-Norjassa noin 300 metrin korkeuteen merenpinnan yläpuolella sekä Suomessa Etelä-Lappiin saakka. Pohjoismaiden pohjoisosissa ja Etelä-Ruotsissa se on harvinainen ja Tanskassa sitä ei ole tavattu lainkaan.

Laji parveilee samaan aikaan tai vähän myöhemmin kuin pystynävertäjä. Se elää männyn runkojen ohutkuorisessa osassa ja paksuissa oksissa, tavallisesti niiden alapinnalla (EIDMANN 1965, BAKKE 1968). Emokäytävät ovat kaarevia ja puun poikittaissuunnassa (kuva 17). Toukkakäytävät ovat hyvin lyhyitä ja päättyvät muutaman millimetrin syvyiseen reikään puun sisässä, missä toukka läpikäy viimeisen kehitys-

vaiheen ja koteloituu. Vaakanävertäjän puuhun tuomat sienet, ennen kaikkea *Ceratocystis cana* ja *Trichosporium tingens,* värjäävät pintapuun voimakkaan siniseksi (kuva 14) (MATHIESEN 1950). Aikuistuminen ja kasvaintuhot tapahtuvat samalla tavalla kuin pystynävertäjällä, mutta talvehtiminen maan pintakarikkeissa.

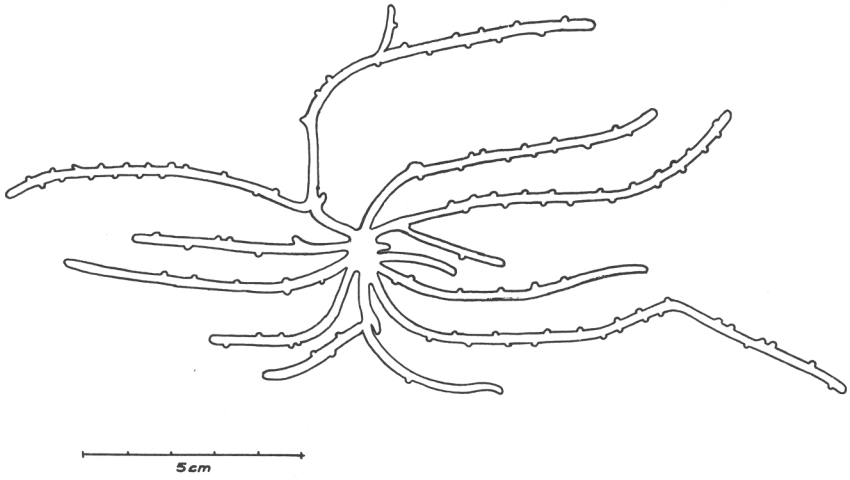
Nelihampainen tähtikirjaaja, *Pityogenes quadridens,* on yleinen kaikissa pohjoismaissa. Se parveilee myöhemmin kuin ytimennävertäjät, ja parveiluaika on pitkä (SAALAS 1949, EIDMANN 1965, BAKKE 1968). Se elää ainoastaan mäntypuutavaran ohutkuorisessa osassa sekä paksuissa oksissa. Käytäväkuvio on tähden muotoinen (kuva 18). Hyönteinen ei kuljeta sinistymää, eikä sekundaarisinistymääkään yleensä esiinny käytäväkuvion yhteydessä. Lajilla on täten puutavaran käsittelyn kannalta vähäinen merkitys. Myöskään lähipuustolle ei nelihampainen tähtikirjaaja näytä olevan erityisen haitallinen. Suurin joukoin lisääntyessään se saattaa kuitenkin iskeytyä pienempiin mäntyihin ja tuhota ne.



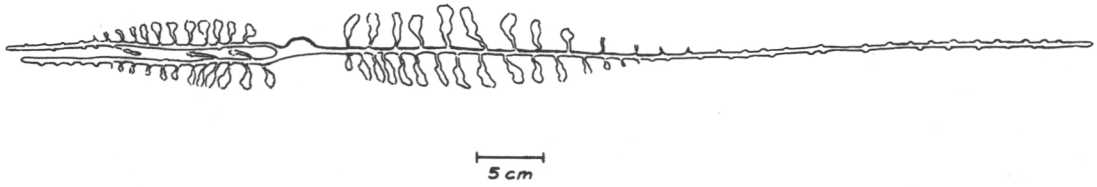
Kuva 18. Nelihampaisen tähtikirjaajan käytäväkuvio.

Okakaarnakuoriaista, *Ips acuminatus,* tavataan Tanskaa lukuun ottamatta kaikissa pohjoismaissa. Etelä-Norjassa se esiintyy vasta noin 300 metrin korkeudella merenpinnan yläpuolella (BAKKE 1968). Etelä- ja Keski-Ruotsissa se on harvinainen, mutta maan pohjoisosissa hyvin tavallinen. Suomessa se esiintyy etupäässä maan itä- ja pohjoisosissa.

Laji parveilee verraten myöhään, Etelä-Norjassa ja Keski-Suomessa toukokuun lopussa tai



Kuva 19. Okakaarnakuoriaisen käytäväkuvio, jossa nähdään emokäytävät ja munakuopat.



Kuva 20. Pikakirjoittajan käytäväkuvio.

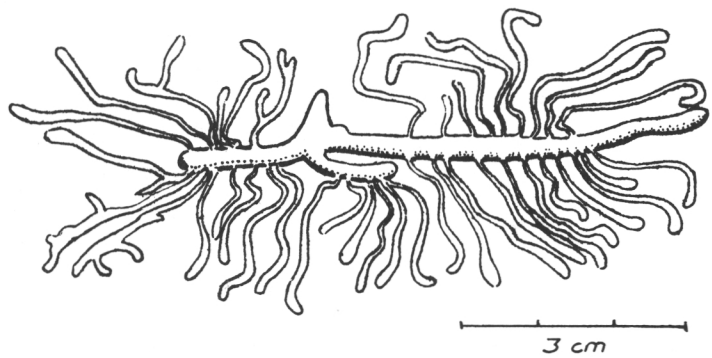
kesäkuun alussa, Pohjois-Skandinaviassa tavallisesti kesäkuun ensimmäisellä puoliskolla (BAKKE 1968). Se iskeytyy männyn ohutkuorisiin osiin ja paksuihin oksiin. Käytäväkuvio on tähdenmuotoinen (kuva 19), ja siinä on usein runsaasti yleensä rungon pituussuuntaisia emokäytäviä. Toukkakäytävät ovat suhteellisen harvassa ja verrattain lyhyitä. Laji kuljettaa aina mukanaan sinistymäsieniä, etupäässä *Ceratocysti clavataa* ja *Trichosporium tingens var. macrosporaa* (MATHIESEN 1950). Talvehtiminen tapahtuu joko käytäväkuvioiden yhteydessä tai maan pintakarikkeissa.

Puutavaralle okakaarnakuoriainen on erittäin haitallinen, koska sen mukanaan tuomat sienet aiheuttavat pintapuussa voimakasta sinistymistä. Sen merkitys kasvavalle metsälle ei yleensä ole suuri, mutta sahalaitoksien ja varastopaikkojen läheisyydessä puut saattavat joutua sen hyökkäyksen kohteeksi ja tuhoutua (KANGAS 1934).

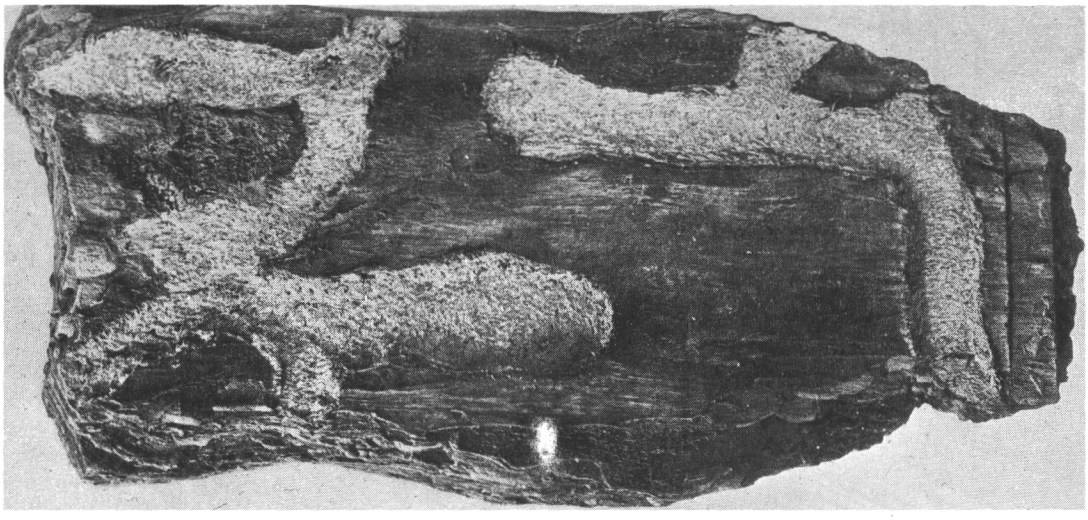
P i k a k i r j o i t t a j a, *Ips sexdentatus,* on melko yleinen Etelä-Norjan ylävillä alueilla sekä Skandinavian ja Suomen pohjoisimmissa osissa.

Laji parveilee myöhään, tavallisesti kesäkuun ensimmäisellä puoliskolla, ja uusi sukupolvi kuoriutuu myöhäiskesällä (BAKKE 1968). Hyönteinen iskeytyy mäntyrunkojen paksukuorisiin osiin. Käytäväkuviot ovat erittäin pitkiä (kuva 20). Itse emokäytävä voi olla jopa yli metrin pituinen. Toukkakäytävät ovat harvassa ja verraten lyhyitä. Laji kuljettaa mukanaan sinistymää aiheuttavaa *Ceratocystis brunneociliata* -sientä (MATHIESEN 1950, SALONEN 1966). Lajilla on metsälle verrattain vähäinen merkitys, mutta puutavaravarastojen ja sahalaitoksien läheisyydessä saattaa esiintyä tuhoja.

N y h ä k a a r n a k u o r i a i n e n, *Orthothomicus proximus,* on yleinen kaikissa pohjoismaissa. Se iskeytyy aurinkoisille paikoille varastoitujen runkojen yläpintaan pääasiassa kaarna- ja hilsekuoren välivyöhykkeeseen (SAALAS 1949, RUMMUKAINEN 1964). Hyönteinen parveilee myöhään, Keski-Ruotsissa tavallisesti kesäkuun alussa ja Suomessa kesä-heinäkuussa. Käytäväkuvio muodostuu yleensä kolmesta lievästi kaartuvasta emokäytävästä. Siitoskammiossa on selvästi näkyvä ulkonema (kuva 21). Tavallisesti ei iskeytymä aiheuta sinistymävaurioita, mutta lajiin voi paikallisesti liittyä sinistymäsieniä, esimerkiksi voimakkaan, syvälle ulottuvan sinistymän aiheuttava *Ceratocystis ips* (MATHIESEN 1950, RUMMUKAINEN 1964). Lajilla ei tiettävästi ole mitään merkitystä metsälle.



Kuva 21. Nyhäkaarnakuoriaisen käytäväkuvio.



Kuva 22. Sarvijaakon toukkakäytäviä kaarnan alla.

Sarvijaakko, *Acanthocinus aedilis,* on yleinen kaikissa pohjoismaissa, tosin jonkin verran harvinaisempi Tanskassa. Se iskeytyy toukokuussa etupäässä rungon paksukaarnaiseen osaan. Kaarnan alla toukat jyrsivät leveitä, kaarevia käytäviä, jotka ovat täynnä toukan purua (kuva 22). Koteloituminen tapahtuu kaarnassa tai puussa olevassa matalassa syvennyksessä. Uusi sukupolvi jättää syntymäpaikan saman vuoden syksyllä tai seuraavana keväänä (SAALAS 1949).

Laajasta levinneisyydestään huolimatta on sen iskeytymillä vähän merkitystä puutavaran käsittelylle. Pystymetsälle se on täysin merkityksetön.

Tyvipikikärsäkäs, *Pissodes pini,* on yleinen koko Skandinavian alueella. Laji suosii erityisesti rungon ohutkuorisia osia, mutta sitä tavataan myös paksumman kuoren alla. Muniminen tapahtuu tavallisesti alkukesällä, mutta voi jatkua myös myöhempään (SAALAS 1949, EIDMANN 1965).

Käytäväkuvio muodostuu vain pitkistä, kaartuvista toukkakäytävistä, jotka määrältään vaihtelevina lähtevät munimiskohdasta. Koteloituminen tapahtuu matalassa, lastun peittämässä kotelo-ontelossa, jonka yhteyteen saattaa kehittyä lievää sinistymää.

Puutavaralle eivät iskeytymät merkitse kovin paljon. Aikuiset yksilöt saattavat kuitenkin vahingoittaa etenkin kasvavia mäntyjä (KANGAS 1934).

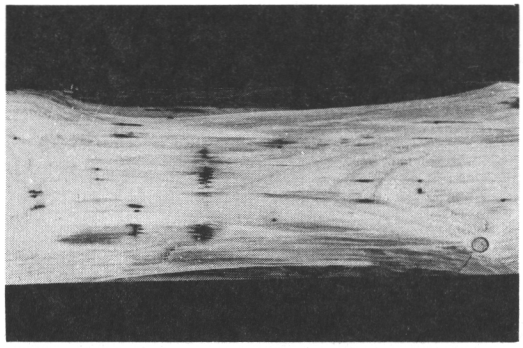
b. Mänty ja kuusi

Havupuun tikaskuoriainen *Trypodendron lineatum,* esiintyy kaikkialla pohjoismaissa, jonkin verran yleisempänä niiden eteläisissä osissa. Se parveilee varhain keväällä suunnilleen samaan aikaan kuin ytimennävertäjät. Sekä mänty että kuusi joutuvat iskeytymisen kohteiksi. Se suosii erikoisesti tuoreita kantoja, kuorellista puutavaraa varjoisissa paikoissa ja vioittuneita puita. Voimakkaassa auringonvalossa oleva puutavara ei yleensä ole altis iskeytymälle. Lajin elinehtoihin kuuluu myös puun suuri kosteus (SAALAS 1949, VENTOLA 1965, LÖYTTYNIEMI 1967).

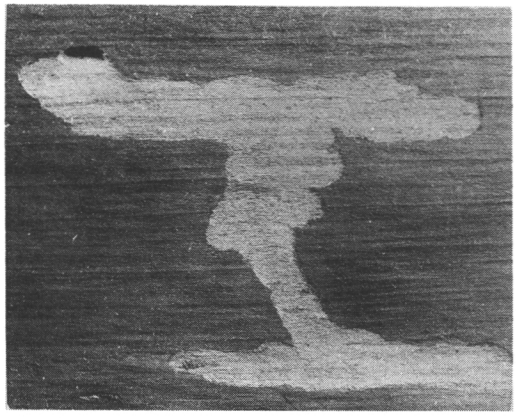
Emokuoriainen jyrsii käytävänsä kaarnan läpi puuhun työntäen ulos vaaleaa puujauhoa. Muutaman senttimetrin syvyydessä käytävä jakautuu sivusuunnassa kahdeksi vuosirengasta myötäileväksi haaraksi. Toukkakäytävät ovat lyhyitä, vain 4–5 mm pitkiä (kuva 23).

Tikaskuoriainen tuo aina mukanaan ambrosiasienen, *Monilia ferruginean,* joka värjää puun ruskeahkoksi, sekä eräitä sinistymäsieniä, kuten esimerkiksi *Ceratocystis piceae* ja *Ceratocystis penicillata* (MATHIESEN 1950). Uusi sukupolvi jättää syntymäpuut yleensä heinä-elokuussa ja talvehtii niiden läheisyydessä maan karikekerroksessa tai puiden tyvikaarnassa (AUSTARÅ & SAETHER 1965, CHRISTIANSEN & SAETHER 1968, ANNILA ym. 1972).

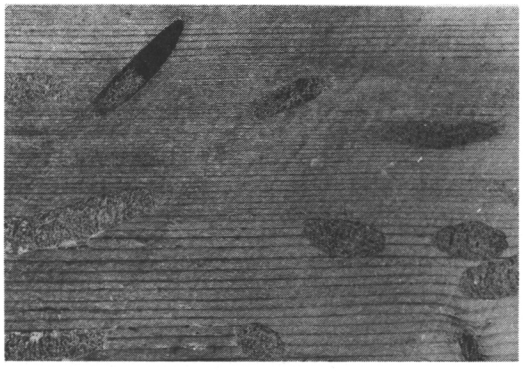
Syvät käytävät aiheuttavat puussa vakavia



Kuva 23. Havupuun tikaskuoriaisen aiheuttamaa värivikaa sahatavarassa.



Kuva 24. Suutarin toukkakäytävä ja sisääntuloaukko puussa.



Kuva 25. Sahatavaraa, jossa on näkyvissä puupistiäisen toukkakäytäviä.

teknisiä vikoja, jotka yhdessä värivian kanssa alentavat suuresti esimerkiksi sahatavaran laatua. Kasvavalle puustolle ei laji ole haitallinen.

Suutari, *Monochamus sutor,* on Tanskaa lukuun ottamatta yleinen koko alueella. Parveilu alkaa myöhään, Etelä-Suomessa tavallisesti vasta heinäkuun alussa ja jatkuu vielä elokuussakin. Muniminen tapahtuu heikkokuntoisissa, usein palon vioittamissa pystypuissa sekä kuorellisessa mänty- ja kuusipuutavarassa. Rungon kaikki osat ovat alttiit iskeytymälle (SAALAS 1949).

Toukka jyrsii ensin matalan ontelon kaarnan alle ja sen jälkeen puun sisään syvän, soikean käytävän, missä se talvehtii (kuva 24). Seuraavana vuonna toukka jatkaa syömistä ja jyrsiytyy pintaa kohti. Nuoret kuoriaiset poistuvat puusta pyöreän lentoaukon kautta. Pohjoisilla alueilla kehittyminen aikuiseksi kestää kaksi vuotta. Saastunut puu on helppo tunnistaa toukkakäytävistä valuvasta karkeasta puujauhosta.

Suutarin laajat toukkakäytävät aiheuttavat suuria teknisiä vikoja puutavaralle. Kasvavalle puustolle on lajilla vain vähäinen merkitys (TRÄGÅRDH 1929, KANGAS & SALONEN 1960).

Puupistiäiset, *Sirex gigas* ja *Paururus juvencus,* ovat melko yleisiä kaikkialla Pohjoismaissa. Lajit parveilevat loppukesällä ja iskeytyvät heikkokuntoisiin pystypuihin tai kuorelliseen mänty- ja kuusipuutavaraan.

Naaraspistiäisillä on pitkä munanasetinputki, jolla ne laskevat munat kuoren läpi puuhun. Toukat jyrsivät siellä pitkiä, kaarevia käytäviä, jotka ovat täynnä vaaleaa puujauhoa. Iskeytymistä ei voi tuoreissa tukeissa havaita ennen sahausta. Varsinkin höyläämättömässä tavarassa (kuva 25) ovat toukkakäytävät vaikeasti erotettavissa tiukkaan puristuneen puujauhon johdosta.

Täyskasvuiseksi kehittymisen lasketaan kestävän 2—4 vuotta, ja toukat voivat jatkaa kehitystään vielä sahatavarassakin. Puupistiäiset lähtevät puutavarasta pyöreiden lentoreikien kautta. Päin vastoin kuin suutarilla lentoaukot ovat hyvin erikokoisia, sillä aikuisten puupistiäisten koko on vaihteleva.

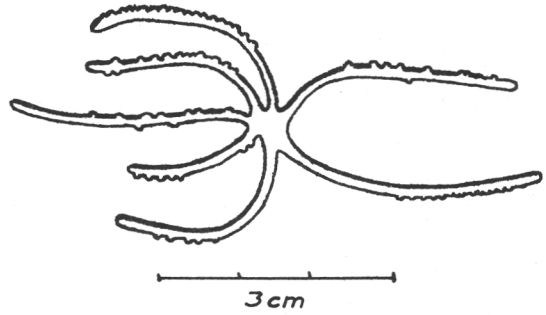
Syvien toukkakäytävien takia puupistiäisten iskeytymät aiheuttavat suuria teknisiä vikoja sahatavaraan. Eräät maat, kuten esimerkiksi Australia ja Uusi Seelanti, vaativat todistuksen siitä, ettei sahatavarassa eikä pakkausmateriaalissa ole puupistiäisiä.

c. Kuusi

K u u s e n t ä h t i k i r j a a j a, *Pityogenes chalcographus,* on hyvin yleinen koko alueella Länsi-Norjan kuusimetsiä lukuun ottamatta. Parveilu alkaa myöhään, touko-kesäkuun vaihteessa ja jatkuu heinäkuulle saakka (SAALAS 1949). Talvehtiminen tapahtuu yleensä kuoriaisena joko kaarnan alla tai maan pintakarikkeissa. Kuusen tähtikirjaaja iskeytyy mieluimmin heikkokuntoisten pystypuiden ohutkuorisiin osiin tai kuorelliseen puutavaraan, mutta myös hakkuutähteisiin, etenkin paksumpiin oksiin. Käytäväkuviot ovat tähden muotoisia (kuva 26).

Laji ei kuljeta sinistymätartuntaa ja myös ilmasinistymä on sen yhteydessä vähäistä. Täten kuusen tähtikirjaaja ei sanottavasti vaikuta puutavaran laatuun. Pitkäaikainen kuitupuun metsävarastointi saattaa kuitenkin lisätä hyönteiskantaa niin runsaasti, että ne muodostuvat vaaraksi nuorelle kuusimetsälle (LEKANDER 1972).

K i r j a n p a i n a j a, *Ips typographus,* on yleinen koko alueella lukuun ottamatta eteläisintä Ruotsia ja Länsi-Norjan kuusimetsiä. Kirjanpainaja parveilee verrattain myöhään, alueen keskiosissa suunnilleen touko-kesäkuun vaihteessa (ANNILA 1969). Samoin kuin kuusen tähtikirjaaja, voi naaras munia useampaan kertaan, ja sen tähden uusia iskeytymiä saattaa esiintyä pitkin kesää. Käytäväkuviot muodostuvat tavallisesti kahdesta tai kolmesta puun pituussuunnassa kulkevasta emokäytävästä (kuva 27). Uusi sukupolvi lähtee puista elo-syyskuussa ja talvehtii karikkeissa tai puutavarassa kuoren alla.

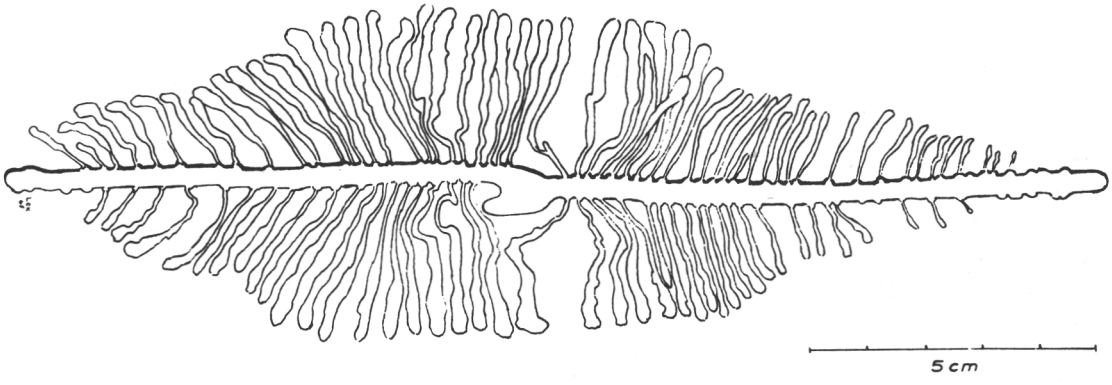


Kuva 26. Kuusen tähtikirjaajan käytäväkuvio emokäytävineen ja munakuoppineen.

Kirjanpainaja iskeytyy tavallisesti heikkokuntoisiin kasvaviin kuusiin ja kuorellisen puutavaran paksukuorisiin osiin. Suurin joukoin lisääntyessään se saattaa iskeytyä myös terveisiin puihin ja aiheuttaa niiden tuhoutumisen (KANGAS 1946).

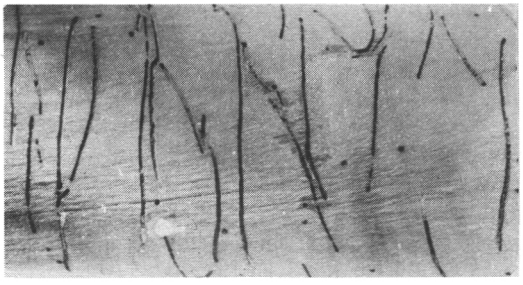
Iskeytymästä on seurauksena *Ceratocystis penicillata* -sienen aiheuttama siniharmaa värivika (MATHIESEN 1950).

K u u s i j ä ä r ä t, *Tetropium* spec., ovat tavallisia koko alueella. Kuoriaiset munivat kesäkuussa vanhoihin tai muuten heikkokuntoisiin puihin sekä kuorelliseen puutavaraan. Toukat jyrsivät osaksi kuoreen ja osaksi uloimpaan pintapuuhun matalia, kaarevia käytäviä, jotka ovat täynnä puujauhoa (kuva 28). Syksyllä ne tunkeutuvat syvemmälle puun sisään tehden muutaman senttimetrin syvyisen käytävän, jossa koteloituminen tapahtuu.

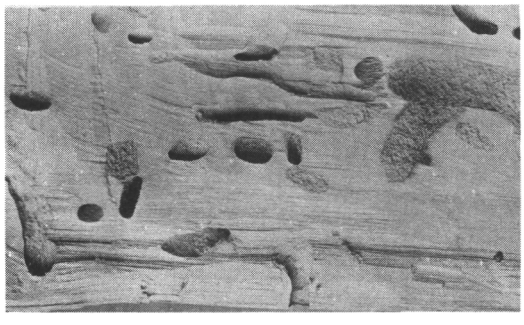


Kuva 27. Kirjanpainajan käytäväkuvio.

Kuva 28. Kuusijäärän toukkakäytäviä kaarnassa.



Kuva 29. Lehtipuupiirtäjän käytäviä.



Kuva 30. Haapajäärän käytäviä.

Syvät kotelo-ontelot saattavat aiheuttaa teknisiä vikoja sahatavaraan. Myös kasvavalle puustolle ovat kuusijäärät haitallisia. Iskeytyessään heikkokuntoisiin puihin ne aiheuttavat usein sellaistenkin puiden kuoleman, jotka muuten ehkä olisivat voineet vielä elää jonkin aikaa (JUUTINEN 1955).

d. Lehtipuut

Monet hyönteislajit iskeytyvät myös kuorelliseen lehtipuutavaraan. Eräät aiheuttavat käytävillään huomattavia teknisiä vikoja, jotka tekevät puutavaran käyttökelvottomaksi esimerkiksi vaneriksi tai parketiksi. Lehtipuissa esiintyvillä tuhotyönteisillä ei sitä vastoin ole suurta merkitystä kasvavalle puustolle.

Kuorellisiin tammitukkeihin iskeytyy muun muassa alueen eteläosissa esiintyvä tammijäärä *(Plagionotus arcuatus)*. Laji suosii ennen kaikkea tukkeja, jotka on varastoitu aurinkoisille, avoimille paikoille. Iskeytyminen tapahtuu kesäkuussa, ja loppukesällä sekä syksyllä jyrsivät toukat puuhun muutaman senttimetrin syvyisen, hieman mutkaisen käytävän, missä koteloituminen tapahtuu. Tällöin ainakin puun pintaosat vioittuvat.

Kuorelliseen haapapuutavaraan iskeytyy muutamia hyönteislajeja. Vaarallisin on todennäköisesti haapajäärä, *Xylotrechus rusticus,* jonka toukat saattavat kaivertaa puutavaran täysin piloille ja tehdä sen kelpaamattomaksi tulitikkuteollisuuden raaka-aineeksi (kuva 30). Laji iskeytyy myös koivuun, mutta siinä toukkakäytävät kulkevat aivan pinnassa, ja vain koteloituessaan toukat kaivautuvat puuhun (SAALAS 1949).

Heikentyneissä kasvavissa koivuissa esiintyvät pieni tikaskuoriainen *(Trypodendron domesticum),* lehtipuun tikaskuoriainen *(Trypodendron signatum)* ja lehtipuupiirtäjä *(Hylecoetus dermestoides)* iskeytyvät toisinaan myös koivupuutavaraan. Näitä huomattavasti merkittävämpi on kuitenkin koivun mantokuoriainen *(Scolytus ratzeburgi),* joka iskeytyy yleisesti puutavaraan ja voi aiheuttaa ruskeaa värivikaa (SAALAS 1919, 1949, RUMMUKAINEN 1949, 1950).

Edellä mainittujen hyönteisten merkitys puutavaran käsittelylle ja metsälle on koottu seuraavalla sivulla olevaan yleiskatsaukseen.

323. Laivamato

Suolaisessa vedessä elää eräitä simpukoihin

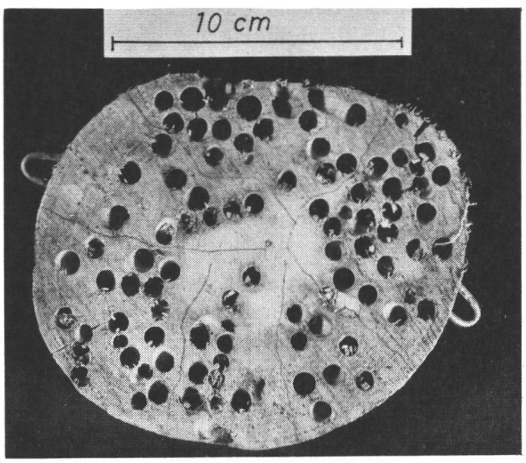
kuuluvia lajeja, jotka käyttävät ravinnokseen puuta. Tunnetuin niistä on laivamato.

Tanskassa ja Ruotsissa esiintyy pääasiassa kaksi laivamatolajia, *Teredo navalis* ja *Psiloteredo megotara,* Norjassa edellisten lisäksi myös *Nototeredo norvagica* ja *Xylophaga dorsalis. Teredo navalis* -lajin levinneisyysalue ulottuu etelässä Juutinraumassa Kööpenhaminaan (KRISTENSEN 1969) ja pohjoisessa Norjassa Bergeniin (DONS 1948). Suomessa ei laivamatoa esiinny. *Teredonavalis* ja *Psiloteredo megotara* parveilevat touko/syyskuussa, *Nototeredo norvagica* ja *Xylophaga dorsalis* syksyllä ja talvella (NAIR 1962).

Teredo navalis -lajilla munien hedelmöittyminen tapahtuu naaraan kidusontelossa, jonne siemensolut tulevat hengitysveden mukana. Kidusontelossa munat kehittyvät toukiksi, jotka irtoavat veteen 10—15 päivän kuluttua. Vedessä toukat ajelehtivat 1—3 viikon ajan ja käyttävät planktonia ravinnokseen. Sen jälkeen ne kiinnittyvät tukkeihin.

Psiloteredo megotara- ja *Nototeredo norvagica* -lajeilla munat hedelmöittyvät vedessä, missä me myös kehittyvät toukiksi.

Toukkien tukkeihin poraamat rei'ät eivät aluksi ole nuppineulan pistoja suurempia, mutta käyttävät suurenevat sitä mukaa kuin toukat kasvavat. Eräällä lajilla on todettu käytäviä, joiden pituus on 95 cm ja läpimitta 1.7 cm. Pienten sisäänkäyntireikien vuoksi ovat vioittumat vaikeasti havaittavissa.



Kuva 31. Laivamadon vioittamaa puuta, joka on ollut vesivarastossa Hardanger-vuonossa, Norjassa, toukokuusta lokakuuhun (T. Gulliksen).

x : Voi aiheuttaa suuren vaurion.
(x): Vaurio on laajuudeltaan pieni tai vain satunnainen.

	Värivika	Teknninen vika	Merkitys metsälle
Mänty			
Pystynävertäjä, *Blastophagus piniperda*	x		x
Vaakanävertäjä, *Blastophagus minor*	x		x
Nelihampainen tähtikirjaaja, *Pityogenes quadridens*	(x)		(x)
Okakaarnakuoriainen, *Ips acuminatus*	x		(x)
Pikakirjoittaja, *Ips sexdentatus*	x		(x)
Nyhäkaarnakuoriainen, *Orthothomicus proximus*	x		
Sarvijaakko, *Acanthocinus aedilis*	(x)	(x)	
Mänty ja kuusi			
Havupuun tikaskuoriainen, *Trypodendron lineatum*	x		x
Pikikärsäkkäät, *Pissodes* spec.	(x)	(x)	(x)
Suutari, *Monochamus sutor*	(x)	x	
Puupistiäiset, *Sirex* ja *Paurus* spec.		x	
Kuusi			
Kuusen tähtikirjaaja, *Pityogenes chalcographus*	(x)		x
Kirjanpainaja, *Ips typographus*	x		x
Kuusijäärät, *Tetropium* spec.		(x)	(x)
Lehtipuut			
Pieni tikaskuoriainen, *Trypodendron domesticum*		x	
Lehtipuun tikaskuoriainen, *Trypodendron signatum*		x	
Lehtipuupiirtäjä, *Hylocoetus dermestoides*		x	
Koivun mantokuoriainen, *Scolytus ratzeburgi*	(x)		(x)
Tammijäärät, *Clytus, Plagionotus* spec.		x	
Haapajäärä, *Xylotrechus rusticus*		x	

Teredo navalis viihtyy parhaiten 15–20°C lämpötilaisessa vedessä. Sen kasvu pysähtyy 5°C:ssa ja lämpötilan ollessa –2°C se kuolee (ROCH 1932).

Laivamato sietää verrattain hyvin murtovettä, ja niin kauan kuin veden suolapitoisuus on yli 1 prosentin, on sen toiminta normaalia. Maalle vedetyissä tai makeaan veteen siirretyistä veneissä se on säilynyt hengissä 14 päivää (SØMME 1971).

Laivamato heikentää pahoin rakennuspuutavaran lujuutta ja pienentää hiokkeen ja sellun saantoa. Kanadassa suoritettujen kokeiden mukaan ei laivamato kuitenkaan aiheuta massan kemiallisten tai fysikaalisten ominaisuuksien muutoksia. Paperin lujuus sitä vastoin heikkenee toukassa olevien kalsiumkarbonaattikiteiden ja toukan käytävien seinämiin erittämän kalkkikerroksen vuoksi (MURRAY et al. 1969).

324. Bakteerit

Bakteeritoimintaa tapahtuu vain märässä puussa, kuten esimerkiksi tukkeja tai kuitupuuta veteen varastoitaessa. Myös elävien koivupuitten vaurioitumiseen liittyvät nopeasti etenevät väriviat lienevät suureksi osaksi bakteerien aiheuttamia.

Bakteereiden on todettu voivan hävittää puun rengashuokosia ja ydinsädesoluja, jolloin puun kyky imeä sisäänsä nesteitä lisääntyy (SUOLAHTI & WALLÉN 1958, KNUTH & McCOY 1962, LIESE & KARNOP 1968).

Bakteereja esiintyy varsinkin pintapuun ravintorikkaissa parenkyymisoluissa. Niiden toiminnan seurauksena on puun pektiini-, sokeri- ja tärkkelyspitoisuuden todettu suuresti alenevan pitempiaikaisessa vesivarastoinnissa (VASILEV 1965). Bakteerien kyky hajottaa puun pääaineosia (selluloosaa ja ligniiniä) on sitä vastoin rajoitettu. Vasta hyvin pitkäaikaisen toiminnan seurauksena saattaa tapahtua selluloosan ja ligniinin hajoamista (HARMSEN & NISSEN 1965a, 1965b, LIESE 1970, ROSELL et al. 1971). Puun lujuuden heikkeneminen on kuitenkin niin vähäistä, että sillä ei ole käytännöllistä merkitystä (GERSTETTER & LIESE 1972). Eräänä vesivarastoinnista johtuvana haittana on tällaisesta puusta valmistetun puutavaran maalattavuuden vaikeutuminen lisääntyneen läpäisevyyden vuoksi. Puun kyllästyvyyteen vesivarastointi vaikuttaa edullisesti, mutta kyllästysainemenekki on tällöin normaalia suurempi (HOF 1970).

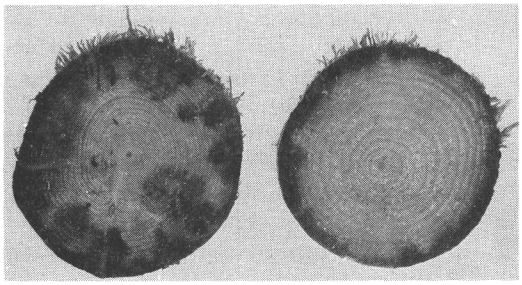
Bakteerien toiminta on erityisen vilkasta seisovassa, ravintorikkaassa vedessä, jonka keskilämpötila on korkea. Yhdysvalloissa, missä sahatukkien varastointi tällaiseen veteen on yleistä, on joissakin tapauksissa jouduttu lisäämään veteen bakteereja hävittäviä aineita. Rikkihapon lisääminen, niin että veden pH on saatu pienemmäksi kuin 2.5, on tuottanut hyviä tuloksia (ELLWOOD & ECKLUND 1959). Kastelemalla tai virtaavaan veteen varastoiduissa tukeissa on bakteeritoiminta huomattavasti vähäisempää kuin seisovassa vedessä (LUTZ et al. 1966, De GROOT 1972).

325. Muut viat

Lisääntyneistä tuoreen puutavaran toimituksista johtuen saattaa tehdasvarastoissa nykyään syntyä sellaisia vikoja, joita aikaisemmin esiintyi vain metsävarastoissa. Eräät, yleensä elävässä kudoksessa tavattavat entsyymit saattavat nimittäin jatkaa toimintaansa suotuisissa lämpöja kosteusoloissa myös hakkuun jälkeen. Niinpä hakevarastoissa on havaittu jatkuvaa hengitystä, josta on seurauksena kuiva-ainehäviöitä (DAHM 1964, 1966). Tuoreen puutavaran keinokuivauksessa on todettu tapahtuvan kellastumista aiheuttavaa fenolien hapettumista (WILHELMSEN 1970). Näillä vioilla on kuitenkin vähäinen merkitys muihin biologisiin vikoihin verrattuna.

33. Kemialliset viat

Tanniinivika on puutavaran merkityksellisin kemiallinen vika. Se syntyy tanniiniaineiden diffuntoituessa kuoresta puuhun (ADLER 1951). Näin tapahtuu varsinkin uiton sekä vesija kasteluvarastoinnin aikana kuorellisessa kuusipuussa. Tanniiniaineiden hajaantumista on todettu tapahtuvan sekä makeaan että suolaiseen veteen varastoidussa puussa. Tanniinin kyky tunkeutua puuhun on riippuvainen lämpötilasta—mitä lämpimämpi vesi, sitä nopeammin ja syvemmälle tunkeutuminen tapahtuu.



Kuva 32. Tanniinin aiheuttamaa värivikaa. Reagenssiaineena käytetty metanolin ja rikkihapon seosta (T. Gulliksen).

Taulukko 2. Tanniinin tunkeutumissyvyys, mm (TYDÉN 1956)

Veden lämpötila	Varastointiaika vuorokausissa			
°C	15	30	45	71
10	0	0	0	0.3
20	0.1	0.2	1.0	2.0
30	0.8	2.0	2.5	3.2

Tanniini ei sellaisenaan ole silmävaraisesti havaittavissa, mutta tanniinivika voidaan paljastaa kastamalla näyte reagenssiaineeseen, jossa on 4 osaa metanolia ja 1 osa rikkihappoa. Tanniinin vioittama puu värjäytyy silloin sinipunaiseksi (ADLER 1951).

Tanniinivikojen saha- ja höylätavaraa pilaava vaikutus on vähäinen. Koska diffuntoituminen ei yleensä ulotu 5–10 millimetriä syvemmälle, vioittunut puuaine jää pääasiassa sahauspintoihin. Tanniinivioilla ei myöskään ole todettu olevan suurta merkitystä kuitulevy- ja sulfaattiselluteollisuuden raaka-aineessa. Tanniinia sisältävien sahauspintojen ja pyöreän puun käyttäminen tavanomaisessa happamessa sulfiittikeitossa saattaa sitä vastoin olla hyvin haitallista (HOLTE 1952, DAHM 1961, ULLEVÅLSETER 1965).

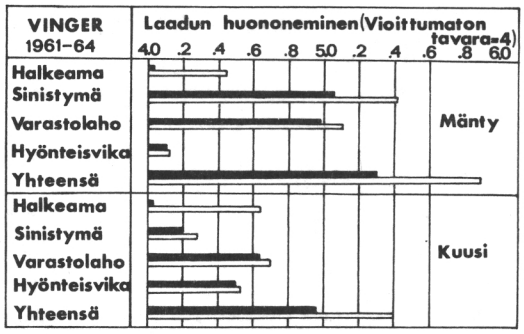
Alkalisessa tilassa on tanniinivikaisesta puutavarasta valmistetun hiokkeen todettu värjäytyvän ensin vihreäksi ja myöhemmin ruskeaksi. Tanniinivikaisesta puutavarasta valmistettua hiokettu on vaikea valkaista, ja massa kellertyy nopeammin kuin vioittumaton hioke (LORÅS & WILHELMSEN 1972).

4. KÄSITTELY- JA VARASTOVIKOJEN AIHEUTTAMA ARVON ALENEMINEN

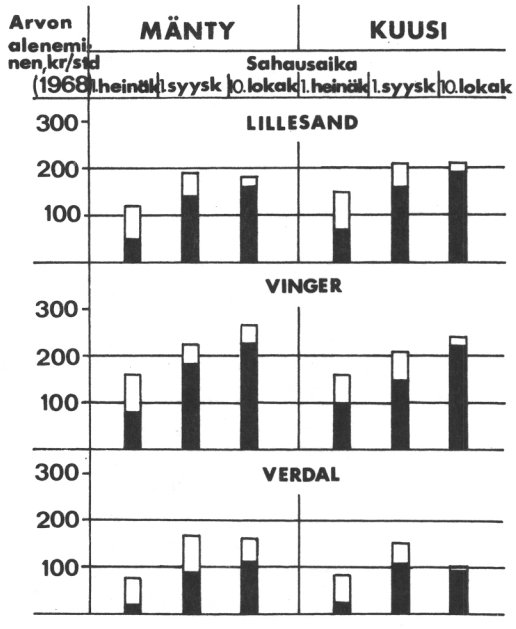
41. Arvonvähennyksen määrittäminen

Sahatukkien varastovikojen arvostelu tapahtuu sahatavaran tai sahatukkien lajitteluohjeiden pohjalta. Useissa tutkimuksissa lajitteluohjeita on käytetty sellaisenaan tai eräin muutoksin. Tavallisesti on sovellettu kolmea lajittelutapaa (NYLINDER 1957, WILHELMSEN & FOSLIE 1968):

- Lajittelua, joka perustuu sahatukin luontaisiin vikoihin, kuten oksiin, mutkiin, lylypuuhun jne. Tätä laatua kutsutaan alkuperäiseksi laaduksi. Siinä ei varastovikoja oteta huomioon.
- Lajittelu, jossa otetaan huomioon sekä kohdassa 1 mainitut viat että varastoviat. Näiden kahden lajittelutavan ero (2–1) katsotaan varastovikojen aiheuttamaksi arvonvähennykseksi.
- Jotta voitaisiin määrittää eri varastovikojen keskeinen suhde ja niiden vaikutus arvon kokonaisalenemiseen, saattaa olla välttämätöntä määrittää tukin tai sen sahaustuloksen laatu jokaisen vikaisuuden perusteella erikseen ja alkuperäisestä laadusta riippumatta. Tällöin edellytetään sama alkuperäinen laatu kaikelle sahatavaralle ennen varastointia. Ruotsalaisissa tutkimuksissa on laaduksi valittu u/s-laatu ja norjalaisissa tutkimuksissa IV-laatu. Jokainen sahatavarakappale arvioidaan lajitteluohjeiden mukaan vain varastoviat ja u/s- tai IV-laadun viat huomioon ottaen. Menetelmää sovellettaessa on mahdollista tehdä vertailuja esimerkiksi halkeaman,



Kuva 33. Esimerkki eri varastovikojen välisestä suhteesta yhden kesän varastoinnin jälkeen. Mustat pylväät osoittavat tuoreen ja vaaleat pylväät ilmakuivatun puutavaran laadun alenemisen (Wilhelmsen & Foslie 1968).



Kuva 34. Arvonaleneminen kruunuina/std (vuoden 1968 hintatason mukaan) varastoitaessa talvella hakattuja, kuorellisia sahatukkeja. ■ = tuore tavara, □ = ilmakuivattu tavara (Wilhelmsen & Foslie 1968).

sinistymän, nokipuun ja hyönteisvian laajuuden vaikutuksista. Menetelmä ei tietenkään anna oikeaa kuvaa eri vikojen todellisista määristä.

Tavanomaisessa tukin mittauksessa silmävarainen lahoisuuden arvostelu suoritetaan joko lahon laadun mukaan (sisälaho, pehmeä laho, kova laho, vaalea ja tumma laho jne.) tai lahon levinneisyyden mukaan (1/4 läpimitasta, 1/2 läpimitasta, läpimenevä laho jne).

Menetelmät, jotka perustuvat esimerkiksi vioittuneen sahatavaran määrän laskemiseen tai värivian ja lahon pinta-alaan prosentteina kokonaispinta-alasta, eivät yleensä riitä taloudellisten analyysien käyttämiseen.

Varastoidun pinopuutavaran tai hakkeen arvon alenemista arvioitaessa on tarkoituksenmukaisinta määrittää puun suhteellinen ainehäviö.

Arvonvähennys sahatukeissa

Arvonvähennys vaihtelee suuresti eri vuosina, eri maissa ja eri seuduilla ilmasto-oloista riippuen. Vikojen laajuus riippuu luonnollisesti myös puulajista ja läpimitasta, varastopaikasta ja varastointitavasta, hakkuu- ja varastointiajasta sekä monista muista tekijöistä.

Kuorittujen sahatukkien varastoinnista on luovuttu toisaalta kustannussyistä ja toisaalta kuivumishalkeamien vuoksi. Kun on tutkittu kuorituista, kesäkuun loppuun asti maalle varastoiduista tukkieristä saatua sahatavaraa, on ilmennyt, että jopa 50 %:sta tukkeja saadaan halkeamien vuoksi vain huonolaatuista tavaraa. Kuorimattoman puun metsävarastoinnissa arvoa alentavia halkeamia esiintyy sitä vastoin hyvin harvoin (NYLINDER 1957, KLEM & GUDIM 1963. 1963b, KLEM & HALVORSEN 1963a, HAKKILA 1964).

Yhden kesän ajaksi metsään varastoidun kuorellisen havupuutavaran on todettu menettävän 10–15 % arvostaan, jos sitä ei suojaruiskuteta. Erittäin epäedullisissa oloissa voi arvon aleneminen männyllä olla jopa 25 %. Kuusitavaran arvon alenemiseen ovat syynä etupäässä laho ja hyönteistuhot, männyllä lisäksi myös sinistymäviat.

Sahatukkien lajitteluohjeiden mukaan tukki joutuu huonoimpaan laatuluokkaan, jos siinä esiintyy hyönteisiskeytymiä (toukan reikiä).

Tämä saattaa merkitä 20–25 %:n arvon alenemista.

Metsävarastoinnin aikana syntyneiden vikojen määrä ja merkitys riippuvat suuresti tukkien alkuperäisestä laadusta. Hyvissä tukeissa on vähemmän karsimajälkiä ja muita tartuntakohtia, ja siksi niihin tulee myös vähemmän sinistymää ja lahoa. Vikojen aiheuttama suhteellinen arvon aleneminen on kuitenkin sitä suurempi, mitä arvokkaampi tukki on.

Varastovikoja voi syntyä sahatavaraan myös sahauksen jälkeen ja tällaisten vikojen vaara kasvaa tuoreen puutavaran toimitusten lisääntyessä. Useimmilla suuremmilla sahalaitoksilla on kuitenkin keinokuivaamot, jolloin nämä vaikeudet voidaan välttää. Pienemmillä sahoilla sahatavara käsitellään usein sieniä tuhoavalla aineella varastovikojen välttämiseksi, mutta tällöin on useissa tapauksissa havaittu salasinistymävaaran lisääntyvän.

43. Arvonvähennys kuitupuussa

Hyönteisten aiheuttamien vikojen merkitys on kuitupuulle melko vähäinen. Kuorellisen puutavaran varastointi kevät- ja kesäkuukausina luo kuitenkin hyönteisille hyvät lisääntymis- ja kehittymismahdollisuudet, jolloin ne muodostuvat vaaraksi myös kasvavalle puustolle.

Lahovikojen merkitys riippuu kuitupuun käyttötarkoituksesta. Yleistäen voidaan sanoa, että lahovika on vahingollisempi hioke- kuin selluteollisuuden raaka-aineessa. Myös kuitu- ja lastulevyteollisuudessa lahovika alentaa raaka-aineen arvoa (HALVORSEN et al. 1971).

431. Lehtipuutavara

Pohjoismaissa on koivu tärkein selluteollisuuden lehtipuuraaka-aine. Sen jälkeen seuraavat haapa ja pyökki. Useimmat lehtikuitupuun varastovikoja käsittelevistä tutkimuksista koskevat koivua. Tiedot muista lehtipuulajeista ovat erittäin rajoitetut.

Tähänastiset tutkimukset on suoritettu kolmella tasolla:

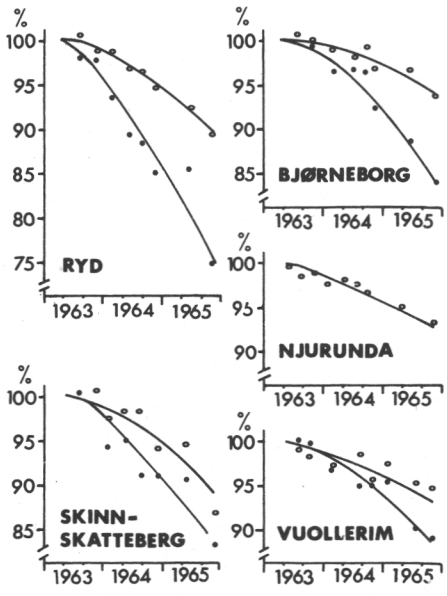
a) Laboratoriotutkimukset eri sienilajien vaikutuksen selvittämiseksi.
b) Tutkimukset lämpötilan, kosteuden ja eräiden muiden tekijöiden vaikutuksesta puuta turmelevien eliöiden toimintaan.
c) Kenttäkokeet erilaisissa käytännön oloissa.

Kenttäkoetuloksista on saatu tietoja puun ainehäviöistä varastoinnin aikana. Varastovikojen kokonaismerkityksen selvittäminen edellyttää kuitenkin myös lahon vioittaman puun koekeittoja ja saadun massan analysointia. Toistaiseksi on käytettävissä vain verraten rajoitettu perusaineisto varastoinnin aiheuttamaa arvonvähennystä koskevia laskelmia varten.

Norjassa suoritetut tutkimukset osoittavat, että Gjøvikin alueella voidaan koivun varastopaikka ja kuorimisaste valita vapaasti, edellyttäen, että kyseessä on vain yhden kesän kestävä varastointi. Ainehäviö oli ensimmäisen vuoden kuluessa varastointitavasta riippumatta 4–5 %. Kahden kesän varastoinnin jälkeen ainehäviö kasvoi kuorellisessa koivussa 10–14 %:iin ja kuoritussa 5–8 %:iin riippuen varastopaikasta. Vähäisin ainehäviö kahden kesän jälkeen oli kuoritussa puutavarassa, joka oli varastoitu avoimelle paikalle. Harvoja poikkeuksia lukuun ottamatta oli kuoritussa puutavarassa yleensä vähemmän vikoja kuin kuorellisessa. Selviä eroja ainehäviössä ei havaittu pölkkyjen pituussuunnassa, telan eri korkeuksilla eikä kuorintaajankohtien välillä (WILHELMSEN 1968a, VENN 1972).

Eräässä ruotsalaisessa tutkimuksessa (HENNINGSSON 1967a, 1970) varastoitiin kuorellista koivu- ja haapakuitupuuta viiteen eri paikkaan kolmen kesän ajaksi (kuva 35). Tällöin ilmasto vaikutti suuresti lahoamisesta johtuvaan puun ainehäviöön. Etelä-Ruotsissa puun vioittuminen tapahtui 2–4 kertaa nopeammin kuin maan pohjoisosissa. Yhden vuoden varastoinnin jälkeen saattoi ainehäviö kuorellisessa koivussa Etelä-Ruotsissa olla 10 %. Maan keskiosissa mitattiin 3–5 %:n häviö. Viimeksi mainitut luvut täsmäävät hyvin norjalaisten tutkimusten kanssa. Haapakuitupuussa vioittuminen tapahtui huomattavasti hitaammin kuin koivukuitupuussa. Tähän vaikutti etupäässä se, että haapa kuivui nopeasti toisena varastointikautena kuoren irtoamisen vuoksi. Lahoviat molemmilla puulajeilla olivat melkein yksinomaan valkolahosienien aiheuttamia. Sen tähden ei ligniinin ja selluloosan välinen suhde mainittavasti muuttunut varastoinnin aikana.

Tutkimukseen sisältyi myös sulfaattimassan keitto ja massan laatuominaisuuksien mittaukset. Lahottajasienien toiminta vaikutti massan laatuun, saantoon ja itse keittoprosessiin. Kun käytettiin normaalia alkalilisäystä, klooriluku kasvoi varastointiajan pituuden mukaan. Jotta



Kuva 35. Tilavuuspainon aleneminen koivulla (●) ja haavalla (○) eri varastoissa. Vioittumaton puutavara: 100 % (Henningsson 1967).

massan klooriluku saatiin halutulle tasolle, oli alkaleja lisättävä enemmän. Vakavia häiriöitä klooriluvussa esiintyi kuitenkin vasta, kun puun ainehäviö nousi yli 8–10 %:iin eli kun koivu varastoitiin Etelä- ja Keski-Ruotsin oloissa yli vuoden ja haapa yli kahden vuoden ajaksi. Itse keittoprosessiin varastointi vaikuttaa mm. siten, että massan kuituuntumaton osa lisääntyy ja suotautumisvastus suurenee jonkin verran varastointiajan pidetessä (HENNINGSSON 1970).

Saantohäviöt, laskettuina puun kuivapainoyksikköä kohti, olivat suhteellisen vaatimattomia. Etelä- ja Keski-Ruotsissa koivulla saantohäviöt 1/2–1 prosenttiyksikköä ensimmäisen varastointivuoden aikana. Kolmen varastointikauden jälkeen todettiin 4–5 %:n häviö.

Jos saantoa sitä vastoin verrataan alkuperäiseen terveeseen puumäärään ennen varastointia, on häviö varsin suuri. Jo yhden vuoden varastoinnin jälkeen todettiin koivulla Pohjois- ja Keski-Ruotsissa 3–5 %:n ja Etelä-Ruotsissa 11 %:n saantohäviöitä. Kolmen varastointikauden jälkeen saanto oli pienentynyt Etelä- Ruotsissa 32 %, Keski-Ruotsissa 21–24 % ja Pohjois-Ruotsissa 11–12 % (HENNINGSSON 1970).

Haavalla saantohäviöt olivat alkuperäiseen raaka-aineeseen nähden Etelä- ja Keski-Ruotsissa 4–8 % kahden kesän ja 8–18 % kolmen kesän varastoinnin jälkeen. Pohjois-Ruotsissa vastaavat luvut olivat 3–4 % ja 7–10 %.

Varastointi vaikuttu kaikkiin tutkittuihin massan ominaisuuksiin negatiivisesti. Valkoisuus väheni lyhytaikaisessa varastoinnissa vain lievästi, mutta pitempiaikaisessa varastoinnissa jo tuntuvammin. Repäisylujuuteen vaikutus oli suurin, sillä se aleni noin 10 % jokaista puun

Kuva 36. Haapakuitupuuta, joka on ollut varastoituna kahden kesän ajan Keski-Ruotsissa. Katkaisupinnoissa näkyvissä runsaasti erilaisten valkolahosienien itiöemiä (B. Henningsson).

Taulukko 3. Näytteenotto terveestä ja lahovikaisesta koivusta saadusta sulfaattimassasta ja sen lujuusominaisuuksista (HENNINGSSON 1964).

Varastointi (laboratoriossa) kuukausina	Ainehäviö	Terve Laho	Lignniini %	Alkali %	Saanto %	Roeluku	Kierroksia PFI-myllyssä x 1000	Suotautumisvastus SR°	Vetolujuus, km	Puhkaisulujuus kp/cm²	Repäisylujuus, g	Taittoluku x 1000
3	5.8	T	19.2	19	53,9	2.9	5.7	45	10.5	7.0	98	3.5
		L	19.7	19	54.3	3.0	5.3	45	10.9	7.0	84	4.2
5	12.6	T	19.7	19	58.3	2.4	7.2	45	10.5	6.5	103	2.7
		L	19.1	19	54.7	3.0	7.5	45	8.3	5.9	87	1.4
8	25.8	T	19.2	19	53.9	2.9	—	—	—	—	—	—
		L	23.2	19	x	—	—	—	—	—	—	—
		L	23.2	22	x	—	—		—	—	—	—
		T	19.6	19	55.0	2.8	—	—	—	—	—	—
9	32.9	T	19.6	19	55.0	3.0	6.5	45	10.4	7.2	104	3.4
		L	18.0	19	54.0	4.0	—	—	—	—	—	—
		L	18.0	22	50.9	2.8	4.5	45	8.8	5.7	56	1.4
		T	21.1	19	51.9	4.5	—	—	—	—	—	—
13	40.6	T	21.1	21	49.8	3.1	5.0	45	10.6	7.0	105	4.0
		L	27.9	19	x	—	—	—	—	—	—	—
		L	27.9	27	30.2	5.6	—	—	—	—	—	—
		T	19.8	19	53.7	2.9	—	—	—	—	—	—
15	45.3	L	27.0	19	x	—	—	—	—	—	—	—

x = kuituuntumaton tuote

ainehäviön 5 %:n suuruista lisäystä kohti. Vaikutus veto-, puhkaisu- ja taittolujuuteen oli myös kielteinen, mutta ei samassa määrin kuin repäisylujuuteen.

Varastovikojen taloudellinen kokonaisvaikutus riippuu monesta seikasta. Mm. seuraavat tekijät tulisi laskelmissa ottaa huomioon: massasaannon vähentyminen, hakehäviö, lisääntynyt kemikaalikulutus, massan lujuusominaisuuksien heikkeneminen, massan valkoisuuden väheneminen, sivutuotteiden saantohäviö sekä haitat, joita terveen ja lahovikaisen puun samanaikainen keittäminen vain terveelle puulle tarkoitetulla menetelmällä aiheuttaa. Koeaineiston avulla on laskettu yhden tekijän, nimittäin massasaannon vähenemisen aiheuttama tappio markkoina tuotettua massayksikköä kohti, kun sulfaattimassan hinnaksi on otettu 700 mk/

Taulukko 4. Massansaanto, puunkulutus, kemikaalienkulutus ja massan vaaleus valmistettaessa valkaisematonta ja valkaistua sulfiittimassaa lahosta ja/tai väriviallisesta koivusta, haavasta ja lepästä (BJÖRKMAN et. al. 1964).

Silmävarainen vian luokittelu	Puulaji	Sieni	Lahoa/ värivikaa, % tilavuudesta	Valkaisematon massa						Valkaistu massa					Vaaleus, % G.E.
				Massansaanto, % kuivapainosta		Puunkulutus, j³/tonni 90 % massaa		Klooriluku		Massansaanto, % valkaisematonmasta massasta	Puunkulutus, j³/tonni 90 % massaa		Kloorinkulutus, % valkaisematonmasta massasta		
				Abs.	Rel.	Abs.	Rel.	Abs.	Rel.	Abs.	Abs.	Rel.	Abs.	Rel.	
Kova tumma	*Bjørk* Koivu	*Fomes igniarius*	0	49.9	100	122	100	3.5	100	91.5	134	100	6.57	100	86.5
			20	49.4	99	124	102	3.7	106	93.2	133	99	6.12	93	86.7
			50	48.5	97	128	105	5.6	160	91.8	139	104	9.23	140	86.7
Kova tumma	*Osp* Haapa	*Fomes igniarius*	0	53.6	100	162	100	2.6	100	94.5	–	–	–	–	92.6
			20	53.5	100	165	102	2.9	111	95.3	–	–	–	–	92.3
			50	53.8	100	169	104	3.8	146	90.6	–	–	–	–	92.1
Pehmeä tumma	*Bjørk* Koivu	*Armillaria mellea*	0	44.4	100	135	100	5.4	100	95.9	146	100	9.13	100	85.2
			20	47.2	105	149	110	8.5	157	94.5	158	109	13.87	152	84.2
			50	49.8	112	189	140	>12	–	–	–	–	–	–	–
Pehmeä tumma	*Bjørk* Koivu	*Diaporthe aristata*	0	50.3	100	122	100	5.2	100	91.9	133	100	9.25	100	90.7
			20	49.2	98	136	112	6.8	131	91.5	149	112	11.32	123	89.5
			50	50.4	100	145	119	9.3	179	86.2	168	127	14.92	161	86.7
Pehmeä tumma	*Or* Leppä	*Polyporus radiatus*	0	41.0	100	205	100	5.4	100	–	–	–	–	–	–
			20	42.3	103	227	111	6.7	124	–	–	–	–	–	–
			50	40.6	101	243	119	8.8	163	–	–	–	–	–	–
Pehmeä vaalea	*Bjørk* Koivu	*Fomes igniarius*	0	42.9	100	160	100	3.5	100	95.1	168	100	6.52	100	85.7
			20	46.3	108	165	103	3.8	108	93.5	176	105	6.43	99	86.9
			50	50.1	116	187	114	5.6	160	92.2	203	121	10.00	153	88.5
Pehmeä vaalea	*Osp* Leppä	*Fomes igniarius*	0	54.4	100	146	100	2.6	100	94.2	155	100	5.31	100	92.5
			20	52.7	97	172	117	3.1	119	94.2	182	117	–	–	92.6
			50	51.0	94	223	152	3.8	146	91.4	244	156	–	–	92.7

tonni. Tulokset on esitetty taulukossa 5. Suurimmat tappiot koskevat Etelä-Ruotsia ja pienimmät Pohjois-Ruotsia (HENNINGSSON 1973).

Aikaisemmat ruotsalaiset tutkimukset (BJÖRKMAN 1953) osoittivat, että koivun ja haavan pitempiaikaisen metsävarastoinnin tulee tapahtua kuorittuna. Varastoviat olivat tosin suhteellisen vähäisiä ensimmäisenä varastointivuotena myös kuorellisessa tavarassa, mutta toisen ja kolmannen varastointikauden aikana ne lisääntyivät runsaasti. Lahovikaisen koivun sulfaattikeitto osoitti, että yksivuotiset varastoviat olivat puun painoyksikköä kohden lasketun saannon kannalta tosin lähes merkityksettömiä, mutta kaksivuotiset viat aiheuttivat jo 5 %:n suuruisen saantohäviön käytetystä puumäärästä laskettuna. Kolmen varastointikauden jälkeen saantohäviö oli 10–20 %. Kaksi- ja kolmivuotinen varastointi heikensi merkittävästi myös massan lujuusominaisuuksia.

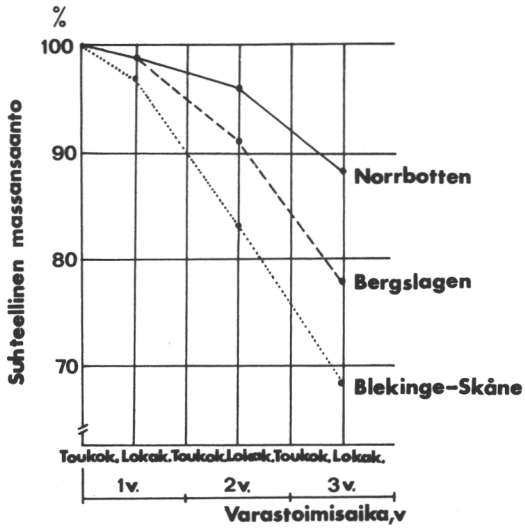
HEISKANEN (1959) on tutkinut metsään varastoitua kahden metrin pituista aisattua ja kuorellista koivupinotavaraa. Tällöin todettiin seuraavat kuivatilavuuspainojen muutokset.

	Aisattu	Kuorellinen
	g/cm^3	
1. kesä	0.618	0.620
2. kesä	0.605	0.590
3. kesä	0.580	0.524

Aisattu puutavara säilyy paremmin kuin kuorellinen, jos kuivumismahdollisuudet ovat hyvät. Jos sitä vastoin kuivumisolot ovat huonot tai puutavara huonosti aisattua, niin aisattu puutavara vioittuu enemmän kuin kuorellinen.

Pyökki on ollut satunnaisten tutkimusten kohteena Ruotsissa. Eräiden julkaisemattomien tulosten mukaan esimerkiksi kahden metrin pituisella kuorellisella pyökkikuitupuulla puun ainehäviö oli Kaakkois-Ruotsissa 5–7 % varastointikautta kohti. Sen mukaan pyökki näyttää sijoittuvan vioittumisalttiudeltaan koivun ja haavan väliin.

Tanskassa äskettäin tapahtuneiden suurten myrskytuhojen yhteydessä suoritettiin pyökkikuitupuun varastovikoja koskevia tutkimuksia (MOLTESEN & BANG 1972). Sienten aiheuttama ainehäviö oli 15–19 % kolmen vuoden varastoinnin jälkeen. Massansaanto kuutiometriä kohti oli melkein suoraan verrannollinen puuaineen tiheyden muutoksiin. Kaikki massan



Kuva 37. Suhteellisen massansaannon muutoksia varastoidussa koivupuutavarassa (Henningsson 1970).

lujuusominaisuudet heikkenivät nopeasti lahovian lisääntyessä. Näiden laboratoriokokein osoitettujen menetysten ohella tapahtuu varastovikaisessa puussa myös kuljetus- ja jalostusvaiheessa enemmän häviöitä kuin terveessä. Alkaalien runsaampi käyttötarve sekä ylimääräiset prosessin keskeytykset aiheuttivat vielä lisätappioita. Kaikkien edellä mainittujen tekijöiden yhteisvaikutuksen arvioitiin alentavan varastovikaisen pyökkikuitupuun arvon suunnilleen puoleen terveen puun arvosta.

Taulukko 5. Massansaannon vähenemisen aiheuttama tappio markkoina tuoteyksikköä kohti (HENNINGSSON 1973)

Puulaji	Tappio markkoina/tonni valkaisematonta sulfaattimassaa eripituisen varastoinnin jälkeen		
	1 vuosi	2 vuotta	2 vuotta+ 1 kesä
Koivu	20–80	40–120	75–220
Haapa	10–20	25– 60	50– 75

432. Havupuutavara

Kuusi ja mänty ovat kestävämpiä lahoa vastaan kuin koivu. Yllättävältä saattaa tuntua,

Taulukko 6. Sulfaattimassansaanto lahovikaisesta männystä. Varastointi on tapahtunut ilmastointihuoneessa +20°C lämpötilassa suuressa ilmankosteudessa (HENNINGSSON 1964)

Varastointiaika ilmastointihuonessa kuukausia	Massansaanto prosentteina: Ainehäviö tukeissa %	Terveestä puusta	Lahovikaisesta puusta	Lahovikaisesta puusta sisältäen ainehäviön tukeissa
7	5.6	47.8	48.1	45.4
8	8.8	47.3	47.0	42.9
10	14.7	50.0	49.0	41.8
11	17.2	49.9	47.5	39.3
12	19.2	49.1	46.7	37.7
13	23.7	46.9	45.5	34.7
15	29.5	47.3	45.9	32.4
17	35.6	49.1	47.3	30.5
18	43.2	45.2	42.7	24.3

että mänty ei–sydänpuustaan huolimatta–ole yhtä kestävä kuin kuusi. Eräässä ruotsalaisessa kokeessa todettiin männyllä jo lyhyen koeajan jälkeen huomattava ainehäviö, kun sitä vastoin kuusella ei vielä viiden kuukauden koeajan jälkeenkään ollut havaittavissa ainehäviötä (kuva 38).

HENNINGSSON (1964) kuvailee ainehäviön ja saantohäviön välistä suhdetta taulukossa 6, josta nähdään massansaanto lahovikaisesta mäntypuusta. On selvää, että massansaanto laskettuna käytetyn lahovikaisen puumäärän perusteella ei anna täydellistä kuvaa todellisesta lahon aiheuttamasta häviöstä, vaan sienien jo hajoittaman puuaineksen tulee myös sisältyä laskelmaan.

Keitettäessä sellua *Stereum sanguinolentum*-sienen vioittamasta kuusen pintapuusta BJÖRKMAN (1946) totesi seuraavat saantohäviöt:

1 vuoden varastointi . . . . . 1– 3 %
2 vuoden varastointi . . . . . 10 %
3 vuoden varastointi . . . . . 15–20 %

Taulukko 7. Massansaanto, puunkulutus ja massan vaaleus lahosta ja/tai väriviallisesta kuusesta saadun valkaisemattoman sulfiittimassan valmistuksessa. Klooriluku n. 5 (interpoloitu) (BJÖRKMAN et. al. 1964).

Silmävarainen luokittelu	Sieni	Lahoa % tilavuudesta	Klooriluku	Viskositeetti cp	Paineaika tuntia	Massansaanto %	Puunkulutus/tonni massaa (90 %) m^3	j^3	Vaaleus % G. E.
Kova tumma	*Stereum sanguinolentum*	0	4.9	202	3.40	50.0	4.40	155	69.5
		10	4.9	175	3.45	49.5	5.51	160	57.6
		20	4.3	146	4.30	48.5	4.66	165	59.9
		50	5.2	142	4.30	48.0	4.91	174	48.7
Kova tumma	*Fomes pini*	0	4.5	188	3.25	53.1	4.10	145	65.1
		10	4.9	193	3.20	53.3	4.23	150	61.6
		20	4.3	160	3.40	52.3	4.45	157	65.0
		50	5.0	108	3.40	52.5	4.91	173	61.1
Pehmeä vaalea	*Merulius sp.*	0	5.0	140	3.30	50.0	4.50	159	66.5
		10	4.6	–	3.40	48.0	4.80	170	63.9
		20	5.5	162	3.10	45.8	5.19	183	61.6
		50	5.7	–	2.45	36.4	7.81	276	57.8
Pehmeä tumma	*Coniophora olivacea*	0	4.6	160	3.40	50.0	3.95	139	68.9
		10	5.5	–	3.20	47.3	4.29	152	64.6
		20	5.7	127	3.15	45.6	4.56	161	63.0
		50	5.4	125	3.00	36.0	6.27	221	52.0
Pehmeä tumma	*Armillaria mellea*	0	5.9	190	3.45	49.0	4.60	163	64.5
		10	5.8	164	3.45	48.6	4.92	174	57.6
		20	6.3	146	3.40	49.0	5.20	184	48.5
		50	6.3	121	4.20	47.5	6.66	235	37.5

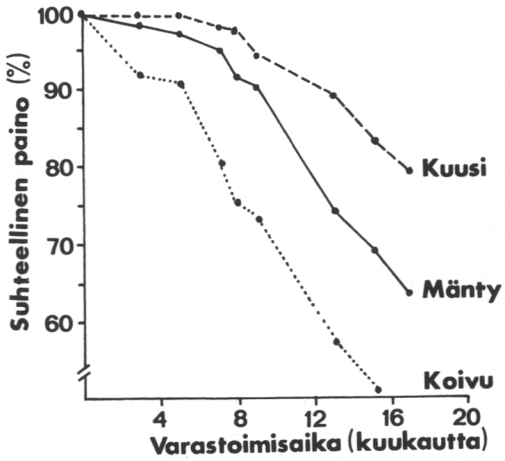
Sellun lujuus aleni 5–10 %:lla kahden vuoden varastoinnin jälkeen.

Taulukossa 7 on esitetty tulokset BJÖRKMANIN et. al. (1964) kokeesta, jossa sulfiittisellua valmistettiin lahon vioittamasta kuusesta (metsälaho).

HENNINGSSON (1962) on suorittanut laboratoriokokeita kuorellisena varastoidulla puutavaralla. Kaksimetrisestä pinotavarasta (latvaläpimitta 5–7"), joka oli hakattu marraskuun alussa, katkaistiin jokaisesta pölkystä kolme 50 senttimetrin pituista koekappaletta (keskeltä ja molemmista päistä), jotka varastoitiin laboratorioon 20–22°C lämpötilaan suhteellisen ilmankosteuden ollessa 98–99 %. Tulokset on esitetty kuvassa 38.

JERKEMAN (1967) on suorittanut kokeita kuorellisella, kolmimetrisellä mäntypinotavaralla. Puutavara hakattiin huhtikuun lopussa, varastoitiin 2 metrin korkuisille teloille toukokuun 11 pv:ään asti, jonka jälkeen se ristikoitiin. Ainehäviö oli yhden kesän (5 kuukautta) varastoinnin jälkeen 1.1 % ja kahden kesän varastoinnin jälkeen 1.7 %. Saanto sulfaattisellua valmistettaessa (kloorilukua 5.5) oli 49.0 % tuoreella puutavaralla ja 49.1 % seitsemäksitoista kuukaudeksi varastoidulla tavaralla. Ainehäviö oli tässä tapauksessa todellista vähennystä. Varastoidusta männystä valmistetun valkaisemattoman sulfaattisellun vetolujuus oli suurempi kuin tuoreesta männystä valmistetun (11 800 m ja 10 800 m). Sama koski puhkaisulujuutta (111 m^2 ja 96 m^2), mutta repäisylujuus oli suurempi tuoreesta kuin varastoidusta puutavarasta valmistetussa massassa (repeämiskerroin 137 ja 126).

Kuorellista kuusipinotavaraa koskevassa tutkimuksessa, jossa tavara varastoitiin metsään Skienin lähelle, tapahtui (WILHELMSEN 1968b) 4 %:n ainehäviö yhden kesän ristikkovarastoinnin jälkeen.



Kuva 38. Lahon aiheuttamat suhteellisen painon muutokset lahotushuoneeseen varastoitaessa (20–22°C, 98–99 % R. H.) (Henningsson 1962).

Edellyttäen, että männyn ja koivun välinen suhde myös käytännön oloissa on kuvan 38 mukainen, on mahdollista laskea tappio massayksikköä kohti samalla tavalla kuin edellä on esitetty koivun ja haavan kohdalla. Tappiot markkoina valkaisematonta sulfaattimassatonnia kohti olisivat tällöin kuorellisella männyllä eri pituisen varastoinnin jälkeen seuraavat: 1 vuosi 7–15, 2 vuotta 13–15, 3 vuotta 25–75. Alempi arvo koskee Ruotsin pohjoisimpia ja korkeampi Ruotsin eteläisimpiä alueita. On kuitenkin huomautettava, että näihin lukuihin on suhtauduttava varauksin.

5. VARASTOINTIMENETELMÄT

Varastot voidaan ryhmitellä varastoinnin aiheuttaneiden tekijöiden (luku I) mukaan seuraavasti (LØNNER 1968, RONGE 1971):

- **Laatuvarasto.** Tehdasvarasto, jonka tarkoituksena on parantaa lopputuotteen laatua.
- **Valmiusvarasto.** Tehdasvarasto, jota pidetään esimerkiksi satunnaisen tuotannon kasvun, hankinnan myöhästymisen tai vähenemisen, kelirikon, lakon jne. varalta.
- **Tasoitusvarasto.** Tehdas- ja metsävarasto jolla tasoitetaan hakkuun ja käytön välillä ilmeneviä häiriöitä.
- **Pakkovarasto.** Metsävarasto, johon ovat syynä niin vaikeat topograafiset tai ilmastolliset olot, ettei esimerkiksi metsäkul-

Kuva 39. Kuiva varastointi (B. Halvorsen).

Kuva 40. Kostea varastointi metsässä (B. Halvorsen).

jetus voi tapahtua saman kauden aikana. Myös myrskytuhot aiheuttavat usein pakollista varastointia.
- Kuljetustekninen varasto. Lyhytaikainen metsävarasto, jonka aiheuttavat eri korjuuvaiheissa esiintyvät tilapäiset häiriöt.

51. Luontaisten suojaustekijöiden aktiivinen hyväksikäyttö

Puuta vioittavien eliöiden elinedellytyksiä, ennen kaikkea hapen ja veden saantia, voidaan varastoinnin aikana säädellä. Erotetaan seuraavat varastointimuodot:

1. Kuiva varastointi, jonka tarkoituksena on vaikeuttaa eliöiden vedensaantia puun nopealla kuivattamisella.
2. Kostea varastointi, jonka tarkoituksena on säilyttää puu mahdollisimman kosteana. Eliöiden riittävä hapensaanti estyy.

Näille varastointimuodoille on tunnusomaista:

KUIVA VARASTOINTI

Kuorittu puutavara
Ilmava varastomuodostelma
Avoin varastopaikka

KOSTEA VARASTOINTI

Kuorellinen puutavara
Tiheä varastomuodostelma
Varjoisa varastopaikka

Koska puuta uhkaavien tuholaisten elintoiminta on veden ja hapen saannin lisäksi riippuvainen lämpötilasta, on puutavaran käsittelyä suunniteltaessa otettava huomioon myös varastoinnin ajankohta ja pituus. Tällöin on erotettava toisistaan:

- Talvivarastointi
- Kesävarastointi
- Pitkäaikainen varastointi

511. Talvivarastointi

Kun puutavara hakataan talvella ja se aiotaan myös jalostaa ennen kevään tuloa, on säilymisen kannalta samantekevää, mikä varastointimuoto valitaan. Kuorinta-asteesta riippumatta puutavara kuivuu tavallisesti vain hyvin vähän maalis-huhtikuun vaihteeseen mennessä. Kuorittuunkaan puutavaraan ei muodostu kuivumishalkeamia siinä määrin, että ne aiheuttaisivat arvon alenemista. Osittain kuoritussa ja kuorellisessa puutavarassa ei myöskään synny sitä sinistymä- ja lahottajasienien toiminnalle edullista puolikosteaa tilaa. Hyönteisiskeytymän vaaraa ei ole.

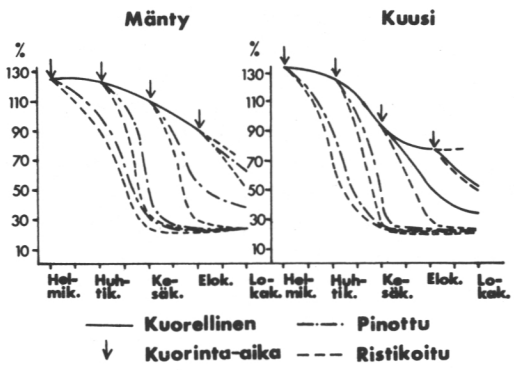
512. Kesävarastointi

Jouduttaessa käsittelemään puutavaraa, joka aiotaan varastoida eripituisiksi ajoiksi talvikauden jälkeen, syntyy ongelmia. Huhtikuusta lähtien puun kuivuminen edistyy nopeasti. Jo toukokuun ensimmäisellä puoliskolla saattaa kuorittuihin sahatukkeihin muodostua niin runsaasti kuivumishalkeamia, että seurauksena on huomattava arvon aleneminen. Kuusi on mäntyä alttiimpi kuivumishalkeamille. Aisattuun puutavaraan saattaa syntyä jo varhain syviä, pitkittäisiä kuivumishalkeamia kohtiin, joista kuori on poistettu. Kuorellinen puutavara välttyy halkeamilta jonkin aikaa.

Lämpötilan noustessa lisääntyy sienitartunnan vaara kosteassa puutavarassa. Pitempään varastossa ollut kuorittu puutavara on yleensä liian kuivaa, jotta sienet voisivat siinä kehittyä. Osittain kuorittu puutavara on sen sijaan kriittisessä vaiheessa, sillä sieni-itiöt pääsevät halkeamien kautta puun sisäosiin, missä kosteus on suotuisa niiden itämiselle. Kuorellinen puutavara on yleensä liian märkää, jotta siinä tapahtuisi mainittavaa sienten aiheuttamaa arvon alenemista. Sen arkoja kohtia ovat kuitenkin katkaisupinnat ja kohdat, joissa kuori on vioittunut (oksahaavat, kirveen iskut, kulumisvauriot jne.).

Runsasoksaisten puiden latva- ja välitukit vioittuvat karsittaessa usein niin pahoin, etteivät ne säily sienituhoilta muuten kuin vesi- tai kasteluvarastossa. Sama koskee tukkeja, joitten kuori on rikkoutunut pahoin juonnon aikana. Hyvälaatuiset kuorelliset sahatukit saattavat sitä vastoin säilyä sienitartunnalta varjoisassa ja viileässä maavarastossa heinäkuuhun asti.

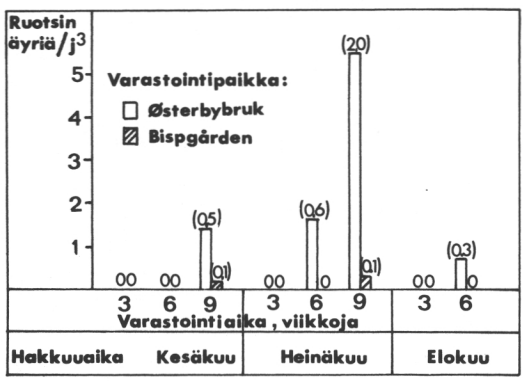
Kuva 41 esittää kuivumisnopeutta eri tavalla käsitellyssä kuusi- ja mäntykuitupuussa Ruotsissa. Myös Norjassa ja Suomessa on tutkittu kuorinta-asteen, hakkuuajan ja varastopaikan vaikutusta pinoihin tai ristikolle varastoidun



Kuva 41. Puutavaran kosteus eri varastointimenetelmiä käytettäessä. Hakkuuaika 1. helmikuuta. Läpimitta: 5"-7". Pituus: 2 m (Björkman 1958a).

kuusi- ja mäntykuitupuun kuivumiseen (KLEM & HALVORSEN 1963b, HAKKILA 1964).

Kesällä hakattu puutavara ei ole yhtä altis hyönteisten iskeytymiselle kuin talvella hakattu, koska useimmat hyönteiset parveilevat keväällä ja alkukesästä. Se on sitä vastoin hyvin alttiina sienivioille, joten kesällä hakattuja sahatukkeja ei pidä varastoida metsään kauemmaksi kuin 3–4 viikoksi (SVENSSON 1962b, HAKKILA 1964).



Kuva 42. Esimerkki arvon alenemisesta mäntysahatukeissa, jotka hakattiin kesällä kahdella eri paikkakunnalla Ruotsissa. ( ) = aleneminen prosentteina alkuperäisestä arvosta (Svensson 1962b).

513. Pitkäaikainen varastointi

Mikäli etukäteen tiedetään, että puutavara joutuu olemaan varastossa pitkän ajan—vähintään kaksi kesää—on käytettävä joko vesi- tai kasteluvarastointia tai kuoritun puutavaran kuivaa varastointia. Kuiva varastointi tulee kysymykseen vain puutavaralajeille, joiden arvo ei kuivumishalkeamista kärsi.

Keliolosuhteiden tai odottamattoman tuotannon pysähdyksen takia saattaa puutavaraeriä jäädä metsään tai tehdasvarastoon epämääräiseksi ajaksi. Alueilla, joilla tällaiset yllättävät tilanteet ovat mahdollisia, on syytä varautua niihin ennakolta ja varastoida ainakin kuorelliset sahatukit heti kasoihin kosteisiin ja varjoisiin paikkoihin. Jos tukit lisäksi ruiskutetaan hyönteissuoja-aineella ja niiden päät käsitellään veden haihtumista estävällä sivelyaineella, on mahdollista, että tukkien laatu säilyy hyvänä seuraavaan toimintakauteen asti.

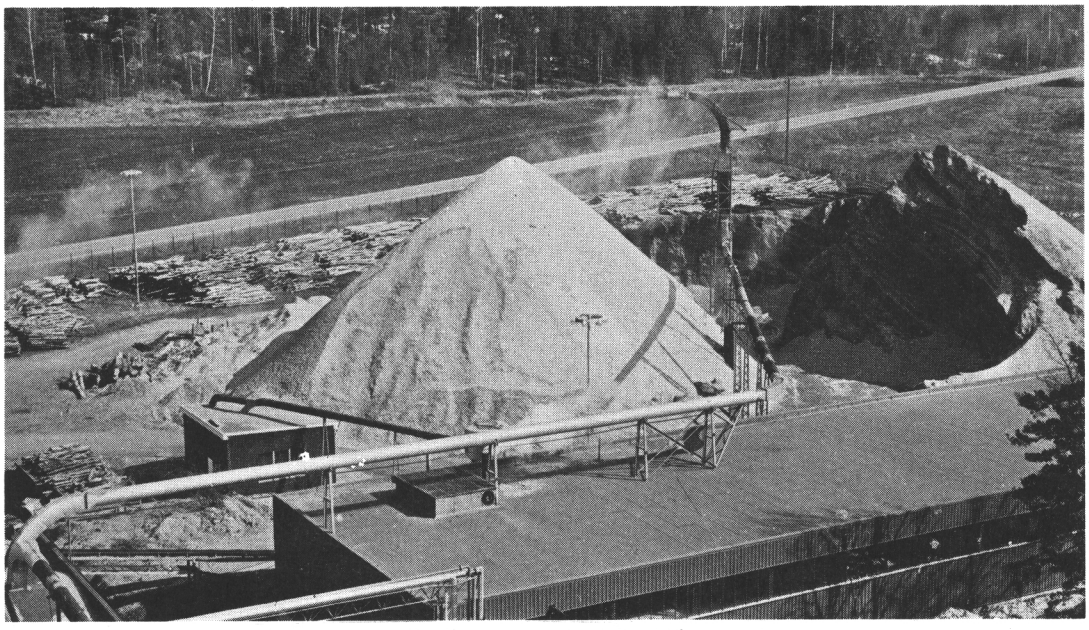
Kuorittu tai osittain kuorittu sekä pieniläpimittainen kuorellinen puutavara ei kestä pitkäaikaista kosteaa maavarastointia. Ne olisi niin ollen varastoitava kuiville, avoimille paikoille, pelkän siirtämisen kannalta mahdollisesti jopa teloille.

52. Hakevarastointi

Hake soveltuu etupäässä lyhytaikaiseen varastointiin. Hakevarastointi helpottaa tehdasvarastolla tapahtuvan kuljetuksen ja käsittelyn rationalisointia ja on kustannuksiltaan huokeampi kuin pyöreän puutavaran varastointi. Varsinkin pneumaattisen kuljetustekniikan kehittyminen on vaikuttanut suuresti hakevarastoinnin yleistymiseen.

Hakekasan lämpötila riippuu ympäristön lämpötilasta (maantieteellinen sijainti, vuodenaika), kasan koosta ja tiiviydestä sekä hakkeen hienojae- ja kuorimäärästä. Kasan sisäosissa lämpötila nousee tavallisesti 1–2°C päivässä ensimmäisen varastointikauden aikana. Sen jälkeen lämpötila pysyy verrattain vakiona usean kuukauden ajan tai laskee hitaasti.

Kesällä voi lämpötila kasan sisäosissa nousta 65–70 asteeseen ja pysyä kauan noin 60 asteessa. Talvella on maksimilämpötila noin 50°C ja pysyvä lämpötila 40–45°C (ANNERGREN et al. 1964, 1965, LJUNGQVIST 1965, BERGMAN & NILSSON 1966, 1967, 1968, 1971).

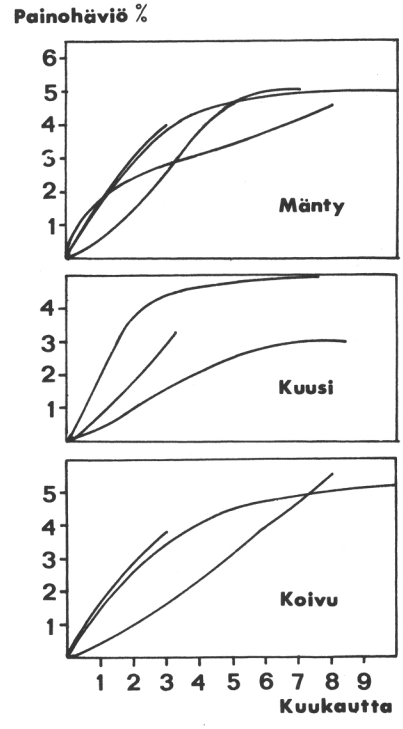


Kuva 43. Hakevarastointi (B. Halvorsen).

Hakekasoissa, joissa on runsaasti hienojaetta ja kuorta on mitattu jopa 80°C lämpötiloja (LJUNGQVIST 1965). Näin esimerkikisi kokopuuhakekasan lämpötila nousee kuoren ja lehtien vaikutuksesta korkeammaksi kuin tavanomaisen kuoritusta puusta tehdyn hakekasan. Hienojakeiset pesäkkeet suurissa hakekasoissa ovat joskus aiheuttaneet itsesytytyksen (ALLEN 1968).

Varastoitaessa hake kuivuu jonkin verran kasan sisäosissa, mutta kuivuminen ei ole riittävä ehkäisemään pieneliöiden toimintaa. Kasan pintakerroksissa kosteus sitä vastoin lisääntyy sateiden ja sisäosista nousevan vesihöyryn tiivistymisen johdosta. Kostean pintakerroksen vuoksi on hakekasaa käytännöllisesti katsoen mahdotonta sytyttää ulkoapäin (PRYCE & COLE 1963).

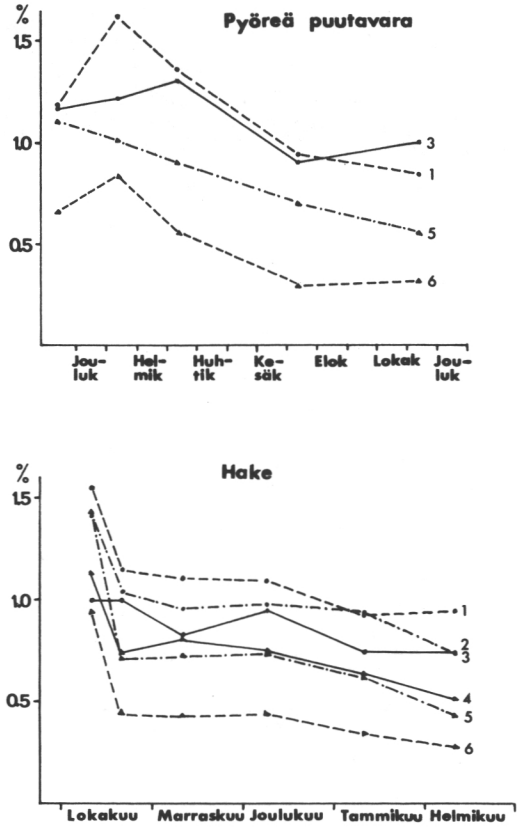
Lämmön kehittyminen hakekasassa johtuu elävien pintapuusolujen ja pieneliöiden hengitystoiminnasta sekä hapettumisilmiöstä. Ensimmäisinä päivinä otaksutaan lämpötilan kohoamisen hakekasoissa johtuvan elävissä pintapuusoluissa tapahtuvasta hengitystoiminnasta ja myöhemmän lämpötilan kohoamisen pieneliöiden aineenvaihdunnasta. Suurimmat ainehäviöt hakekasoissa aiheuttaa pieneliöiden toiminta ja korkeammissa lämpötiloissa hapettuminen.



Kuva 44. Ainehäviö hakekasassa eri paikkakunnilla Ruotsissa. Kukin käyrä edustaa yhtä paikkaa (Selleby 1965).

Elävien pintapuusolujen hengitystoiminta alkaa, kun lämpötila nousee yli 0°C:een. Toiminta vilkastuu noin 40°C:een saakka. Sitä korkeammissa lämpötiloissa elävät solut kuolevat (DAHM 1966, SPRINGER & HAJNY 1970, SPRINGER et al. 1971a). Myös pieneliöiden toiminta alkaa noin 0°C:een lämpötilassa. Useimpien lahottajasienten maksimilämpötila on 30 ja 40°C välillä ja lämpöä suosivilla sienillä noin 60°C. Eräät bakteerit voivat kasvaa vielä 75°C:n lämpötilassakin (SPRINGER et al. 1971a).

Ainehäviö on yleensä noin 1 % varastointikuukautta kohti (kuva 44). Niissä kasan osissa,



Kuva 45. Kuusesta valmistetun sulfiittisellun uuteainepitoisuuden riippuvuus varastointitavasta (Annergren et.al. 1964).
1. Valkaisematon viskoosimassa
2. Hapan sulfiitti, klooriluku 5, valkaisematon
3. Bisulfiitti, valkaisematon
4. Bisulfiitti, valkaistu
5. Hapan sulfiitti, klooriluku 5, valkaistu
6. Valkaistu viskoosimassa.

joissa lämpötila on 20 ja 50 asteen välillä ja puuta hajottavien sienten toiminta siis vilkkaimmillaan, ovat ainehäviöt suurimmat. Kesällä vioittuminen on voimakkainta kasan sivuilla ja talvella sen keskustassa (BERGMAN & NILSSON 1966, 1967, 1968, 1971, SHIELDS & UNGLIGIL 1969). Yleisin hakekasoissa esiintyvä sienilaji on *Chrysosporium lignorum*.

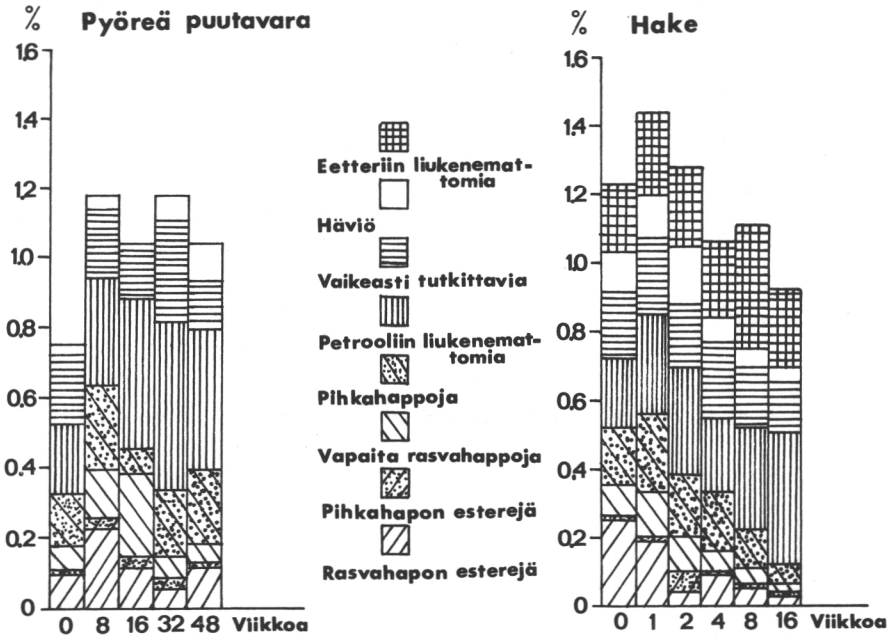
Maassasaantoon ei hakevarastoinnilla ole mainittavampaa vaikutusta, jos saanto lasketaan keittoon tulevan puun painosta. Voimakkaasti lahovikaisen (BJÖRKMAN & HAEGER 1963) sekä yli 60°C:n lämpötilassa varastoidun hakkeen koekeitoissa (ANNERGREN et al. 1965, BERGMAN & NILSSON 1971) on kuitenkin sulfaattimassalla todettu saannon pienentymistä.

Useissa tutkimuksissa on selvitetty uuteaineiden hajoamista hakkeen ja pyöreän puutavaran varastoinnin aikana (ANNERGREN et al. 1964, 1965, ASSARSSON 1966, 1969, ASSARSSON & CROON 1963, DAHM 1964, 1966, NORDIN & SELLEBY 1965 ym.). Uuteaineet hajoavat paljon nopeammin hakkeessa kuin pyöreässä puutavarassa (kuvat 45 ja 46). Esimerkiksi sulfiittiteollisuudelle vaikeuksia aiheuttavan pihkan lasketaan hajoavan hakkeessa 1–2 kuukaudessa yhtä paljon kuin pyöreässä puutavarassa vuoden aikana. Mäntyöljyä valmistaville sulfaattimassatehtaille taas pihkan nopea hajoaminen hakevarastoinnin aikana on kuitenkin haitallista, koska mäntyöljysaanto silloin vähenee (taulukko 8).

Hakekasoissa tapahtuvan pieneliötoiminnan ja kemiallisten muutosten vuoksi hake saa värivikoja. Sulfaattimassojen ja valkaistujen massojen valmistuksessa värivioilla tosin on hyvin vähän merkitystä, mutta valkaisemattomien sulfiitti-

Taulukko 8. Mäntyöljysaanto kiloina sulfaattisellutonnia (10 %:n korjaus) kohti pyöreänä puutavarana ja hakkeena varastoidusta männystä (NORDIN & SELLEBY 1965).

	Tuore puu	Varastointiaika, kk 3	5
Hake	54	21	21
Pyöreä puutavara, varastoitu ulkona	54	47	45
Pyöreä puutavara, varastoitu 3 kk ulkona + 2 kk sisällä (20°C)	54		31



Kuva 46. Uuteainesisällön koostumus (% kuivapainosta) pyöreänä puutavarana ja hakkeena varastoidulla kuusella. (Assarsson et. al. 1963).

massojen valmistuksessa niiden merkitys sen sijaan on suuri. Parin kuukauden pituinen hakevarastointi saattaa usein tummentaa massan väriä 10–15 yksiköllä (%SCAN).

Hakkeen laadun huononemista varastoinnin yhteydessä voidaan ehkäistä kemiallisilla tai biologisilla menetelmillä ja tehostamalla sen käsittelyn valvontaa. Hakekäsittelyä on mahdollista parantaa mm. lyhentämällä varastointiaikaa, purkamalla hakekasaa aina sen vanhemmasta osasta ja estämällä uuden hakkeen kasaantuminen vanhan päälle. Tärkeätä on myös estää hienojakeisen hakkeen kasautuminen kasassa siten, että syntyy itsesytytyksen vaara.

Suoja-aineina sieniä vastaan on kokeiltu mm. natriumpentaklorfenolia (SELLEBY 1965, GREAVES 1971), booria ja pentaklorfenolia (ROBINSON 1968, GIFFIN 1970), elohopeayhdisteitä (SELLEBY 1965, ANONYM 1969) ja nikkelisulfaattia (ASSARSSON & NILSSON 1971a). Niiden on todettu estävän sekä puuaineen lahoamista että värivikoja varsin tehokkaasti. Elohopeayhdisteiden ja kloorattujen fenolien käytön esteenä ovat kuitenkin myrkyllisyys ja ympäristöhaitat.

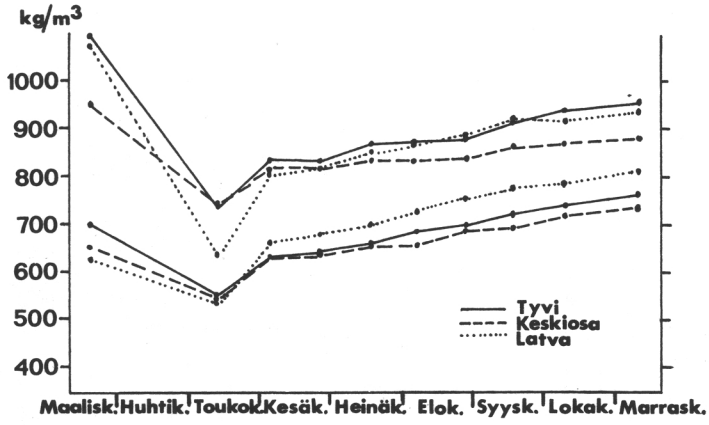
Vihreä lipeä (SPRINGER et al. 1969, 1971b), natriumhydroksidi ja valkolipeä (BERGMAN et al. 1970) ovat sekä laboratorio- että kenttäkokeissa antaneet verrattain hyviä tuloksia lahoamista vastaan. Koska näitä kemikaaleja käytetään myös sulfaattiprosessissa, ei niiden käyttö hakekasoissa lisää vesistöjen saastumista. Myös rikkidioksidi ja rikkihapoke (SILBERMAN 1970) sekä sulfaattitehtaiden happamet höyrytiivisteet (ASSARSSON et al. 1970) ovat osoittautuneet hyviksi suoja-aineiksi.

Biologisissa menetelmissä käytetään sellaisia homesieniä (ASSARSSON & NILSSON 1971b, WHITNEY & WILSON 1970) tai bakteereja (JACQUIOT & LAPETITE 1967), jotka tuhoavat puuta hajottavia pieneliöitä. Näitä koskevat tutkimukset ovat kuitenkin vielä keskeneräisiä (KÄÄRIK et al. 1971).

Nykyään hake varastoidaan yleensä ilman minkäänlaista suojakäsittelyä. Ainoastaan varastointiaikoja pyritään lyhentämään ja varastojen kokoa rajoittamaan.

53. Vesivarastointi

Vesivarastoinnilla tarkoitetaan varastointia luonnollisiin tai keinotekoisiin vesialtaisiin sekä varastointia maalle kastelun alaisiin kasoihin.



Kuva 47. Esimerkkejä kuoritun männyn tilavuuspainon muutoksista. Tukit saivat kuivua maalla (18/3–12/5) ennen veteen pudotusta (Klem & Halvorsen 1963a).

531. Puulajien uimiskyky

Koska puutavara on varastoitava veteen niin tuoreena kuin mahdollista, ovat sekä veteenpudotus- että vedestänostotekniikka ja myös varastointimuoto ratkaisevasti riippuvaisia puun tuoretilavuuspainosta. Teoreettinen uimiskykyraja on 1000 kg/m^3, mutta käytännössä se on jonkin verran pienempi. Useimmilla puulajeilla tuorepaino kasvaa tyvestä latvaan päin, ja sen tähden keskimäärin 1000 kg/m^3 painavan tukin latva uppoaa. Uimiskykyrajaksi on käytännössä asetettava 950–990 kg/m^3 (NYLINDER 1963).

Kuusen tuorepaino on kokorungoilla noin 730–980 kg/m^3, ja se on olennaisesti riippuvainen pölkkyjen läpimitasta. Vastakaadetun tukin latvaosan tuorepaino on monasti 1000 kg/m^3. Sen tähden tuoreet kuusitukit uivat usein latva veden alla (KLEM & HALVORSEN 1963a, TAMMINEN 1964). Vettyminen varastoinnin aikana tapahtuu kuusella hitaasti. Suurissa vesivarastoissa, jotka perustettiin Tanskassa myrskyjen jälkeen vuonna 1967, ei ainoakaan tukkinippu uponnut 4 vuotta kestäneen varastoinnin aikana.

Männyn tuorepaino laskee läpimitan kasvaessa. Se vaihtelee välillä 850 ja 1000 kg/m^3 (JOHANSSON 1956, NYLINDER 1961, KLEM & HALVORSEN 1963a). Vaikka kuorellisten mäntytukkien annetaan kuivua toukokuun loppuun asti, on niiden uppoamisvaara irtouitossa suuri (NYLINDER 1961b, THOMAS 1956).

Koivun tuorepaino on keskimäärin vähän yli 900 kg/m^3, mutta mahlan aikaan se voi olla jopa yli 1000 kg/m^3 (PETERSON & WINQVIST 1960, NISULA 1967, HAKKILA et al. 1970, TAMMINEN 1970). Tuore koivu on niin ollen liian raskasta uitettavaksi. Myös niput uppoavat lyhyessä ajassa, ellei koivun joukkoon ole lisätty korkkipuiksi helpommin uivia puulajeja.

Pyökin tuorepaino on keskimäärin 1050 kg/m^3 (OKSTAD 1967, MOLTESEN 1971). Käytännöllisesti katsoen kaikki vastahakatut pyökkitukit uppoavat heti veteen pudotuksen jälkeen.

532. Puutavaran laatu ennen varastointia

Kuorellinen puutavara säilyy vesivarastossa huomattavasti pienemmin halkeama- ja sienivioin kuin kuorittu puutavara (BJÖRKMAN 1946, 1958b, NYLINDER 1956, 1957, 1969, MOLTESEN 1968a, KARSTEDT & LOETS 1970). Tämä johtuu siitä, että kuorellinen puutavara on kuivunut vähemmän kuin kuorittu sekä siitä, että kuori suojaa tehokkaasti vedenpinnan yläpuolelle jäävää rungon osaa. Kuorellisessa puutavarassa esiintyy sitä vastoin enemmän tanniini- ja hyönteisvikoja kuin kuoritussa.

Hyönteisvikojen välttämiseksi pitäisi talvella kaadettu kuorellinen puutavara varastoida veteen huhtikuun alkuun mennessä. Alkanut hyön-

Kuva 48. Löysästi niputettuja kuusitukkeja 4 vuoden makeaan veteen varastoinnin jälkeen Braketrolleborgin lähellä, Tanskassa (6 % tukeista, 2 % kokonaistilavuudesta sienien vioittamaa). (P. Moltesen).

teisvika voidaan pysäyttää vain veden alle jäävässä puutavaran osassa (BJÖRKMAN 1958b).

Muina vuodenaikoina tapahtuvassa hakkuussa pitää puutavara saattaa vesivarastoon mahdollisimman pian hakkuun jälkeen.

533. Veden laatua ja vesiallasta koskevat vaatimukset

Suolainen ja makea vesi suojaavat puuta yhtä hyvin biologisia vikoja vastaan. Makeaa vettä pidetään kuitenkin parempana, koska suola voi olla haitallinen puuteollisuuden koneille ja itse tuotteille. Rautapitoinen vesi aiheuttaa usein värivikaa lehtipuuhun (LANE & SCHEFFER 1960). Etenkin pyökki saattaa melko lyhyessä ajassa sinistyä voimakkaasti vedessä, jonka rautapitoisuus on noin 0.3 mg/l (MOLTESEN 1969, 1971). Juokseva ja seisova vesi suojaavat puutavaraa yhtä hyvin sienitartuntaa vastaan, mutta seisovassa vedessä bakteeritoiminta on vilkkainta (ELLWOOD & ECKLUND 1959).

Vesialtaan tulisi olla kovapohjainen, koska uppotukkeja on muuten vaikea löytää pohjasta. Loivat rannat ja vaihteleva vedenkorkeus ovat epäedullisia sekä veteen pudotukselle että sieltä nostolle ja myös siksi, että puutavara saattaa jäädä kokonaan kuiville. Myös suuret selät ovat sopimattomia vesivarastoksi.

Edullisimpia vesivaraston paikkoja ovat sopivan kokoiset, helppopääsyiset lammet, joiden rannat ovat kovapohjaisia ja riittävän syviä, ja joissa veden korkeus ei suuremmin vaihtele.

534. Vesivarastointi luonnonaltaissa

Yksinkertaisin ja huokein veteenpudotustapa jäälle ajon ohella on kaataa koko kuorma pudotuslaiturilta veteen. On olemassa myös autoon asennettavia hydraulisia kuorman pudotuslaitteita.

Tiukkaan sidotuissa nipuissa vioittuu vähemmän tukkeja kuin löysissä. Vioittumien kohteeksi joutuvat tukit vahingoittuvat tiukoissa nipuissa kuitenkin voimakkaammin. Vioittumista tapahtuu merkittävästi vain niissä tukeissa, jotka eivät ole lainkaan tai ovat ainoastaan vähän kosketuksessa veden kanssa. Jos niput aiotaan myöhemmin uittaa, on ehdottomasti käytettävä tiukkaa niputusta.

Nippujen kastelu suojaa tehokkaasti vedenpinnan yläpuolella olevia tukkeja. Kastelun kannattavuus riippuu kuitenkin suuresti varaston koosta, nippujen kellumissyvyydestä ja varastointiajasta (NYLINDER 1957, JOHANSSON 1964). Nippujen kastelu voidaan suorittaa muoviletkuja käyttäen tai rannalle sijoitetuilla vesitykeillä.

Kuusta ja järeää mäntyä voidaan varastoida myös irtotukkeina. Irtotukkien varastointi on kuitenkin pudotus- ja nostokustannusten takia

Kuva 49. Maalle varastoitujen sahatukkien kastelua (B. Halvorsen).

huomattavasti kalliimpaa ja enemmän tilaa vaativaa kuin nippuvarastointi. Hehtaarin laajuiselle vesialueelle on mahdollista varastoida irtotukkeja vain 500–1000 m^3.

Jos varastopaikka on matalarantainen ja veden korkeus vaihteleva, on varasto pidettävä suljettuna myös rannan puolelta, jotta tukit eivät rantautuisi. Sulku rakennetaan yhteen sidotuista, paaluihin kiinnitetyistä puomitukeista. Suuremmissa järvissä on varasto sijoitettava tuulensuojaiselle rannalle.

535. Vesivarastointi tekoaltaissa

Eräät suuret eurooppalaiset pyökkiä käyttävät teollisuuslaitokset varastoivat tuoreen puutavaran betonialtaisiin, joiden vedensyvyys on tavallisesti 3–4 metriä. Altaat on varustettu nostureilla ja tukkien nosto tapahtuu kerroksittain sitä mukaa kuin veden korkeus laskee. Koska betonialtaiden rakentamiskustannukset ovat erittäin suuret, ei niiden yleistymistä ole odotettavissa (MOLTESEN 1968b).

Tanskassa perustettiin myrskytuhojen jälkeen vuonna 1967 väliaikainen varastoallas savimaalle. Allas kaivettiin telapuskutraktorilla työntämällä maa noin 4 metrin korkuisiksi valleiksi altaan ympärille. Sen jälkeen kun puutavara, yhteensä noin 8 000 m^3, oli ajettu altaaseen, täytettiin se vedellä (STAUN 1968). Värivikoja lukuun ottamatta onnistui varastointi tyydyttävästi. Kustannukset nousivat kuitenkin niin suuriksi, että tällainen varastointi tulee kysymykseen vain poikkeustapauksissa.

536. Kastelu

a. Varastopaikkaa koskevat vaatimukset

Koska kasteltaessa joudutaan käyttämään suuria vesimääriä, on varastopaikka valittava siten, että vesi on johdettavissa helposti pois. Varaston pohjaa voidaan vahvistaa kuljetuksia kestäväksi esimerkiksi sahanpuru-, kuori- tai muulla sahausjätekerroksella.

Jos varastopaikka sijaitsee sahan tai puunjalostuslaitoksen välittömässä läheisyydessä, on voimavirtaa vesipumppuja varten yleensä helposti saatavissa, mutta syrjäisempi sijainti aiheuttaa lisäkuluja voimansiirron takia. Myös vesijohtokustannukset on otettava huomioon varastointia suunniteltaessa.

Kasteluvarasto on sijoitettava tuulilta suojaiseen paikkaan, jotta vältytään puutavaran voimakkaalta kuivumiselta ja saadaan aikaan veden tasainen jakaantuminen kastelun aikana.

b. Veden laatu ja vesimäärä

Suolainen vesi suojaa puuta yhtä hyvin kuin makea vesi, mutta kastelulaitteiston, teollisuuskoneiden ja valmistettavien tuotteiden takia on eduksi käyttää makeaa vettä.

Veden laadulla ei ole vaikutusta puun säilyvyydelle. Vesi ei kuitenkaan saa sisältää kiinteitä epäpuhtauksia, koska ne helposti aiheuttavat suuttimien tukkeutumista ja kulumista. Myös hyvin rauta- tai kalkkipitoinen vesi saattaa tukkia suuttimet (VOLKMAN 1966).

Vedenkulutus riippuu ensisijassa ilmastosta ja kasan korkeudesta. SVENSSONIN (1962) ja JOHANSSONIN (1964) tutkimusten mukaan keskeytetty kastelu (3 minuutin kastelu ja 13 minuutin tauko) suoritettuna päiväaikaan vesimäärällä 25 mm päivässä riitti suojaamaan mäntyä ja kuusta, jotka oli pinottu 1–2 metrin korkuisiin kasoihin. Arvon aleneminen talvella hakatuissa kuusitukeissa, jotka olivat kastelun alaisena toukokuusta lokakuuhun, oli mk 0.80–1.20/m^3 ja kuusitukeissa, jotka varastoitiin ilman kastelua, mk 19.60–28.00/m^3. Vesimäärän vähentäminen 15 mm:iin/pv. aiheutti kaksinkertaisen ja sen lisääminen 50 mm:iin/pv. puolta pienemmän arvon alenemisen (JOHANSSON 1.c.).

Amerikkalaisissa kokeissa, joissa noin 1 metrin korkuisia lehtipuukasoja kasteltiin sumuttimilla, saavutettiin täysi suoja sienitartuntaa vastaan 1.2 mm:llä vettä tunnissa jatkuvaa kastelua käytettäessä (LANE & SCHEFFER 1960). Suojaustehon katsottiin johtuvan tukkeja ympäröivästä vesikalvosta.

Suurissa tanskalaisissa kasteluvarastoissa, jotka perustettiin myrskytuhojen jälkeen vuonna 1967, on rekisteröity seuraavat tiedot:

KUUSI: Kasteluvarasto, jossa oli 40 000 m^3 puuta 4 metrin korkuisissa kasoissa, oli keskeytetyn kastelun alaisena päivätunteina. Veden käyttö kevät- ja kesäkuukausina oli 36 mm/vrk ja aikaisin keväällä ja myöhään syksyllä 25–30 mm/vrk.

Talvikuukausina ei kasoja kasteltu (MORVILLE 1968). Varasto perustettiin kevään ja kesän kuluessa vuonna 1967. Useimmat rungot katkottiin tukeiksi vuosina 1969/70, mutta noin 5 000 m^3 katkottiin vasta syksyllä 1971. Varastoviat olivat niin vähäisiä, että tukit voitiin myydä täydestä hinnasta.

PYÖKKI: Varasto, jossa oli 30 000 m^3 puuta 3–4 metrin korkuisissa kasoissa, oli keskeytetyn kastelun alaisena, 2.3 mm tunnissa, päiväaikaan. Huhti-heinäkuussa tämä merkitsi 44 mm, elosyyskuussa 30 mm ja loka-joulukuussa 21 mm vettä vuorokaudessa. Tammi- ja maaliskuun välisenä aikana ei kasteltu pakkasen vuoksi. Varasto säilyi huhtiluusta 1968 marraskuuhun 1969 haitallisilta sienivaurioilta (MOLTESEN 1971).

Tämän perusteella voidaan verraten suurella varmuudella todeta, että noin 35 mm:n vesimäärä vuorokaudessa kevät- ja kesäkuukausina ja vähän vähemmän syyskuukausina on riittävä estämään sienitartunnan kuorellisissa kuusirungoissa noin 4 metrin korkuisissa kasoissa. Pyökin ja männyn kastelussa on varminta käyttää vettä runsaammin, noin 45 mm vuorokaudessa. Jatkuvassa kastelussa riittää ilmeisesti pienempi vesimäärä, mutta silloin tarvitaan pieniaukkoisia suuttimia, jotka ovat kalliimpia ja vaativat aivan puhdasta vettä.

c. Puutavaralle asetettavat vaatimukset ennen varastointia

Kuorinta-aste ei vaikuta vastahakatun puutavaran säilyvyyteen kasteluvarastossa. Poikkeuksena on kuitenkin kuusi, johon syntyy tanniinivikoja kuorellisena varastoitaessa. Kuorittua puutavaraa on vaikeampi käsitellä, koska se muuttuu kastelun aikana liukkaaksi. Käytännössä kuitenkin kuorittu puutavara ehtii kuivua enemmän kuin kuorellinen ennen kastelun aloittamista. Siksi kuorittu puutavara on yleensä alttiimpi varastovioille kuin kuorellinen (BJÖRKMAN 1958a, SVENSSON 1962b, NYLINDER 1969). Kuorellisena varastoitujen tukkien pintaan muodostuu tavallisesti jonkin ajan kuluttua limakerros. Se häviää kuitenkin kuorinnan yhteydessä.

Varastoon tuotaessa on puutavaran oltava ehdottomasti tervettä, koska alkanut vioittuminen saattaa levitä varastoinnin aikana (BJÖRKMAN 1.c.). Tanskalaisten kokemusten mukaan varsinkin maannousemasienellä on kyky jatkaa elintoimintaansa kastelun alaisenakin. Tuhohyönteisten toiminta loppuu tavallisesti kastelun

Kuva 50. Kasteluvarasto, jossa on 30 000 m^3 pyökkiä ja 2000 m^3 kuusta. Vallø, Tanska (Aerodan).

alkaessa (GRAY & MOL 1969). Mikäli hyönteisiskeytymiä esiintyy kasteluvarastossa olleessa puutavarassa, ovat ne todennäköisesti syntyneet ennen varastoinnin alkua (NYLINDER 1957, 1969).

NYLINDERIN (1969) mukaan ei puutavara ehdi vioittua, jos kastéluvarastointi aloitetaan ennen seuraavia ajankohtia:

Talvella hakattu puutavara huhtikuun loppuun mennessä.

Touko-heinäkuussa hakattu puutavara 2–3 viikon sisällä kaadon jälkeen.

Elo-lokakuussa hakattu puutavara noin 1 kuukauden kuluessa kaadon jälkeen.

d. Kasteluvaraston rakentaminen

Kuivumisen estämiseksi ja vedenkulutuksen pienentämiseksi on tukkikasojen oltava mahdollisimman korkeita, mikä merkitsee käytännössä 3–5 metriä. Jotta varastoalue käytettäisiin tehokkaasti hyväksi ja kasat saataisiin päältä tasaisiksi, pitäisi kasaus suorittaa siten, että tyvet ja latvat tulevat vuorotellen eri suuntiin. Kastelulaitteiston kapasiteetin tehokkaan käytön kannalta on edullista pitää kasojen päät tasaisina.

e. Kastelulaitteisto

Väliaikaisissa varastoissa käytetään tavallisesti samoja kastelulaitteita kuin maataloudessa, nimittäin kevyitä alumiinijohtoja, joissa on pikaliitin ja johtojen päälle asennetut pyörivät vedensuihkuttajat. Myös pysyvissä varastoissa käytetään usein samanlaisia laitteita. Suuttimien aukko on tavallisesti noin 4 mm ja kasteluetäisyys noin 15 metriä 3 ilmakehän paineella. Kastelualue on noin 12x18 m suutinta kohden ja sadetusmäärä noin 7 mm vettä tunnissa. Koska noin 2 mm:n sadetusmäärä riittää suojaamaan puutavaran 3–4 metrin korkuisissa tukkikasoissa, voidaan vedenkulutuksen vähentämiseksi soveltaa keskeytettyä kastelua automaattisin vaihdoin. Lyhyet kasteluvälit ovat paremmat kuin pitkät, mutta koska vaihto aiheuttaa melko suuren vedenhukan, kastellaan käytännössä usein 10–15 minuuttia 20–30 minuutin väliajoin.

Sumuttimet olisivat sikäli edullisia kasteluun, että ne pitäisivät vähäisellä vedenkulutuksella varaston ilman kosteuden suurena. Niiden haittana on kuitenkin epätasainen jakautuminen tuulisella säällä. Kun ne sitä paitsi vaativat ehdottoman puhdasta vettä ja ovat kustannuksiltaan kalliita, ei niitä toistaiseksi ole käytetty puutavaravarastojen kastelussa.

537. Varastoidun puutavaran ominaisuudet

a. Sieni- ja hyönteisviat

Useissa tutkimuksissa on todettu huomattavia sienivikoja vedenpinnan yläpuolella olevan puutavaran osassa (RUNBÄCK 1933, NYLINDER & RENNERFELT 1954, NYLINDER 1957, JOHANSSON 1964, v. AUFSESS & v. PECHMANN 1970, KARSTEDT & LOETS 1970). Vikoja esiintyy varsinkin niputetussa puutavarassa, mutta myös irtotukit vioittuvat (JOHANSSON 1.c., v. AUFSESS & v. PECHMANN 1.c.). LIESE & KARSTEDT (1971) ovat saaneet Saksassa edellisistä poikkeavia tuloksia.

Toisistaan poikkeavat tutkimustulokset johtuvat todennäköisesti pääasiassa puun terveydestä ennen vesivarastoon panoa. Muita tulosten poikkeavuuteen vaikuttavia tekijöitä ovat kuoren rikkoutuminen ja niputustapa.

Hyvin hoidetussa kasteluvarastossa säilyvät sekä havu- että lehtipuutukit sieni- ja hyönteistuhoilta ainakin yhden vuoden ajan, edellyttäen että puutavara on varastoon pantaessa tervettä (LANE & SCHEFFER 1960, SVENSSON 1962a, JOHANSSON 1964, 1965, VOLKMAN 1966, ROFF & DOBIE 1968, NYLINDER 1969, RAPP 1969, MOLTESEN 1971).

Havupuu säilyy sienivioilta yleensä huomattavasti paremmin kasteluvarastoissa kuin varsinaisissa vesivarastoissa.

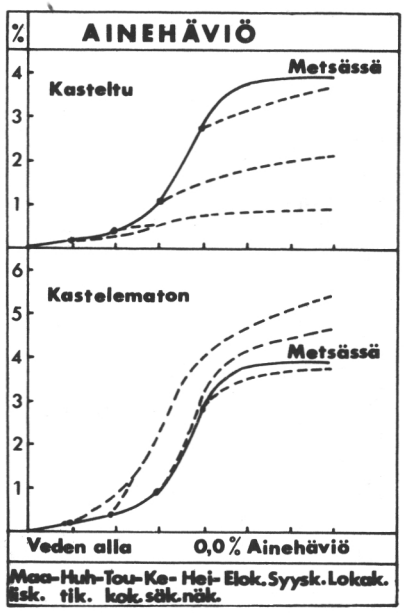
b. Bakteerien aiheuttamat viat

Sekä lehti- että havupuutukit joutuvat lyhytaikaisen vesi- ja kasteluvarastoinnin kuluessa useiden bakteerilajien saastuttamiksi (SUOLAHTI & WALLÉN 1958, ELLWOOD & ECKLUND 1959, KNUTH & McCOY 1962, VASILEV 1965, VOLKMAN 1966, LIESE & KARNOP 1968 ja useita muita). Tätä kysymystä on tarkasteltu lähemmin bakteereja käsittelevässä osassa (s. 26).

c. Väriviat

Sekä vesi- että kasteluvarastoinnin aikana tapahtuu kuorellisessa kuusessa tanniinin leviämistä kuoresta puuhun. Leviäminen ulottuu kuitenkin harvoin 5 millimetriä syvemmälle (LØFTING 1939, WILHELMSEN 1968b, v. AUFSESS & v. PECHMANN 1970). (Kts. myös s. 26).

Pyökki värjäytyy siniseksi, jos varastointi tapahtuu rautapitoisessa vedessä. Värjäytymistä tapahtuu etenkin tukkien päissä. Noin 1/2 vuoden varastoinnin jälkeen puu tummuu kauttaaltaan sekä vedessä että kastelun alaisena (MOLTESEN 1970, 1971). Tummumiseen ovat PASERININ (1971) mukaan syynä kemialliset reaktiot, jotka tapahtuvat parenkyymisolujen kuollessa. Värivika on erittäin haitallinen sahatavarassa, jota käytetään koristustarkoitukseen, mutta sillä ei ole mainittavaa merkitystä silloin, kun kuivaus suoritetaan korkeassa lämpötilassa välittömästi sahauksen jälkeen. Tällöin tulee tavaraan nimittäin ruskeanpunainen väri, joka peittää värivian. Lautatarha- tai tavanomaisessa keinokuivauksessa pyökkisahatavaran pinta muuttuu voimakkaan ruskeanpunaiseksi, jos



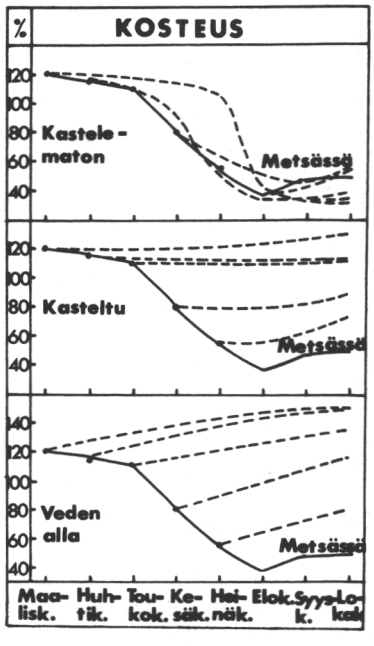
Kuva 51. Ainehäviö kuorellista kuusta veteen varastoitaessa. Skien, Norja. Talvella hakattu, metsään varastoitu puutavara varastoitiin veteen nippuina kuukauden väliajoin maalis–heinäkuun aikana (Wilhelmsen 1968b).

puutavara on ollut vesi- tai kasteluvarastossa. Värivika on kuitenkin vain pinnallinen ja häviää höylättäessä (MOLTESEN 1971).

d. Varastoidun puutavaran kosteus

Yleisesti oletetaan, että veteen varastoidun puutavaran kosteus on hyvin suuri. Tämä koskee varsinkin pyökkiä, koska veteen varastoituja tukkeja katkaistaessa valuu katkaisupinnoista usein runsaasti vettä. Ilmiö on erityisen selvästi havaittavissa katkaistun tyvitukin latvapäässä. Koska runsasta veden valumista saattaa esiintyä, vaikka vesipitoisuus itse asiassa olisi pienempi kuin vasta hakatussa puutavarassa, otaksutaan ilmiön johtuvan bakteerien aiheuttamasta puun lisääntyneestä vedenläpäisykyvystä.

Tukkien kuivuusasteella ennen veteen varastointia tai kastelun aloittamista on ratkaiseva merkitys kosteuspitoisuudelle myös varastointikauden päättyessä. Talvella hakatut, kuorelliset



Kuva 52. Keskimääräinen kosteus veteen varastoidussa, kuorellisessa kuusessa. Skien, Norja (Wilhelmsen 1968b).

kuusitukit pitäisi panna vesi- tai kasteluvarastoon ennen toukokuun alkua, mikäli kosteuden halutaan pysyvän niin suurena, ettei sienitoimintaa ja laadun huononemista tapahtuisi (WILHELMSEN 1968b).

Kuivuneet havupuutukit eivät pitkäaikaisessa vesivarastoinnissakaan tavallisesti saavuta samaa kosteutta kuin tuoreena (KLEM & HALVORSEN 1963a, WILHELMSEN 1968b, v. AUFSESS & v. PECHMANN 1970).

Kuorellisissa tukeissa, jotka pannaan tuoreina vesivarastoon ja jotka uivat veden pinnalla, kosteus pysyy muuttumattomana, mikäli tyviläpimitasta ei ole enempää kuin kolmannes veden yläpuolella (KARSTEDT & LOETS 1970, v. AUFSESS & v. PECHMANN 1970). Jos kuori on ehjä, pysyy vesipitoisuus korkeana vielä pienemmällä vesikosketuksella (MOLTESEN 1967, 1968a).

Eräässä tanskalaisessa kasteluvarastossa, jossa varastoitiin vastahakattuja kuusitukkeja, pysyi kosteus pintapuun uloimmassa osassa 4 vuotta verraten tasaisesti 160 %:ssa. Sydänpuussa kosteus nousi 36 %:sta 41 %:iin ja edellisten välisessä puuaineessa 73 %:sta 116 %:iin.

Pyökki vettyy varastoinnin aikana suhteellisesti enemmän kuin havupuut. Tanskalaisissa tutkimuksissa on mitattu vesipitoisuuden nousu 18 kuukauden kastelussa 80 %:sta 90 %:iin tukkikasojen ylimmissä tukeissa ja 100 %:iin alimmissa tukeissa. Kahden vuoden kokonaan veden alla tapahtuneen varastoinnin jälkeen vesipitoisuus nousi 80 %:sta 100 %:iin (MOLTESEN 1970).

e. Veteen varastoidusta puutavarasta valmistetun sahatavaran käsittely

On olemassa erilaisia mielipiteitä siitä, kuivuuko vesi- tai kasteluvarastossa olleista tukeista valmistettu sahatavara nopeammin vai hitaammin kuin varastoimattomasta puusta sahattu. Tutkimustoiminnassa tämä kysymys on jäänyt vähälle huomiolle.

V. AUFSESS & v. PECHMANN (1970) eivät voineet osoittaa varmaa eroa varastoidun ja varastoimattoman kuusen kuivumisaikojen välillä. Eräässä tanskalaisessa, pyökkipölkkyjä käsittelevässä tutkimuksessa, joka käsitti sekä kastelemalla varastoidun että tuoreen, vasta hakatun puutavaran, todettiin kuivumisen 25 %:iin vie-

vän yhtä paljon aikaa siitä huolimatta, että alkukosteus oli 80 % tuoreessa ja 100 % puutavarassa, joka oli ollut kasteluvarastossa.

Veteen varastoidusta pyökistä tehty sahatavara on hyvin altis homesienille. Siksi suositellaankin pyökkisahatavaran käsittelemistä jollakin suoja-aineella välittömästi sahauksen jälkeen (MOLTESEN 1968b). Samanlaista käsittelyä on suositeltu myös havupuusahatavaran varastohomehtumista vastaan (ROFF & DOBIE 1968, MOLTESEN 1968a). Kuten aiemmin on mainittu, saattaa suojakäsittely kuitenkin johtaa salasinistymään erityisen epäsuotuisissa oloissa.

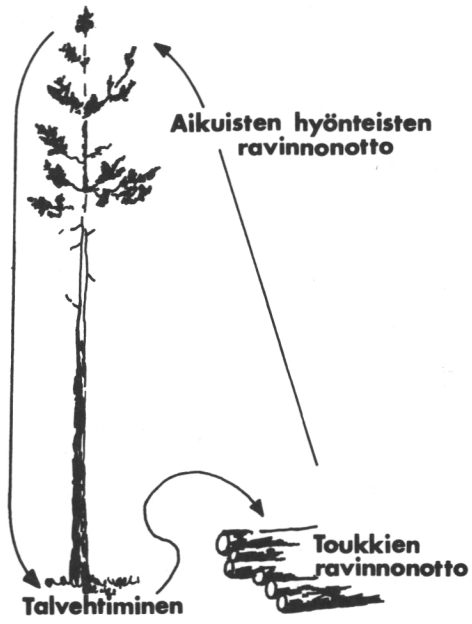
54. Kemikaaleilla suojaaminen

Pyöreästä puutavarasta on tähän mennessä yleensä vain sahatukkeja ruiskutettu kemiallisilla valmisteilla. Ruiskutusta käytetään silloin, kun lumen paljouden, kelirikon, suurten tuulenkaatojen ym. vuoksi sahatukkeja joudutaan varastoimaan maalle pitemmäksi ajaksi kuin olisi suotavaa, tai kun halutaan turvata jatkuva puunsaanti varmuusvarastoa pitämällä. Viime aikoina on myös huoli siitä, että pystymetsä joutuu hyönteistuhojen kohteeksi, ollut syynä puutavaravarastojen suojelemiseen ruiskuttamalla.

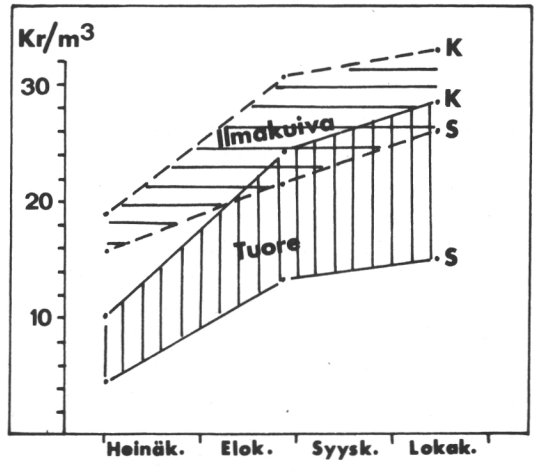
Ruiskutus voidaan suorittaa joko yksinomaan hyönteismyrkyllä tai hyönteis- ja sienimyrkyn sekoituksella (BJÖRKMAN 1963). Koska saatavissa olevien sienimyrkkyjen teho on kuitenkin suhteellisen lyhytaikainen, ruiskutetaan suurin osa pyöreästä puutavarasta pelkällä hyönteismyrkyllä.

Ruiskutuksella pyritään suojaamaan puutavara tuhohyönteisten parveiluajaksi, joka useimmilla vaarallisilla lajeilla alkaa huhtikuussa ja jatkuu 1–3 kuukautta. Mikäli käsittely on suoritettu oikein, suojaa hyönteismyrkky kuorellisen puutavaran toukanreikiä, hyönteis- ja ilmasinistymää ja sellaista varastolahoa vastaan, joka joskus kulkeutuu tukkeihin hyönteisten levittämänä (FYSTRO & BAKKE 1962). Hyönteismyrkyillä ei sitä vastoin ole suojaavaa vaikutusta mahdollisia sienivikoja vastaan katkaisupinnoissa tai oksahaavoissa. Ne eivät myöskään suojaa tukkeja tyydyttävästi sinistymä- eikä lahovioilta, jos tukit ovat varastossa yli kesän (kuva 54).

Nykyään on saatavana erilaisia sivelyaineita, jotka estävät tukkien katkaisupintojen liiallisen kuivumisen ja sienitartunnan (FYSTRO 1965).



Kuva 53. Nävertäjien kiertokulku. Kuorellisten tukkierien suojaruiskutus on monissa tapauksissa välttämätöntä, jotta estettäisiin vakavien tuhojen syntyminen sekä varastoituun puutavaraan että pystymetsään (B. Halvorsen).



Kuva 54. Esimerkki arvon alenemisesta suojaruiskutetuissa (S) ja suojaamattomissa kontrollitukeissa (K) eripituisen varastoinnin jälkeen. Tuoreen puutavaran arvot on määritetty sahauksen yhteydessä (varastointiajan päättyessä). Ilmakuivaa puuta koskevat arvot perustuvat saman puutavaran uuteen lajitteluun kesäkuussa seuraavana vuonna (Wilhelmsen & Foslie 1968).

Taulukko 9. Tukkien ruiskutukseen hyväksyttyjä valmisteita (joulukuu 1972)

Valmisteen nimi	Tehoaine	Konsentraatio	Määrittely	Valmistaja/maahantuoja
SUOMI				
Intaktol LI	lindan	200 g/l	liuos	Byring Chemicals Ky, Helsinki
Silvanol	,,	200 g/l	,,	Kemira Oy, Helsinki
NORJA				
Basiment	lindan	171 g/l	liuos	Baver Kjeni A/S. Oslo
Hortex emulsjon	,,	200 g/l	,,	Hortex Produkter,
Skogvern				Hamar
Isotox D 20	,,	196 g/l	,,	A/S Edv. Bjørnrud, Oslo
Hylosan GW	,,	4.3 g/l	,,	Norsk Braendselolje
	pentaklorfenol	22.0 g/l		A/S, Oslo
Servarin L	lindan	210 g/l	,,	Viggo Dietrichson, Oslo
Tømmer-Vern	,,	150 g/l	,,	A/S Plantevernkjemi, Oslo
RUOTSI				
Akenol timmerolja	o-diklorbensen	240 g/l	liuos	Akenol Handels AB,
	lindan	130 g/l	,,	Stockholm
Basiment 450 ekstra	,,	170 g/l	,,	Bayer Agro-Kemi AB, Malmø
BT Lindan 200	,,	200 g/l	,,	BT Kemi AB, Malmø
Pulco Lindan 200	,,	200 g/l	,,	AB Pulco, Lund
Servarin Lindan	,,	200 g/l	,,	Gullviks Fabriks AB, Malmø
Servarin sprutpulver	,,	800 g/l	pölyte	Gullviks Fabriks AB, Malmø
Timbex	,,	200 g/l	liuos	AB Svenska Shell
Timolan	,,	200 g/l	,,	AB Plantex, Sødertälje
	fenitrotion	30 g/l		
	klornaftalin	70 g/l		

Niiden käyttö tavallisten sahatukkien käsittelyyn on kuitenkin liian kallista.

Parhaillaan työskennellään monilla tahoilla hyönteistuhojen torjuntaan soveltuvien biologisten menetelmien kehittämiseksi. Lisäksi tutkitaan hajusteiden käyttöä samaan tarkoitukseen (BAKKE 1973). On kokeiltu myös toimenpiteitä hakkuuajan siirtämiseksi, jotta hakkuujätteiden määrä vähenisi hyönteisten parveiluaikana (ANDERSSON & LEKANDER 1966).

541. Ruiskutusvälineet

Tukkien ruiskuttamiseen käytetään seuraavia ruiskutyyppejä:

- Reppuruisku
- Peltoruisku
- Mäntäpumpulla varustettu ruisku.

Reppuruisku sopii pienien kaukana toisistaan olevien puutavaraerien ruiskuttamiseen varsinkin silloin, kun ne ovat kaukana tiestä tai niiden luo on esimerkiksi kelirikon vuoksi vaikeaa päästä autolla tai traktorilla. Pelto- ja mäntäpumppuruiskuilla on suurempi kapasiteetti, joten ne soveltuvat paremmin suurten ja autolla tai traktorilla helposti luoksepäästävien puutavaraerien käsittelyyn (kuvat 55–57).

542. Ruiskutusaineet

Kaikki tukkien suojaukseen hyväksytyt hyönteismyrkyt sisältävät lindaania (1, 2, 3, 4, 5, 6-heksakloorisykloheksaani) (taulukko 9). Eräs aineista sisältää myös sienimyrkkyä (pentakloorifenoli). Kuten taulukosta nähdään, eivät eri valmisteiden tehoainepitoisuudet eroa suuresti toisistaan. Myyjien ilmoittamat hinnat ja käyttö-

liuossuositukset ovat sen tähden lähes sellaisenaan vertailukelpoisia. Yhtä poikkeusta lukuun ottamatta myydään kaikkia valmisteita nykyään liuoksina. Useimmat valmisteet sisältävät väriainetta ruiskutustyön helpottamiseksi.

Suoja-aineen oikealla annostuksella (tehoainetta pinoalan neliömetriä kohden) on ratkaiseva merkitys hyvän suojavaikutuksen saavuttamiseksi. Annoksen pitää olla vähintään 1.5 grammaa neliömetrille (100 %:sta tehoainetta) ja käyttöliuoskulutuksen 200–400 millilitraa neliömetriä kohden. Liuoksen kulutusta voidaan säännöstellä ruiskun kapasiteetin, puulajin ja kuorityypin mukaan. Esimerkiksi rosokaarnaisia mäntytukkeja tehokkaalla ruiskulla käsiteltäessä pitäisi käyttää runsaasti liuosta ja vastaavasti alhaista konsentraatiota. Jos sen sijaan ruiskun kapasiteetti on pieni, tai kohteena ovat kuusi- tai sileäkuoriset mäntytukit, on edullisempaa käyttää päinvastaista liuossuhdetta. Nykyään on kuitenkin tapana käyttää aina suhteellisen runsaasti laimeaa liuosta. Esimerkiksi valmisteelle, joka sisältää 200 grammaa lindaania litraa kohti, suositellaan usein 2 %:n vesiliuosta (BUTOVITSCH & EIDMANN 1962, NORDBY & WILHELMSEN 1969).

Jos tukeissa tavataan jo ruiskutusta aloitettaessa hyönteisiskeytymiä, suositellaan liuottimeksi dieselöljyä veden asemesta ja/tai suositellun konsentraation kaksinkertaistusta. Lain mukaan on konsentraatiota koskevat ohjeet nykyisin mainittava käyttöohjeessa.

Kuva 55. Reppuruisku (B. Helvorsen).

543. Ruiskutuksen suoritus

Tukkikasat on ruiskutettava heti lumen sulamisen jälkeen, ennen kuin hyönteiset parveilevat keväällä. Niiden tukkien ruiskuttaminen, jotka ovat yhä lumi- tai jääkerroksen peittämiä, antaa useimmissa tapauksissa huonon tuloksen, koska hyönteismyrkky valuu pois sulamisveden mukana. Ruiskuttamista ei myöskään pidä suo-

Kuva 56. Peltoruisku, jossa on suora ruiskutinvarsi. Liuossäiliöt asennettu traktorin eteen ja taakse (B. Halvorsen).

rittaa vesi- tai lumisateella. Jos välittömästi ruiskuttamisen jälkeen tulee runsas vesi- tai lumisade, ennen kuin suoja-aine on kuivunut, voi olla välttämätöntä ruiskuttaa tukit uudelleen.

Ruiskutettaessa suuria tukkivarastoja, joissa kasat ovat usein lähekkäin, ja tukkien päät työntyvät esiin epätasaisesti, on käyrävartinen ruiskutin osoittautunut edullisemmaksi kuin suoravartinen. Sillä voidaan sitä paitsi ruiskuttaa kasojen päätysivut kasan päältä alas laskeutumatta. Erillään olevia kasojen päätysivuja käsiteltäessä on tärkeää keskittää ruiskuttaminen juuri uloimpien tukkien päihin. Valtaosa hyönteisiskeytymistä esiintyy nimittäin kasan päällimmäisissä tukeissa ja niissä, jotka työntyvät esiin muita ulommaksi.

Jos tukkikasat ovat 1–1.5 metrin korkuisia, pitäisi noin 70 % liuoksesta ruiskuttaa kasan päälle ja loppu molempiin päätysivuihin. Matalammissa tai korkeammissa kasoissa on suhdetta vastaavasti muutettava. Jos tukit ovat yhdessä kerroksessa varjoisassa varastopaikassa, riittää tukkien yläpintojen ruiskuttaminen, mutta aukealla paikalla pitäisi yksikerroksisen kasan tukit ruiskuttaa joka puolelta.

Kuten aiemmin on mainittu, sienimyrkyllä tai sieni- ja hyönteismyrkyn seoksella ruiskuttaminen suojaa tukkeja sienivikoja vastaan edellyttäen, että tukkien päät eivät halkeile, koska sieni-itiöt pääsevät halkeamista puun sisään ja vioittavat sitä ruiskuttamisesta huolimatta. Niiden suojausteho on sen tähden suurin kosteassa varastossa. Sienimyrkkyjen käyttö yhdessä puun halkeilemista estävien valmisteiden kanssa (esimerkiksi polyetyleeniglykoli) on osoittautunut tehokkaaksi ruotsalaisissa laboratoriokokeissa, mutta on liian aikaista sanoa, voidaanko niitä soveltaa käytännön oloihin (PISTOHLKORS & HENNINGSSON 1966).

Kuva 57. Mäntäpumpullinen ruisku, jossa on käyrä ruiskutinvarsi. 1000 litran liuossäiliö sijaitsee kuorma-auton lavalla (G. Wilhelmsen).

544. Varotoimenpiteitä

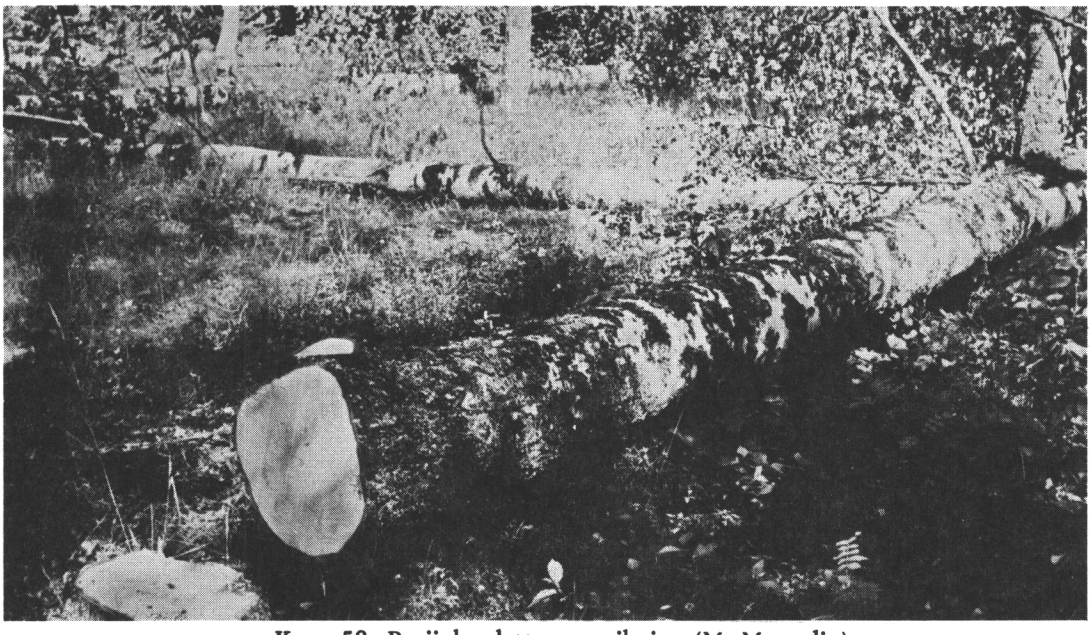
Ruiskutuksen aikana on käytettävä hengitysuojainta, kumikäsineitä ja suojapukua. Työ suoritetaan siten, että tuuli puhaltaa takaa tai sivulta, ja työssä on noudatettava puhtautta. Käyttöliuoksen sekoittamiseen ja veden hakuun puroista tai lammista ei saa käyttää samaa astiaa. Työvälineitä ei saa myöskään pestä suoraan vesistössä. Tyhjät pakkaukset on hävitettävä, jotta niiden mahdollisesti sisältämät myrkkyjätteet eivät muodostuisi vaaraksi ihmisille eikä eläimille.

55. Rasiinkaato

Rasiinkaatomenetelmässä puun kuivuminen tapahtuu elävän latvuksen haihdutustoiminnan kautta. Puut jätetään kaadon jälkeen määräajaksi kokonaisina metsään, ja karsinta sekä pölkytys suoritetaan vasta lehtien menetettyä haihdutuskykynsä.

Rasiinkaato on poikkeuksellinen korjuu- ja varastointimenetelmä, jonka tärkein käyttöalue Pohjoismaissa on Suomen koivuvaneriteollisuus, sillä koivu on tuoreena liian raskasta uitettavaksi. Vanerikoivu on kustannussyistä ja varastovikojen välttämiseksi tuotava tehtaalle kuorellisena, ja kuorimattomien koivutukkien kuivuminen taas on lähes olematonta.

Ainoastaan latvuksen haihdutustoimintaa hyväksi käyttäen voidaan koivu saada kuivumaan kuorellisenakin. Puutavaran alhaisempaan kosteuteen liittyy uittomahdollisuuden lisäksi myös viilunkuivauskoneitten kapasiteetin kasvu. Näistä syistä kaikki uittaen ja osa maitsekin kuljetettavasta vanerikoivusta korjataan rasiinkaatoa käyttäen (JALAVA 1938, HAKKILA ym. 1970).



Kuva 58. Rasiinkaadettu vanerikoivu (M. Mannelin).

Tanskassa sovelletaan rasiinkaatoa järeälle pyökille, joka käytetään vaneri- ja huonekaluteollisuuden raaka-aineeksi. Osasyynä on jälleen kuljetuskustannusten alentuminen ja tehtaan kuivauskapasiteetin kasvu. Tärkeintä kuitenkin on, että tavanomaisiin menetelmiin verrattuna rasiinkaadettujen pyökkien puuaine säilyy väriltään kirkkaampana (KNUDSEN & THOMASSEN 1964, KNUDSEN 1965, THOMASSEN 1968, MOLTESEN 1969).

Norjassa käytetään rasiinkaatoa pienessä mittakaavassa mäntysahapuulle, ja kaikissa pohjoismaissa menetelmää on sovellettu polttopuun kuivattamiseksi (CALLIN 1945). Suomessa on lisäksi harjoitettu jonkin verran uittaen kuljetettavan koivukuitupuun rasiinkaatoa. Kun pienikokoista lehti- ja havupuuta ryhdytään tulevaisuudessa ottamaan talteen oksineen, tarjoaa rasimenetelmä mahdollisuuden myös lehtien ja neulasten varisuttamiseen ennen kokopuuhaketusta.

Lehtipuitten rasiinkaatokausi kestää koko kasvukauden ajan. Kaato voidaan aloittaa keväällä jo ennen lehtien puhkeamista, mutta silloin kuivuminen tapahtuu kesäaikaan verrattuna hitaasti, eikä lopullinen kosteus laske yhtä alhaiseksi kuin kesäkaadossa. Kuivumisen kannalta edullisin ajanjakso on kesä-elokuu, jolloin kuivuminen tapahtuu 2—4 viikossa sääoloista riippuen. Pyökin kosteus laskee Tanskassa alkuperäisestä 85 %:sta säännöllisesti 50—60 %:iin, koivun kosteus Suomessa vastaavasti 80 %:sta keskimäärin 45—50 %:iin. Sen jälkeen lehdet kuihtuvat ja menettävät haihdutustehonsa. Harmaaleppä ja mänty jäävät kosteammiksi kuin koivu, mutta pienikokoinen kuusi saavuttaa koivuakin alhaisemman, 35 %:n kosteuden. Rungon lopullinen kosteus jää latvassa hieman korkeammaksi kuin tyvessä.

Kaatoajankohta määräytyy käytännössä kahden tekijän, kuivumisen ja säilymisen perusteella. Kuivuminen edellyttää, että puut ovat kaatohetkellä lehdessä, tai että niihin voi kaadon jälkeen kehittyä haihdutuskykyinen lehvistö, ja siitä syystä rasiinkaadon tulee tapahtua ennen lehtien kellastumista viimeistään syyskuun alussa. Varastovikoja taas syntyy sitä vähemmän, mitä lyhyemmän ajan puut ovat laho- ja värivikoja aiheuttaville tekijöille alttiina.

Värivikojen välttämiseksi ei rasivaihetta ole syytä tarpeettomasti venyttää. Pyökki on Tanskan oloissa kesäaikana käytettävä kahden kuukauden kuluessa kaatohetkestä. Suomalaisella koivulla voidaan hyväksyä hieman pitempi

korjuu- ja varastointivaihe, mutta jos kaato tapahtuu alku- tai keskikesällä, on puut ehdottomasti käytettävä ennen seuraavan kasvukauden alkua.

Rasimenetelmän yhteydessä syntyvät pyökin ja koivun varastoviat ovat alkuvaiheessa lähinnä värivian luontoisia, mutta myöhäisemmässä vaiheessa ilmaantuu myös lahovikoja. Vaurioita syntyy sinne, missä puun pinta on paljastunut kuoren alta. Koivuviilun väriviasta oli eräässä suomalaisessa tutkimuksessa 70 % saanut alkunsa pölkyn poikkileikkauksen kautta, 22 % juonnossa tai muulloin syntyneistä kuoren repeämistä, 6 % työkalujen aiheuttamista kuoren rikkoutumista ja loput 2 % oksan karsimajäljen kautta (HAKKILA ym. 1970).

Rasimenetelmä on menettänyt Ruotsissa ja Norjassa merkityksensä, mutta Suomessa ja Tanskassa sillä on edelleen tärkeä asema. Korjuutyön koneellistuessa ja ajoittuessa entistä tasaisemmin läpi vuoden on ainakin sekaleimikoissa mahdotonta keskittää tiettyjen puutavaralajien hakkuu vain lyhyelle ajanjaksolle, ja muutoinkin esiintyy vaikeuksia rasiinkaadon sovittamisessa nykyaikaisen korjuuprosessin nopeaan rytmiin. Saavutettavat edut ovat kuitenkin niin painavia, että sekä Suomessa että Tanskassa rasiinkaato puolustaa yhä edelleen paikkaansa korkealaatuisen, järeän lehtipuun korjuu- ja varastomenetelmänä.

KIRJALLISUUSLUETTELO

ADLER, E. 1951. Sulfite pulping properties of spruce from unpeeled, floated logs. Part I. Cathecol tannins in the surface layer. Svensk PappTidn. 54: 445–50.

ADLERS, L. & BUTOVITSCH, V. 1961. Orienterande insektskadeundersökningar på tallsågtimmer i Norrland åren 1959–1960. RappInst. Virkeslära 30: 33 s.

ALLEN, D.E. 1968. Fire in a chip pile! What to do. Pulp Pap. 42: 27, 33–4.

AMMER, U. 1964. Über den Zusammenhang zwischen Holzfeuchtigkeit und Holz-zerstörung durch Pilze. Holz Roh-u. Werkstoff. 22: 47–51.

ANDERSSON, S.O. 1961. Om märgborrefaran vid röjningar. Skogen. 48: 228–30.

ANDERSSON, S.O. & LEKANDER, B. 1966. Damage caused by Blastophagus piniperda at different methods and dates of thinning in pine forest. SkogsvFör. Tidskr. 7: 681–96.

ANNERGREN, G., DILLEN, S. & VARDHEIM, S. 1964. On outside storage of sprucewood chips for sulfite pulping. Svensk PappTidn. 67: 125–45.

ANNERGREN, G., BENGTSSON, B., DILLNER, B., HAGLUND, A & JÄGERUD, G., 1965. Outside chip storage experiments. Svensk PappTidn. 68: 309–26.

ANNILA, E. 1969. Influence of temperature upon the development and voltinism of Ips typographus L. (Col., Scolytidae). A. Zool.Fenn. 6: 161–207.

ANNILA, E., BAKKE, A., BEJER-PETERSEN, B. & LEKANDER, B. 1972. Flight period and brood emergence in Trypodendron lineatum (Oliv.) (Col., Scolytidae) in the Nordic Countries.–Comm. Inst. Forest. Fenn. 76 (4), 1–28.

ANONYM 1969. The growing market for chemicals in chips treatment. Pulp Pap. Can. 70: 45–9.

ASSARSSON, A. 1966. Studies on wood resin, especially the change in chemical composition during seasoning of the wood. Svensk PappTidn. 69: 291–9.

ASSARSSON, A. 1969. Hartsets förändring under vedlagring. Svensk PappTidn. 72: 9, 304–11.

ASSARSSON, A. & CROON, I. 1963. Studies on wood resin, especially the change in chemical composition during seasoning of the wood. I. Changes in the composition of the ethyl ether soluble part of the extractives from birch wood during log seasoning. Svensk PappTidn. 66: 876–83.

ASSARSSON, A., CROON, I. & DONETZHUBER, A. 1963. Studies on wood resin, especially the change in chemical composition during seasoning of the wood. II. A comparison of chip seasoning of spruce wood (Picea abies Karst.) with log seasoning. Svensk PappTidn. 66: 940–8.

ASSARSSON, A., CROON, I. & FRISK, E. 1970. Outside chip storage (OCS) Svensk PappTidn. 73: 493–501, 528–41.

ASSARSSON, A. & NILSSON, T. 1971a. Svenskt patent No 328.688.

ASSARSSON, A. & NILSSON, T. 1971b. Svenskt patent No 309.153.

AUFSESS, H.v. & PECHMANN, H.v. 1970. Erfahrungen über die Auswirkungen längerer Wasserlagerung auf die Qualität von Nadelstammholz. Forstwiss. Centbl. 89:65–77.

AUSTARÅ, Ø. & SAETHER, T. 1965. Angrep av den stripete vedboreren i ubarket grantømmer hogd til forskjellig årstid. Norsk Skogbr. 11: 121–2.

BAKKE, A. 1960. Insektskader på ubarket gran- og furutømmer i Norge. Meddr norske SkogforsVes. 16: 281–333.

BAKKE, A. 1968. Ecological Studies on Bark Beetles (Col. Scolytidae) Associated with Scots Pine (Pinus sylvestris L.) in Norway with Particular Reference to the Influence of Temperature. Meddr. norske SkogforsVes. 21: 441–602

BAKKE, A. 1973. Bark beetle pheromones and their potential use in forestry. EPPO-Bull. 9: 5–15.

BAUCH, J. 1971. Biologische Untersuchungen zur Verbesserung der Tränkbarkeit von

Fichtenholz Mitt. BundForschAnst. Forstu. Holzw. 82: 77–89.

BEJER-PETERSEN, B. 1957. Stormfald og insektskader. Dansk Skovforen. Tidsskr. 42: 226–36.

BERGMAN, Ö. & NILSSON, T. 1966. Studier över utomhuslagring av tallvedsflis vid Lövholmens Pappersbruk. Rapp.Inst. Virkeslära, Skogshögsk. 53: 40 s.

BERGMAN, Ö. & NILSSON, T. 1967. Studier över utomhuslagring av aspvedsflis vid Hörnefors Sulfitfabrikk. Rapp. Inst. Virkeslära, Skogshögsk. 55: 60 s.

BERGMAN, Ö. & NILSSON, T. 1968. Studier över utomhuslagring av björkvedsflis vid Mörrums Bruk. Rapp. Inst. Virkeslära, Skogshögsk. 60: 56 s.

BERGMAN, Ö. & NILSSON, T. 1971. Studies on outside storage of sawmill chips. Rapp. Inst. Virkeslära, Skogshögsk. 71: 54 s.

BERGMAN, Ö., NILSSON, T. & JERKEMAN, P. 1970. Reduction of microbial deterioration in outside chip storage by alkali treatment. Svensk PappTidn. 73: 653–66.

BJÖRKMAN, E. 1946. Om uppkomsten av stockblånad och lagringsröta i furusågtimmer i samband med flottning. Meddn.St. SkogforskInst. 35: 1–56.

BJÖRKMAN, E. 1946. Om lagringsröta i massavedgårder och dess förebyggande. Meddn. St. SkogsforskInst. 35: 11–174.

BJÖRKMAN, E. 1953. The occurrence and significance of storage decay in birch and aspen wood with special reference to experimental preventive measures. K. Skogshögsk. Skr. 16: 90 s.

BJÖRKMAN, E. 1958a. Lagringsröta och blånad i skogslagrad barr och lövmassaved. K. Skogshögsk. Skr. 29: 128 s.

BJÖRKMAN, E. 1958b. Stockblånad och lagringsröta i tall- och grantimmer vid olika avverkningstid och behandling i samband med flottning. K. Skogshögsk. Skr. 30: 62 s.

BJÖRKMAN, E. 1963. Kemisk bekämpning av stockblånad och lagringsröta i tall- och grantimmer. Svenska SkogsvFör. Tidskr. 61:165–215.

BJÖRKMAN, E. & ARVIDSON, B. 1962. Virkesvården och dess betydelse vid lagring och landtransport av massaved. Svenska SkogsvFör. Tidskr. 60: 207–80.

BJÖRKMAN, E. & HAEGER, G.E. 1963. Outdoor storage of chips and damage by microorganisms. TAPPI 46: 757–66.

BJÖRKMAN, E., FORSSBLAD, L.-H., MALM, E., REGESTAD, S.O., RINGSTRÖM, E. & RYDHOLM, S. 1964. The use of decayed wood from some conifers and broadleaf trees for chemical pulping purposes. Stud. For. Suec. 21: 66 s.

BLACKERBY, L.H. 1963. Separating chips lowers fire risk. Pulp and Paper. 37: 19, 87–8.

BRANDAL, I. & JOHANNESSEN, K. 1958. Slipmasse av vått og tørt virke. Norsk Skogind. 12: 262–71.

BUTOVITSCH, V. 1961. Virkesskador vid transport och lagring. I. Insektsskador på sågtimmer i Norrland. Svenska Flottledsförb. Årsb. 35: 6023–25.

BUTOVITSCH, V. & EIDMANN, H. 1962. Die Behandlung von berindetem Nutzholz mit Insektiziden. Versuche über die Einwirkung von Applikation, Dosierung und Konzentration auf den Befall durch Rindenbrüter. Forstwiss. ZentBl. 81: 212–22.

BUTOVITSCH, V., ADLERS, L. & NYLINDER, P. 1962. Virkesskador vid transport och lagring. Inst. Virkeslära, Skogshögsk. 38: 18 s.

CALLIN, G. 1945. Syrfällning och randbarkning av björkkolved. Norrlands SkogsvFörb. Tidskr. 1945: 135–52.

CHALK, R. 1968. Wood deterioration during outside chip storage. Pulp and Pap. 69: 75–85.

CHRISTIANSEN, E. 1967. Stripet vedborer. Skogeieren. 54: 21.

CHRISTIANSEN, E. & SAETHER, T. 1968. Infestation Density of Trypodendron lineatum (Olivier) (Col. Scolytidae) in Relation to Felling Date of Logs. Norsk ent. Tidsskr. 15: 1.

COWLING, E.B. 1961. Comparative biochemistry of the decay of sweetgum sapwood by white and brown-rot fungi. Tech. Bull. U.S. Dept. Agr. 1258: 79 s.

DAHM, H.P. 1961. Sulfitkokning av barkskadet virke. Norsk Skogind. 15: 421–5.

DAHM, H.P. 1964. Effect of temperature in chip storage. Norsk Skogind. 18: 362–5.

DAHM, H.P. 1966. A comparison of log storage and chip storage of spruce. Norsk Skogind. 20: 10–26.

DAHM, H.P., BRANDAL, I. & HELGE, K. 1958. Drying of wood and pulps and its

influence on pulp production and quality. Paperi Puu. 40: 355–8.
DONS, C. 1948. Marine Boreorganismer XIII. K. norske Vidensk. Selsk. Forh. 21: 186–90.
DUNLEAVY, J.A. & McQUIRE, A.J. 1970. The Effect of Water Storage on the Cell-structure of Sitka Spruce (Picea sitchensis) with Reference to its Permeability and Preservation. J. Inst. Wood Sci. 5: 20–8.
DUNLEAVY, J.A. & FOGARTY, W.M. 1972. Studies on the Permeability Increase of Refractory Spruce During Water Storage. Biodeter. of Materials, Appl. Sci. Publishers Ltd., England.
EIDMANN, H.H. 1964. Insekter på obarkat virke. Skogen 51: 165–6.
EIDMANN, H.H. 1965. Untersuchungen über die Verteilung und den Verlauf von Insektenbefall an berindetem Kiefern- und Fichten holz. Inst. Skogsentomoligi, Skogshögsk., Rapp. & Upps. 3: 59 s.
EIDMANN, H.H. 1965. Time and distribution of insect attack on pine and spruce logs. Proc. 12th Int. Congr. Ent., London 1964, 692–3.
EIDMANN, H.H. 1970. Efter stormen kommer insekterna. Skogsägaren 4: 17–8.
ELLWOOD, E.L. & ECKLUND, B.A. 1959. Bacterial Attack of Pine Logs in Pond Storage. Forest Prod. J. 9: 283–92.
ESLYN, W.E. 1967. Outside storage of hardwood chips in the northeast (USA). II. Microbiological effects. TAPPI 50: 297–303.
FYSTRO, I. 1965. Et orienterende forsøk med endevedbeskyttelse av ubarket furuvirke under sommerlagring. Meddr norske Skogfors-Ves. 20: 65–92.
FYSTRO, I. & BAKKE, A. 1962. Skader på ubarket skurtømmer og effekten av sprøytebehandling under sommerlagring i skog i forskjellige landsdeler. Norsk Skogbr. 8: 272–8.
GERSTETTER, P.A.E. & LIESE, W. 1972. Untersuchungen über einige Eigenschaften von Fichtenholz nach dreijähriger Wasserlagerung. Holzforschung. 26: 18–25.
GIFFIN, F.S. 1970. Chip storage and handling. Pulp. Pap. Mag. Can. 71: 66–70.
GRAY, D.E. & MOL, W.H.A. 1969. Water-sprinkling to control wood borers. Bi-m. Res. Notes, OHawa. 25: 2.
GREAVES, H. 1971. Biodeterioration of tropical hardwood chips in outdoor storage. TAPPI. 54: 1128–33.
GROOT, R.C. de. (I trykk) Changes in Sapwood of Longleaf Pine Logs Stored under Water Sprays. IUFRO-symposium, ÅS-NLH.
HAKKILA, P. 1962a. (Forest seasoning of wood intended for fuel chips.) Metsätiet. Tutkimuslait. Julk. 54.4: 82 s.
HAKKILA, P. 1962b. (On the seasoning and decay of aspen pulpwood prepared in summertime.) Metsätiet. Tutkimuslait. Julk. 54.6: 34 s.
HAKKILA, P. 1963. (The seasoning of leaf-felled birches and the waterlogging of cordwood of leaf-felled birches in floating.) Metsätiet. Tutkimuslait. Julk. 57.3: 32 s.
HAKKILA, P. 1963. (On the possibilities of floating og leaf-felled trees intended for fuel chips.) Metsätiet. Tutkimuslait. Julk. 58.3: 22 s.
HAKKILA, P. 1964. (The seasoning and the storage defects of pulpwood and saw logs prepared in the summer.) Metsätiet. Tutkimuslait. Julk. 58.4: 108 s.
HAKKILA, P. 1971. On the wood damage caused by shear blade in logging work. Folia Forestalia 108: 15 s.
HAKKILA, P. & LAIHO, O. 1967. (On the decay caused by axe marks in Norway spruce.) Metsätiet. Tutkimuslait. Julk. 64.3: 34 s.
HAKKILA, P., HEIKKILÄ, P. & MICHELSÉN, P. 1970. (Leaf-seasoning in veneer birch-logging.) Metsätiet. Tutkimuslait. Julk. 70.2: 42 s.
HALVORSEN, B. 1963. Hva kan synketømmeret brukes til? Norsk Skogbr. 9: 656–61.
HALVORSEN, B., DAHM, H.P. & MØRKVED, K. 1971. Råstoffkvalitetens betydning for den industrielle produksjon. Tidsskr. Skogbr. 79: 414–30.
HARMSEN, L. & NISSEN, T. 1965a. Timber decay caused by bacteria. Nature 206: 319.
HARMSEN, L. & NISSEN, T. 1965b. Die Bakterieangriff auf Holz. Holz Roh- u Werkstoff. 23: 389–93.
HAUGAN, E. 1969. Kontinuerlig hogst og levering. Norsk Skogbr. 15: 557–9.
HEDQVIST, K.-J. 1965. Studier över för virkesvården viktiga barkborrar längs Umeälv. Rapp. Inst. Virkeslära Skogshögsk. 51: 23 s.
HEISKANEN, V. 1959. (Drying and storage decays of forest-stored split, strip-barked, and unbarked birch cordwood.) Metsätiet. Tutkimuslait. Julk. 50.7: 63 s.

HENNINGSSON, B. 1962. Studies in fungal decomposition of pine, spruce and birch pulpwood. Meddn. St. SkogsforskInst. 52.3: 32 s.

HENNINGSSON, B. 1964. Utbyte och kvalitet hos sulfatmassa framställd av rötskadad tall-, gran-, bjørkved. Rapp. Inst. Virkeslära, Skogshögsk. 48: 12 s.

HENNINGSSON, B. 1965. Undersökning av svampfloran i sommaravverkat sågtimmer. Rapp. Inst. Virkeslära, Skogshögsk. 50: 18 s.

HENNINGSSON, B. 1967a. Microbial decomposition of unpeeled birch and aspen pulpwood during storage.Studia for. suec. 54:32 s.

HENNINGSSON, B. 1967b. Physiology of fungi attacking birch and aspen pulpwood. Studia For. Suec. 52: 55 s.

HENNINGSSON, B. 1970. Utbyte och egenskaper hos sulfatmassa framställd av skogslagrad björk- och aspemassaved. Rapp. Inst. Virkeslära, Skogshögsk. 64: 34 s.

HENNINGSSON, B. 1973. Lövmassaveden och lagringsskadorna. Skogen. 60: 16–8, 46–7.

HENNINGSSON, B. & TAMMINEN, Z. 1961. Studier över torkning, lagringsskador m.m. hos hand- och maskinbarkad tallmassaved. Rapp. Inst. Virkeslära, Skogshögsk. 34: 47 s.

HOF, T. 1971. Water Storage as Cause of Paint Failure on Preservative Treated Spruce in the Netherlands Mitt. Bund. ForschAnst. Forst-u. Holzw. Nr. 83.

HOLMGREN, H. 1953. Om impregneringens beroende av furuvirkets förbehandling med hänsyn till barkningsmetoder och vattenlagring. Medd. svenska Träforsk. Inst. 45B.

HOLTE, T. 1952. Barkskadet virke, særlig med henblikk på tremasseproduksjon. Norsk Skogind. 6: 126–33.

JACQUIOT, C. & LAPETITE, D. 1967. Recherches sur le role des bactéries dans la conservation des copeaux de bois de papeterie stockés en tas. C.R. Acad. Agric. France 53: 899–902.

JALAVA, M. 1938. Vanerikoivujen kaato ja uitto. Puutek. Tutkim. Kannatusyhd. Julk. 28.

JERKEMAN, P. 1967. Substansförluster vid rundvedslagring av tall. Svensk PappTidn. 70: 576–81.

JOHANSSON, B. 1956. Studier över torkning, vattenupptagning och lagringsskador hos helbarkad sulfatved i Värmland. Rapp. Inst. Virkeslära, Skogshögsk. 7: 31 s.

JOHANSSON, B. 1964. Intermittent bevattning av sågtimmer. Rapp. Inst. Virkeslära, Skogshögsk. 46: 20 s.

JOHANSSON, B. 1965. Undersökning över sommaravverkning av sågtimmer. Rapp. Inst. Virkeslära, Skogshögsk. 49: 33 s.

JUUTINEN, P. 1955. Zur Biologie und forstlichen Bedeutung der Fichtenböcke (Tetropium Kirby) in Finnland. Ann. Ent. Fenn. 11: 1–112.

JÖNSSON, R. 1964. Maskinbarking–virkesvård. Trävaruind. 49: 461–2.

KANGAS, E. 1934. Tutkimuksia Punkaharjun männiköiden hyönteistuhoista. Referat: Untersuchungen über die Insektenschädigungen der Kiefernbestände in Punkaharju.– Commun. Inst. Forest. Fenn. 19 (7), 1–68.

KANGAS, E. 1946. Kuusikoiden kuivumisesta metsätuho- ja metsänhoidollisena kysymyksenä. Ref: Über die Vertrocknung der Fichtenbestände als Waldkrankheits- und Waldbaufrage. Acta Forest. Fenn. 52. 5: 1–192.

KANGAS, E. & SALONEN, K. 1960. Über das Vorkommen von Monochamus-Arten als Holzschädling in Finnland und ihre Bekämpfungsmöglichkeiten. Ann. Ent. Fenn. 26: 263–272.

KARLSEN, K. 1968. Lagringsskader på massevirke. Inst. for treteknologi. NLH. Stensil 29 s.

KARSTED, P. & LOETS, P. 1970. Erfahrungen mit Wasserlagerung von Fichtenstammholz in Bündeln. 96: 1613–14.

KEMPE, C. 1967. Forces and damage involved in the hydraulic shearing of wood. Studia for suec. 55: 38 s.

KLEM, G. & GUDIM, Å. 1963a. Lagringsskader på skurtømmer ved bilvei. Meddr norske SkogforsVes. 18: 447–518.

KLEM, G. & GUDIM, Å. 1963b. Lagringsskader på landlagret, ubarket skurtømmer av furu. Meddr. norske SkogforsVes. 18: 521–45.

KLEM, G. & HALVORSEN, B. 1963a. Fløtnings- og skurforsøk med gran og furutømmer. Meddr norske SkogforsVes. 18: 229–308.

KLEM, G. & HALVORSEN, B. 1963b. Tørkeforsøk med tynningsvirke av gran og furu. Meddr norske SkogforsVes. 18: 379–407.

KLEPPE, P. 1970. The process of, and products from, kraft pulping of Southern pine. Forest Prod. J. 20: 50–9.

KNUDSEN, M. 1965. Sommerskovning af bøg. Traeindustrien, 15: 118–9.

KNUDSEN, M. & THOMASSEN, Th, 1964.

Friske bøgekaevler hele året. Traeindustrien. 14. 113–5.

KNUDSEN, P., CYMOREK, S. & BAKKE, A. 1969. On the growth rate of larvae of Hylotrupes bajulus (L.) (Col. Cerambycidae) in timber after storing in water and on land. Material u. Organismen 4: 99–107.

KNUTH, D.T. & McCOY, E. 1962. Bacterial deterioration of pine logs in pond storage. Forest Prod. J. 12: 437–42.

KRISTENSEN, E 1969. Attacks by Teredo navalis in inner Danish waters in relation to environmental factors. Vidensk. Meddr dansk naturh. Foren. 132: 199–210.

KÄÄRIK, A. 1955. Einige Untersuchungen über den Sporengehalt der Luft in einigen Bretterhöfen und in Stockholm. Svensk bot. Tidskr. 49: 3.

KÄÄRIK, A. 1971. The relationship between blue-stain and bark beetles. Int. Res. Group Wood Preserv. document IR6/WP/19, For. Prod. Res. Lab. England.

KÄÄRIK, A., HYPPEL, A., NILSSON, T. & HENNINGSSON, B. 1971. Biologisk bekämpning av röta. Skogen. 58: 119–21.

LAGERBERG, T., LUNDBERG, G. & MELIN, E. 1927. Biological and practical researches into blueing in pine and spruce. Svenska SkogsFör. Tidskr. 25: 145–272, 561–739.

LANE, P.H. & SCHÄFFER, T.C. 1960. Water sprays protect hardwood logs from stain and decay. Forest Prod. J. 10: 277–82.

LEKANDER, B. 1955. Skadeinsekternas uppträdande i de av januari-stormen 1954 drabbade skogarna. Meddn St. SkogsforskInst. 45: 1–35.

LEKANDER, B. 1972. Den sextandade, ytterligare ett bekymmer för svenskt skogsbruk. Skogen 59: 239–41.

LEKANDER, B. & RENNERFELT, E. 1955. Undersökningar över insekts- och blånadsskador på sågtimmer. MeddnSt. Skogsforsk. Inst. 45: 1–36.

LIESE, W. 1970. Ultrastructural aspects of woody tissue disintegration. Ann. Rev. Phytopath. 8: 231–58.

LIESE, W. & KARNOP, G. 1968. On the attack of coniferous wood by bacteria. Holz Roh-u. Werkstoff. 26: 202–8.

LIESE, W. & KARSTEDT, P. 1971. Erfahrungen mit der Wasserlagerung von Windwurfhölzern zur Qualitätserhaltung. Forstarchiv 42: 14–7.

LJUNGQVIST, K.J. 1965. Temperatur- och fuktvariationer i ett antall flisstackar. Ref. SPCI's årsmøte 1965.

LORÅS, V. & WILHELMSEN, G. (I trykk.) Brightness and bleachability of spruce wood and pulp. IUFRO-symposium, ÅS-NLH.

LUNDSTRÖM, H. 1971. Mögelröta–en förbisedd röttyp. Fauna och Flora. 66: 249–52.

LUNDQVIST, B. & STENERÅS, B. 1967. Virkesmottagningen vid massa- och papperindustrien. Forskningsstiftel. SkogsArb. 7: 23 s.

LUTZ, J.F., DUNCAN, C.G. & SCHEFFER, T.C. 1966. Some effects of bacterial action on rotary cut southern pine veneer. Forest Prod. J. 16: 23–8.

LØFTING, E. 1939. Bevaring af stormfældet gran. Forst. Fors Væs. Danm. 14: 1–12.

LØNNER, G. 1968. Ett system för kortsiktig planläggning av drivning, lagring och vidaretransport av rundvirke. Medd. Forskningsstiftel. SkogsArb. 6: 110 s.

LÖYTTYNIEMI. K, 1967. Tikaskuoriaisesta (Trypodendron lineatum Oliv., Col., Scolytidae) kuorellisen havupuutavaran pilaajana. Referat: Über Beschädigungen des berindeten Nadelholzes durch Trypodendron lineatum Oliv. (Col., Scolytidae. -Silva Fennica 1, 49–57.

LÖYTTYNIEMI, K. & UUSVAARA, O. 1972. Hyönteisten aiheuttaman mäntykuitupuun sinistymisen vaikutuksesta massan laatuun. Summary: Effect on the quality of pulp of blueing of pine pulpwood caused by fungi associated with insects. Paperi ja Puu 54, 472–474.

MATHESON, W. 1969. Skogindustriens ønsker og krav til virkeskvaliteten. Norsk Skogbr. 15: 551–4, 573.

MATHIESEN, A. 1950. Über einige mit Borkenkäfern assoziiert Bläuepilze in Schweden. Oikos. 2: 275–308.

MATHIESEN-KÄÄRIK, A. 1953. Eine Übersicht über die gewöhnlichsten mit Borkenkäfern associierten Bläuepilzen in Schweden und einige für Schweden neue Bläuepilze. Meddn St. Skogsforsk Inst. 43: 1–74.

MATTSSON MÅRN, L. 1921. Märgborrarnas kronskadegörelse och dess innverkan på tallens tillväxt. Meddn St. SkogsforskInst. 18: 81–101.

MERRILL, W. & COWLING, E.B. 1966. Role of nitrogen in wood deterioration. Amounts and distribution on nitrogen in tree stems. Can. J. Bot. 44: 1555–80.

MOLTESEN, P. 1967. Stormfaldstræ til impræg-neringsmaster. Forstl. Budstikke. 27: 76–7.
MOLTESEN, P. 1968a. Skader på vandlagret gran. Forstl. Budstikke. 28: 52–3.
MOLTESEN, P. 1968b. Vandlagring av bøg. Forstl. Budstikke. 28: 74–5.
MOLTESEN, P. 1969. Danish experiments with protection of wood raw material. Material. u. Organism. 4: 231–2.
MOLTESEN, P. 1969. Methods of storing and protecting beech roundwood. Symposium on the Industrial Processing of Temperate-Zone Hardwoods. ECE, Timber Committee.
MOLTESEN, P. 1970. Methods of Storing and Protecting Beech Roundwood. ECE/FAO-symposium, Tjekkoslovakiet 1969, Vol. II, Geneva.
MOLTESEN, P. 1971. Water Storage of Round-wood. Mitt. BundForschAnst. Forst-u. Holzw. 83: 5–33.
MOLTESEN, P. & BANG, L. 1972. Storage losses in beech pulpwood stored at forest roadside for three years. 57: 29–49.
MOLTESEN, P. & RIISGAARD PEDERSEN, E. 1969. Forsøg med opbevaring at storm-faeldet rødgran: Afbarkning, kemisk beskytt-else og rodlagring. Dansk Skovforenings Tidsskr. 54: 1–57.
MONTMORENCY, W.H. 1964. The moisture of wood as a factor in the groundwood process. A miniature-grinder study. Pulp Pap. Can. 65: 235–45.
MORVILLE, P. 1968. Oplagring af stormfældet træ i Frøslev plantage. Forstl. Budstikke. 28: 64–5.
MURRAY, A., DOWSLEY, A.H., WALDEN, C.C. & ALLEN, I.V.F. 1969. Losses in pulp yield and quality resulting from Teredo attack on logs stored in sea water. Pulp Pap. Can. 70: 65–70.
NAIR, B.N., 1962. Ecology of Marine Fouling and Woodboring organisms of western Nor-way. Sarsia 8.
NILSSON, T. 1965. Mikroorganismer i flisstac-kar. Svensk PappTidn. 68: 495–9.
NISULA, P. 1967. (Studies on the relationships between the volume and weight in veneer logs and bolts for rotary cutting.) Metsätiet. Tutkimuslait. Julk. 63.1: 3 s.
NORDBY, A. & WILHELMSEN, G. 1969. Equipment, rate of volume and dosage by spraying of unbarked, coniferous sawlogs with insecticides. Meddr norske SkogforsVes. 27: 1–22.
NORDIN, B. & SELLEBY, L. 1965. The effect of outside chip storage on the tall oil yield. Svensk PappTidn. 68: 1–6.
NYLINDER, P. 1955. Studier över flytbarheten hos sommartorkad massaved. Upps. Inst. Virkeslära. Skogshögsk. 1: 8 s.
NYLINDER, P. 1956. Undersökningar över lagringsskador hos flottat sågtimmer. Rapp. Inst. Virkeslära, Skogshögsk. 4: 8 s.
NYLINDER, P. 1956. Den sommarhuggna sul-fatvedens flytbarhet och skador efter ett års vattenlagring. Rapp. Inst. Virkeslära, Skogs-högsk. 6: 20 s.
NYLINDER, P. 1957. Fortsatte undersökningar över lagringsskador hos flottat sågtimmer. Rapp. Inst. Virkeslära, Skogshögsk. 11: 20 s.
NYLINDER, P. 1961a. Skador på sågtimmer vid rivning av högvältor. Rapp. Inst. Virkes-lära, Skogshögsk. 32: 12 s.
NYLINDER, P. 1961b. Om träd- och vedegen-skapers inverkan på råvolymvikt och flytbar-het: I Tall. Rapp. Inst. Virkeslära, Skogs-högsk. 35: 35 s.
NYLINDER, P. 1963. Virkesskador och sjunk-ning i Storåns flottled. Rapp. Inst. Virkes-lära, Skogshögsk. 43: 12 s.
NYLINDER, P. 1969. Försök med bevattning af sågtimmer. Dupl., Skogshögskolan.
NYLINDER, P. & RENNERFELT, E. 1954. Undersökningar över rötskador i den hel-barkade sulfitveden under olika huggnings- och lagringsförhållanden. Meddn St. Skogs-forskInst. 44: 1–23.
OKSTAD, T. 1967. Egenvekter, barkprosenter etc. for bøk i Larvikdistriktet. Skogtekn. avd. Det norske Skogforsøksv. Stensil, 2 s.
OTTAR, H. 1957. Noen kvalitetstall for tre-masse fra større og mindre magasinslipeap-parater samt litt om hva virkets fuktighet betyr for tremassekvaliteten. PFI. Stensil, 29 s.
PASERIN, V. 1971. Water Storage of Beech-wood and its Influence on the Quality of Wood. Mitt. BundForschAnst. Forst- u. Holzw. 83.
PETERSON, O. & WINQVIST, T. 1960. Vikt- och fuktighetsvariationer hos bjørk under olika årstider. Rapp. Inst. Virkeslära, Skogs-högsk. 28: 20 s.
PETZÄLL, L. 1967. Besprutning av obarkad tallmassaved. Trävaruind./ Sågverksägaren 52: 135–9.
PECHMANN, H. v., GRAESSLE, E. & WUTZ,

A. 1964. Untersuchungen über Bläuepilze an Kiefernholz. Forstwiss. ZentBl. 83: 290–314.

PISTOHLKORS, A. & HENNINGSSON, B. 1966. Mot luftburen blånad. Orienterande forsök med ändytebehandling av rundvirke. Upp. Inst. Virkeslära, Skogshögsk. 14: 6 s.

PRYCE, J.N. & COLE, A.H. 1963. Wood-chip pile burning tests at the Restigouche Mill of Fracer Companies Limited. Pulp Pap. Can. 64: 389–99.

RAPP, W. 1969. Künstliche Beregnung von Stammholz. Allg. Forstz. 24: 345–8.

ROBAK, H. 1942. Cultural Studies in some norwegian wood-destroying fungi. Meddr. Vestland. forstl. ForsSth. 25: 1–248.

ROBINSON, G.W.F. 1968. Prevention of wood chip discolouration at Bowaters Mersey. Pulp Pap. Can. 69: 50–4.

ROCH, F. 1932. Einige Beobachtungen zur Ökologie und Physiologie von Teredo navalis L. Ark. Zool. 24.

ROFF, J.W. & DOBIE, J. 1968. Beating the beetles. A Lumberman technicalreport. Water Sprinklers Check Biological Deterioration in Stored Logs. Br. Columbia Lumberm. 5: 60–1, 70–1.

ROGNERUD, B. 1968. Vanningsanlegg. I "Produksjon av skogplanter". Det norske Skogselskap, Oslo. S. 24–36.

ROLL-HANSEN, F. 1965. Skogsykdommer. Oslo. 83 s.

RONGE, V. 1971. Transport och lagring. Skogen. 58: 14–7.

ROSSELL, S.E., ABBOT, E.G.M. & LEVY, J.F. 1971. Bacteria and wood. International Research Group on Wood Preservation. Ref. nr. IGR/WP/101.

ROTHROCK Jr., C.W., SMITH, W.R. & LINDGREN, R.M. 1961. The effects of outside storage on Slash pine chips in the South. TAPPI 44: 65–72.

RUMMUKAINEN, U. 1949. Weiteres Über das Auftreten des Laubholzbohrers, Hylecoetus dermestoides L. (Col., Lymexylonidae, an Birken. Ann. Ent. Fenn. 15: 131–135.

RUMMUKAINEN, U. 1950. Koivun mantokuoriaisen, Scolytus ratzeburgi Jans., luontumuksesta.–Summary: On the inclination of birch sapwood borer, Scolytus ratzeburgi Jans. Metsäntutkimuslait, Julk. 40.8: 1–14.

RUMMUKAINEN, U. 1964. Hyönteisten aiheuttamasta tuoreen kuorellisen havupuutavaran pilaantumisesta ja sen kemiallisesta estämisestä. Summary: On deterioration of green softwood caused by insects and its chemical control. –Comm. Inst. Forest. Fenn. 28 (5), 1–67.

RUMMUKAINEN, U. 1966. Kuorellisia havutukkeja pilaavista hyönteisistä ja niiden kemiallisesta torjunnasta. Sahamies. 1: 1–3.

RUNBÄCK, E. 1933. Artificiel bevattning. Skogen. 20: 549–51.

SAALAS, U. 1919. Kaarnakuoriaisista ja niiden aiheuttamista vahingoista Suomen metsissä. Referat: Über die Borkenkäfer und den durch sie verursachten Schaden in den Wäldern Finnlands.–Acta Forest. Fenn. 10,1–415.

SAALAS, U. 1949. Suomen metsähyönteiset.– Suomen Tiedettä 5, 719 pp. Porvoo–Helsinki.

SALONEN, K. 1966. Observations on Ips sexdentatus (Boern.) (Col., Scolytidae) as a bluer of timber at Inari (InL) in the summer 1965. Ann. Ent. Fenn. 32: 88–96.

SALONEN, K. 1973. On the life cycle, especially on the reproduction biology of Blastophagus piniperda L. (Col., Scolytidae).– Acta Forest. Fenn. 127, 1–72.

SCHELD, H.W. & GROOT, R.C. de 1971. Toughness of Sapwood in Water Sprayed Longleaf Pine Lofs. Forest Prod. J. 21: 33–4.

SCHMIDT, F.L. 1969. Observations on spontaneous heating toward combustion of commercial chip piles. TAPPI 52: 1700–01.

SELLEBY, L. 1965. Vednedbrytning och massakvalitet vid flislagring. Svensk PappTidn. 68: 477–81.

SHIELDS, K., & UNLIGIL, H.H. 1968. Deterioration of softwood chips owing to outside storage in New Brunswick. Pulp Pap. Can. 69: 62–7.

SILBERMAN, R.A. 1970. Chip brightness and chip brightness preservation: How they affect pulp. Pulp Pap. Can. 44: 67–9.

SPRINGER, E.L., & HAJNY, G.J. 1970. Spontaneos heating in piled wood chips. I. Initial mechanism. TAPPI. 53: 85–6.

SPRINGER, E.L., ESLYN, W.E., ZOCH, L.L. & HAJNY, G.J. 1969. Control of pulp chip deterioration with kraft green liquor. Res. Pap. Forest Prod. Lab., Madison, FPL. 110: 4 s.

SPRINGER, E.L., HAJNY, G.J. & FEIST, W.C. 1971a. Spontaneous heating in piled wood chips. II Effect of temperature. TAPPI 54: 589–91.

SPRINGER, E.L., HASLERUD, E.J., FRIES, D.M., CLARK, I.T., HAJNY, G.J. & ZOCH Jr., L.L. 1971b. An evaluation of four chemicals for preserving wood chips stored outdoors. TAPPI 54: 555–60.

STAUN, H. 1968. Konservering af stormfældede bøgekævler. Forstl. Budstikke. 28: 6–7.

SUOLAHTI, O. und WALLÉN, A. 1958. Der Einfluss der Nasslagerung auf das Wasseraufnahmevermögen des Kiefernsplintholzes. Holz Roh- u Werkstoff. 16: 8–17.

SVENSSON, S. 1962a. Forsök rörande bevattning av sågtimmer. Rapp. Inst. Virkeslära, Skogshögsk. 37: 19 s.

SVENSSON, S. 1962b. Studier över sommaravverkning av sågtimmer. Rapp. Inst. Virkeslära, Skogshögsk. 39: 15 s.

SØMME, O.M. 1971. Pelemarken. Norges Dyreliv 4: 99–102.

TAMMINEN, Z. 1963. Studier över utrullad sulfatveds flytbarhet. Rapp. Inst. Virkeslära, Skogshögsk. 42: 46 s.

TAMMINEN, Z. 1964. Fuktighet, volymvikt m.m. hos ved och bark: II Gran. Rapp. Inst. Virkeslära, Skogshögsk. 47: 56 s.

TAMMINEN, Z. 1970. Fuktighet, volymvikt m.m. hos ved och bark. III. Björk. Rapp. Inst. Virkeslära, Skogshögsk. 63: 34 s.

THOMAS, A.V. 1956. The storage of homegrown logs in water. Scott. For. 10: 94–5.

THOMASSEN, Th. 1968. Syreskovning af ær. Træindustrien 18:61.

TRÄGÅRDH, I. 1921. Undersökningar över den större märgborren, dess skadegörelsen och bekämpande. Meddn St. SkogsforskInst. 18: 1–80.

TRÄGÅRDH, I. 1929. Om tallbockens skadegörelse och bekämpande. Meddn St. SkogsforskInst. 25: 171–228.

TRÄSKYDDSKOMMITTEN 1969. l. Mögelröta. Information om Träskydd. 1: 2 s.

TUOVINEN, A. 1958. (Sinkers and quality losses in softwood logs stored on the ice.) Metsäteho 40: 40.

TUOVINEN, A. 1970. Leikkuuterällä suoritetun katkaisun aiheuttamat vahingot. Pika 50. Metsätehon Tied. nr. 300: 12 s.

TUOVINEN, A. 1971. (The quality of trimming with Logma T-300 and Pika 50 Processors.) Metsätehon Tied nr. 306: 10 s.

TURČEK, F.J. 1964. Betrachtungen über Zuwachsverlust an Jungkiefern durch den Renährungsfrass des grossen Waltgärtners Myelophilus piniperda L. (Col., Scolytidae). English summary.–Zeitschr. Angew. Ent. 54, 310–315.

TYDEN, H. 1956. Sulfitkokning av barkskadad ved. Svensk PappTidn. 59: 296–300.

ULLEVÅLSETER, R.O. 1965. Tanninskade på ubarket tømmer. Norsk Skogind. 19: 475–84.

UNGLIGIL, H.H. 1971. Penetrability of White Spruce After Water Storage. J. Inst. Wood Sci. 5: 30–5.

VASELEV, O.A. 1965. Effect of micro-organisms on pine and spruce wood kept in water. Lesnoi zhurnal, Arkhangel'sk 8: 110–8.

VENN, K. 1972. Misfarging og mikroflora i lagret bjørkekubb i Norge. Meddr norske SkogforsVes. 3: 219–59.

VENTOLA, H. 1965. Tikaskuoriaisen sahatukeille aiheuttamien vahinkojen torjunnasta.–Metsätal. Aikak.l. 82, 350–352.

VENTOLA, H. 1970. Sahatukkien varastoviat ja niiden torjunta. Sahamies. 2: 40–3.

VOLKMAN, D. 1966. Water Spray Storage of Southern Pine Pulpwood. TAPPI 49: 48–53.

WHITNEY, W.H. & WILSON, G.G. 1970. Outside chip storage. Effects on sulphite pulping and pulp quality. Pulp Pap. Can. 71: 57–60.

WIKLUND, M. 1967. Krafter och skador vid fällning och kapning med klipp- och skärdon. Skogsarbeten. 9: 45 s.

WIKLUND. M. & SEDERHOLM, I. 1972. Stubbhöjd och virkesskador vid fällning med Boforsfällaren. Sågverken/Trävaruindustrien. 2: 92–103.

WILCOX, W.W. 1970. Anatomical changes in wood cell walls attacked by fungi and bacteria. Bot. Rev. 36: 1–28.

WILHELMSEN, G. 1968a. Fuktighetsendringer og substanstap i bjørk (Betula pubescens) ved lagring i skog og på åpen flate. Meddr norske SkogforsVes. 25: 159–205.

WILHELMSEN, G. 1968b. Water storage of unbarked mechanical pulpwood of Norway spruce. Norsk Skogind. 22: 207–11.

WILHELMSEN, G, 1970. Gulning av skurlast. Stensil 15 s. Det norske Skogforsøksvesen.

WILHELMSEN, G. & FOSLIE, M. 1968. Lagringsskader på ubarket skurtømmer og effekten av sprøyting med insekt- og soppdrepend midler. Meddr noske SkogforsVes. 25: 239–330.

WINQVIST, T. 1959. Ett lagringsförsök med obarkad sulfitved. Rapp. Inst. Virkeslära, Skogshögsk. 24: 24 s.

Kirjallisuusluetteloon sisältymättömiä suomalaisia tutkimuksia

ARO, P. ja TURJA, M. 1955. Uittohäviöön vaikuttavat tekijät. Kirjallisuustutkimus. Metsäntutk. lait. Julk. 42.8.

HEISKANEN, V. 1953. Polttopuiden kuivumisesta ja sen huomioonottamisesta varastoinnissa. Metsäntutk. lait. Julk. 41.4.

HEISKANEN, V. 1961. Tutkimuksia koivuhalkojen painosta ja kosteudesta. Eripainos Silva Fennicasta 108. Pienpuualan Toimikunnan Julkaisuja 116.

HEISKANEN, V. 1963. Kosteuden vaihtelut kenttähakkureilla lastutetuissa hakekuormissa. Pienpuualan Toimikunnan Tiedotuksia 80.

HINTIKKA, V. & LAINE, L. 1970. Havaintoja eri lahotyyppien osoittamisesta puuaineksessa. Metsäntutk. lait. Julk. 70.1.

IMMONEN, V. 1961. Hakkeen varastointia ja halkojen laatua koskevia tutkimuksia Turengin Sokeritehtaalla. Pienpuualan Toimikunnan Julkaisuja 96.

JALAVA, M. 1938. Sinistymän vaikutus männyn lujuusominaisuuksiin. Suomen paperi- ja puutavaralehti 22.

JALAVA, M. 1952. Puun rakenne ja ominaisuudet. Porvoo–Helsinki.

KALLIOLA, M. 1965. Puun sinistyminen ja sen ehkäisy. Puumies 11 (1965) 5, s. 163–172.

KANGAS, E. 1957. Kirjoittajan metsäeläintieteen luentosarjasta tekemiä muistiinpanoja.

LAANTI, J. 1962. Hakkeelle asetettavat vaatimukset selluloosan ja puoliselluloosan valmistuksessa sekä laadun vaikutus hintaan. Pienpuualan Toimikunnan Tiedotuksia 56.

LEVON, M. 1928. Puun keinotekoinen kuivaaminen. Helsinki.

LÄHTEINEN, O. 1964. Sahalaitoksen jätepuusta lastutettu polttohake hankinnan varmuusvarastona. Pienpuualan Toimikunnan Tiedotuksia 114.

LÖYTTYNIEMI, K. 1970. Tikaskuoriaisen esiintymisestä sahatussa puutavarassa. Sahamieslehti 4.

LÖYTTYNIEMI, K. 1971. Kuorellisen puutavaran suojaaminen syksyllä. Metsä ja Puu 9.

MUTANEN, K. 1956. Havaintoja sinistymisen ja varastolahon esiintymisestä kuorituilla mäntytukeilla. Suomen Uittajainyhdistyksen Vuosikirja XXV.

PAAJANEN, T.–PERTTUNEN, O.–STENBÄCK, A.–VIHAVAINEN, T. 1971. Sahatavaran sinistyminen ja sen torjunta. Valtion teknillinen tutkimuslaitos. Tiedotus. Sarja I–Puu 54.

POHJAKALLIO, O. 1956. Metsäpatologian petusteita. Helsinki.

RIIKONEN, J. 1973. Kuitupuun kuoren kutistuminen metsävarastoinnissa. Folia Forestalia 174.

RUMMUKAINEN, U. 1969. Klooratut hiilivedyt ja metsänsuojelu. Metsälehti 37 (1969) 38, p.7.

SAALAS, U. 1920. Havupuissamme elävistä teknillisesti vahingollisista hyönteisistä Tapio 13.

SAALAS, U. 1924. Suomen metsien tärkeimmät tuhohyönteiset ja niiden torjuminen. Porvoo.

SAHLMAN, E.J. 1934. Sahatavaran sinistyminen ja sen ehkäiseminen kemiallisilla aineilla. Puutekniikan tutkimuksen kannatusyhdistys r.y., julkaisu 15.

SAHLMAN, E. J. 1935. Sahatavaran sinistymisen estäminen kastelumenetelmän avulla. Puutekniikan tutkimuksen kannatusyhdistys r.y., julkaisu 18.

SAHLMAN, E.J. 1937. Vertailevia kokeita sahatavaran lautatarhasinistymisen estämiseksi käytettävillä kemiallisilla aineilla. Puutekniikan tutkimuksen kannatusyhdistys r.y. Teknillisiä tiedonantoja 6.

SALMI, J. 1964. Lahovikaisuuden vaikutus koivupuun lämpöarvoon. Pienpuualan Toimikunnan Julkaisuja 168.

SIIMES, F.E. 1938. Suomalaisen mäntypuun rakenteellisista ja fysikaalisista ominaisuuksista. Erikoisesti kutistumis- ja laajenemisilmiöstä puun vesipitoisuuden vaihdellessa. Puutekniikan tutkimuksen kannatusyhdistys r.y., julkaisu 29.

SUOLAHTI, O. 1961. Laho ja sen torjunta. Porvoo–Helsinki.

TAIPALE, A. 1960. Tutkimuksia polttohakkeen varastoinnista. Pienpuualan Toimikunnan Julkaisuja 100.

TAIPALE, A. 1962. Sahahakkeen kuivuminen avokeossa ja katetussa varastossa. Pienpuualan Toimikunnan Julkaisuja 141.

Teollisuus-Palon suojeluohje 5.63. 1964. Suojeluohje hakkeen ja puujätteen ulkovarastoin-

tia varten. Pienpuualan Toimikunnan Tiedotuksia 103.
TUOMOLA, T. 1943. Über die Holztrocknung mit besonderer Berücksichtigung der Beziehungen zwischen der Trocknungsgeschwindigkeit des finnischen Kiefernholzes und den darauf einwirkenden Faktoren. Valtion teknillinen tutkimuslaitos, julkaisu 1.
TUOVINEN, A. 1950. Paperipuiden kuivumisesta keväisin varasto-alueilla. Metsätal. Aikak.l. 6.
TUOVINEN, A. 1952. Paperipuiden kuivumisesta ja varastoimisvioista metsävarastoinnin aikana. Metsätehon Julkaisu 29.
TUOVINEN, A. 1956. Kuorellisten mäntytukkien pilaantumisesta. Metsätehon Julkaisu 34.
TUOVINEN, A. 1958. Jäälle varastoitujen havutukkien uppoamis- ja laatutappiot. Metsätehon Julkaisuja 40.
TUOVINEN, A. 1959. Kuorellisten havutukkien hyönteispilaantuminen ja ehkäisy. Metsätehon Julkaisu 42.
TUOVINEN, A. 1960. Kuorellisten koivupolttorankanippujen uimiskyky. Metsätehon tiedotus 175.
TUOVINEN, A. 1961. Tikaskuoriaistuhojen torjunnasta Riihimäen Saha Oy:ssä. Metsätehon tiedotus 185.
TUOVINEN, A. 1963. Kuorellisten koivu-, sekalehtipuu ja havuohutpuunippujen uimiskyvystä. Metsätehon tiedotus 200. Pienpuualan Toimikunnan Julkaisuja 145.
WARSTA, O. 1961. Rasiinkaadetun koivun ja lepän kuivumisesta. Pienpuualan Toimikunnan Tiedotuksia 43.
WEGELIUS, Th. 1938. Om röta i sulfitveden och dess inverkan på fabrikationsprocessen och massautbyte. Suomen Paperi- ja Puutavaralehti 15.

Removal and flow of commercial roundwood in Finland during 1970 (1964, 1967), by districts. 5,—

No 174 Jorma Riikonen: Kuitupuun kuoren kutistuminen metsävarastoinnissa.
The volymetric shrinkage of pulpwood bark. 1,50

No 175 Lauri Heikinheimo, Matti Heikinheimo & Aarne Reunala: Earnings of forest workers in Scandinavia, especially in Finland.
Metsätyömiesten ansiot Suomessa ja muissa pohjoismaissa. 8,—

No 176 Matti Palo & Mikko Tervo: Hakkuumäärien lyhytjaksoinen ennustaminen.
Short-term forecasting of cut in Finland. 5,—

No 177 Olavi Huuri: Taimitarhanoston suoritustavan vaikutus kuusen ja männyn taimien alkukehitykseen.
The effect of nursery lifting methods on initial development of spruce and pine transplants.

No 178 Matti Leikola & Jyrki Raulo: Tutkimuksia taimityyppiluokituksen laatimista varten III. Taimien morfologisten tunnusten muuttuminen kasvukauden aikana.
Investigations on the basis for grading nursery stock III. Changes in morphological characteristics of nursery stock during the vegetation period. 2,—

No 179 Paavo Valonen & Matti Ahonen: Vajaakarsinta ja silmävarainen apteeraus kuusisahapuun teossa.
The partial limbing and ocular marking for crosscutting in the preparation of spruce sawlogs. 4,—

No 180 Pentti Rikkonen: Havusahatukkien latvamuotoluvut erilaisia läpimittaluokituksia käytettäessä. 1,—

No 181 Veijo Heiskanen: Havusahatukkien kapeneminen ja latvamuotoluku Kainuussa ja Pohjois-Pohjanmaalla.
Taper and top form factor of coniferous sawlogs in Kainuu and North Ostrobothnia regions. 2,—.

No 182 Veijo Heiskanen & Jorma Riikonen: Kuitupuun kehysmitta ja pinotiheys autokuljetuksen eri vaiheissa.
Piled measure and solid volume content of pulpwood piles in various phases of truck transportation. 2,50.

No 183 Heikki Nikkilä: Kylkitiheysmenetelmä kuitupuupinon kiintomitan määrittämisessä.
The pile face density method in measuring the solid volume of a pulpwood pile. 4,—

No 184 Olavi Saikku: Lannoituksen vaikutuksesta männyn kuoren määrään kangasmaalla.
The effect of fertilization on the amount of the bark of Scotch pine in forest land. 1,50

No 185 Kaj Asplund, Erkki Lähde & Erkki Numminen: Vajaasti kypsyneen mannyn siemenen kehitys käpyjen varastoinnin aikana.
On the development of incompletely ripened seeds of Scots pine in cones under storage. 1,50.

No 186 Esko Jaatinen: Recreational utilization of Helsinki's forests. 4,—.

No 187 Markku Mäkelä: Kanto- ja liekopuun korjuu polttoturvesoilta.
Harvesting of stump and moor wood from fuel peat bogs. 2,—.

No 188 Pirkko Velling: Männyn *(Pinus silvestris L.)* puuaineen tiheyden fenotyyppisestä ja geneettisestä vaihtelusta.
Phenotypic and genetic variation in the wood basic density of Scots pine *(Pinus silvestris L.)*. 3,—

No 189 Risto Seppälä: Yksityismetsänomistajien hakkuukäyttäytyminen Suomen itäosissa.
Cutting behaviour of private forest owners in eastern Finland. 4,—

No 190 Risto Seppälä: Raakapuun tarjonnasta Suomessa.
On the supply of roundwood in Finland. 4,—

No 191 Kullervo Kuusela & Alli Salovaara: Ahvenanmaan maakunnan, Helsingin, Lounais-Suomen, Satakunnan, Uudenmaan-Hämeen, Pirkka-Hämeen, Itä-Hämeen, Etelä-Savon ja Etelä-Karjalan piirimetsälautakunnan metsävarat vuosina 1971—72.
Forest resources in the District of Ahvenanmaa, and the Forestry Board Districts of Helsinki, Lounais-Suomi, Satakunta, Uusimaa-Häme, Pirkka-Häme, Itä-Häme, Etelä-Savo and Etelä-Karjala in 1971—72. 7,—

No 192 Paavo Tiihonen: Puutavaralajirakenteen likimääräisarvioinnissa käytettäviä menetelmiä.
1974 Methoden für die annähernde Schätzung des Holzsortenstruktur.

No 193 Terho Huttunen: Suomen sahateollisuus vuonna 1972.
The sawmill industry in Finland in 1972. 4,—

No 194 Ukko Rummukainen: Herbisidirakeiden männyn- ja kuusentaimille aiheuttamista kuorivioituksista.
On bark damages caused to Scots pine and Norway spruce plantations by granular herbicides. 2,—

No 195 Metsätilastollinen vuosikirja 1972.
Yearbook of forest statistics 1972. 12,—

No 196 Erkki Lähde: The effect of seed-spot shelters and cold stratification on germination of Pine (*Pinus silvestris* L.) seed.
Kylvösuojan ja kylmästratifioinnin vaikutus männyn siemenen itämiseen. 2,—

No 197 Erkki Lähde & Kaarlo Kinnunen: Paperikennon ja turveruukun seinän lujuus ja taimien alkukehitys Pohjois-Suomessa.
The relationship between the wall strength of paper and peat pots and the initial development of seedlings in Northern Finland. 2,—

Luettelo jatkuu 4. kansisivulla

No 198 Esko Jaatinen: Metsäteollisuusyhtiöiden omien metsien hakkuupolitiikan motiivit.
Timber cutting motives of forest industry enterprises. 4,—

No 199 Esko Leinonen: Purunäytteeseen perustuvasta kuivapainomittauksesta.
Dry-weight scaling based on chip samples. 3,—

No 200 Pentti Hakkila & Markku Mäkelä: Jatkotutkimuksia Pallarin kantoharvesterista.
Further studies of the Pallari Stumpharvester. 2,—

No 201 Matti Leikola & Risto Rikala: Lannoituksen vaikutus männyn ja kuusen taimien alkukehitykseen kangasmailla.
The effect of fertilization on the initial development of pine and spruce on mineral soils. 2,—

No 202 Paavo Tiihonen: Leimikon pystymittauksen tarkistaminen.
Zur kontrolle einer am stehenden zum Einschlag ausgezeichneten Holz durchgeführten Messung. 2,—

No 203 Seppo Kaunisto: Männyn kylvöajankohta ojitetulla suolla.
Date of direct seeding on drained peatlands. 3,—

No 204 Pentti Hakkila & Hannu Kalaja: Oksaraaka-aineen kasaus Melroe Bobcat M-600 kuormaajalla.
Bunching of branch raw material by Melroe Bobcat M-600 loader.

No 205 Terho Huttunen: Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase vuosina 1971—73.
Wood consumption, total drain and forest balance in Finland in 1971—73. 5,—

No 206 Metsäntutkimuslaitoksen päätös puutavaran mittauksessa käytettävistä muuntoluvuista ja kuutioimistaulukoista 2 päivänä toukokuuta 1969 annetun päätöksen muuttamisesta.
Skogsforskningsinstitutets beslut angående ändring av institutets beslut av den 2 maj 1969 om omvandlingskoefficienter och kuberingstabeller för virkesmätning. 8,—

No 207 Kullervo Kuusela ja Alli Salovaara: Etelä-Karjalan, Pohjois-Savon, Keski-Suomen ja Itä-Savon metsävarat vuonna 1973.
Forest resources in the Forestry Board Districts of Etelä-Karjala, Pohjois-Savo, Keski-Suomi and Itä-Savo in 1973. 4,—

No 208 Tapani Hänninen: Harvennusmetsien puustoisuus ja hakkuumahdollisuudet Suomen eteläpuoliskossa.
The stocking and cutting possibilities in the thinning and accretion forests in the southern half of Finland. 4,—

No 209 Heikki Nikkilä: Ratapölkkytukkien kuutiointi.
Measurement of railwaytie-logs. 1,50

No 210 Hakkuutähteiden talteenoton seurannaisvaikutukset.
By-effects of the harvesting of logging residues. 2,50.

No 211 Paavo Tiihonen: Mäntypylväiden kuutioimismenetelmä.
Eine Kubierungsmethode für Kiefernmastholz 2,—

No 212 Kaarlo Kinnunen, Juha Lind ja Erkki Lähde: Eri ajankohtina istutettujen männyn kennotaimien alkukehitys Pohjois-Suomessa.
Initial development of Scots pine paper pot seedlings planted on different dates in northern Finland. 3,—

No 213 Kullervo Etholén: Kaatoajankohdan vaikutus koivun ja haavan vesomiseen taimistonhoitoaloilla Pohjois-Suomessa.
The effect of felling time on the sprouting of Betula pubescens and Populus tremula in the seedling stands in northern Finland. 2,—.

No 214 Veijo Heiskanen ja Jorma Riikonen: Tukkien lajittelu sahaukseen kuoren päältä mitatun läpimitan perusteella.
Sorting of logs according to the top diameter on bark. 4,—

No 215 Pertti Harstela ja Sauli Takalo: Kokeita oksaraaka-aineen kuormauksesta ja kuljetuksesta.
Experiments on loading and transportation of branch raw material. 1,50

No 216 Gunnar Wilhelmsen: Puutavaran käsittely. 7,—.

No 217 Pentti Rikkonen: Koivuvaneritukkien kuutiointi. 1,50.
Calculation of the volume of birch veneer logs.

No 218 Pentti Nisula: Makroilmaston vaikutus varastoidun pinotavaran painoon.
Effect of macroclimate on the weight of stored cordwood. 2,50

No 219 Terho Huttunen: Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase vuosina 1972—74.
Wood consumption, total drain and forest balance in Finland in 1972—74. 6,—

No 220 Pentti Nisula: Eräs herbisidien levityslaite.
An apparatus for the application of herbisides. 2,50

No 224 Pentti Hakkila: Kanto- ja juuripuun kuoriprosentti, puuaineen tiheys ja asetoniuutteitten määrä.
Bark percentage, basic density, and amount of acetone extractives in stump and root wood. 1,50.

No 226 Bo Långström: Eräiden insektisidien testaus tukkimiehentäin, *Hylobius abietis* L. (Col., Curculionidae), tuhojen torjumiseksi.
Testing of some insecticides for the control of damages caused by the large pine weevil, *Hylobius abietis L.* (Col., Curculionidae). 1,50

Myynti — Available for sale at: Valtion painatuskeskus, Annankatu 44, C0100 Helsinki 10, p. 645 121
Merkintä O D C tarkoittaa metsäkirjallisuuden kansainvälistä Oxford-luokitusjärjestelmää

14374—74/98

ISBN 951-40-0130-3