

KUUSIKOIDEN  
KUIVUMISESTA METSÄTUHO-  
JA METSÄNHOIDOLLISENA  
KYSYMYKSENÄ

ESKO KANGAS

ÜBER DIE VERTROCKNUNG DER FICHTENBESTÄNDE ALS  
WALDKRANKHEIT- UND WALDBAUFRAGE

HELSINKI 1946

### Alkulause.

Kymmenen vuoden kuluttua ensimmäisistä tutkimuksista, useiden, viimeksi kahden sodan aiheuttaman keskeytyksen jälkeen avautui minulle viime vuoden lopulla mahdollisuus ryhtyä saattamaan päätökseen tärkeintä ja laajinta osaa siitä tutkimussarjasta, jonka tarkoituksena oli koettaa järjestelmällisesti selvittää kotimaisten puulajiemme ja niiden muodostamien metsiköiden kuivumista sekä sen tekijöitä ja alkusyytä. Tästä eri puulajeihin kohdistuneesta tutkimussarjasta ovat mäntyä (K a n g a s 1934 a, b ja c, 1936), alustavat kuusta (K a n g a s 1936, 1939) sekä haapaa (K a n g a s 1942 a) ja muita lehtipuita (K a n g a s 1942 b), paitsi koivua, koskevat tutkimukset valmistuneet jo aikaisemmin. Nyt on saatu julkisuuteen myös kuusta käsittelevät vastaavat tutkimukset, jotka alusta alkaen — jo esiintyneiden kuivumistuhojen suuruuden vuoksi — muodostuivat muita melkoista laajemmiksi. Kuivumiskysymys on enää vain koivun osalta tarkemmin selvittelemättä (vrt. K a n g a s 1942 b).

Toisaalta kuusikoiden kuivumisen selvittely liittyy läheisesti kahteen muuhun laajahkoon kuusikoita koskevaan tutkimukseen, joista toinen, eri tavoin sodasta kärsimään joutuneiden metsien kuntoa ja tuhoja käsittelevä, on muuttuneiden olosuhteiden johdosta jäänyt keskeneräiseksi, mutta sen sijaan toinen, maannousemaa kuusikoittemme vitsauksena koskeva, on ollut valmiina jo neljä vuotta, odottaen vain painokuntoon saattamista (vrt. K a n g a s 1940 a). Jälkimmäinen onkin suoritettu osittain rinnan esillä olevan tutkimuksen kanssa.

Kuusikoiden kuivumista koskevat tutkimukset aloitettiin jo v. 1934, osittain eräitten kuusikoiden kuivumisesta Metsätieteelliselle tutkimuslaitokselle saapuneitten ilmoitusten aiheuttamina, osittain samanaikaisesti tapahtuneen, männiköiden kuivumisselvittelyjen herätteestä syntyneen suunnitelman mukaisesti laajentaa ko. tutkimukset kaikkia kotimaisia puulajeja koskeviksi. Varsinaiset laajemmat tutkimukset aloitettiin sitten seuraavana vuonna, ja niitä jatkettiin sen jälkeen eri tutkimusalueilla vaihtelevassa laajuudessa joka vuosi, viimeksi kesällä 1940. Tutkimusten laboratorio- ym. sisätyöt saatettiin myös päätökseen samana

vuonna, ja sen jälkeen tutkimus on joutunut seisomaan neljä vuotta odottaen vain käsikirjoituksen valmistumista.

Tutkimuksen eri vaiheissa olen monelta eri taholta saanut arvokasta apua. Professori Viljo Kujala on vaivautunut käymään läpi käsikirjoitukseni ja tehnyt sen kokoonpanon johdosta eräitä arvokkaita varten otettavia huomautuksia. Tohtori Risto Sarvas on auliisti uhrannut aikaansa keskusteluihin eräistä metsänhoidollisbiologisista kysymyksistä, mistä minulle tutkimusta kirjoittaessani on ollut erittäin suurta hyötyä. Edelleen hän on ystävällisesti jättänyt käytettäväkseni eräitä hakkuun jälkeistä puiden kasvua ja kehitystä koskevia mittaustuloksiansa ja havaintojansa sekä valokuvia, jotka kaikki ovat olleet aineistoni ja havaintojeni täydentämisessä ja vahvistamisessa suureksi avuksi. Professori Uno Saalaan, maisteri Sakari Saarnijoen ja metsätiet. kand. Leevi Miettisen kanssa on minulla myös ollut tilaisuus keskustella eräistä tutkimukseeni liittyvistä kysymyksistä, ja ensiksi mainittu heistä on ystävällisesti antanut käytettäväkseni eräitä havaintojaan, mikä kaikki on ollut tutkimukselleni hyödyksi.

Jo kenttätöiden aikana, mutta erityisesti tutkimukseni lopullisessa valmistumisvaiheessa olen useilta Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen virkailijoilta ja toimihenkilöiltä saanut korvaamatonta apua tutkimusalueitten, niiden metsien ja näissä metsissä sattuneiden tuhojen, suoritettujen hakkuiden ym. tutkimusta koskevien seikkojen kuvaamiseksi ja näitä seikkoja koskevien havaintojeni täydentämiseksi ja vahvistamiseksi. Ylimetsänhoitaja A. Sandman on vaivautunut aina etsimään näissä oloissa usein hankalastikin esille saatavia tietoja tutkimusalueista, niiden metsistä sekä metsien käsittelystä, milloin olen niitä tarvinnut. Metsänhoitaja Yrjö Kanerva sekä metsätekniikot Ilmari Leppänen ja Erkki Häyrynen ovat antaneet arvokkaita tietoja ja havaintoja Korpikylä-Lintulan valtionpuiston metsistä, niiden käsittelystä sekä niissä esiintyneistä tuhoista, samoin kuin ylimetsänhoitaja Sandman ja metsätekniikko Viljo Vestala vastaavista seikoista Sjöskog-Meilbyn virkatalonmetsästä. Näillä tiedoilla on ollut sitäkin suurempi merkitys, kun vastaavat tutkimusten kuluessa kerätyt omat muistiinpanoni ovat sodan aikana joutuneet kadoksiin. Edelleen ovat metsätekniikot Leppänen ja Vestala aina olleet valmiit järjestämään kokeilun alueissaan minulle kenttätöissä tarvitsemaani apua, samoin kuin muidenkin kokeilun alueiden työnjohtajat, missä olen tutkimuksia suorittanut.

Aineiston keräyksessä on useilla tutkimusalueilla apulaiseni ollut herra Verner Karhu, suorittaen suurta kärsivällisyyttä ja tark-

kuutta vaativat mittaus- ja laskutyöt analyysien teossa sekä monet muut työt suurella huolella. Apulaiseni maisteri Kyllikki Riekkinen (Leskinen) on suorittanut kanssani laboratoriotyöt sekä piirtänyt kaikki analyysipiirroukset ja muutenkin avustanut työssäni tunnustusta ansaitsevalla tavalla.

Kaikille edellä mainitsemilleni pyydän esittää parhaan kiitokseni saamistani viitteistä ja tiedoista sekä avusta työssäni, samoin kuin kiitän muitakin, jotka ovat työtäni tavalla tai toisella helpottaneet ja edistäneet.

Lopuksi kiitän maisteri Hannes Teppoa, joka on kielelliseltä kannalta tarkastanut käsikirjoitukseni, sekä toimittaja Herbert Edelmannia, joka on suorittanut saksankielisen selostuksen kääntämisen.

Aitolahdella, helmikuun 10. p:nä 1945.

*Kirjoittaja.*

## Sisällysluettelo.

Johdanto .....	9
Tutkimusmenetelmät .....	12
Tutkimusalueet .....	15
<b>Kuusikoiden kuivuminen .....</b>	<b>18</b>
<b>Kuivumistekijät .....</b>	<b>18</b>
<b>Kuivumistyytit .....</b>	<b>28</b>
<i>Kuivumistyyppien erottelun perusteet .....</i>	<i>28</i>
<i>Ukkoniluri-ryhmä .....</i>	<i>31</i>
<i>Maannousema – mesisieni-ryhmä .....</i>	<i>44</i>
<i>Pikikärsäkäs-ryhmä .....</i>	<i>50</i>
<i>Kaarnakuoriais-ryhmä .....</i>	<i>59</i>
<i>Erikoistapaukset .....</i>	<i>69</i>
<b>Kuivumisen kulku .....</b>	<b>78</b>
<i>Korpikylä-Lintulan valtionpuisto .....</i>	<i>78</i>
<i>Raivolan lehtikuusikko .....</i>	<i>87</i>
<i>Sjöskog-Meilbyn virkatalonmetsä .....</i>	<i>88</i>
<i>Ruotsinkylän kokeilualan kotipalsta .....</i>	<i>95</i>
<i>Havaintoalueet .....</i>	<i>97</i>
<b>Kuusikoiden kuivumisen syyt .....</b>	<b>102</b>
<b>Kuivumisen alkuun pääsy .....</b>	<b>102</b>
<i>Alkuun pääsyn kuivumistekijät .....</i>	<i>102</i>
<i>Alkuun pääsyyn vaikuttavat kuivumistekijäin ominaisuudet .....</i>	<i>103</i>
Primäärisyys .....	103
Esiintymistapa .....	105
Esiintymisaika .....	107
<i>Kuivumisen alkuun pääsy yksityisessä puussa .....</i>	<i>109</i>
Kuivumistekijäin ilmestyminen puuhun .....	109
Kuivumistekijäin fysiologinen vaikutus puussa .....	114
Kuivumistekijäin kuivumisprosessissa esittämä osa .....	123
Tuulen merkitys kuivumisen alkuun pääsyssä .....	125
<i>Kuivumisen alkuun pääsy metsikössä .....</i>	<i>127</i>
<b>Metsikön käsittely kuivumisen syynä .....</b>	<b>132</b>
<i>Normaalinen ottila ja sen häiriintyminen metsikön käsittelyssä .....</i>	<i>132</i>
<i>Häiriintymisen tuntuminen puiden ja metsikön kunnossa .....</i>	<i>136</i>
<b>Kuusikoiden kuivuminen metsänhoidollisena kysymyk-</b>	
<b>    senä .....</b>	<b>145</b>
<b>Kuivumisvaaran huomioon ottaminen metsikön metsänhoidol-</b>	
<b>    * lisessä käsittelyssä .....</b>	<b>145</b>
<b>Metsänhoitotoimenpiteiden suhtautuminen kuivuviin kuusikkoihin</b>	<b>149</b>
<b>Kirjallisuusluettelo .....</b>	<b>163</b>
<b>Referat .....</b>	<b>167</b>

## Johdanto.

Metsätuhoja käsiteltäessä on yleensä tavattu kuvata ko. tuho ja sen aiheuttaja sekä tuhon seuraukset enemmän tai vähemmän irrallisena ilmiönä, sitomatta esiintynyttä tuhotapahtumaa elimellisesti sen enempää metsikön yleiseen kehitykseen kuin siellä käytettyihin metsänhoitotoimenpiteisiin. Tähän on ollut omat syynsä, joista tässä asiaan enempää syventymättä voitaneen mainita ainakin kaksi tärkeintä: aikoinaan syntynyt ja suurimmalta osalta edelleenkin vallitseva orientoitumistapa tuhokysymyksiin sekä ko. tutkimuksissa johtavassa asemassa olevissa maissa esiintyvien tuhotapausten laatu. Meikäläisissä oloissa eivät kuitenkaan sanottavassa määrässä tule kysymykseen sen tapaiset äkilliset katastrofimaaiset tuholaiten joukkoesiintymisen aiheuttamat tuhot, jotka kokonaan vaatisivat huomion itse tuholaista ja sen esiintymistä koskevaan tutkimukseen, tuhon kohteeksi joutuneen metsän (metsikön) jäädessä vähemmälle huomiolle, kuten usein on asian laita noissa edellä mainituissa maissa (vrt. esim. nunnan tuhot). On sen vuoksi tavallaan luonnollista, että metsätuhotutkimuksessa on meikäläisissä oloissa pyrittäväkin toisenlaiseen orientoitumiseen, tarkastelemaan asioita objektinaan metsä (metsikkö), joka on tuhon kohteeksi joutunut, tietenkin tarpeellisessa määrässä syventyen myös tuhon aiheuttajien esiintymiseen, esiintymisen syihin ja esiintymisedellytyksiin, ts. on pyrittävä elimellisempään yhteyteen metsänhoidollisten probleemien ja nimenomaan myös metsänhoitotoimenpiteitten kanssa (vrt. K a n g a s 1934 b, ss. 5—6). Tämä on sitäkin luonnollisempaa, kun otetaan huomioon, ettei meikäläisissä oloissa tutkimusten tuloksia käytäntöön sovellettaessa juuri voida ajatella sitä muuten kuin metsänhoitotoimenpiteisiin sisällytettynä.

Kun aikoinaan viime vuosikymmenen puolivälin seudulla metsätuhokysymysten yhteydessä kiinnitettiin huomiota metsiköiden kuivumiseen (K a n g a s 1934 b; 1936), sattui niin, että samaan aikaan alkoi maassamme esiintyä kuusikoiden kuivumistapauksia tavallista runsaammin (K a n g a s 1935, 1936; Metsälehti 1937). Niihin kiinnitettiin tällöin yleisikin huomiota, ja eräät kuivumistapaukset saivat sellaiset mittasuhteet, että oli välttämätöntä ryhtyä niitä tarkemminkin selvittämään. Tutki-

muksia ryhdyttiin suorittamaan pyrkimällä nimenomaan pitämään itse kuivuvia metsiköitä niiden pääobjektina ja selvittämään kuivumisilmiötä myös metsänhoidollisena kysymyksenä. Samanaikaisesti kuin kuusikoiden kuivumista koskevat tutkimukset parhaillaan olivat menossa, jouduttiin aloittamaan myös toinen laajahko kuusikoita koskeva tutkimus, joka osittain varsin läheisesti liittyi kuusikoiden kuivumiskysymykseen, nim. kuusikoissa esiintyvien maannousematuhojen selvittely. Sodat keskeyttivät molemmat nämä tutkimukset pariinkin otteeseen, yhteensä varsin pitkiksi ajoiksi. Monista haitoista huolimatta oli tästä kuitenkin sikäli etuakin, että tutkimustuloksia vahvistamaan ja täydentämään ehtivät näin ollen myös sodan aikana aloitetut, joskin kesken jääneet tutkimukset sodan, kulojen, hakkuiden ym. johdosta kärsineiden metsien kunnosta ja niissä esiintyvistä tuhoista, missä tutkimuksissa kuusikot muodostivat huomattavan osan kohteena olleista metsiköistä.

Kaikkien näiden kolmen eri tutkimuksen yhteydessä kertyneet havainnot ja niiden perusteella syntyneet ajatukset ja niihin pohjautuvat päätelmät on käytetty hyväksi tämän tutkimuksen varsinaisen tutkimusaineiston lisäksi, sikäli kuin ne ovat voineet valaista esillä olevaa aihetta, varsinkin metsänhoidolliselta kannalta. Näin on pyritty saamaan laajempaa pohjaa kysymyksen selvittelylle, vaikka onkin jouduttu täten käyttämään hyväksi tutkimusten tuloksia, joita ei vielä ole ehditty saattaa julkisuuteen.

Kuusikoiden kuivumista koskevan selvittelyn perustana on vähitellen laajentunut aineisto, joka on eri kuivumistapauksia pääasiassa Etelä-Suomessa tutkittaessa kertynyt ja jonka tärkeimmän ja laajimman osan muodostavat Korpikylä-Lintulan valtionpuistossa sattuneiden kuivumistapausten johdosta useiden vuosien aikana suoritettut tutkimukset.

Varsin laajaksi paisuneen aineiston sekä tutkimuksen pitkälle siirtyneen valmistumisen vuoksi on katsottu tarpeelliseksi rajoittaa lähinnä kahden pääprobleemin selvittelyyn, nim. itse kuusien kuivumisprosessin<sup>1</sup> ja sen syiden kuvaamiseen sekä kuusikoiden kuivumiseen metsänhoidollisena kysymyksenä. Tällöin pyritään määrittelemään kuivumisprosessin yleisimmät eri tyypit, samoin kuin selvittämään tärkeimpien kuivumistekijöiden osuus ja merkitys kuivumisprosessissa, erityisesti sen alkuun pääsyssä, mutta näiden tekijöiden biologisten selvittelyjen, sikäli kuin siinä suhteessa

<sup>1</sup> Kuivumisprosessiksi lasketaan tässä tutkimuksessa koko kuivumistapahtuma, varsinaista puun kuivumista edeltävien, mutta lopulta siihen johtavien tuhojen ja vikojen ilmestymisestä koko puun täydellisen kuivumisen päättymiseen asti.

uutta tai muuten kiintoisaa on saatu esille, on jätävä joko niistä jo julkaistujen (K a n g a s 1938, 1939, 1940 a) tai mahdollisten myöhemmin vielä julkaistaviksi tulevien tutkimusten varaan.<sup>1</sup> Edelleen pyritään tarkastelemaan kuivumisen alkuun pääsyä ja sen edellytyksiä metsikössä sekä pohtimaan, olettamuksen luontoisina, myös niitä syy-yhteyksiä, jotka tehtyjen havaintojen nojalla asiaa ajatellen todennäköisesti ovat olemassa metsikön käsittelyn ja kuivumisen alkuun pääsyn välillä. Kuusikon kuntoa ja sen merkitystä kuivumisen alkuun pääsyssä rajoitetaan tällöin koskettelemaan vain sikäli kuin tämä kuivumisen syitä metsänhoidollisesti tarkastellen näyttäisi voivan tulla kysymykseen. Kulojen, suurien myrskytuhojen yms. tuhojen seurauksena olevia kuivumisia ei tämän tutkimuksen yhteydessä perusteellisemmin käsitellä, samoin jäävät kiintoisat, pitemmälle menevät, puun fysiologisen tilan vaihtelua koskevat, puun kuntoon ja sen kehitykseen liittyvät kysymykset tutkimuksen ulkopuolelle. Lopuksi pyritään vielä selvittämään kuusikoiden kuivumisen huomioimista metsänhoitotoimenpiteissä yleensä sekä viimeksi mainittujen soveltamista kuivuvien metsiköiden käsittelyyn.

Tutkimuksen rajoittaminen tutkittujen tapausten perusteella kuusikoiden kuivumista koskevaksi ei estä kysymyksen metsätuhojen perusteita koskevan sekä metsänhoidollisen tarkastelun tuloksia yleistämästä soveltuvalta osilta mäntymetsiäkin käsittäviksi (vrt. K a n g a s 1936). Kuitenkin on niitä pidettävä rajoituksensa mukaisesti pääasiassa kuusikoita koskevinä, ja sellaisina laajemman aineiston pohjalla vielä lisättävissäkin olevina. Tutkimuksen aineiston mukaisesti onkin sen tulokset käsiteltävä vain Etelä-Suomea koskeviksi.

Käsillä oleva tutkimus pyrkii tuomaan erään meillä viime vuosien kuluessa esillä olleen tuho-kysymyksen pohdittavaksi edellä esitetyissä puitteissa myös metsänhoidolliselta kannalta. Kirjoittajan käsityksen mukaan liittyvät näet tällaiset kysymykset erottamattomasti metsänhoidollisiin probleemeihin, jos niitä tarkastellaan todella metsän (metsikön, puiden) kannalta (vrt. S c h i m i t s c h e k 1942). Mikäli tutkimus pystyy varsinaisten tulostensa lisäksi tuomaan jonkin lisän tämän käsityksen tueksi, se on saavuttanut tarkoituksensa.

<sup>1</sup> Maannouseman esiintymistä kuusikoissa koskeva tutkimus (vrt. K a n g a s 1940 a), joka käsikirjoituksena on valmistumassa, tulee sisällyttämään huomattavasti myös tämän tärkeän kuivumistekijän biologista selvittelyä.

## Tutkimusmenetelmät.

Tutkimuksia suoritettaessa kuivuvissa kuusikoissa oli ko. metsikön yleisen kunnon selvittämiseksi ja käsityksen saamiseksi kuivumisen laajuudesta ensin tutustuttava metsikköön yleensä. Tässä yhteydessä tehtiin havaintoja myöskin kuivumisen yleisistä piirteistä, kuten siitä, miten kauan kuivumista jo oli ilmennyt, millä tavalla ja missä määrin se oli metsikössä esiintynyt, minkäläatuista kuivuminen silmävaraisen tarkastelun perusteella oli jne. Samoin luonnollisesti tehtiin alustavia havaintoja kuivumisen aikaansaavista tekijöistä eli ns. kuivumistekijöistä sekä otettiin selville, missä osassa metsikköä esiintyi kuivumisen eri asteessa olevia puita, jotka seikat oli välttämätöntä selvittää myös tarkempien tutkimusten suorittamista varten. Tällaisen yleiskuvan luominen saattoi jo edellyttää eräiden erikoistutkimusten suorittamista, erityisesti mikäli tarkoituksena oli tyytyä vain tuohon yleiskuvaan vertaus- ja vahvistusaineiston hankkimiseksi tarkemmin tutkituille tapauksille (metsiköille).

Metsikössä tapahtuvan kuivumisen seuraaminen usean vuoden aikana peräkkäin tarjosi mahdollisuuksia saada vahvistusta ja lisävalaistusta kuivumisen kehittymistä selvittävien analyysitutkimusten tuloksille. Tämän vuoksi tarkattiinkin eräitä kuivuvia metsiköitä pitkähkön aikaa, suorittaen niissä tutkimuksia useana eri kesänä. Samoin voitiin tällöin seurata kuivumisen vuoksi suoritettujen metsänhoitotoimenpiteiden (hakkuiden) vaikutusta kuivumisen jatkumiseen ja kehittymiseen. Tämä metsikön kuivumisen seuraaminen perustui — paitsi kuivumisen määrän ja suoritettujen hakkuiden toteamiseen — metsiköstä kokonaisuutena tehtyihin havaintoihin edellämainitun yleiskuvan muodostamisen tapaan.

Erityisesti viimeksi mainitussa suhteessa on voitu käyttää hyväksi myös päätutkimusalueitten virallisia papereita (hakkuukirjanpitoa, kartanselityskirjoja jne.). Edelleen tutkimusalueiden ammattihenkilöstön antamalla suullisilla tiedoilla kuivumisen synnystä, kehittymisestä, laajuudesta, aiheuttamista toimenpiteistä jne., kuivuvien metsiköiden aikaisemmasta käsittelystä (hakkuista) ja kunnosta ym. seikoista on ollut erittäin suuri merkitys tutkimukselle.

Yksityisessä puussa tapahtuvan kuivumisen kuvaamiseksi ja seuraamiseksi suoritettiin erikoistutkimuksia. Niistä tärkeimmät olivat itse kuivumisprosessia ja sen kuvausta koskevat. Nämä suoritettiin erästä analyysimenetelmää, *kuivumisanalyysiä*, käyttäen. Menetelmä on periaatteessa sama kuin ns. entomologisissa analyyseissä (Trägårdh 1923, 1927; Golovjanko 1926; Kangas 1934 a), mutta se poikkeaa niistä siinä, että kuivumisanalyysillä pyritään selvittämään kaikkien kuivumistekijöiden osuutta kuivumisprosessissa eikä vain hyönteisten, sekä ennen kaikkea kuvaamaan pääasiassa itse kuivumisen edistymistä. Kuivumisanalyysillä oli mahdollista selvittää, paitsi kuivumisprosessia (sen kulkua) sellaisenaan, myös kuivumisen alkuun pääsyn erilaisia syitä ja edellytyksiä, joskin tällöin eräät lähinnä biologisluontoiset lisäselvittelyt tulivat monesti täydennyksinä kysymykseen.

Tutkimusten yhteydessä kehitettiin aikaisemmin käytetyistä entomologisista analyyseistä (Kangas 1934 a) mainittu kuivumisanalyysimenetelmä silmällä pitäen sitä, että se soveltuisi, tutkimuksen tarkoitusta vastaten, antamaan kuvan nimenomaan puun kuivumistapahtumasta eikä vain kuivumista aiheuttavien tekijöiden (tuholaislajien) esiintymis- ja keskinäisistä suhteista (Kangas 1939, vrt. myös 1942 a ja b). Tällöin pantiin erityisesti painoa sille, että analyysi valaisisi kuivumisen edistymistä puun jatkuvan hengissä pysymisen tai sortumisen kannalta mahdollisimman perusteellisesti. Samalla haluttiin sen avulla päästä selvittelemään eri kuivumistekijöiden arvojärjestystä ja merkitystä puun kuivumisessa. Tällöin pääpaino analyyseissä siirtyi aikaisemmista eri kuivumistekijöiden keskinäisiä suhteita ja biologisia vaatimuksia valaisevista lukumääräisistä selvittelyistä niiden täsmälliseen ajalliseen ja alueelliseen paikallistamiseen, mikä tapahtui tarkkojen tutkimusten perusteella suoritetun runkovaipan kartoituksen avulla (vrt. Kangas 1942 a ja b). Monen kehityksen alaisena olleesta entomologisesta analyyseistä (Trägårdh 1923, 1925, 1926, 1927, 1929, 1930; Golovjanko 1926; Iljinsky 1928, 1931 a; Kangas 1934 a, b ja c, 1936; Zolk 1935) on näin pyritty kehittämään uusi menetelmä, kuivumisanalyysi. Myöhemmin tätä menetelmää on sovellettu edelleen spesiaalitutkimuksiin myös kasvitautien (tuhoojien) alalla juuristoanalyyseissä (Kangas 1940 a).

Viimeksi mainitut erikoistutkimukset maannousemasta kuusikoittemme uhkana liittyvät käsillä oleviin tutkimuksiin muiltakin kuin juuristoanalyyseiden osilta, vaikkakin nimenomaan ne juuri tulivat usein kysymykseen edellä mainittuina täydentävinä lisäselvittelyinä kuivumisprosessia tutkittaessa. Tällöin käytetyistä tutkimusmenetelmistä on ko.

tutkimuksen edeltävässä tiedonannossa (Kangas 1940 a) jo tehty selkoa, joten tässä yhteydessä riittänee viittaus siihen. — Myöskin aiemmin (ks. s. 10) mainituissa, eri syistä kärsimään joutuneiden metsien kuntoa ja niissä esiintyviä tuhoja koskevissa tutkimuksissa on käytetty analyysimenetelmien lisäksi mm. koeala- ja linja-arviointimenetelmiä, joiden selostaminen ei kuitenkaan kuulu vielä tähän yhteyteen, vaikkakin ko. tutkimukset myös näiltä osiltaan sivuavat esillä olevaa selvittelyä.

Kuusikoiden kuivumisen käsittely metsänhoidollisena kysymyksenä perustuu niihin tuloksiin, joihin ns. kuivumisanalyysillä on päädytty kuivumisen kulkua ja syitä selvitellessä, sekä niihin johtopäätöksiin ja ajatuksiin, joihin kuivuvista kuusikoista eri suhteissa tehdyt havainnot ovat johtaneet. Kymmenen vuoden aikana suoritettavat havainnot ja tutkimukset — erityisesti myös mainitut sodan aikana aloitetut mukaan luetuina — ovat antaneet tässä suhteessa niin paljon erilaista havaintoaineistoa, että sen hyväksikäyttö varsinaisten tarkempien tutkimusten tulosten lisäksi tulee suurelta osalta rajoittumaan vain viimeksi mainittujen tuloksena syntyneiden päätelmien ja ajatusten »näkyvämmän» tukena olemaan.

Varsinaisia tutkimuksia kuusikoiden kuivumisesta on suoritettu vuodesta 1934 lähtien jokseenkin säännöllisesti joka kesä aina vuoteen 1941 asti, tärkeimmät tutkimukset kesinä 1935, 1936, 1938 ja 1939. Kesällä 1940, maannousematutkimusten yhteydessä, tehtiin viimeiset, nimenomaan esillä olevaa kysymystä koskevat tutkimukset. Sen jälkeen sota täydelleen keskeytti tutkimukset neljäksi vuodeksi ja kysymystä jouduttiin käsittelemään vain havaintoja tehden eräiden muiden siihen läheisesti liittyvien kysymysten selvittelyn yhteydessä (ks. s. 10), mikä kuitenkin, varsinaisten peruskysymysten ollessa jo selvillä, on ollut omiaan suurentikin täydentämään ja syventämään varsinaisten tutkimusten tuloksia ja varsinkin niistä tehtyjä johtopäätöksiä.

## Tutkimusalueet.

Kuusikoiden kuivumista koskevia tutkimuksia suoritettiin pääasiassa Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen kokeilualueiden metsissä. Sattuneet kuivumistapaukset antoivat kuitenkin sopivia tutkimus- ja havainto-alueita muualtakin, myös yksityismetsistä. Koska tutkimusten suorittaminen edellytti jokseenkin vapaata puiden — myös terveiden puiden — kaatamisvaltaa, oli laajempien tutkimusten suorittaminen pakostakin rajoitettava pääasiassa tutkimuslaitoksen omiin metsiin. Esiintyneet kuivumistapaukset taas määräsivät ne alueet, jotka oli valittava tutkimus-alueiksi, joten näiden alueiden valinta ei ollut tutkimuksen suorittajan vallassa. Siksi yleistä kuusikoissa tapahtuva kuivuminen kuitenkin oli, että ns. havaintoalueitten valinta oli melkoisessa määrässä harkinnan varasakin. Joka tapauksessa tutkimusalueiden sijainti jäi riippumaan pääasiassa mainituista kahdesta rajoittavasta tekijästä, kuivumistapausten esiintymisestä ja metsikön omistussuhteista.

Varsinaiset tutkimusalueet sijaitsevat Raivolan ja Ruotsinkylän kokeilualueilla. Kummallakin niitä on kaksi, toinen varsinainen kuivuva kuusikko (pääalue), jossa tuhot ovat saavuttaneet varsin laajat mittasuhteet ja kuivuminen jatkunut useiden vuosien ajan aiheuttaen metsikössä mm. hakkuiden toimeenpanoja, ja toinen (lisäalue), jossa kuivuminen on rajoittunut vain yksityisiin puihin ja se on ollut luonteeltaan enimmäkseen tai kokonaan, ainakin näennäisesti, tilapäistä. Näillä alueilla on kuivumisen kehitystä seurattu usean vuoden aika sekä suoritettu laajempia yksityiskohtaisia tutkimuksia kuivumisprosessin, kuivumistekijöiden, kuivumisen alkuun pääsyn sekä metsänhoidollisten kysymysten selvittämiseksi.

Varsinaiset tutkimusalueet ovat:

1. Korpikylä-Lintulan vaftionpuisto Raivolan kokeilualueella Kivennavalla (pää- ja samalla tärkein tutkimusalue).



2. Raivolan lehtikuusikko Raivolan kokeilualueella Uudellakirkolla (lisäalue).

3. Sjöskog-Meilbyn virkatalonmetsä Ruotsinkylän kokeilualueella Helsingin pitäjässä (pääalue).

4. Ruotsinkylän kokeilualue (kotipalsta) Tuusulassa (lisäalue).

Havaintoalueet ovat hajaantuneet enemmän eri puolille maata ja niitä on vähän useampia kuin varsinaisia tutkimusalueita. Enimmät niistäkin sijaitsevat eri kokeilualueilla ja Etelä-Suomessa, Kivalon kokeilualueen Kumpu-Kivalon aluetta Rovaniemellä lukuunottamatta. Eräitä havaintoalueita on kuitenkin ollut yksityisten tahi yhteisöjen metsissä (Helsingin kaupungin metsä Oulunkylässä ja eräät yksityismetsät Viipurin pitäjässä). Kuivumistapaukset ovat eri havaintoalueilla olleet varsin erilaatuisia. Havaintoalueilla suoritettut tutkimukset ovat rajoittuneet yleiskuvausten laatimiseen sekä tarpeellisten detaljitutkimusten (havaintojen, tarvittaessa yksityisten analyysien) suorittamiseen. Tarkoituksena on ollut saada kuivumistapauksista vertausaineistoa varsinaisten tutkimusalueiden kuivumistapauksille ja siten selvyyttä kuivumisen ja sen syy-yhteyksien yleisiin suhteisiin. Tutkimuksia on suoritettu havaintoalueilla yleensä vain kerran.

Havaintoalueet, joilla kuusikoiden kuivumiskysymystä on tavalla tai toisella selvitetty, ovat seuraavat:

1—3. Kolme yksityismetsää Viipurin pitäjässä.

4. Helsingin kaupungin metsä Oulunkylässä.

5. Gråön saari Solbölen kokeilualueella Bromarvissa.

6. Vesijaon kokeilualue (kotipalsta) Padasjoella.

7. Kumpu-Kivalo Kivalon kokeilualueella Rovaniemellä.

Edellä jo mainittujen kuusikoiden kuivumiskysymykseen läheisesti liittyvien tutkimusten töitä on suoritettu osittain samoilla tutkimusalueilla kuin äsken luetellut (mm. maannousematutkimuksia), mutta suurelta osalta myös muualla, mm. viime sodan taistelualueilla.

Pääosa itse kuivumisprosessia, kuivumistekijöitä ja kuivumisen alkuunpääsyä koskevista tutkimuksista, mm. enimmät kuivumisanalyysit, on suoritettu Korpikylä-Lintulan valtionpuistossa, joka muodostaa tärkeimmän tutkimusalueen. Kuivumisen kehitystä on niin ikään tällä alueella tarkimmin seurattu. Tutkimuksen ns. materiaallinen perusta on suurimalta osaltaan peräisin tältä tutkimusalueelta.

Tutkimuksen yleistulokset, ja erityisesti kuivumiskysymyksen metsänhoidollisen puolen käsittely, perustuvat kuitenkin kaikkien varsinaisten

tutkimusalueitten sekä havaintoalueitten antamaan aineistoon, vaikei se materiaalisesti olekaan suhteellista tärkeimmän tutkimusalueen aineiston kanssa. Peruskysymysten tultua selvitettyiksi tällä tutkimusalueella onkin suuritöisen ja paljon aikaa vievän materiaalsen aineiston hankkiminen muilta alueilta ollut tarpeetonta yleistuloksia varten tarvittavan aineiston kokoonsaamiseksi, vaan tämä on voitu saada hankituksi useinkin, peruskysymysten tuloksia hyväksi käyttäen, pelkkien havaintojen teolla.

## Kuusikoiden kuivuminen.

### Kuivumistekijät.

Kuivuneissa ja kuivuissa kuusissa tavataan yleensä varsin runsaasti eri hyönteislajeja, varsinkin jo täysin kuivissa puissa (vrt. S a a l a s 1917, 1923). Samoin monet eri sienet voivat esiintyä kuivumisen eri asteella olevissa puissa (vrt. L i r o 1924). Melkoinen osa kummistakin tavataan puussa vain ennen sen lopullista kuivumista. Enimmät niistä elävät kuitenkin kuivassa puussa, monet itse puuaineessa, ja nekin — vielä useammat —, jotka elävät kaarnan alla, nila- ja jälsikerroksissa, ovat tulleet puuhun sen ollessa jo kuoleva, kuollut, ehkäpä täysin kuivakin. Eräät taas rajoittuvat esiintymisessään puussa vain sen kaarnaan. Lisäksi saattaa kuivuneissa (kuivuissa) puissa tavata muitakin merkkejä tai jälkiä siitä, että puu on joutunut ulkoisten tai sisäisten tekijöiden vikuuttamaksi. Kun nyt ryhdytään tarkastelemaan, mitkä tekijät ovat olleet syynä puun kuivumiseen, voidaan heti todeta, että suurin osa jo kuivissa kuusissa tavattavista hyönteis- ja sienilajeista on sellaisia, joilla aivan ilmeisesti ei ole koskaan mitään tekemistä itse puun kuivumisen kanssa. Toisaalta ne kuitenkin esiintymisellään jättävät selvät merkit (jäljet) puuhun sekä hävittävät monet tai kaikkikin siinä aikaisemmin olleiden lajien jäljet. Puiden kuivuessa on perästä päin vaikeata saada selville, mitkä tekijät kuivumisen alusta alkaen ovat puussa esiintyneet, ja näin ollen usein mahdotonta selvittää itse kuivumisen aikaansaaneita tekijöitä. Kun lisäksi kysymykseen saattavat tulla siksi erilaiset tekijät, biologisesti ja vaikutukseltaan erilaiset, kuin jo on mainittu, nimittäin monet eri hyönteistuholaiset ja sienituhoojat sekä muut tekijät (mekaaniset vioittumat, sisäiset viat jne.), joilla voi olla osuutta kuivumistapahtumaan, on luonnollista, ettei jo kuivasta puusta, varsinkaan jokin aika sitten kuolleesta, ole enää helppoa päästä selville kuivumisen (kuoleman) syystä, ei edes aina viime kädessäkään, lopullisessa eli varsinaisessa kuivumisvaiheessa esiintyneestä, puhumattakaan sitten alkuperäisestä kuivumisen alkuunpanijasta.

Edellä mainitusta syystä jo on kuivumisprosessiin, erityisesti sen alkuvaiheisiin, osallistuvien tekijäin selville saamiseksi ja tietysti vielä enemmän niiden puuhun ilmestymisjärjestyksen ja puun kuivumisen syyn tarkaksi määrittelemiseksi välttämätöntä suorittaa kuivumisanalyysijä puista, jotka vasta parhaillaan kuivuvat, mutta eivät vielä ole kuolleet. On siis tehtävä analyysijä eri kuivumisasteista, ja kuivumisen alkuperäisen syyn selvittämiseksi lisäksi mm. myös niin aikaisista kuin mahdollista. Niinpä kuivumisanalyysijä tehtäessä on yleensä rajoitettu vain vielä hengissä olevien kuusten analysoimiseen. Tällöin jää kuitenkin kuva kuivumisprosessin eri vaiheissa esiintyvistä tekijöistä vain analyysien perusteella muodostettuna puutteelliseksi. Ne tekijät, jotka, vaikkapa melkein säännöllisestikin, esiintyvät kuivumisen aivan viime vaiheessa, jäävät näin analyysissä esiintymättä. Tämä seikka saattaisi olla, biologisesti otettuna, suurikin puute, mutta metsikön (puiden) kuivumisen kannalta ei tuolla kuivumisen aivan viimeisellä vaiheella ja siinä esiintyneillä tekijöillä enää ole käytännöllistä merkitystä. Kuivumisprosessissa esiintyvien tekijöiden luettelo ei näin ollen vastaa esitettävien analyysien perusteella tehtyä luetteloja, vaan jälkimmäistä on huomattavasti täydennettävä, jotta kaikki kuivumiseen vaikuttamaan pystyvät tekijät tulisivat mainituiksi.

Edelleen tärkeimmät kuusien kuivumisessa kysymykseen tulevat tekijät ovat esiintymisvaatimuksiinsa ja -tapoihinsa nähden meilläkin jo yleisesti tunnettuja. Hyönteistuholaisista on jokseenkin kaikista varsin perusteellinen biologinen selvitys S a a l a a n (1917, 1923) suuressa kuusikuoriaisia koskevassa tutkimuksessa, ja lisäksi on jo mainittu eräät tämän tutkimuksen yhteydessä kertyneeseen biologiseen aineistoon perustuvat julkaisut (K a n g a s 1938, 1939). Sienituhoojista voidaan viitata L i r o n (1924), H i n t i k a n (1930) ja K u j a l a n (1935) teoksiin sekä maanouseman osalta myös sitä koskevien tutkimusten tulosten jo julkaistuun lyhyeen selostukseen (K a n g a s 1940 a). Muitten tekijöitten osalta ei tässä suhteessa kaivattane selvitystä sen enempää, kuin mitä myöhemmän käsittelyn (ss. 24—28 ja 102—127) yhteydessä tulee ilmi. Kuten on jo mainittu, luovutaankin tässä yhteydessä sen enemmistä biologisluontoisista selvittelyistä, lukuunottamatta niitä enemmän tai vähemmän epävarmoja, yleensä vähämerkityksisiä tai harvinaisia tapauksia, joista seuraavassa lyhyesti tulee puhe.

K u i v u m i s t e k i j ä t, so. kuivumisprosessiin osallistuvat, sitä suuremmassa tai pienemmässä määrässä edistävät tekijät, ovat kuivumisen (puun) kannalta merkitykseltään mitä suurimmassa määrässä vaihte-

levia. Tämä riippuu lähinnä kuivumistekijöiden (biologisesta) luonteesta, esiintymistavasta ja esiintymismäärästä. Toisten tekijäin vaikutus kuivumisen kulkuun saattaa näin ollen, kuivumisen edistämistä huolimatta, jäädä jokseenkin tuntumattomaksi, kun taas toiset suorastaan ratkaisevalla tavalla määräävät sen suunnan. Nämä jälkimmäiset, oleellisesti kuivumisen kehittymiseen vaikuttavat tekijät, esittävät tärkeintä osaa kuivumistyyppien määrittelemisessä. Molempien äärimmäisyyksien välillä esiintyy kaikkia väliarvoja vastaavia tekijöitä, ja sama tekijäkin saattaa eri tapauksissa kuulua aivan eri arvoluokkaan kuivumistekijänä.

Esiintyviä kuivumistekijöitä on edellä esitetyn vuoksi vaikeata järjestää mihinkään tarkkaan vaikutuskykynsä mukaiseen arvojärjestykseen. Iljinsky (1931 a) on jakanut ko. tekijät kolmeen ryhmään, päätuholaisiin, niiden korvaaja- tai ainakin puulle vaarallisiin tuholaisiin, sekä kolmanneksi seuraaja- eli kolmassijaisiin tuholaisiin. Aina tietysti voidaan suorittaa tietynlaisia ryhmityksiä tärkeihin ja vähemmän tärkeihin tai kokonaan vähämerkityksisiin tekijöihin, esim. ottamalla perustaksi tekijöiden primäärisyyden enimmäismahdollisuudet. Tällainen karkeakin jako voisi kuitenkin olla omiaan selventämään eri kuivumistekijöiden merkitystä. Seuraavassa näitä koskevassa luettelossa pyritään eri tekijät jakamaan juuri äsken mainitulla perusteella kahteen eri ryhmään, 1) niihin (ensisijaisiin), jotka voivat (mutta joiden ei aina tarvitse) oleellisesti määrätä kuivumisen kulun suunnan ja esiintyä kuivumisen alkuunpanijoina — ainakin osaksi — sekä siten myös määrätä muiden kuivumistekijöiden esiintymisen, mikä on edellä mainitusta suuresti riippuvainen, ja 2) niihin (toissijaisiin), jotka yleensä äärimmäisyystapauksissakaan eivät kykene kuivumisen kehittymiseen oleellisesti (suuntaa antavasti) vaikuttamaan, mutta jotka silti saattavat, huomattavallakin tavalla, edistää kuivumista. Kuivumistekijät luotellaan kummassakin ryhmässä lisäksi luonnollisiin ryhmiinsä järjestyneinä, erikseen tuhohyönteiset, tuhosienet ja muut tekijät. Jälkimmäiseen, toissijaisten ryhmään, kuuluisi luonnollisesti kokonainen joukko eri tekijöitä, jos kaikki vähäpätöisetkin huomioitaisiin. Tarkoituksena on kuitenkin jättää tutkimusten yhteydessä todetuista varsinaisen luettelon ulkopuolelle kaikkein vähämerkityksisimmät, vain hyvin harvoin esiintyneet sekä täysin satunnaiset tekijät, joilla tuskin olisi muuta kuin puhtaasti entomologinen (mykologinen) merkityksensä. Melkoinen osa niistä mainitaan sitten erikseen luettelon jälkeen.

## 1. Ensisijaiset kuivumistekijät.

### Hyönteiset:

Sinikauniainen <sup>1</sup>	<i>Melanophila cyanea</i> F.
Kuusijäärät	<i>Tetropium</i> spp.
(Kiiltävä kuusijäärä)	( <i>Tetropium castaneum</i> L.)
(Himmeä kuusijäärä)	( <i>Tetropium fuscum</i> F.)
Kuusen pikikärsäkäs	<i>Pissodes harcyniae</i> Hbst
Ukkoniluri	<i>Dendroctonus micans</i> Kugel
Monikirjaajat	<i>Polygraphus</i> spp.
(Varsinainen monikirjaaja)	( <i>Polygraphus poligraphus</i> L.)
(Himmeä monikirjaaja)	( <i>Polygraphus subopacus</i> Thoms.)
Kuusen oksakirjaaja	<i>Pityophthorus micrographus</i> L.
Kuusen tähtikirjaaja	<i>Pityogenes chalcographus</i> L.
Kirjanpainajat	<i>Ips typographus</i> L. ja <i>duplicatus</i> Sahlb.
(Kirjanpainaja)	( <i>Ips typographus</i> L.)
(Pieni kirjanpainaja)	( <i>Ips duplicatus</i> Sahlb.)

### Sienet:

Kuusen syöpä	<i>Dasyscypha (Lachnellula) resinaria</i> (Cke & Phill.) Rehm.
Mesisieni	<i>Armillaria mellea</i> (Fl. Dan.) Quél.
Maannousema	<i>Fomes (Fomitopsis) annosus</i> (Fr.) Cke
[Kuusen kääpä]	[ <i>Polyporus (Trametes) odoratus</i> (Wulf.) Fr.]
[Männyn kääpä]	[ <i>Fomes (Trametes) pini</i> (Thore) Karst.]

### Muut tekijät:

Tuuli  
Mekaaniset viat

## 2. Toissijaiset kuivumistekijät.

### Hyönteiset:

Runkokytry	<i>Ernobius explanatus</i> Mannh.
Havupuunkantojäärä	<i>Rhagium inquisitor</i> L.
[Kukkajäärät] <sup>2</sup>	[ <i>Leptura</i> sp. ( <i>Judolia</i> sp.)]

<sup>1</sup> On varauksin luettava tähän ryhmään harvinaisuutensa vuoksi meillä, vaikkakin se kuivumistekijänä ilmeisesti luonteeltaan kuuluu tänne (Iljinsky 1931 b; vrt. Saalas 1923, ss. 161—162).

<sup>2</sup> Lähinnä kysymykseen tulevat lajit ilmeisesti ovat veripunainen (*Leptura sanguinolenta* L.) ja punaruskea kukkajäärä (*L. inexpectata* Janss. & Sjöb.), mahdollisesti myös *Judolia sexmaculata* L. — Tavattuja toukkia ei voitu lajilleen määrittää.

Suutari ja räätäli	<i>Monochamus sutor</i> L. ja <i>rosenmülleri</i> Cederhj.
[Oksajääriäiset]	[ <i>Pogonochaerus</i> spp.]
[(Oksajääriäinen)]	[( <i>Pogonochaerus fasciculatus</i> DeG.)]
[(Sirojääriäinen)]	[ <i>Pogonochaerus decoratus</i> Frm.]
Vaippaniluri	<i>Hylurgops palliatus</i> Gyll.
Kääpiökirjaajat	<i>Crypturgus</i> spp.
(Karvainen kääpiökirjaaja)	( <i>Crypturgus hispidulus</i> Thoms.)
(Pieni kääpiökirjaaja)	( <i>Crypturgus pusillus</i> Gyll.)
Sileä kätkökaarnuri	<i>Cryphalus saltuarius</i> Wse
[Havupuun tikaskuoriainen]	[ <i>Trypodendron lineatum</i> Ol.]
[Puupistiäiset]	[ <i>Sirex</i> sp., <i>Paururus</i> sp., <i>Xeris</i> sp.]
[(Jättiläispuupistiäinen)]	[( <i>Sirex gigas</i> L.)]
[(Sininen puupistiäinen)]	[( <i>Paururus juvenis</i> L.)]
[(Kuusen puupistiäinen)]	[( <i>Xeris spectrum</i> L.)]
[Hevosmuurahainen]	[ <i>Camponotus herculeanus</i> L.]
[Eräs kärpäslaji]	[ <i>Diptera</i> sp.]

## Sienet:

[Puunsinistäjä]	[ <i>Ceratostomella piliifera</i> (Fr.) Winter coll.]
[Pohjankääpä]	[ <i>Polyporus (Bjerkandera) borealis</i> (Wahlenb.) Fr.]
[Kuusen valekääpä]	[ <i>Stereum sanguinolentum</i> (A. & S.) Fr.]

## Muut tekijät:

Tikat	
Kuoren palo	
Pihkarakkulat	( <i>Resinosis</i> )

Luettelossa on yhdistetty eräitä systemaattisesti eri lajeja yhdeksi kuivumistekijäksi sen perusteella, että niiden vaikutus kuivumisen edistymiseen on täysin samanarvoinen ja samanlaatuinen, useissa tapauksissa ne vielä esiintyvät yhtäaikaistekin. Tällöin kyseeseen tulevat lajit, paitsi suutaria ja räätäliä, on mainittu luettelossa kuivumistekijän yhteisnimen alla sisäänvedettyinä (sulkeissa). Edelleen on luettelossa eräät kuivumistekijät merkitty hakasulkeitten [ ] sisään; niiden osuus itse kuivumisprosessiin on epäselvä. — Suomenkielisten nimien jäljessä on hyönteisten ja sienien latinaiset nimet.

Luettelon ensimmäiseen osaan on otettu kaikki kuivumisanalyseissä tavatut ensisijaiset kuivumistekijät, vaikkapa niitä ei olisi tavattu kuin kerran. Niiden on suuren primäärisyytensä (aktiivisuutensa) vuoksi katsottu sen ansaitsevan. — Luettelon jälkimmäistä osaa sen sijaan voitai-

siin, kuten mainittu, melkoisesti laajentaakin, sillä ilmeisesti kuivumista edistävinä on vähäisessä määrässä tai satunnaisesti tavattu useita muitakin lajeja. Luetteloon sisältyvien, yleisemmin esiintyvien tekijäin lisäksi voitaisiin näistä mainita vielä mm. kulokauniainen (*Melanophila acuminata* DeG.), kaarnajumi (*Anobium emarginatum* Duft., [?]), Tuomaan jumi (*Anobium thomsoni* Kraatz), harmojäärä (*Callidium coriaceum* Payk., [?]), tumma pikikärsäkäs (*Pissodes gyllenhalii* Gyll.), tukkimiehen täi (*Hyllobius abietis* L.), suomuniluri (*Xylechinus pilosus* Ratz.), kuusenniluri (*Hylastes cunicularius* Er.), uurteinen kätkökaarnuri (*Cryphalus abietis* Ratz.), sukaniluri (*Phthorophloeus spinulosus* Rey, [?]), kannon hutikirjaaja (*Dryocoetes autographus* Ratz., [?]), nyhäkaarnakuoriainen (*Orthotomicus proximus* Eichh.), kulokaarnakuoriainen (*Orthotomicus suturalis* Gyll.), eräs lehtipistiäislaji (*Strongylogaster* sp., [?]) ym. Näistäkin osa on sellaisia, joiden todellinen osuus kuivumisprosessiin on vielä epäselvä (merkitty kysymysmerkillä hakasulkeissa [?]). — Kuusella tavattavia tuholaisia (tuhoojia) on meiltä tunnettu vielä melkoinen määrä lisää, mutta niitä ei esillä olevan tutkimuksen aineistoon kuuluvissa tarkastetuissa kuivumistapauksissa ole tavattu. Saalas (1919, 1923) mainitsee mm. nelikuoppakauniaisen (*Anthaxia quadripunctata* L.), kulopukit<sup>1</sup> (*Stephanopachys elongatus* Payk. ja *substriatus* Payk.), katkosiipijäärän (*Caenoptera minor* L.), mustajäärän (*Asemum tsriatum* L.), aaltojäärän (*Semanotus undatus* L.), idän harjunilurin (*Carphoborus rossicus* Semen.), kaljunilurin (*Hylurgops glabratus* Zett.), himmeän kääpiökirjaajan (*Crypturgus cinereus* Hbst.)<sup>2</sup> ja Saalaan tähtikirjaajan (*Pityogenes saalasi* Eggers) sekä vielä myöhemmin (Saalas 1938) Ruotsin oksakirjaajan (*Pityophthorus trögårdhi* Spess.). Edelleen mainitaan kirjallisuudessa mm. kuusen pahkatauti (*Nectria cucurbitula* (Tode) Fr.) meillä tässä kysymykseen tulevana sienitautina (Liro 1924)<sup>3</sup>. Kaikki edellä luetellut tekijät voivat siis vielä erikoistapauksissa esiintyä kuivumisen edistäjinä — ja varmaankin vielä muitakin —, mutta mikä niiden todellinen osuus tällöin kuivumisprosessissa olisi, on useimpien kohdalta epäselvää. — Tutkimusten yhteydessä kuivuissa kuusissa tavatut, mutta osuudessaan kuivumisprosessiin epäselviksi [?] merkityt, kuivumistekijäluettelon ulkopuolelle jätetyt edellä luetellut lajit ovat

<sup>1</sup> Ehdotettu suomalainen nimi.

<sup>2</sup> Kysymyksessä saattaa ehkä olla kirjoittajan painatuksen aikana (2. III. 1945) maastamme esittämä kääpiökirjaajalaji, *Crypturgus subcribrosus* Egg. Vielä keskeneräiset tutkimukset näyttäisivät näet viittaavan siihen, että meillä kuusella esiintyvät, himmeäksi kääpiökirjaajaksi määritetyt yksilöt kuuluvatkin tähän uuteen lajiin (vrt. myös Palm 1944, s. 171).

<sup>3</sup> Vrt. Ferdinandsen & Jørgensen 1938–39, ss. 110–112.

joutuneet niin harvoin tai sellaisissa oloissa tutkimusten kohteeksi, ettei niistä ole tässä yhteydessä tehtyjä tarkempia havaintoja olemassa. Toisista lajeista on sen sijaan olemassa selvät havainnot siitä, että ne voivat edistää — joko yksinään tai toisten tekijäin ohella — kuivuvien kuusien kuivumisprosessia. Kirjallisuustietojen perusteella voitaisiin niihin epäselvistä liittää ilmeisesti ainakin harmojääriä ja sukaniluri. Kirjallisuudessa on ko. suhteessa epäselviksi merkityistä saatavissa meikäläisissä oloissa tehdyt seuraavat havainnot ja arviot.

Kaarnajumi mahdollisesti saattaa välistä aiheuttaa (tai edistää) välillisesti vaarallisempien lajien, kuten kuusijäärien, harmojäärien ja runkokytryn ilmestymistä puuhun myöhemmin (S a a l a s 1923, ss. 212—213). Harmojääriä on fysiologisesti kuuselle hyvin vaarallinen ja saattaa esiintyä puissa, joilla on vielä vihreä latvus, vieläpä aivan terveissäkin (S a a l a s 1923 ss. 400 ja 401). Sukaniluri on meillä hyvin harvinainen, mutta elää pystypuissa ja on tavattu aivan terveistäkin kuusista (S a a l a s 1919, s. 197 ja 1923, s. 481). Kannon hutikirjaaja kuuluu kaikkein sekundäärisimpiin kaarnakuoriaisiimme, mutta on tavattu kuitenkin myös elävässä (vihreälatvuksisissa), ukkonilurin ja himmeän kuusijäärien ym. vikuuttamassa kuusessa (S a a l a s 1919, s. 282 ja 1923, s. 615). Kotimaisessa kirjallisuudessa ei tiettävästi ole havaintoja *Strongylogaster*-lehtipistiäisestä, mutta kysymyksessä ovat lajin koteloitumiskäytävät, jotka tuskin ulottuvat kaarnassa nilakerrokseen asti, joten laji ehkä ei lainkaan vaikuta kuivumisprosessiin (vrt. E n s l i n 1912—1918).

Luetteloon sisältyvistä hakasulkeisiin merkityistä tekijöistä ensisijaisiin kuuluvat kuusen ja männyn kääpä tulevat tarkemmin käsiteltäväksi seuraavassa alaluvussa. Toissijaisiin kuuluvat ansaitsevat tässä lyhyen tarkastelun omien havaintojen ja kirjallisuuden perusteella. Muista toissijaisista tekijöistä muut paitsi havupuun kantojääriä ja kääpiökirjaajat havaintojen mukaan esiintyvät yleisesti tai varsin usein kuivumisprosessiin selvästi edistävänä vaikuttavina, ja molemmat viimeksi mainitutkin ovat kirjoittajan käsityksen mukaan eräissä tutkituissa tapauksissa voineet viimeisessä vaiheessa vaikuttaa kuivumisesta lisävasti.

K u k k a s j ä r i s t ä on tavattu vain toukkia, joita ei, kuten mainittu, ole voitu määrittää. S a a l a s (1923) mainitsee kuusikuoriaisten joukossa kolme *Leptura*-lajia (*L. rubra* L., *L. sanguinolenta* L. ja *L. inexpectata* Janss. & Sjög.<sup>1</sup>), joista jälkimmäisin on erityisesti kuusilaji ja tavattu

<sup>1</sup> S a a l a s (1923) mainitsee kolmantena lajin *L. dubia* Scop., mutta sittemmin on todettu, että meikäläiset *L. dubia*-yksilöt kuuluvatkin J a n s s o n i n ja S j ö b e r g i n (1928) Ruotsista selittämään uuteen *L. inexpectata* lajiin, ja *L. dubia* ei meillä lainkaan tavata (H e l l e n 1930).

mm. kulon vikuuttamassa kuusessa munintapuuhiissa (taloudellinen merkitys on tuntematon). *L. sanguinolenta* elää S a a l a n (1923) mukaan sekä männyn että kuusen kannoissa eikä ole tuholainen. Kirjoittajan havaintojen mukaan se on elänyt männyn kannoissa (Kivennapa, Ikolanjärvi), mutta tavattu myös hakkuualoilla, joilla on ollut kuusen kantoja. *L. rubra* on vain ulkomaisten kirjallisuustietojen mukaan otettu kuusikuoriaisten joukkoon (S a a l a s 1923). Kirjoittaja on todennut sen kehittyneen männyn kannoissa (Juupajoki, Hyytiälä). *Judolia sexmaculata* L. voisi myös ehkä tulla kysymykseen sen perusteella, että lajin on todettu esiintyvän yleensä kuusimetsissä (esim. erikoisesti Pohjois-Suomessa — Kumpu-Kivalo, Sallan Pyhäkuru ym.) ja todettu Punkaharjulla (Lehtisalo) useita naarasyksilöitä kuusirankakasalla, ilmeisesti munintapuuhiissa (uroksia parveilemassa ympärillä). Lähinnä kuitenkin olisi edellä esitetyn perusteella oletettavissa, että kysymyksessä on *Leptura inexpectata* tai sitten mahdollisesti *L. sanguinolenta*. *L. inexpectata* on prof. S a a l a n havaintoarkiston mukaan kaikissa niissä tapauksissa, joissa lajin elintapa toukka-asteella on selvästi käynyt ilmi, elänyt kuusella. Korpikylä-Lintulan tutkimusalueella laji oli varsin yleinen kuivuvissa kuusikoissa, joten siellä kuivuvissa puissa tavatut *Leptura*-malliset toukat ovat hyvinkin voineet olla sen toukkia. — Tehtyjen havaintojen perusteella (Korpikylä-Lintula ja Ruotsinkylä) voi ko. toukilla olla vähäinen merkitys jo kuivuvan kuusen kuivumisen edistäjänä (toukkia, paitsi kuivan kuoren alueella, myös kuivan ja tuoreen rajalla).

O k s a j ä r i ä i s t e n on molempien todettu meillä esiintyvän kuusella, vaikka ne ehkä ovat enemmän mäntylajeja, ja erityisesti varsinaisen oksajääriäisen on arvioitu voivan olla fysiologisesti vahingollisen (S a a l a s 1923). — Havaintojen mukaan (Korpikylä-Lintula, Huopalahti, Vesijako) voivat oksajääriäistoukat kuivuvissa puissa edistää kuivumisprosessia, vaikkakin se ilmeisesti vaikutukseltaan jää vähämerkityksiseksi, sillä useimmissa tapauksissa se rajoittuu oksiin, joissa tavallisesti vielä on muitakin lajeja, ennen kaikkea sukaniluri.

H a v u p u u n t i k a s k u o r i a i n e n saattaa S a a l a n (1923) mukaan kyllä poikkeuksellisesti esiintyä parhaillaan kuivumassa olevissa kuusissa ja männnyissä, etenkin jälkimmäisissä. Männnyllä on lajin todettu tehtyjen havaintojen mukaan joskus esiintyvän kuivuvissa puissa sellaisissakin kohdissa, joissa vielä on puolituore kuori, vieläpä kuusellakin pari kertaa (Korpikylä-Lintula). Kuitenkaan ei tällöin ole voitu todeta selaista selvää fysiologisesti vahingollista tuhoa kuin lehtipuun tikaskuoriaisen (*Trypodendron signatum* F.) on todettu koivulla aiheuttaneen (K a n g a s 1942 b).

Puupistiäisten osuus kuivumisprosessiin on yhtä epäselvä kuin edellisenkin. Tyypillisinä teknillisesti vahingollisina tuholaisina ne esiintyvät yleensä samalla tapaa kuin havupuun tikaskuoriainenkin. Kuitenkin on niiden todettu esiintyvän vasta varsin vähän vikautuneissa, kuivumisensa alkuvaiheessa olevissa puissakin. Sodan aikana metsien kuntoa koskevien tutkimusten yhteydessä todettiin mm. kuusen puupistiäisen yrittäneen munia vain vähän mekaanisesti vioittuneeseen kuuseen, jossa tosin oli pihkavuotoa melkoisesti, sillä seurauksella että munivat naaraat, ilmeisesti puun aiheuttaman pihkavuodon vuoksi, olivat juuttuneet munanasetinpistimistään kiinni puuhun ja muninta oli keskeytynyt. Ainoat kuivumista aiheuttavat muut tekijät olivat juuri puuhun ilmestyneet kuusijäärät.

Hevosmuurahainen näyttää erityisesti suosivan maannouseman saastuttamia puita. Niissä se tekee rungon tyviosaan, lahoon osaan, käytävänsä ja pesänsä sekä myös kulkutiensä ulos puusta. Juuri sen esiintyminen kuusessa houkuttelee tikkoja hakkaamaan sitä ja siten vioittamaan puuta. Hevosmuurahaisen ja maannouseman välisistä suhteista on maannousematutkimusten yhteydessä tehty analyysejä ja tarkempia havaintoja, joiden käsittely jää mainitun tutkimuksen puitteissa esitettäväksi. Niiden perusteella näyttäisi kuitenkin olevan mahdollista sekin, että hevosmuurahaisen esiintyminen edistäisi maannouseman leviämistä sen saastuttamassa puussa, ja jos näin on, hevosmuurahaisen vaikutus välillisesti puun fysiologiseen tilaan ja kuntoon olisi silloin todettava. Hevosmuurahaisen merkitys puun kuivumisprosessissa näyttää näin olevan välillistä, välitöntä vaikutusta ei ainakaan varmuudella ole voitu osoittaa.

Kärpästoukki, joista tässä on kysymys, ei ole onnistuttu tarkemmin määrittämään. Ne ovat esiintyneet yleensä kuivuvan kuoren alueella, mutta myös miltei tuoreessakin kuoressa. Onko niillä ollut osuutta itse kuivumisprosessissa, on jäänyt selvittämättä. Joka tapauksessa ne tekevät pienet käytävänsä nilakerrokseen. Samantapaista kärpästoukkien esiintymistä ja niiden aiheuttamia käytäviä nilassa on Yrjö Kangas (1937, käsikirjoitus) eräessä julkaisemattomassa tutkielmassa kuvannut esiintyvän tuoreissa kuusen kannoissa täysin tuoreessa kuoressa, nilakerroksessa. Tällöin ovat olleet kysymyksessä *Stratiomyidae*-heimoon kuuluvat toukat.

Puunsinistäjä seuraa säännöllisesti eräitä teknillisesti vahingollisia metsätuholaisia (esim. havupuun tikaskuoriaista) puuhun (vrt. Neger 1919), mutta myös usein fysiologisesti vahingollisia tuholaisia,

nimenomaan sellaisia, joitten käytävät painuvat myös itse puuosaan, mantoon (vrt. esim. Iljinsky 1931 b). Tutkimuksissa on todettu näin tapahtuvan mm. kuusijäärien esiintymisen yhteydessä sekä eräissä poikkeustapauksissa. Männyllä ilmiö on paljon yleisempi, esim. vaakanävertäjän (*Blastophagus minor* Hart.) ja okakaarnakuoriaisen (*Ips acuminatus* Gyll.) esiintymisen yhteydessä. Iljinsky (1931 b) esittää puunsinistäjän sinikauniaisien primääriseen esiintymisen yhteydessä vaikuttavan myös fysiologisesti tuhoavana, tappaen erittäin nopeasti jälsikerroksen tuoreessa jällessä kulkevien sinikauniaisikäytävien ympäristöstä. Vastavaa ilmiötä on meillä tutkimuksissa todettu männyllä edellä mainittujen lajien esiintyessä kuivumistekijöinä. Missä määrin tällöin, ja myös Iljinsky'n (1931 b) kuvaamassa sinikauniaistapauksessa, on todella kysymys puunsinistäjän fysiologisesti vahingollisesta tuhosta tai missä määrin sen nopea ilmaantuminen ko. tuholaisien esiintymisalueelle riippuu näiden tuholaisien rungon poikkisuuntaan kulkevien, jäljen vesi- ja ravintoyhteydet katkaisevien käytävien nopeasta jättä kuivattavasta vaikutuksesta, on kirjoittajan käsityksen mukaan vielä ratkaisematta, vaikkakin puunsinistäjän fysiologinenkin vaikutus näyttää havaintojen perusteella hyvin mahdolliselta. Erikseen vielä puunsinistäjän osuus kuivumisprosessiin kuusella voi ollakin toisenlainen kuin männyllä, sillä näillä puilla esiintyvät sinistäjälaajat ovat ainakin osaksi eri lajeja (vrt. Neger 1919, Schwerdtfeger 1944).

Pohjankääpä (hiililahan aiheuttaja) on tavattu hyvin harvoin maan eteläosan kuivuvissa kuusikoissa, sen sijaan Pohjois-Suomessa (esim. Kumpu-Kivalossa) se on todettu huomattavasti useammin (vrt. Heikinheimo 1920). Onko hiililaholla, juuriston kautta puuhun tunkeutuvana kuten maannousemakin, myös juuristoa tuhoava ja siten kuivumista huomattavasti edistävä vaikutus, on tarkemmin selvittämättä, mutta huomioon ottaen pohjankäävän aiheuttaman lahon aktiivisen leviämisen puussa on sitä pidettävä erittäin mahdollisena (vrt. Heikinheimo 1920, Liro 1924, Hintikka 1930).

Kuusenvalkäpä (kuusen latvalahan aiheuttaja) on Tikana (1935) mukaan pohjoisosissa maata varsin yleinen kuusilla, joiden latva on katkennut tai vikautunut (vrt. Lagerberg 1923, ss. 337—38). Kuusen kuivumistapausten yhteydessä sitä on tavattu vain Kumpu-Kivalon tutkimusalueella parissa tapauksessa. Kun se yleensä esiintyy vain sydänpuussa ja vaatii tartuntaansakin varten rungon (oksan) katkeaman tai sydänpuuhun ulottuvan vioittuman, on sitä ehkä pidettävä vain teknillisesti vahingollisena tuhoajana (vrt. Lagerberg 1923, myös Tikana

1935). Kuusi kuitenkin on yleensä verraten heikko rajoittamaan sydänpuulahoja pintapuuhun päin (tarpeeksi lujan, pintapuun synnyttämän eristävän pihkoittuman eli pihkarenkaan puuttumisen vuoksi, kuten männyn käävän aiheuttamassa riisilahossa; vrt. Neger 1919), joten kuusen valekäävän laho (latvalaho) saattaa ehkä kuitenkin voida levitä pintaan saakka myös vielä elävien pintaosien (nila-, jälsi- ja mantokerosten) alueella ja siten tappaa näitäkin ja vaikuttaa fysiologisestikin tuhoavasti. Asia vaatisi kuitenkin vielä tarkempaa selvittelyä (vrt. Lagerberg 1919).

### Kuivumistyyppit.

#### Kuivumistyyppien erottelun perusteet.

Kuivumistyyppit, so. yleisesti esiintyvät kuivumisprosessin kehittymistavat, kuivumistapaukset, eivät luonnollisestikaan aina ole kaavamaisen yksityiskohtaisesti määrätynlaisia luonnossa, mutta kuivumisprosessin kulku on samanlaisiksi luetuissa tapauksissa kuitenkin pääkohdissaan siksi selvästi määräsuuntainen ja toisista yleisesti esiintyvistä kuivumistavoista poikkeava, että hyvällä syyllä voidaan puhua erityisistä kuivumistyypeistä. Tämä säännönmukaisuus ei myöskään merkitse sitä, että samassa tyyppissä kuivumistekijöiden kokoomus kuivumisprosessin päättymiseen asti olisi kaikissa eri tapauksissa aina läheskään samanlainen, vaan että kuivumisen kulun yleisen (saman) pääsuunnan mukaisesti siihen oleellisesti vaikuttavat kuivumistekijät ovat samat tai vaikutukseltaan samansuuntaiset. Niitä kuivumistapauksia, jotka poikkeavat tässä puheeksi tulevista, meillä todetuista yleisistä kuivumistyypeistä ja esiintyvät vain harvinaisina erikoistapauksina, käsitellään erikseen edempänä.

Jo kahdeksan vuotta sitten, ko. tutkimusten ensimmäisiin tuloksiin perustuen, on julkaistu aivan lyhyt kuvaus eräistä yleisimmistä kuivumistyypeistä kuusella (Kangas 1936). Tämä kuvaus on, käytännön tarpeita silmällä pitäen, perustunut kuivumistapausten jaon kuivumisen ulkonaisiin tuntomerkkeihin, erottaen kuivumistyyppit, samoin kuin myös männyn kuivumistyyppit meillä, kuivumisen päällepäin todettavissa olevan kulun mukaan (Kangas 1934 c, 1936). Ukrainassa Golovjanko (1926) on jo aikaisemmin erottanut ja nimittänyt männyn kuivumistyyppit samojen perusteiden mukaan, ja Iljinsky (1931 a) jakaa samoin kuivumistapaukset kuivumisen alkamiskohdan ja kulkusuunnan mukaan

tyyppeihin, mutta erottaa ne lisäksi tarkemmin kuivumisen alkamisajan mukaan alatyyppeihin. Ruotsissa taas Trägårdh (1929) on erottanut ja nimittänyt kuivumistyyppit kuivumista aiheuttavien lajien (kuivumistekijöiden) sekä kuivumisen alkamisajan ja kehittymisnopeuden mukaan. Samanlainen perusta on ollut myös kirjoittajan (Kangas 1934 b) tieteellisluontoisessa selvityksessä männiköiden kuivumisesta. Virossa Zolk (1935) on kokeilutarkoituksessa järjestettyjen pyyntipuiden kuivumista kuvatessaan käyttänyt myös esiintyviä lajeja kuivumistyyppien jakoperustana, nim. aina vallitsevaa eli dominoivaa lajia (lajeja), ja saanut siten kuuselle viisi kuivumistyyppiä. — Kaikki edellä mainitut tutkijat huomauttavat siitä, että eri tyyppit saattavat luonnossa melkoisesti vaihdella ja välimuotoja eri tyyppien väliltä tai muuten poikkeavia kuivumistapauksia saattaa esiintyä.

Ulkomaisissa esityksissä (Golovjanko 1926; Trägårdh 1927, 1929; Iljinsky 1931 a; Zolk 1935) esiintyvät yleensä kuivumistekijöinä kuitenkin vain tuhohyönteiset, ts. niissä on kiinnitetty huomiota pääasiassa vain kuivumisilmiön entomologiseen puoleen. Meillä suoritetuissa tutkimuksissa (analyseissä) on pyritty ottamaan huomioon kaikki näkyvästi todettavissa olevat kuivumistekijät (vrt. esim. Kangas 1934 b, s. 48; 1936, ss. 32—36; 1939), siis myös sienitaudit, mekaaniset vahingoittumiset jne. Näin onkin päädytty varsinaisiin kuivumisanalyysiin (ks. s. 13), ja kuivuvan puun kannalta eri kuivumistekijät on näin saatu paremmin keskenään punnittaviksi.

Edellä mainitut, käytäntöä varten erotetut kuusen kuivumistyyppit meillä olivat seuraavat (Kangas 1936): 1) puu kuivuu yhtaikaan kokonaan (tavallisesti saman kasvukauden kuluessa, joskus vasta seuraavan alussa); 2) puu kuivuu tyvestä ylöspäin (lopullinen kuivuminen kestää yli yhden kasvukauden); 3) puu kuivuu tai alkaa kuivua paikallisesti, usein toinen kylki runkoa ensin, sitten toinen (kuivuminen kestää tavallisesti useita kasvukausia). Tämä jako on kuitenkin verraten karkea. Tieteellisessä mielessä ei tämänkaltainen Golovjankon (1926) ja kirjoittajan (Kangas 1934 c, 1936) käytäntöä varten esittämä kuivumistyyppien jako olekaan riittävän tarkka eikä täysin johdonmukainen, vaikka se tuhoekysymykseen tarkemmin perehtymättömälle käytännön miehelle luonnollisesti saattaa olla hyvin käyttökelpoinen ja lisäksi yksinkertainen. Lähdetessä tarkastamaan yleisimpiä kuusen kuivumistapauksia meillä on siihen nyt toiset mahdollisuudet kuin aikaisemmin ensimmäisten kuivumisanalyysien perusteella (Kangas 1936); tällöin kuvatut tyyppit edustavat tosin yhä, laajemmankin aineiston perus-

teella, yleisimpiä kuivumistapauksia. Suhteellisen laaja aineisto antaa lisäksi täydellisemmän kuvan eri kuivumistapauksista, ja kun vielä kuivumisessa otetaan huomioon kaikki kt. tekijät, ts. nojataan varsinaisiin kuivumisanalyysiin, tarjoaa aineisto mahdollisuudet kuusen kuivumistapausten tarkempaan tieteelliseen käsittelyyn.

Kuivumisen kulku on luonnollisesti monista eri seikoista riippuvainen. Tärkeimmät niistä ovat tietysti itse kuivumistekijät, vaikkakin toisaalta taas niiden esiintyminen suuresti riippuu kuivumistapausten laadusta, kysymys, johon palataan vielä edempänä uudelleen. Suuri merkitys on kuivumisen alkamisen ajankohdalla, samoinkuin yleensä sillä, miten nopeasti ja minä ajankohtana (vuodenaikana) kuivumisen kukin aste on saavutettu. Lopuksi kuivumisen alkuun pääsyn edellytykset ovat erittäin tärkeä puoli asiassa, ja se tulee myöskin vielä erikseen käsiteltäväksi.

Perustavaa laatua kuivumistapausten kehittymiselle on se, millä tavalla kuivuminen on alkanut, ts. mikä tai mitkä tekijät on kuivumisen näkyvänä alkuunpanijana.<sup>1</sup> Kuivumisen kehittyessä edelleen, saattaa samanlaisesta alusta eri tapauksissa kehittyä kyllä erilaisetkin kuivumistapaukset, mutta käytännöllisesti katsoen kuivumisen alkuun pääsy jo määrää kuivumisen yleisen kulun. Niinpä Korpikylä-Lintulan alueella kymmenistä ukkonilurin alkuun panemista, tutkituista kuivumistapauksista, joissa kuitenkin kuivumisen kehittymisen ja sen aiheuttavien tekijäin vaihtelumahdollisuudet ovat ehkä suurimmat, vain harvat (14 %) olivat myöhemmässä vaiheessa poikenneet, ja vielä harvemmat (1 ainoa tapaus) jyrkästi poikenneet tällaisten kuivumistapausten yleisestä kulusta. Tämä osoittaa, miten kiinteästi kuusen kuivuminen luonnossa yleensä seuraa niitä sääntöjä, jotka siellä tällaisissakin suhteissa vallitsevat. Käytännön kannalta on tällä seikalla oma tärkeä merkityksensä, kuten jäljempänä käy ilmi.

Kuivumisen alkuunpanijan mukaan voidaan lähteä tarkastelemaan yleisimpiä meikäläisiä kuusen kuivumistapauksia jakaen ne neljäksi eri ryhmäksi. Tällöin pyritään samalla sijoittamaan nuo tapaukset käytäntöä varten joko jo esitettyihin (K a n g a s 1936) tai vielä esitettäviin kuivumistyyppisiin.

<sup>1</sup> Kun tässä puhutaan kuivumisen alkuunpanijasta, tarkoitetaan niitä kuivumistekijöitä, jotka kuivumisprosessin lähtiessä alkuun esiintyvät ensimmäisinä näkyvinä kuivumisen alkuun saavina ja sitä edistävinä tekijöinä (ks. s. 102).

### Ukkoniluri-ryhmä.

Kuusen syöpä, ukkoniluri ja mesisien esiintyvät varsin usein joko rinnan tai osittain peräkkäinkin kuivumisen alkuunpanijoina, jolloin kuivumisen kehitykseen oleellisesti vaikuttavaksi tavallisimmin todetaan ukkoniluri kuivumisen jatkuvaa kulkua ja siihen osallistuvien lajien esiintymismahdollisuuksia ajateltaessa. Mesisien merkitys on tällöin arvioitava toiselle sijalle ennen kuusen syöpää, vaikka viimeksi mainittu kaikista kolmesta saattaa olla primäärisin (vrt. s. 104 sekä K a n g a s 1939, s. 1994), ja saattaa siis — vaikkei suinkaan sitä aina tarvitse tehdä — niistä ensimmäisenä ilmestyä puuhun. Kuusen syövän puun fysiologisessa tilassa luultavasti enimmäkseen vain paikallisesti tuntuva vaikutus selittää tämän äkiksestä hiukan oudolta vaikuttavan mainitun kolmen tekijän välisen suhteen. Mesisien saattaa ilmestyä puuhun myös samanaikaisesti, jopa joskus aikaisemminkin kuin ukkoniluri, mutta sen osuus kuivumisen myöhemmän kehityksen määräytymisessä vain harvoin muodostuu edes samaksi kuin ukkonilurin. Ryhmää voidaan näin ollen nimittää nimellä ukkonilurin alkuun panema kuivuminen eli lyhyesti ukkoniluri-ryhmä.












Tässä ryhmässä tapahtuu kuivumisen kulku yleensä hitaasti. Kuusen vastustuskyky noita alkuun panevia kuivumistekijöitä, etenkin ukkoniluria, vastaan on varsin huomattava, vaikkakin toisaalta ukkoniluri sitkeästi vuodesta toiseen ahdistaa sitä, niin että yleensä puu, jossa kuivumisprosessin alkaminen on kerran tapahtunut, myös ennemmin tai myöhemmin lopullisestikin alkaa kuivua (K a n g a s 1939). Kuivumisprosessissa voidaankin useimmiten erottaa kaksi eri vaihetta, hidas ja puun kuntoon suhteellisen vähän vaikuttava alkuvaihe, joka saattaa kestää useita kasvukausia ja yleensä on pitempi kuin toinen, ja varsinainen kuivumisvaihe, joka kestää tavallisesti kaksi, harvoin yhden tai kolme kasvukautta ja johtaa puun täydelliseen kuivumiseen. Kuivumisprosessin alkuvaiheen kulku, sen kehityssuunta ja alkuun panevien eri tekijöiden vaikutuksen osuudet määräävät yleensä kuivumisvaiheen laadun (kuivumistekijät ja kuivumisnopeuden), mutta myös ajankohdalla, jolloin puu joutuu — tai paremminkin: on altis — kuivumisvaiheeseensa, on varsin suuri merkitys.

Kuivumistapauksia eroteltaessa tarkemmin voidaan ryhmän puitteissa esittää kolme kuivumistyyppiä alkuun panevien kuivumistekijöiden perusteella ja näiden tyyppien puitteissa edelleen kuivumisvaiheen kuivumistekijöiden perusteella eräitä alatyyppejä. Seuraavassa tarkastellaan tyyppillisten esimerkkianalyysien nojalla näitä eri kuivumistyyppisiä.






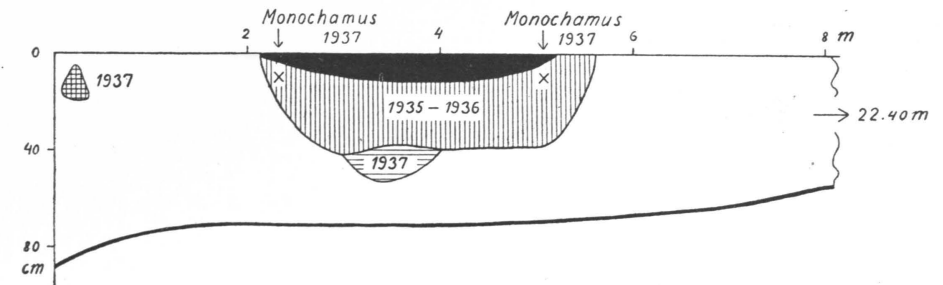
Kuusen syöpä-ukkoniluri-tyyppi on yleensä hitain ryhmän kuivumistyypeistä. Sen ensimmäinen, aikaisimmin puussa esiintyvä kuivumistekijä on kuusen syöpä, joka on voinut olla puussa jo vuosikautia, ennenkuin toinen, ukkoniluri, ilmestyy siihen. Kuusen syövän vaikutus muuttuu kuivumista aiheuttavaksi kuitenkin vasta sitten, kun sen puuhun houkutteleva ukkoniluri on aloittanut tuhonsa. Ukkoniluri siis vasta on varsinainen kuivumisen alkuunpanija. Analyysi 1 (piirros 1)<sup>1</sup> kuvaa tällaisen tyyppin kuivumisen alkuvaiheen. Muuten täysin terveen näköisen, latvuksestaan terveen ja vihreän kuusen rungossa on n. 2—5 m:n välillä ollut paha syöpä, jonka pihkoittuneille reuna-alueille kuoreen (nilaan) on jo v. 1935 ilmestynyt ukkoniluri, jatkaen esiintymistään edelleen seuraavana ja vielä kolmantenakin vuonna ja aiheuttaen melkoisen laajan kuorivaipan alueen kuivumisen kolmen kasvukauden kuluessa. Puun kunto on kuitenkin pysynyt verraten hyvänä, niin että

<sup>1</sup> Analyysipiirroksissa käytetyt merkit ovat seuraavat: — Die bei den Analysenfiguren benutzten Zeichen sind folgende:

Kuorivaipan kartoitusmerkit. — Erklärungen der bei der Kartierung des Rindenmantels benutzten Zeichen.	
	tuoretta kuorta — frische Rinde
	kuivaa kuorta — trockne Rinde
	<i>Dasyscypha resinaria</i>
<i>Dendroctonus micans</i> :	
epäonnistuneita yrityksiä — misslungene Angriffe:	
	2 v. vanhoja — 2 Jahre alte
	1 v. vanhoja — 1 Jahr alte
onnistuneita yrityksiä — gelungene Angriffe:	
	3 v. vanhoja — 3 Jahre alte
	2 v. vanhoja — 2 Jahre alte
	1 v. vanhoja — 1 Jahr alte
<i>Armillaria mellea</i> :	
	2 v. vanhaa — 2 Jahre alt
	1 v. vanhaa — 1 Jahr alt
	saman vuoden — diesjährig
0	(indeksinä) epäonnistuneita yrityksiä — (als Index) misslungene Angriffe

⊕	<i>Pissodes harcyniae</i> (epäonnistuneita — misslungene Angriffe)
⊖	<i>Pissodes harcyniae</i> (onnistuneita — gelungene Angriffe)
△	<i>Tetropium</i> spp.
×	<i>Monochamus</i> ( <i>sutor</i> resp. <i>rosenmülleri</i> )
◻	<i>Rhagium inquisitor</i>
■	<i>Leptura</i> spp.
+	<i>Ips typographus</i>
⊙	<i>Trypodendron lineatum</i>
⊗	Puupistiäiset — <i>Holzwespen</i>
○	<i>Diptera</i> sp.
∞	Pihkarakkula — <i>Harzblase</i>

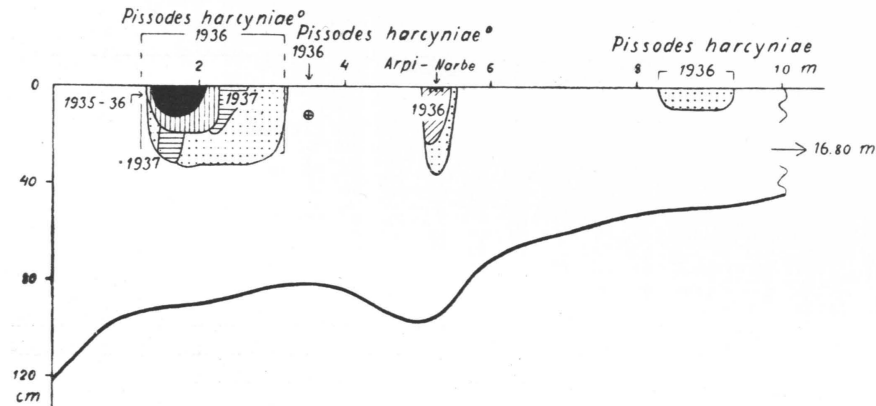
Kantoleikkauksen kartoitusmerkit. — Erklärungen der bei der Kartierung des Abhiebschnittes benutzten Zeichen.	
⌒	tuoretta kuorta — frische Rinde
⌒	kuivaa kuorta — trockne Rinde
⌒	<i>Dendroctonus micans</i>
⌒	<i>Armillaria mellea</i>
<i>Fomes annosus</i> :	
	kovaa lahoa — feste Fäule
	pehmeätä lahoa — weiche Fäule
	irtolahoa — lose Fäule



Piirros 1. Analyysi 22.4 m. pitkstä, 100-vuotisesta kuusesta. Valtapuu,  $D1.3 = 22.7$  sm. Latvus täysin tuore ja vihreä. Analyysi tehty 19. V. 1938. Korpikylä-Lintulan valtiopuisto. (Ks. merkkiselityksiä alaviitassa silla 32.)

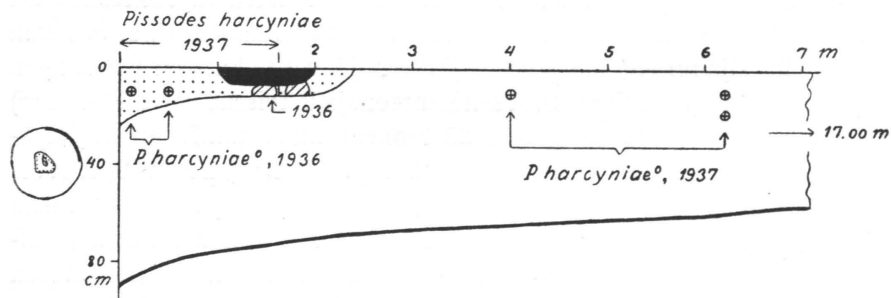
Fig. 1. Analyse einer 22.4 m hohen, 100jährigen Fichte. Herrschender Baum,  $D1.3 = 22.7$  cm. Krone völlig frisch und grün. Datum der Analyse 19. V. 1938. Staatsforst Korpikylä-Lintula. (Siehe Zeichenerklärungen S. 32, Fussn.)

se on kyennyt vielä kolmantena kesänä (v. 1937) torjumaan ukkonilurin puuhun tunkeutumisen muualla kuin entisen kuivuvan alueen reunoilla, nim. tyvässä (vrt. Kangas 1939, s. 1992, kuva 2 ja s. 1994). Kuivan kuoren alueelle on jo ehtinyt ilmestyä teknillisestikin vahingollisia tuholaisia, suutari tai räätäli. Alkuvaihe on kuvatussa tapauksessa kestänyt siis jo kolme vuotta, eikä merkkejä varsinaisen kuivumisvaiheen alkamisesta ole vielä nähtävissä. Analyysi (piirros) 2 kuvaa toisen ko. tyyppin tapauksen. Siinäkin on kuusen syövän reuna-alueille kolmena vuotena peräkkäin pesiytynyt ukkoniluri. Puun kunto on tässä tapauksessa ollut heikompi kuin edellisessä, sillä puussa oleva mekaaninen vika, 5.25 m:n korkeudella sijainneen, kasvussaan jälkeen jääneen, katkenneen rungon haaran arpi, on myös vaikuttanut sen kuntoon, ja jo toisena kesänä (v. 1936) ukkoniluri on pystynyt menestyksellä tunkeutumaan tämän arven ympäristöön, 5—6 m:n välillä runkoon (vrt. myös Kangas 1939, s. 1991, kuva 1). Samana kesänä on kuusen pikikärsäkäs pyrkinyt tunkeutumaan syövän ympärille muodostuneen kuivuvan kuoren alueen reunoille, kuitenkin epäonnistuen, mutta samalla aiheuttaen kuivuvan kuoren alueen laajentumisen. Ylempänä rungossa (8 m:n yläpuolella) pikikärsäkäs sen sijaan on onnistunut yrityksissään. On ilmeistä, että kuivumisprosessi tässä tapauksessa on analyysiä tehtäessä ollut juuri alkuvaiheen ja kuivumisvaiheen vaihtumisajankohdassa, vaikka kuivumistekijöiden niukka esiintyminen kesällä 1937 on siirtänyt kuivumisvaiheen alkamisen yli mainitun kesän. Analyysi 3 osoittaa vastaavan kuivumistapauksen normaalin kehittymisen, siinä vain ei ole ukkonilurin esiintymistä tarvittu



Piirros 2. Analyysi 16.8 m pitkstä, 109-vuotisesta kuusesta. Lisävaltapuu,  $D_{1.3} = 29.4$  sm. 5.25 m:n korkeudelta aikoinaan katkennut toinen rungonhaara pois, rungossa tällä kohdalla mutka ja katkeaman umpeutumaton arpi. Latvus täysin tuore ja vihreä. Analyysi tehty 27. V. 1938. Korpikylä-Lintulan valtionpuisto.

Fig. 2. Analyse einer 16.8 m hohen, 109jährigen Fichte. Mitherrschender Baum,  $D_{1.3} = 29.4$  cm. Bei 5.25 m ehemaliger Teilstamm vor Zeiten abgebrochen, der Baum weist hier eine Krümmung und die noch nicht ganz geheilte Bruchwunde auf. Krone völlig frisch und grün. Datum der Analyse 27. V. 1938. Staatsforst Korpikylä-Lintula.

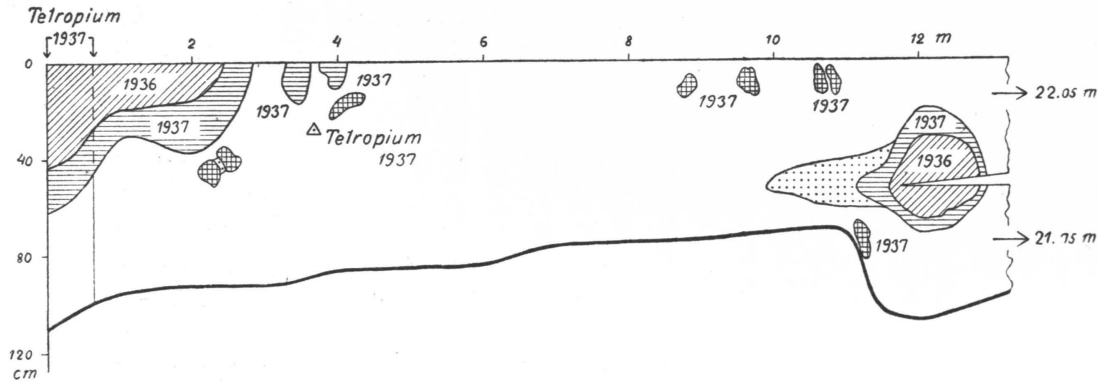


Piirros 3. Analyysi 17.0 m pitkstä, 103-vuotisesta kuusesta. Lisävaltapuu,  $D_{1.3} = 23.5$  sm. Rungossa tyvessä maannouseman lahoa. Latvus jo hiukan vaalentunut. Analyysi tehty 20. V. 1938. Korpikylä-Lintulan valtionpuisto.

Fig. 3. Analyse einer 17.0 m hohen, 103jährigen Fichte. Mitherrschender Baum,  $D_{1.3} = 23.5$  cm. Am Stamgrund Stockjähle. Krone schon schwach entjährt. Datum der Analyse 20. V. 1938. Staatsforst Korpikylä-Lintula.

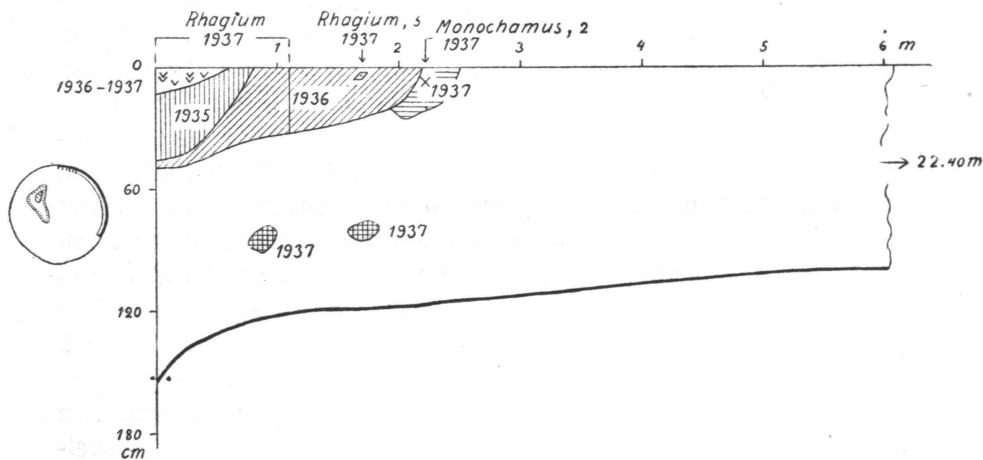
kuin yhtenä kesänä, kun puun kunto jo on niin laskenut, että kuusen piki-kärsäkäs on menestyksellä tunkeutunut rungon tyviosaan (v. 1937), kuivattaen täällä kuorta lähes 2.5 m:n korkeudelle asti. Kuivumisvaihe olisi ilmeisesti seuraavana kesänä (v. 1938) alkanut täydellä todella, mitä todistaa mm. myös jo keväällä 1938 analyysiä tehtäessä todettu latvuksen — tosin heikosti — vaalentunut väri. Tässä tapauksessa suhteellisen nopeaan kuivumiseen (puun heikkoon vastustuskykyyn) on osaltaan ollut vaikuttamassa myös puussa esiintynyt maannousema. — Kuusen syöpä — ukkoniluri-tyypin varsinaisen kuivumisvaiheen kulku tapahtuu yleensä samoilla tavoilla kuin seuraavankin tyyppin.

Ukkoniluri-tyyppi, ryhmän toinen tyyppi, on erittäin läheinen edelliselle kuivumisen kulkuun nähden sekä alku- että varsinaisessa kuivumisvaiheessa. Siinä ukkoniluri esiintyy, paitsi varsinaisena kuivumisen alkuunpanijana, myös ensimmäisenä — aikaisimpana — kuivumistekijänä puussa. Tavallisesti se yksin (tai vain joidenkin harvojen muiden kuivumistekijäin erittäin niukasti ollessa mukana) jatkaa tuhoaan puussa kaksi tai kolme, joskus vieläkin useampia kasvukausia, ennenkuin varsinaisen kuivumisvaihe alkaa. Ukkoniluri esiintyy tässä siis täysin primäärinä, ilman edes kuusen syövän aiheuttaman pihkavuodon tai muuta houkutusta. Analyysi 4 kuvaa tällaisen kuivumistyyppin alkuvaiheen. Kaksihaaraisessa, muuten täysin terveessä, latvukseltaan samoin täysin elinvoimaisessa kuusesta oli ukkoniluri v. 1936 menestyksellisesti tunkeutunut puun tyviosaan, kuivattaen siellä lähes 2.5 m:n korkeudelle asti ulottuvan melko leveän (tyvessä 40 sm:n levyisen) kaistaleen kuorivaipasta, sekä samoin runkojen haarautumaan, kuivattaen sielläkin n. 1 m:n pituudelta kummassakin haarassa parinkymmenen sentin levyiset kuorikaistat. Se oli jatkanut edelleen seuraavana vuonna samojen tuho-kohtien laajentamista varsin huomattavassa mitassa ja sitä paitsi tehnyt lukuisia epäonnistuneita ja pari onnistunuttakin (3.5 ja 4 m:n paikkeilla) yritystä tunkeutua myös rungon muihin osiin. Samana vuonna (1937) oli myöskin kuusijäärä esiintynyt parissa kohtaa runkoa, tyvessä vähän lukuisampana, ylempänä kuitenkin vain aivan yksitellen. Kuivuneiden kuoripinta-alojen perusteella voi arvioida, että varsinaisen kuivumisvaiheen alkaminen on odotettavissa jo seuraavana kasvukautena (v. 1938) ja alkuvaihe olisi näin muodostuva vain 2-vuotiseksi. Analyysi 5 kuvaa toisen samanlaisen kuivumistapauksen, jossa alkuvaihe jo on ollut selvästi päättymässä analyysiä tehtäessä, mitä muuten osoittivat myös latvuksessa tällöin havaittavissa olevat muutamat hieman kellahtavat oksat. Ukkoniluri oli kolmena peräkkäisenä vuonna jatkanut tuhoaan puussa ja



Piirros 4. Analyysi kaksihaarisesta, n. 22 m (haara I 22.05 m, haara II 21.75 m) pitkstä 119-vuotisesta kuusesta. Valtapuu,  $D_{1,3} = 29.5$  sm. Latvus vielä täysin tuore, vihreä. Analyysi tehty 22. V. 1938. Korpikylä-Lintulan valtionpuisto.

Fig. 4. Analyse einer gegabelten, etwa 22 m (22.05 m bzw. 21.75 m) hohen, 119jährigen Fichte. Herrschender Baum,  $D_{1,3} = 29.5$  cm. Krone noch völlig frisch und grün. Datum der Analyse 22. V. 1938. Staatsforst Korpikylä-Lintula.

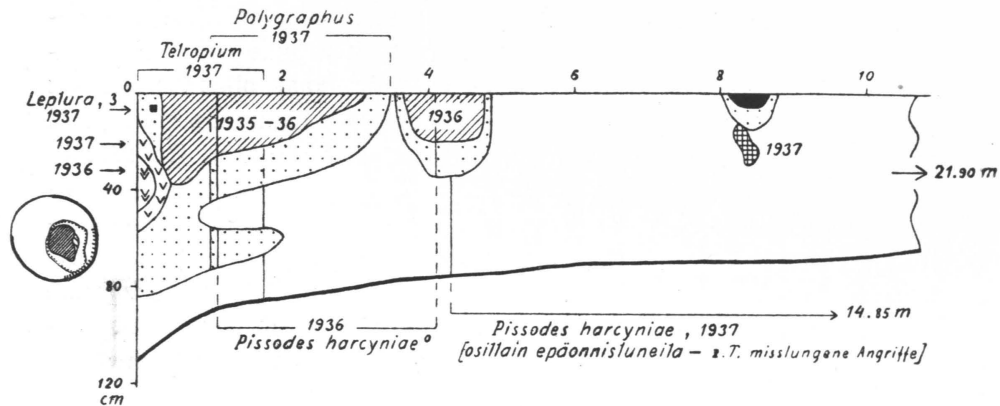


Piirros 5. Analyysi 22.4 m pitkstä, 127-vuotisesta kuusesta. Valtapuu,  $D_{1,3} = 40.0$  sm. Tyvässä toisella reunalla hiukan maannouseman lahoa. Latvuksessa eräitä hiukan kellahtaneita oksia. Analyysi tehty 23. V. 1938. Korpikylä-Lintulan valtionpuisto.

Fig. 5. Analyse einer 22.4 m hohen, 127jährigen Fichte. Herrschender Baum,  $D_{1,3} = 40.0$  cm. Am Stammgrund an der einen Seite gelinde Stockfäule. Die Krone weist einige schwach vergilbte Äste auf. Datum der Analyse 23. V. 1938. Staatsforst Korpikylä-Lintula.

saanut n. 2.5 m:n korkeudelle ulottuvan kaistaleen kuorivaipasta kuivumaan. Mesisienikin oli vuotta myöhemmin tunkeutunut kuivuneen kuoren alueelle, mutta näin tehden se ei siis kuitenkaan ollut vaikuttanut kuivumisprosessin kulkuun. Lisäksi sekundäärinen havupuun kantojäärä ja teknillisesti vahingollisena tuholaisena esiintyvä suutari (tai räätäli) olivat samana kesänä niinkään ilmestyneet kuivan tai parhaillaan kuivuvan kuoren alueelle. Puun jo päällekin päin havaittavaan heikkoon kuntoon myös juuristossa ja tyven sisäosissa esiintyvä maannousema varmaankin oli osaltaan syyppäänä. Merkille pantavaa on, että rungon toisella, terveellä puolella oli ukkonilurikin vielä kesällä 1937 epäonnistunut puuhun tunkeutumisyrityksissään. Kuivumisprosessin alkuvaihe oli tässä tapauksessa kestänyt kolme vuotta.

Varsinainen kuivumisvaihe molemmissa edellä kuvatuissa tyypeissä käy, kuten mainittu, yleensä samojen suuntaviivojen mukaan. Tärkein tekijä, se, joka tällöin varsinaisen kuivumisvaiheen yleensä saattaa alkuun, on kuusen pikikärsäkä (vrt. Kangas 1939, s. 2000). Tämä kuusen erittäin vaarallinen tuholainen meillä (Saalas 1923, Kangas 1938) ilmestyy monesti varsin aikaisessakin vaiheessa suhteellisen runsaana kuivuvaan puuhun, seuralaisinaan useasti vähäisemmässä määrässä puun tyviosassa esiintyvät kuusijäärät. Monesti se ensimmäisenä kesänä epäonnistuu kehityksessään, toukkien täydellisesti tukeutuessa runsaaseen pihkavuotoon. Seurauksena on kuitenkin puun kunnan vakava alentuminen, ja sen johdosta puu sitten yleensä seuraavana kesänä sortuukin pikikärsäkkään uuteen hyökkäykseen. Latvusto alkaa vaalentua, jopa saada kellahtavan sävynkin, ja sekundääriset kuivumistekijät (useinkin eri kaarnakuoriaislajit, riippuen ajankohdasta, ts. vuodenajasta, jolloin kuivumisen tämä aste saavutetaan) ilmestyvät puuhun, saattaen kuivumisvaiheen nopeasti lopulliseen päätökseen. Sekundäärisinä kuivumistekijöinä esiintyvät yleisimmin monikirjaajat, molemmat kirjanpainajat, kuusen tähtikirjaaja, vaippaniluri, sekä lisäksi suutari, räätäli ja havupuun kantojäärä, mutta myös monet muut saattavat tulla kysymykseen. Kuivumisvaihe kestää tällöin tavallisimmin kaksi (harvoin vain yhden tai yli kaksi) kasvukautta. Tämän yleisimmän kuivumisvaiheen kulun alkamista kuvaa analyysi 6. Alkuvaihe on ollut samanlainen kuin analyysin 5 kuvaamassa tapauksessa muuten, paitsi että se on ollut lyhyempi ja että kuusen pikikärsäkkään varsin runsas, vaikkakin tuloksiltaan epäonnistunut esiintyminen jo kuivumisprosessin toisena vuotena on vaikuttanut alkuvaiheen suhteellisen nopeaan päättymiseen niin, ettei varsinaisen kuivumisvaiheen alkaminen jo kolmantena vuotena

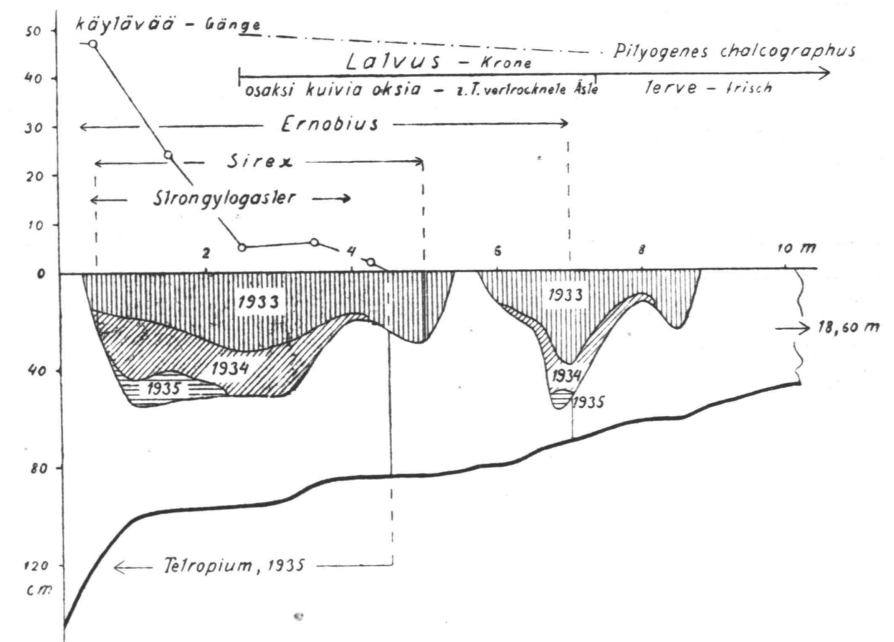


Piirros 6. Analyysi 21.9 m pitkstä, 123-vuotisesta kuusesta. Valtapuu  $D_{1.3} = 27.4$  sm. Rungossa tyvessä jo maannouseman aiheuttamaa irtolahoja sydänpuussa. Latvus tuore, neulaset hiukan vaaleahkoja. Analyysi tehty 27. V. 1938. Korpikylä-Lintulan valtionpuisto.

Fig. 6. Analyse einer 21.9 m hohen, 123jährigen Fichte. Herrschender Baum,  $D_{1.3} = 27.4$  cm. Stockfäule hat am Stammgrund bereits Zerfall des Kernholzes hervorgerufen. Krone frisch, doch mit ganz schwach entfärbten (hellen) Nadeln. Datum der Analyse 27. V. 1938. Staatsforst Korpikylä-Lintula.

(1937) ole ollut vältettävissä. Tällöin puuhun alkukesällä tulleet kuusijäärät sekä pikikärsäkkään uusi esiintymä ylempänä rungossa — vaikkakin vieläkin osaksi epäonnistuen — ovat näet lopullisesti päättäneet kuivumisen alkuvaiheen. Kuivumisvaiheen alkamisesta saman kesän lopulla on monikirjaajien puuhun ilmestyminen jo selvänä osoituksena. Puun latvus onkin jo 1938 keväällä (27. V.) analyysiä tehtäessä ollut vaaleahko, kuivuminen on näin ollut jo päällekin päin havaittavissa, ja kuivumisvaiheen päättyminen tänä kesänä olisi ollut odotettavissa. — Varsinaisen kuivumisvaiheen edellä kuvattu kulku on, kuten sanottu, tavallisin. Mutta muitakin mahdollisuuksia esiintyy, joista kaksi tärkeintä, eikä aivan poikkeuksellista, on syytä tässä vielä esittää. Toinen, suunnilleen yhtä hitaan kuivumisvaiheen aikaan saava eikä paljon harvinaisempikaan ko. vaiheen käyntiin saattaja kuin kuusen pikikärsäkäs on edellisen seuraajana tai rinnalla esiintyväksi mainittu kuivumistekijä, nim. k u u s i j ä ä r ä t. Ne eivät kuitenkaan yleensä epäonnistu puuhun tunkeutumisyrityksissään, kuten kuusen pikikärsäkäs, mutta toisaalta ne enimmäkseen esiintyvät vain puun tyviosassa ja suhteellisen vähälukui-

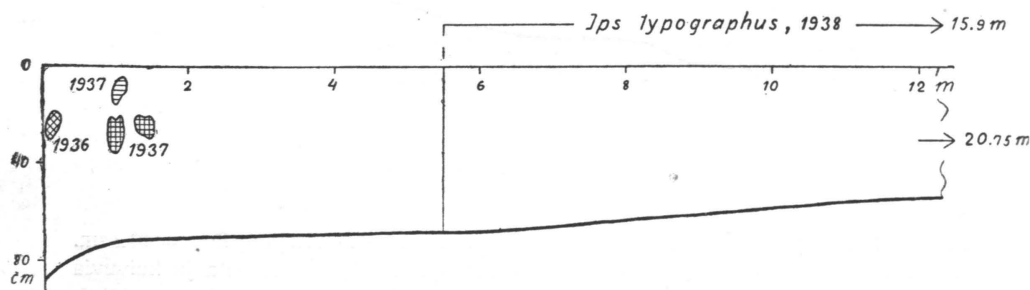
sina — ainakin aluksi —, joten niiden ensimmäisenä esiintymisvuotena tavallisesti ei lopullista kuivumista tapahdu, vaan ne jatkavat vielä toisenakin kasvukautena kuivattamistyötään ja sekundääriset kuivumistekijät tulevat, kuten pikikärsäkäs-tapauksissakin, saattamaan kuivumisvaiheen päätökseen. Tavallisimmat sekundäärisistä kuivumistekijöistä (seuraajalajeista), jotka tässä tulevat kysymykseen, ovat monikirjaajat, kuusen tähtikirjaaja, vaippaniluri sekä suutari ja räätäli, mutta harvinaisemmin esiintyvinä tavataan myös mm. sileä kätkökaarnuri ym. Analyysi 7 kuvaa tällaisen, tosin eräässä suhteessa hiukan poikkeuksellisen kuivumisvaiheen. Alkuvaihe on ollut selvä ja puhdas ukkonilurityyppi, kuten analyysi 4. Kolmantena kuivumisprosessin vuotena ovat kuusijää-



Piirros 7. Analyysi 18.6 m pitkstä, 90-vuotisesta kuusesta. Valtapuu,  $D_{1.3} = 31.5$  sm. Latvuksen alaosassa, kuorivaipan kuivan alueen puolella jo kuivuneita ja kuivuvia oksia, muuten latvus vielä täysin tuore, vihreä. Kuivuissa oksissa kuusen tähtikirjaaja. Analyysi tehty 30. VIII. 1935. Korpikylä-Lintulan valtionpuisto.

Fig. 7. Analyse einer 18.6 m hohen, 90jährigen Fichte. Herrschender Baum,  $D_{1.3} = 31.5$  cm. Im unteren Kronenteil im vertrockneten Bereich des Rindenmantels schon durre und im Vertrocknen begriffene Äste, sonst aber ist die Krone noch völlig frisch und grün. An den vertrocknenden Ästen *Pityogenes chalcographus*. Datum der Analyse 30. VIII. 1935. Staatsforst Korpikylä-Lintula.

rät, joita mahdollisesti jokin harva yksilö (toukka) on jo edellisenäkin vuonna esiintynyt puussa, vallanneet tyviosan tuoreen kuoren alueen lähimain kokonaan, esiintyen varsin runsaana. Poikkeuksena on suhteellisen harvoin esiintyvä runkokytry, joka oli myös ilmestynyt lukuisana puuhun suunnilleen samalle alueelle kuorivaippaa kuin kuusijäärätkin, tehokkaasti täydentäen viimeksimainittujen kuivattamistyötä. Puun latvukseen oli jo kolmantena kesänä, sen alaosaan, ilmestynyt kuivuvia oksia, joskin latvuksen ylä- (suurin) osa oli vielä kesän lopussa vihreä. Siihen oli tällöin kuitenkin jo pesiytynyt kuusen tähtikirjaaja, joten kuivumisen nopea päättyminen oli odotettavissa. Lisäksi oli rungossa, kuivan kuoren alueella, esiintynyt jo teknillisesti vahingollisina puupistiäisiä. — Kolmas huomattavampi, suhteellisen nopean kuivumisvaiheen käyntiin paneva kuivumistekijä puheena olleiden kuivumistyyppien yhteydessä on kirjainpainaja. Se esiintyy kuitenkin verraten harvoin ko. kuivumistyypeistä riippuvana kuivumistekijänä, ja silloinkin todennäköisesti sen esiintyminen näiden tyyppien kuivumisvaiheen aikaansaajana johtuu ehkä enemmän — tekisi mieli sanoa — sattumasta sen esiintyessä itsenäistä kuivumistyyppiä edustavia kuivumistapauksia aiheuttavana, kuin varsinaisesti ko. kuivumistyyppihin liittymisestä (vrt. s. 59). Sen ohella saattavat esiintyä lisäksi pieni kirjainpainaja ja kuusen tähtikirjaaja kuten vastaavassa itsenäisessä kuivumistyyppissäkin, samoin kuin kuivumisen kulku muutenkin on sen mukainen, nopea ja koko rungon käsittävä. Analyysi 8 kuvaa tällaista kuivumisvaihetta. Ukkoniluri on vuosina 1936 ja

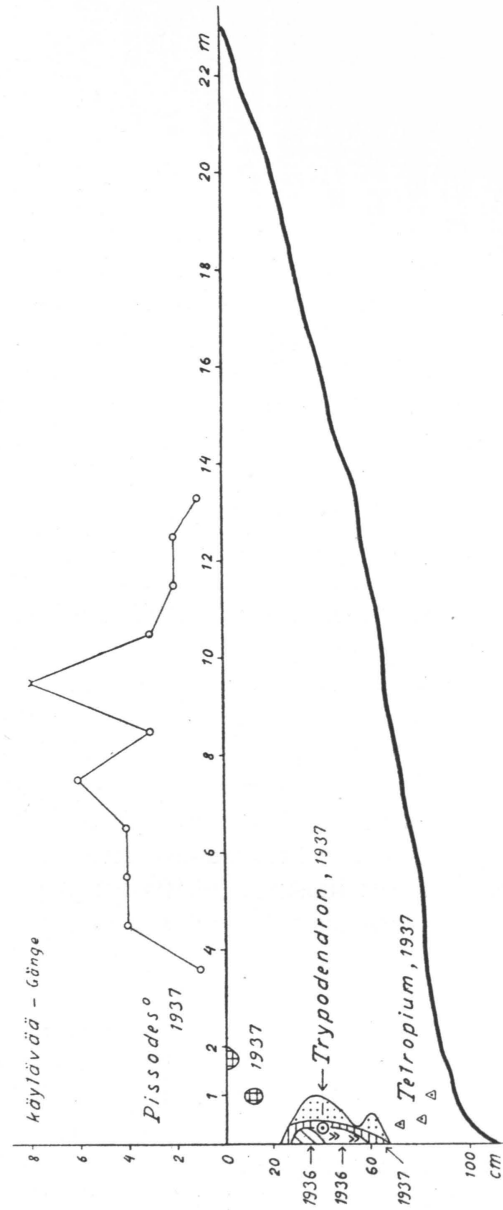


Piirros 8. Analyysi 20.75 m pitkstä, 98-vuotisesta kuusesta. Valtapuu,  $D_{1.3} = 23.0$  sm. Latvus täysin terve, vihreä. Analyysi tehty 30. V. 1938. Korpikylä-Lintulan valtionpuisto.

Fig. 8. Analyse einer 20.75 m hohen, 98jährigen Fichte. Herrschender Baum,  $D_{1.3} = 23.0$  cm. Krone völlig frisch und grün. Datum der Analyse 30. V. 1938. Staatsforst Korpikylä-Lintula.

1937 esiintynyt puussa, mutta vähäisessä määrässä ja vasta jälkimmäisenä vuonna menestyksellisesti. Puu on näyttänyt vielä täydessä kunnossa olevalta, ja olisi hyvin voinut odottaa alkuvaiheen edelleen jatkuvan kolmannenkin vuoden. Kirjanpainajan runsas ilmestyminen puuhun yli 10 m:n matkalle rungon keski- ja yläosiin tietää kuitenkin nopeata, vielä samana kasvukautena päättyvää kuivumisvaihetta.

Mesisieni-ukkoniluri-tyyppi, ryhmän kolmas kuivumistyyppi, ei myöskään suuresti eroa edellisistä kuivumisen kulkuun nähden. Siinä esiintyvät molemmat tyyppinimessä näkyvät kuivumistekijät rinnakkain ja samanaikaisina sekä samanarvoisina kuivumisprosessin alkuvaiheessa. Ukkonilurin ohella esiintyy siis kuivumisen kulkuun heti alusta alkaen vaikuttavana — ja mahdollisesti tosiasiaa aikaisempaanakin, vaikkakin molemmat samana kasvukautena puuhun ilmestyvinä — myös mesisieni. Niiden osalla on tavallisesti parin ensimmäisen vuoden ajan kuivumisprosessin alkuvaiheen kehittyminen, joka yleensä tässä tyyppissä rajoittuu kahden, harvoin jatkuu kolmen vuoden pituiseksi, mutta kestää usein vain yhdenkin vuoden. Mesisieni esiintyy siis nyt täysin primäärisenä — ainakin sikäli kuin voi ilman muuta havainnoida. Sen esiintymistä koskeviin riippuvaisuussuhteisiin palataan vielä edempänä. Analyysi 9 kuvaa tällaisen kuivumistyyppin alkuvaihetta. Sekä mesisieni että ukkoniluri ovat samana vuonna (1936) ilmestyneet ilmeisesti täysin terveen kuusen tyveen, ja jälkimmäinen on jatkanut esiintymistään vielä seuraavanakin vuonna, jolloin myös kuusijääriä vähäisessä määrässä sekä pikikärsäkistä (tosin menestyksettä) jo on pesiytynyt puuhun. Viimeksi mainitun suhteellisen vähäisestä esiintymisestä huolimatta on puun latvuksen väri jo kolmannen kasvukauden alussa hiukan vaalea. Kuivumisen alkuvaihe oli siis ilmeisesti päätynyt ja puun kunto siksi suuresti alentunut, että varsinaisen kuivumisvaiheen pitäisi ilman muuta olla alkamassa, vaikka kuivuneen kuoren kaista ei vielä ulottunutkaan rungossa metriä korkeammalle. — Tämän tyyppin varsinaiselle kuivumisvaiheelle näyttää olevan luonteenomaista ryhmän kuivumistyyppien molempien tärkeimpien kuivumisvaiheen aikaansaajien esiintyminen lähimain samanarvoisina, nim. kuusen pikikärsäkään ja kuusijäärän. Niistä voi yhtä hyvin niin toinen kuin toinenkin olla kuivumisvaiheen käyntiin panijana tai ne voivat esiintyä rinnankin. Joka tapauksessa ne molemmat yleensä ottavat osaa kuivumisvaiheeseen ja edustavat näin ollen välimuotoa edellä kuvattujen kuusen syöpä-ukkoniluri- ja ukkoniluri-tyyppien yleisimpien kuivumisvaiheiden välillä. Tämä välimuoto on myös tavattavissa molempien viimeksi mainittujen



Piirros 9. Analyysi 23.0 m pitkstä, 109-vuotisesta kuusesta. Valtapuu,  $D_{1.3} = 29.6$  sm. Latvus jo hiukan vaaleahko. Analyysi tehty 24. V. 1938. Korpikylä-Lintulan valtionpuisto.

Fig. 9. Analyse einer 23.0 m hohen, 109jährigen Fichte. Herrschender Baum,  $D_{1.3} = 29.6$  cm. Krone schon schwach entfärbt. Datum der Analyse 24. V. 1938. Staatsforst Korpikylä-Lintula.

tyyppien kuivumisvaiheessa. Sen tärkeimpänä ja yleisimpänä sekundäärisenä kuivumistekijänä ovat monikirjaajat, lisäksi voivat tulla kysymykseen suutari ja räätäli sekä muutamat muutkin; teknillistä tuhoa aiheuttavat puupistiäiset ovat myös melko tavallisia jo kuivumisvaiheessa (vrt. analyysiä 25, s. 121).

Edellä kuvattuja kuivumistyyppisiä tarkasteltaessa niiden varsinaisen kuivumisvaiheen kannalta voitaisiin helposti erotella kolme tai neljäkin eri alatyyppejä, nim. kahden ensimmäisen kuivumistyyppien yhteydessä kuvatut kuivumisvaiheet, kuusen pikikärsäkäs-, kuusijäärä- ja kirjanpainaaja-alatyypit, sekä viimeksi selostettu, kahden ensimmäisen alatyypin välimuodoksi lähinnä laskettava kuivumisvaiheen kulku. Näillä alatyypeillä saattaisi olla merkitystä, paitsi itse kuivumisilmion selvittelylle sinänsä, myös käytännöllisille metsänhoidollisille toimenpiteille ja harkinnoille, mutta toisaalta niiden varsin mutkalliset riippuvaisuussuhteet tekevät ne viimeksi mainituissa suhteissa varsin hankaliksi käyttää tai perustaa niille käytännöllisiä toimenpiteitä. Niiden enemmästä pohtimisesta luovutaankin tässä yhteydessä.

Ukkoniluri-ryhmän kuivumistyypeillä, kun niitä tarkastellaan metsänhoidollisia toimenpiteitä silmällä pitäen, on merkittävä, että niissä kuivumisen alkuvaihe yleensä kestää kaksi tai kolme vuotta, poikkeustapauksia lukuunottamatta. Kun kuivumisvaihekin usein kestää yli yhden kasvukauden eli lähes tasan vuoden, usein kaksikin, kuluu koko kuivumisprosessiin yleensä vähintään kolme vuotta, ajan vaihdellessa keskimäärin kolmesta viiteen vuoteen, poikkeustapauksissa vuoden tai pari kolme enemmänkin. Jo tämä seikka sekä se näille tyypeille yhteinen piirre, että kuivuminen aluksi tapahtuu läikittäin, tavallisesti alkaen ensin vain yhdellä puolen kuorivaippaa (runkoa), joten puu jatkuvasti voi säilyttää kuntosaa varsin hyvänä, antavat aiheen käytäntöä varten yhdistää ne yhdeksi kuivumistyyppiksi, kuten jo aikaisemmin (Kangas 1936) on tehtykin. Kuivumisen kulun mukaisesti on tällöin, viimeksi mainitun jaon puitteissa, kysymys paikoittaisesta kuivumisesta eli tärkeimmän kuivumistekijän mukaan nimitettynä ukkonilurin aiheuttamasta kuivumisesta.

Kuivumisen päällepäin näkyvät tunto-merkit ovat jo alkuvaiheen aikana havaittavia, sillä kaikki kolme päätekijää, ukkoniluri, mesisien ja kuusen syöpä, aiheuttavat näkyvää pihkavuotoa (vrt. Kangas 1944). Ukkonilurin aiheuttama pihkavuoto on sen esiintymiskohdissa — tavallisesti siis tyvessä — todettavissa eräänlaisina enintään

parin kolmen sentin läpimittaisina pihkamöykkyinä (suppiloina), joiden keskellä on 4—6 mm:n läpimittainen reikä. Muutakin pihkavuotoa saattaa esiintyä, nimenomaan ukkonilurin epäonnistuneiden käytävien yhteydessä. Mesisienen aiheuttama pihkavuoto esiintyy aina aivan juurenniskassa, vieläpä juurien tyvessäkin, kuoren (kaarnan) raoista ulos pursuavana, usein verraten heikkonakin. Kuoren alla on todettavissa pihkoitunutta pintaa. Kuusen syövän aiheuttama, usein erittäin runsas pihkakasautuma on syöpäkoron laidoilla ja alapuolella. Kuusella esiintyy usein muistakin syistä pihkavuotoa, ja kuusijäärien tyvessä aikaansaama voi toisinaan muistuttaa varsinkin mesisien aiheuttamaa. Ns. pihkarakkuloiden (*resinosis*) esiintyminen voidaan myös sekoittaa toisinaan kuusen syövän aiheuttamaan pihkavuotoon. — Kuivumisvaiheen päällepäin näkyvät tuntomerkit, latvuston värin vaihtuminen, kuivuvat oksat, ohut pihkavuoto rungon pinnalla jne. ovat yleensä samat kuin edempänä käsiteltävässä pikikärsäkästyypissä.

#### Maannousema – mesisieni-ryhmä.

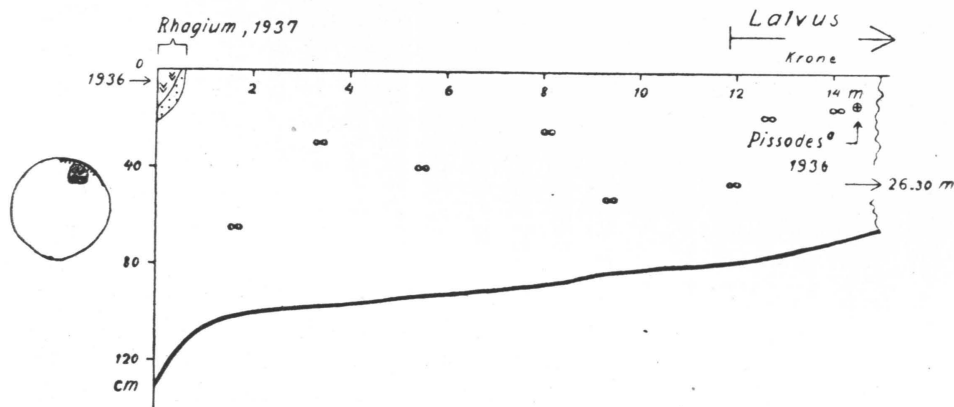
Edellisen ryhmän kuivumistapauksia selvitetessä on jo viitattu siihen, että myös maannousema ilmeisesti esiintyy kuivumisen kulkuun vaikuttavana (vrt. Kangas 1939, s. 2003). Sen vaikutus tuntuu kuitenkin yleensä niin hitaasti puun kunnossa, että sellaiset kuivumistekijät, joiden toiminta kunnan alentajina on vaikutukseltaan nopeampaa, kuten esim. ukkonilurin, sivuuttavat maannouseman miltei täydellisesti kuivumisprosessia alkuun panevana ja kuivumiselle suuntaa antavana tekijänä. Mutta maannouseman esiintyessä puussa selvästi fysiologista tuhoa aiheuttavana on myös sellaisia tapauksia, joissa noita vaikutukseltaan nopeampia tekijöitä ei esiinny kuivumisprosessin alkuvaiheessa. Mesisieni näyttää kuitenkin yleensä olevan mukana, ja vaikutukseltaan nopeampana se joutuu tällöin esiintymään varsinaisena kuivumisen alkuunpanijana sekä siten määräämään kuivumisen suunnan.

Mesisienen esiintyminen tällaisissa tapauksissa näyttäisi olevan riipuvainen maannousemasta, kuten mesisien esiintyminen yleensäkin sangen usein näyttää merkitsevän sitä, että puu on maannouseman saastuttama. Tämä toteamus on voitu tehdä sekä kuivumisanalyysien että maannousematutkimuksissa suoritettujen juuristoanalyysien (vrt. mm. Kangas 1940 a, kuvat 6 ja 7) antamista tuloksista. Merkitseekö tämä sitä, että mesisien ilmestyminen edellyttää aina maannouseman tai jonkin muun tekijän aiheuttamaa vikaa puussa, ei suoritettujen ana-

lyysien perusteella vielä voida suinkaan päätellä (vrt. Neger 1919, Liro 1924, Ferdinandsen & Jørgensen 1938—39), mutta ilmeisen yleistä kuitenkin on juuri äsken mainittujen kahden tekijän esiintyminen samanaikaisesti kuivumistapauksissa. Tämän ryhmän kuivumistapauksista voidaankin sen mukaisesti sanoa, että kysymyksessä on maannouseman ja mesisien alkuunpanema kuivuminen, eli puhua lyhyesti maannousema–mesisieni-ryhmästä.

Kuivumisen kulku on tässäkin ryhmässä yleensä hidaskulku. Jos se laskettaisiin alkavaksi jo maannouseman puuhun ilmestymisestä asti, olisi se luonnollisesti tavattoman hidaskulku. Näin ei asiaa kuitenkaan voida käsittää jo yksistään siitä syystä, mitä edellä on maannousemasta ja mesisienestä sanottu kuivumisen alkuunpanijoina. Sitäpaitsi usein maannouseman saastuttama puu on vielä fysiologisesti sangen vahva kuivumista (kuivumistekijöitä) vastaan. Kysymyksessä on tässä suuresti samankaltainen suhde kuin edellisen ryhmän kuusen syöpä–ukkoniluri-tyypin päätekijöiden, kuusen syövän ja ukkonilurin, välillä, jolloin maannousema vastaisi kuusen syöpää ja mesisieni ukkoniluria. Kuivumisprosessissa on myös havaittavissa selvä alku- ja varsinainen kuivumisvaihe, kuten ukkoniluri-ryhmässäkin. Sen sijaan ryhmään kuuluvia kuivumistapauksia ei juuri voi jakaa mihinkään eri kuivumistyyppihin tai alatyyppihin, kuten edellisessä ryhmässä, vaan ne muodostavat yleensä yhden oman tyyppinsä, joten ryhmä samalla vastaa yhtä kuivumistyyppiä ahtaastikin otettuna.

Maannousema–mesisieni-tyyppi muistuttaa melkoisesti edellisen ryhmän tyyppejä, varsinkin mesisieni–ukkoniluri-tyyppiä, kuitenkin sillä erotuksella, että näille niin ominainen ukkoniluri puuttuu siitä yleensä kokonaan. Eräitä muitakin poikkeavia piirteitä on olemassa. Tyyppillistä ja erityisesti mesisien esiintymiseen liittyvää näyttää olevan havupuun kantojäärän tavallista aikaisempi ilmestyminen puuhun. Se ei kuitenkaan kuivumisen edistymiselle merkitse paljoakaan, sillä ko. laji näyttää rajoittuvan esiintymisessään yleensä jo muutenkin — mesisien ansiosta — kuivuvan kuoren alueelle ja siis esiintyvän sekundääriseen. Mutta kantojäärän toukkia tapaa tällöin ainapa tuoreen kuoren rajoilla asti, joten mahdollista on, että ne saattavat hiukan lisätä kuivuvan kuoren pinta-alaa jo kuivumisprosessin alkuvaiheessakin. Analyysi 10 kuvaa tämän kuivumistyyppin alkuvaihetta, joka tässä tapauksessa on ehkä ollut tavallista hitaampi. Terveeltä vaikuttavan hyväkasvuisen kuusen tyvessä oli kapea, 17 sm:n levyinen, vain puoleen metriin (55 sm)



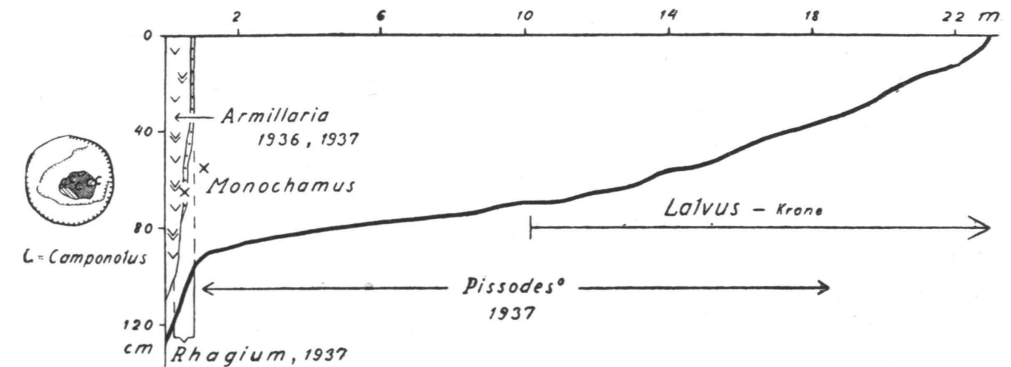
Piirros 10. Analyysi 26.3 m pitkstä, 110-vuotisesta kuusesta. Valtapuu,  $D_{1.3} = 33.0$  sm. Rungon tyvässä, toisessa laidassa, maannouseman lahoa 8 sm:n läpimitan alalla, mm. 4 irtolahoreikä. Rungossa pihkarakkuloiden aiheuttamaa pihkavuotoa. Latvuksessa oksien kärjissä neulasat hiukan vaalentuneita. Analyysi tehty 26. V. 1938. Korpikylä-Lintulan valtionpuisto.

Fig. 10. Analyse einer 26.3 m hohen, 110jährigen Fichte. Herrschender Baum,  $D_{1.3} = 33.0$  cm. Am Stammgrund an der einen Seite auf etwa 8 cm im Durchmesser betragender Fläche Stockfäule, u. a. vier kleine Höhlen loser Fäule. Am Stamm durch Harzblasen verursachter Harzfluss. Nadeln an den Astspitzen der Krone schwach entfarbt. Datum der Analyse 26. V. 1938. Staatsforst Korpikylä-Lintula.

ulottuva kuivan kuoren kaista, jonka pinnassa saattoi havaita pihkavuotoa. Kannossa (poikkileikkauksessa) oli lähellä pintaa n. 8 sm:n alalla neljä selvästi jo irtolahoista maannousemaläikkää aivan kuivan kuoren kaistan kohdalla. Kuivan kuoren alueella oli mesisieni ilmestynyt puuhun jo v. 1936, aiheuttaen kuoren kuivumisen, ja kantojäärä jo seuraavana kesänä, minkä vuoksi kuivan alue on saattanut kukaties vielä hiukan laajentua. Kuivumisen alkaessa on ylempänä rungossa ollut myös yksinäinen pikikärsäkkään puuhuntunkeutumisyritys, joka kuitenkin on jäänyt tuloksettomaksi. Verraten vaatimattomia pihkarakkuloita on rungossa esiintynyt siellä täällä. Kaikesta päättäen maannouseman tuho on alempana rungon (tai juurien) tyvässä tuntunut pintaan (jälteen) asti, ja mesisieni on siitä päässyt nopeasti leviämään puuhun analyysin osoittamassa määrässä. Tuntelemattomasta syystä se ei seuraavana kesänä — ainakaan todettavasti — ollut lisännyt esiintymisaluettaan rungossa, kuten tavallisesti on laita. Ilmeisesti kuivumisprosessin alkuvaihe jatkuisi tässä tapauksessa ainakin vielä kolmannen vuoden, neljänteen kasvukauteen asti. Se

ei kuitenkaan läheskään aina ole sentään juuri näin hidas, vaan kaksi vuotta (kolmena kasvukautena) voi olla ehkä yleisempikin alkuvaiheen pituus kuin se, mikä analyysin kuvaamassa tapauksessa on ollut kysymyksessä. Mutta myös vielä hitaampia alkuvaiheita saattaa esiintyä.

Varsinainen kuivumisvaihe on hyvin samanlainen kuin edellä ukkoniluri-ryhmän yhteydessä kuvattu pikikärsäkkäs-alatyypin. Samoin kuin alkuvaihe myöskään kuivumisvaihe ei näytä paljoa vaihtelevan, joten tässäkin suhteessa kuivumistyyppi näyttää varsin yhtenäiseltä. Analyysi 11 kuvaa tällaista kuivumisvaiheen alkamista. Kuusi, jonka kannosta saat-



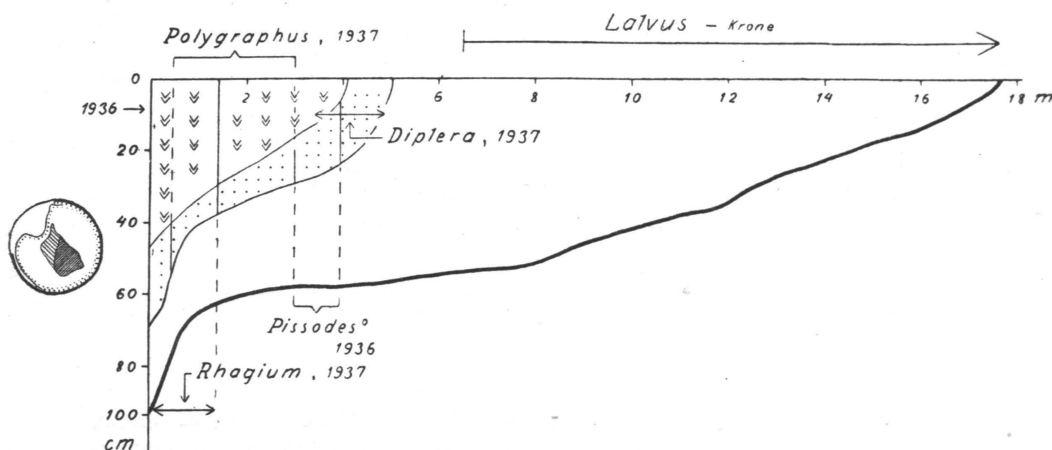
Piirros 11. Analyysi 23.0 m pitkstä, 102-vuotisesta kuusesta. Valtapuu,  $D_{1.3} = 28.5$  sm. Rungon tyvässä pitkälle kehittynyt maannouseman laho, missä hevostuuraus- (*Camponotus herculeanus* L.)käytäviä. Latvus hiukan vaaleahko väriltään. Analyysi tehty 24. V. 1938. Korpikylä Lintulan valtionpuisto.

Fig. 11. Analyse einer 23.0 m hohen, 102jährigen Fichte. Herrschender Baum,  $D_{1.3} = 28.5$  cm. Am Stammgrund weit fortgeschrittene Stockfäule mit Gängen von *Camponotus herculeanus*. Krone ganz schwach entfarbt. Datum der Analyse 24. V. 1938. Staatsforst Korpikylä-Lintula.

toi havaita maannousemalahon olevan jo varsin pitkälle kehittyneen — mm. hevostuuraus esiintyi runsaana ontossa tyvässä ja laho oli levinnyt osaksi jo aivan pintaan asti —, oli tyvässä jo lähimain ympäri (84.5 % kuorivaipasta) kuiva, vaikkei kuivan kuoren alue ulottunutkaan kuin n.  $\frac{3}{4}$  m:n korkeuteen. Mesisieni oli tullut puuhun ainakin jo v. 1936 ja jatkanut tuhoaan vielä seuraavanakin kesänä. Kantojäärä oli myös tällöin (1937) ilmestynyt kuolleen kuoren alueelle. Pikikärsäkkäs oli samoin jo toisena kesänä (1937) esiintynyt erittäin runsaana pitkin runkoa, aina 1 m:n korkeudelta yli 18 m:iin asti, mutta säännöllisesti epäonnistuen.



Tämä oli kuitenkin jo ratkaissut puun kohtalon. Seuraavana keväänä (1938) analyysia tehtäessä puun latvus oli jo hiukan vaalea ja puun nopea kuivuminen samana kesänä olisi ollut varma. Ilmeisesti juuri pikikärsäkäs-ten runsauden takia myös yksinäinen suutari (tai räätäli) oli tunkeutunut v. 1937 tuoreenkin kuoren alueelle<sup>1</sup>. — Kuivumisvaiheen alkuunpanijana on siis kuusen pikikärsäkäs, ja kuivuminen päättyy kuten yleensä pikikärsäkästapauksissa. Sekundäärisinä lajeina ovat monikirjaajat tavallisimpia kuivumisen päätökseen saattajia. Eräät muutkin lajit (mm. myös kätkökaarnurit) saattavat tulla kysymykseen. Analyysi 12 osoittaa kuivumis-



Piirros 12. Analyysi 17.85 m pitkstä, 105-vuotisesta kuusesta. Lisävaltapuu,  $D_{1.3} = 20.0$  sm. Rungossa maannouseman melko laajalti levinnyt laho. Latvuksen oksat heikonäköisiä, niiden kärkiosat vaalentuneet väriltään. Analyysi tehty 29. V. 1938. Korpikylä-Lintulan valtionpuisto.

Fig. 12. Analyse einer 17.85 m hohen, 105jährigen Fichte. Mitherrschender Baum,  $D_{1.3} = 20.0$  cm. Stammgrund in ziemlich weitem Umfang von Stockjüule angegriffen. Die Äste der Krone wirken schwach, ihre Spitzen sind entfärbt. Datum der Analyse 23. V. 1938. Staatsforst Korpikylä-Lintula.

vaiheen tämän kohdan. Pahoin lahoon — juurenniskassa aina pintaan asti lahonneeseen — kuuseen on mesisieni tunkeutunut varsin laajalle alalle aina yli 4 m:n korkeuteen v. 1936, mahdollisesti vähäisessä määrässä jo edellisenäkin vuonna. Samana kesänä on jo myös pikikärsäkäs — mesisientä myöhäisempänä esiintymisessään — tullut puuhun 3—4 m:n välillä, silloin tuoreeseen kuoreen, aiheuttaen, vaikka onkin yrityksessään epäon-

<sup>1</sup> Laji on meillä muninnassaan pikikärsäkästä myöhäisempi.

nistunut, kuivan kuorialueen laajentumisen. Seuraavana kasvukautena (1937) ovat kantojäärän lisäksi myös monikirjaajat ilmestyneet puuhun, samoin eräät kärpästoukat (? *Stratiomyidae*) kuivan kuoren alueelle tuoreen rajalle. Latvusto on jo ollut vaalentunut analyysia tehtäessä keväällä 1938. Puun lopullinen kuivuminen oli siis ilman muuta vielä samana kasvukautena odotettavissa. Kuivumisen alkuvaihe on siis oikeastaan kestänyt vain vähän yli yhden vuoden<sup>1</sup> (mutta kahtena kasvukautena), kun sen sijaan kuivumisvaihe tulee muodostumaan yhteensä ainakin lähes kahden vuoden (kahden kasvukauden) pituiseksi.

Maannousema-mesisieni-tyypille ominaista ja käytännön kannalta merkittävää on kuivumisen hidastuminen. Alkuvaihe kestää yleensä kaksi kolme, jopa neljäkin kasvukautta. Kuivumisvaihe kestää, kuten yleensä pikikärsäkästapauksissa, yli yhden, tavallisesti kaksi kasvukautta. Koko kuivumisprosessi kestää näin ollen vähintään vajaan kolme, tavallisesti neljä — viisi vuotta. Kuivuminen alkaa tyvestä ja jatkuu ylöspäin. Käytäntöä siinä pitäen ei kuivumisprosessin sillä vaiheella, jossa esiintyvät vasta maannousema ja mesisieni, kuitenkaan ole merkitystä metsänhoitotoimenpiteille, joten kuivumistyyppi vasta pikikärsäkään puuhun ilmestymisestä lähtien on tässä suhteessa huomioitavissa. Näin ollen käytäntöä varten tehdyssä jaotuksessa (Kangas 1936) voidaan ko. tyyppi lukea tyvestä ylöspäin kehittyvään kuivumiseen, missä yleensä pikikärsäkäs on tärkeimpänä kuivumistekijänä. Kun tässä tyyppissä kuitenkin mesisienellä on ratkaiseva merkitys kuivumisen alkuunpanijana, pikikärsäkään osuuden ollessa suurikin, voidaan tätä ylöspäin kehittyvää kuivumistyyppiä käytännössä nimittää myös mesisienin ja pikikärsäkään aiheuttamaksi kuivumiseksi, erotukseksi kokonaan toiseen tyyppiin kuuluvasta, vaikka kulultaan samanlaisesta (ylöspäin kehittyvästä) pikikärsäkään yksinään aiheuttamasta kuivumisesta.

Kuivumisen päälle päin näkyvät tunto-merkit ovat jo alkuvaiheessa — vaikkakin verraten vaikeasti — havaittavissa, kuten jo edellisen ryhmän kuivumistapauksia selostettaessa mesisienestä on mainittu. Mutta mesisienin aiheuttama pihkavuoto voi toisinaan olla runsaampaa ja helpommin havaittavaa, varsinkin sen äkkiä vallatessa suuren alan kuorivaipasta. Kuten edellisen ryhmän yhteydessä (s. 44) mainittiin,

<sup>1</sup> Mesisienin ilmestymistä puuhun jo v. 1935 ei analyysin yhteydessä varmulla voitu todeta.

mesisien aiheuttaman pihkavuodon tapaista vuotoa aiheuttavat myös kuusijäärät, joita taas yleensä harvoin tämän tyyppin tapauksissa esiintyy, joten siinä suhteessa on sekaantumisen mahdollisuus olemassa. Kuori irtoaa kuitenkin mesisien tapauksissa puusta enemmän yhtenäisinä levyinä kuin kuusijäärä-tapauksissa, joissa se osittain kuivaa puuhun kiinni. — Kuivumisvaiheen päällepäin näkyvät merkit, latvuston värin vaaleneminen, ohut pihkavuoto rungossa jne., ovat yleensä samat kuin seuraavassa käsiteltävän pikikärsäkäs-tyypin kuivumistapauksissa.

#### Pikikärsäkäs-ryhmä.

Kuusen pikikärsäkäs on ehkä yleisin kuivumistekijä meikäläisissä oloissa tapahtuvassa kuusikoiden kuivumisessa. Mainittakoon vain, että esim. Korpikylä-Lintulan tutkimusalueella, missä tavattiin mitä moninai- simpia kuivumistekijöitä ja -tapauksia, pikikärsäkäs esiintyi kuivumistekijänä — suurempana tai pienempänä merkitykseltään — 75 %:ssa kaikista tutkituista kuivumistapauksista, siitä huolimatta, että täällä suoritettiin mm. myös yksinomaan ukkoniluri-tapauksia koskevia analyysejä tämän lajin biologisten suhteitten selvittämiseksi (Kangas 1939). Samoin on kaikilla muillakin tutkimus- ja havaintoalueilla pikikärsäkäs aina esiintynyt kuivumistekijänä, monilla lisäksi tärkeimpänä tai yksinomaisena (Vesijako) kuivumista alkuun panevana tekijänä. Vaikka kuusen pikikärsäkäs varsin monesti esiintyy, kuten on nähty, vasta kuivumisvaiheen alkuunpanijana ja sellaisenakin hyvin eriarvo- arvoisena, niin se voi myös olla ja varsin usein onkin täysin primäärinen, esiintyen aikaisimpana puuhun ilmestyvänä kuivumisen alkuun panevana tekijänä, monesti ainoanakin. Tällöin on kysymyksessä siis *k u u s e n p i k i k ä r s ä k k ä ä n a l k u u n p a n e m a k u i v u m i n e n*, ja näiden kuivumistapausten ryhmää voidaan lyhyesti nimittää *p i k i k ä r s ä k ä s r y h m ä k s i*.

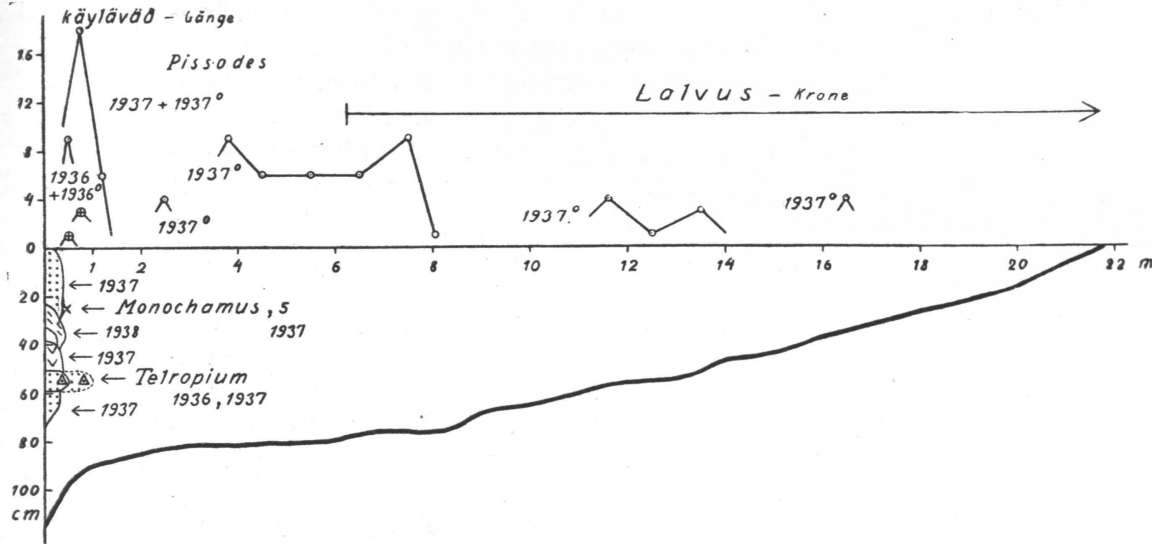
Tässä ryhmässä kuivuminen käy suhteellisen nopeasti. Vaikka kuusen vastustuskyky pikikärsäkkään puuhun tunkeutumista vastaan on siksi suuri, että pikikärsäkäs vielä kuivumisprosessin toisenakin vuotena saattaa osaksi — joskus kokonaankin — epäonnistua yrityksissään, niin pikikärsäkäs esiintyy yleensä kuitenkin siksi laajalla alalla runkovaippaa ja siksi runsaana, että puun kunto joka tapauksessa huononee siksi paljon, että toissijaiset ja täysin sekundäärisetkin lajit voivat jo ilmestyä puuhun ja saattaa kuivumisen väistämättömästi päätökseen. Pikikärsäkkään puuhun ilmestyminen, sen epäonnistuessakin yrityksissään, merkitsee

jokseenkin poikkeuksetta puun lopullista sortumista, vaikkapa pikikärsäkäs itse ei sitten enää olisikaan kuivumisprosessissa mukana.

Kuivumisessa voidaan tässäkin ryhmässä erottaa useimmiten kaksi vaihetta, *a l k u v a i h e* ja *v a r s i n a i n e n k u i v u m i s v a i h e*, vaikka rajan vetäminen niiden välille riippuukin jo paljon subjektiivisesta harkinnasta siitä, mikä on katsottava varsinaiseksi kuivumiseksi, mikä ei. Joka tapauksessa kuivumisen alkuvaiheen kulusta riippuu huomattavassa määrässä kuivumisvaiheen laatu, kuten ukkoniluri-ryhmässäkin, joskaan ei ehkä yhtä selvästi.

Ryhmän kuivumistapaukset voidaan jakaa kolmeen toisistaan melkoisesti poikkeavaan *k u i v u m i s t y y p p i i n* lähinnä sen perusteella, jatkaako pikikärsäkäs esiintymistään myös kuivumisvaiheeseen siirryttäessä vai ei ja onko pikikärsäkäs kuivumisvaiheenkin alkuunpanijana vai ei. Niissä tapauksissa, joissa kuivuminen on vain osaltaan jatkuvasti riippuvainen pikikärsäkkään esiintymisestä, voidaan tuskin erottaa eri kuivumisvaihteita toisistaan. Milloin tämä jatkuvastikin sen sijaan joko on melkein yksinomaan tai sitten ei laisinkaan ole riippuvainen pikikärsäkkästä, voidaan ko. eri vaiheet kyllä erottaa.

*P i k i k ä r s ä k ä s - t y y p p i* on ryhmän tyypeistä vaihtelevin. Kuivumisen kulku on yleensä hitaampi kuin ryhmän toisissa tyypeissä, myös seuraavana käsiteltäväksi tulevassa. Pikikärsäkäs on, kuten ryhmän tapauksissa aina on asian laita, puuhun ensimmäisenä, aikaisimpana ilmestyvä, kuivumisen varsinaisesti aloittava ja myös koko kuivumisprosessille — aina kuivumisvaiheen puolella asti — suuntaa antava tekijä. Muiden jo alkuvaiheessakin mukana olevien luonteeltaan primääristen kuivumistekijäin esiintyminen on tavallisesti vain vähäistä tai toissijaisen luontoista. Analyysi 13 kuvaa tällaisen kuivumistapauksen *a l k u v a i h e t t a*. Näköjään aivan terveeseen ja vielä analyysejä tehtäessäkin täysin vihreälatvuksiseen kuuseen oli v. 1936 ilmestynyt puolen metrin korkeudelle kymmenkunta (9) pikikärsäkästoukkaa, joista yksi oli epäonnistunut kehityksessään, sekä aivan tyveen kapealle alueelle joku kuusijäärän toukka. Seuraavana kasvukautena (1937) pikikärsäkäs oli uudelleen tunkeutunut samoille kohdille runkoa kuin v. 1936 ja siitä ylöspäin aina 1 m:iin saakka, puolta runsaampana, jolloin kolme toukkaa oli epäonnistunut, tuhoutuen puun erittämään runsaaseen pihkavuotoon. Myöskin kuusijäärät olivat jatkaneet vähäisessä määrässä (8 toukkaa) esiintymistään entisessä kohdassa, nyt samoin 1 m:n korkeudelle asti. Pikikärsäkäs oli sitäpaitsi vähäisemmässä määrässä tunkeutunut runkoon ylemmäksikin, sinne tänne, aina yli 16.5 m:n korkeuteen asti, mutta aina epäonnistuen kehi-



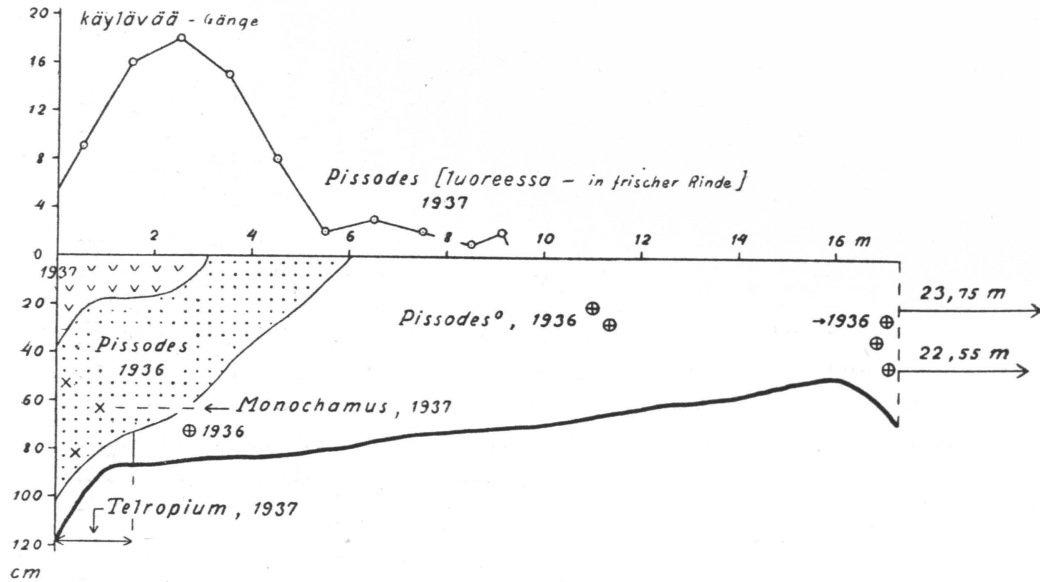
Piirros 13. Analyysi 21.75 m pitkstä, 124-vuotisesta kuusesta. Valtapuu,  $D_{1.3} = 28.0$  sm. Latvus tuore, vihreä. Analyysi tehty 23. V. 1938. Korpikylä-Lintulan valtiopuisto.

Fig. 13. Analyse einer 21.75 m hohen, 124jährigen Fichte. Herrschender Baum  $D_{1.3} = 28.0$  cm. Krone frisch, grün. Datum der Analyse 23. V. 1938. Staatsforst Korpikylä-Lintula.

tyksessään. Puun vastustuskyky on siis vielä tällöin ollut varsin suuri. Tyveen on kuitenkin jo samana vuonna syntynyt varsin leveä, joskin vielä matalaksi jäänyt kuivan kuoren vyöhyke molemmin puolin kuusijääriin edellisena vuonna kuivattamaa kapeaa kaistaa. Samoin mesisieni on tällöin tunkeutunut tyveen kapeanlaiselle alueelle ja vain 40 sm:n korkeudelle asti. Kun samana keväänä (1938), jolloin analyysi tehtiin, mesisieni vielä oli 10 sm leveällä alalla uudelleen tunkeutunut runkoon, nytkin vain 3 sm korkeammalle kuin edellisena vuonna, oli kasvukauden 1938 alussa analyysiä tehtäessä jo lähes  $\frac{2}{3}$  rungon ympärystä (65.7 %) kannon korkeudelta kuivunut, ja kuolleen kuoren alue ulottui  $\frac{1}{2}$  m:n, kuusijäärien esiintymiskohdalla kapealti melkein 1 m:n korkeuteen asti. V. 1937 oli tuoreen ja kuivan alueen rajalle ilmestynyt myös vähän suutarin (räätälin) toukkia. Puu oli, kuten mainittu, edelleen kuitenkin varsin elinvoimaisen, hyväkuntoisen näköinen, mutta todennäköiseltä tuntui sittenkin, erityisesti huomioon ottaen kuolleen kuorivaipan leveyden puun tyvässä, että kuivumisprosessin alkuvaihe tulisi päättymään tähän ja kuivumisvaihe alka-

neena kasvukautena olisi tullut pääsemään jo hyvään vauhtiin. Alkuvaihe olisi näin ollen kestänyt kaksi kasvukautta.

Varsinainen kuivumisvaihe saattaa tässä tyypissä liittyä niin vähitellen alkuvaiheeseen, ettei kuivumisprosessissa ole mahdollista tarkalleen määritellä ajankohtaa näiden vaiheiden väliseksi rajaksi. Lisäksi tämä raja useinkaan ei jaa noita eri vaiheita kasvukausittain erilleen, kuten enimmäkseen tapahtuu edellä kuvatuissa kuivumistyypeissä, vaan se on asetettava monesti keskellekin kasvukautta. Tavallisinta on, että joskin alkuvaiheen on katsottava jatkuvan vielä toisenakin kasvukautena, toisaalta myös kuivumisvaiheen on laskettava alkavan jo tänä samana kasvukautena. Ratkaiseva merkitys on usein sillä, minkä ajan sisällä, ts. kuinka aikaisin ja nopeasti, pikikärsäkäs toisena kasvukautena uudelleen tunkeutuu puuhun ja miten se tässä yrityksessään onnistuu. Kuivumisvaihe voi nimenomaan edellä mainitusta, mutta myös muista seikoista, kuten pikikärsäkästen runsaudesta niiden puuhun tunkeutuessa, muista primäärisluonteisista tekijöistä, niiden määrästä ja runsaudesta ym., riippuen saada hiukan erilaisen luonteen, vieläpä jossain määrin eri kuivumistekijöineenkin. Analyysi 14 kuvaa varsinaiseen kuivumisvaiheeseen siirtymistä tässä tyypissä. Miltei täysin terve- ja vihreälatvuksinen puu osoittautui analysoitaessa jo varsin pitkälle kuivumisessaan ehtineeksi. Pikikärsäkäs oli v. 1936 kuivattanut jo varsin laajan alan kuorivaipasta puun tyvässä, niin että vain 15 sm kapea kaista siellä oli enää tuoretta, elintoimintoihin pystyvää kuorta, kuolleen kuoren alueen ulottuessa lisäksi aina 6 m:n korkeuteen asti. Kuoren kuivuminen oli tietysti tapahtunut vasta seuraavana vuonna (1937), kuten yleensä pikikärsäkkään esiintymisissä. Joitakin epäonnistuneita yrityksiä pikikärsäkäs oli sitäpaitsi tehnyt muuallekin runkoon, olipa haarautuman alapuolella ollut joku epäonnistunut, jo ennen v. 1936 syntynyt käytäväkuviokin. Seuraavana vuonna (1937) se oli jatkanut esiintymistään tuoreessa kuoreessa, mutta jälleen pääasiassa samalla korkeudella eli n. 6 m:iin asti. Vain vähäisessä määrässä (yksityisiä käytäviä) oli pikikärsäkästä ollut ylempänäkin, aina vähän yli 9 m:iin asti. Kuusijäärien toukkia oli samana vuonna myös ilmestynyt tuoreeseen kuoreen tyvästä 1.6 m:iin asti. Samoin oli mesisieni tunkeutunut kuolleen kuoreen alueella aina vähän yli 3 m:n korkeuteen, ja sitäpaitsi sillä alueella oli muutama suutarin (räätälin) esiintymäkin, molemmat v:lta 1937. Kun pikikärsäkkään runsaus suhteellisen kapealla tuoreen kuoreen alueella oli verraten suuri (15—18 onnistunutta käytävää kuorivaipan tuoreen osan metri pituutta kohti välillä 1—4 m!) ja lisäksi kuusijäärien esiintyminen tyvässä otetaan huomioon, on katsottava, että puun lopullinen kuivuminen kasvu-



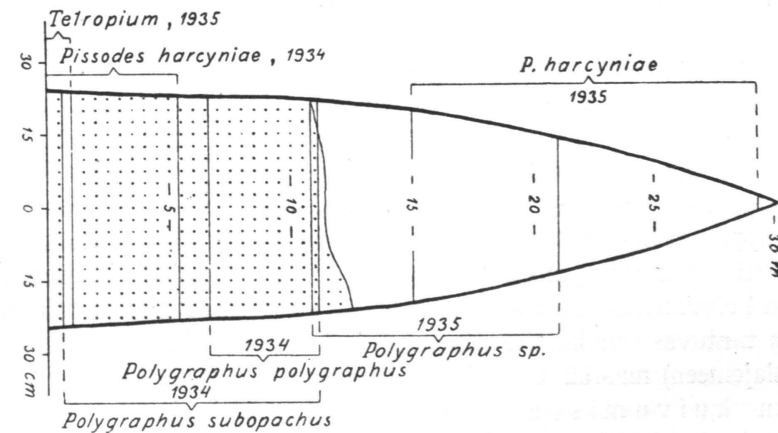
Piirros 14. Analyysi kaksihaaraisesta kuusesta, pituus 23.75 ja 22.55 m, ikä 103 v. Valtapuu,  $D_{1.3} = 27.7$  sm. Latvus täysin tuore, vihreä. Analyysi tehty 26. V. 1938. Korpikylä-Lintulan valtionpuisto.

Fig. 14. Analyse einer gegabelten, 23.75 m bzw. 22.55 m hohen, 103jährigen Fichte. Herrschender Baum,  $D_{1.3} = 27.7$  cm. Krone völlig frisch und grün. Datum der Analyse 26. V. 1938. Staatsforst Korpikylä-Lintula.

kauden 1938 alkupuolella — tai ainakin sen kuluessa — olisi tullut olemaan varma jo ilman muutakin, vaikka kuoren kuivuminen v. 1937 puuhun tulleen pikikärsäkkään jäljiltä ei tavanmukaisesti, kuten mainittu, ollutkaan ehtinyt tapahtua vielä analyysiä tehtäessä kasvukauden 1938 alussa, mikä myös selittää jo mainitun latvuksen suhteellisen hyvän kunnon vielä tällöin. Sitäpaitsi kasvukauden kuluessa olisi ollut odotettavissa runkoon vielä toissijaisia sekundäärisluonteisia lajeja, tässä tapauksessa todennäköisesti vaippaniluri (tai joku sen veroinen), ja ehkäpä vielä itse pikikärsäkäsikin ylemmäksi runkoon, joten lopullinen kuivuminen ilmeisesti olisi ollut nopea. — Miten tässä tapauksessa on ajateltavissa alku- ja kuivumisvaiheen rajoittuvan toisiinsa, on varmaankin osittain subjektiivisesta näkemyksestä riippuvainen. Kuitenkaan ei voitane alkuvaiheeksi lukea enää koko kasvukautta 1937, vaan luultavastikin enintään vain alkupuoli, ts. vuoden 1937 pikikärsäkäsypölvien puuhun ilmestymiseen asti, ellei haluta alkuvaihetta rajoittaa suorastaan vain kasvukauteen 1936. Alkuvaiheen pituudeksi saataisiin siis lähinnä runsas vuosi ( $1\frac{1}{2}$  kasvukautta)

ja kuivumisvaihe kestäisi silloin n. 1 vuoden ( $\frac{1}{2} + \frac{1}{2}$  kasvukautta) tai vähän enemmän.

Pikikärsäkäs-monikirjaaja-tyyppi on taas ryhmän tyypeistä ylivoimaisesti yleisin (vrt. Saalas 1923, s. 461 ja Kangas 1938, ss. 32—33). Kuivumisen kulku on heti alusta alkaen tasaisen nopeata ja pikikärsäkkään vaikutus kuivumisen suuntaa määrävänä jää, sen ensin alkuun pantuaan, vain osittaiseksi. Sen sijaan monikirjaajien vaikutus, riippuen niiden esiintymisen erittäin nopeasta tuntumisesta kuivumista edistävänä, tulee pian huomattavaksi kuivumisprosessissa, ts. ne jouduttavat kuivumista nopeammin ja voimakkaammin kuin pikikärsäkäs, vaikkakin ilmestyvät puuhun vasta viimeksi mainitun seuraajina. Juuri tämä seikka vaikuttaa sen, että pikikärsäkkään vaikutus kuivumisprosessissa ei sitten enää ole niin määrävä kuin edellisessä tyyppissä vielä vastaavassa vaiheessa tapaa olla. Samasta syystä — ennen kaikkea monikirjaajien esiintymisen nopeasta tuntumisesta kuivumisessa — johtuu, että tässä kuivumistyyppissä on vaikeata erottaa alku- ja varsinaista kuivumisvaihetta toisistaan. Ainakin alkuvaihe muodostuu tällöin erittäin lyhyeksi, niin että sillä ei ole samaa merkitystä kuin edellä kuvatuissa tyypeissä. Tyyppin sisäiset kuivumisprosessin vaihtelumahdollisuudet jäävät näin myös melkoisen pieniksi. Analyysi 15 kuvaa erään tällaisen kui-

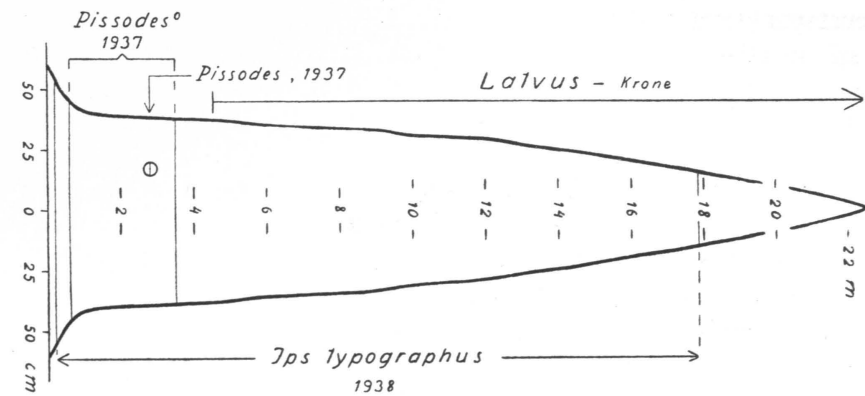


Piirros 15. Analyysi 30.15 m pitkstä, 108-vuotisesta kuusesta. Valtapuu,  $D_{1.3} = 46.0$  sm. Latvuksen alimmat oksat kuivuneet, muuten latvus vielä tuore, vihreä. Analyysi tehty 31. VIII. 1935. Raivolan lehtikuusikko.

Fig. 15. Analyse einer 30.15 m hohen, 108jährigen Fichte. Herrschender Baum,  $D_{1.3} = 46.0$  cm. Krone sonst noch frisch und grün, aber ihre unteren Äste sind vertrocknet. Datum der Analyse 31. VIII. 1935. Lärchenforst von Raivola.

vumistapauksen. Se on jo myös toisessa yhteydessä (Kangas 1938, ss. 32—33) tullut tarkemmin selostetuksi. Siinä on täysin terveeseen, kookkaaseen, mutta vielä kaikessa kasvuvoimassaan olevaan kuuseen v. 1934 ilmestynyt runsaasti pikikärsäkäsästä tyviosaan lähes 5.5 m:n korkeudelle asti. Vielä saman kesän lopulla olivat puuhun, tyviosaan, mutta kuitenkin huomattavasti laajemmalle alueelle kuin pikikärsäkäs (n. 11 m:iin asti), tulleet monikirjaajat, kuivattaen kuorivaipan koko tyviosan alueelta, kuitenkin vasta seuraavan kasvukauden alussa, mistä johtuen latvus koko tuoreeksi jääneen rungon osan mitalta oli analyysiä tehtäessä kasvukauden lopulla vielä täysin vihreä. Toisena kasvukautena oli pikikärsäkäs sitten vallannut puun latvaosan, tuoreen kuoren alueen, vieläpä mennyt vahvimpien oksien tyviinkin. Samanaikaisesti tai vähän ennenkin oli tänä kasvukautena tyveen, ensimmäiselle metrille, kuoren tyven ollessa vielä tuoreen, ilmestynyt myös kuusijääriä. Samoin olivat monikirjaajat uusineet tunkeutumisen puuhun, entisen alueensa jatkoksi ylöspäin, toisen kasvukauden lopulla. Puun kuivuminen oli näin ollen välittömästi odotettavissa joko jo vielä samalla kasvukaudella tai seuraavan (kolmannen, 1936) alussa. — Mitään selvää alkuvaihetta ei kuivumisprosessissa tässä tapauksessa voida juuri erottaa, tai ainakin se sitten on rajoitettava erittäin lyhyeksi,  $\frac{1}{2}$  kasvukaudeksi, ts. monikirjaajien puuhun ilmestymishetkenä päättyväksi. Paremminkin voitaisiin varsinaisen kuivumisen sanoa jatkuneen heti kuivumisprosessin alusta alkaen ja kestäneen n. 2 vuotta (3 kasvukautena).

Pikikärsäkäs-kirjanpainaja-tyyppi on ilmeisesti ryhmänsä harvinaisin, mutta toisaalta nopein kuivumistyyppi. Siitä voitaneen sanoa samaa kuin aiemmin ukkoniluri-ryhmän kirjanpainaja-alatyypistä (ks. s. 40), nim. että kirjanpainajan ilmaantuminen voi olla enemmänkin riippuvainen sen omasta primääriluonteisesta kuin edeltä käyvästä pikikärsäkkään esiintymisestä. Tässä tyypissä pikikärsäkäs jää heti varsinaisen kuivumisvaiheen alkaessa pois koko kuivumisprosessista tai ainakin siihen tuntuvasti vaikuttamattomaksi, ja kirjanpainaja (mahdollisine seuralaislajeineen) määrää täydelleen kuivumisen kulun. Alku- ja varsinaisen kuivumisvaihe ovat selvät ja jyrkästi rajoitettavissa. Analyysi 16 kuvaa tällaisen kuivumistapauksen. Täysin terveeseen kuuseen oli v. 1937 pikikärsäkäs tunkeutunut n. 3 m:n matkalle rungon tyviosaan (0.6—3.5 m) melkoisen runsaana, mutta yleensä epäonnistuen (vain 1 onnistunut kuviol). Puu näytti keväällä 1938 analyysiä tehtäessä vielä erittäin elinvoimaiselta, mutta siitä huolimatta sen kunto oli siksi paljon heikentynyt, että kirjanpainaja tällöin oli erittäin lukuisana juuri



Piirros 16. Analyysi 22.5 m pitkstä, 81-vuotisesta kuusesta. Valtapuu,  $D_{1.3} = 25.8$  cm Latvus täysin terve ja vihreä. Analyysi tehty 31. V. 1938. Korpikylä-Lintulan valtionpuisto.

Fig. 16. Analyse einer 22.5 m hohen, 81jährigen Fichte. Herrschender Baum,  $D_{1.3} = 25.8$  cm. Krone völlig frisch und grün. Datum der Analyse 31. V. 1938. Staatsforst Korpikylä-Lintula.

tunkeutumassa puuhun miltei koko rungon mitalla (0.20—17.85 m). Mitään muita kuivumistekijöitä ei puussa vielä silloin esiintynytäkään. Kirjanpainajan puuhun tunkeutuminen tapahtui sellaisessa mittakaavassa, ettei ollut epäilystäkään siitä, ettei puu varmasti kuivuisi kasvukauden kuluessa, ts. viimeistään elokuun alkuun mennessä. Tässä tapauksessa alkuvaiheessa esiintyi yksinomaan vain pikikärsäkäs, ja se kesti yhteensä vain vajaa vuodet (kahtena kesänä osan kasvukautta). Varsinainen kuivumisvaihe on aivan yhtä nopea (vajaa kasvukausi), ja siinäkin esiintyy vain yksi tekijä, ainakin aluksi, nim. kirjanpainaja. Pieni kirjanpainaja ja kuusen tähtikirjaaja ovat kuitenkin kuivumisvaiheen aikana sen erittäin yleisiä seuralaislajeja.

Pikikärsäkäs-ryhmän tyypeistä kahdelle ensimmäiselle on oleellista ja käytäntöä ajatellen merkittävää se, että kuivumisen alkuun paneva tekijä, pikikärsäkäs itse, on mukana kuivumisprosessissa alusta loppuun asti, mutta että kuivuminen samalla on verraten nopeata. Varsinaisessa pikikärsäkäsästyypissä kuivumisprosessin alkuvaihe kestää yleensä 2—3 kasvukautta ja lopullinen kuivumisvaihe yli yhden (joskus 2) kasvukauden, joten koko kuivumisprosessi kestää tavallisesti runsaan 2 tai 3 vuotta (3—4 kasvukautta) ja on vaihdellen  $2\frac{1}{2}$ — $3\frac{1}{2}$  vuotta. Pikikärsäkäs-monikirjaaja-tyypissä se on vieläkin lyhempi, vaihdellen  $2$ — $2\frac{1}{2}$  vuotta, poik-

keustapauksissa vieläpä vajaat 2 vuotta. Näissä kahdessa ensimmäisessä, metsänhoidolliselta kannalta lähinnä rinnastettavissa olevassa tyyppissä kuivuminen tapahtuu siis keskimäärin hiukan nopeammin kuin edellisten ryhmien nopeimmissakin kuivumistapauksissa, ts. kahdessa kolmessa vuodessa, (2) 3—4 kasvukautena. Kuivumisen kulku tapahtuu selvästi tyvestä latvaosaan päin edistyen, joten käytäntöä varten tehdyssä jaoituksessa ne voidaan lukea ylöspäin kehittyvään kuivumiseen, tai pääaiheuttajansa mukaan nimitettynä pikikärsäkkään aiheuttamaan kuivumiseen. — Ryhmän kolmannelle kuivumistyyppille, pikikärsäkäs-kirjanpainaja-tyypille, on ominaista ja käytännön kannalta merkittävää kuivumisen huomattavan suuri nopeus sekä se, ettei pikikärsäkkään vaikutus ole mukana tai ei tunnu kuivumisprosessin loppuun asti. Kuivumisen alkuvaihe ja kuivumisvaihe jäävät lyhyiksi, edellinen vajaaksi vuodeksi, jälkimmäinen vajaaksi kasvukaudeksi, ja koko kuivumisprosessi kestää näin ollen vain n. puolitoista vuotta (2 kasvukautta). Kuivumisen kulku on kyllä — teoreettisesti otettuna — tyvestä ylöspäin leviävä, mutta kun itse varsinainen kuivuminen tapahtuu kirjanpainajan ansiosta yhtäkkiä koko puussa, on käytäntöä varten tehdyssä jaoituksessa tämä tyyppi luettava koko puun yhtäaikaiseen kuivumiseen, missä kuitenkin kirjanpainajan ohella pikikärsäkkäällä ilmeisesti on ollut erittäin huomattava edeltävä merkityksensä. Aiheuttajainsa mukaan nimitettynä voitaisiin puhua, erotukseksi kirjanpainajain yksinomaan aikaansaamasta, tässä tapauksessa pikikärsäkkään ja kirjanpainajan aiheuttamasta kuivumisesta.

Kuivumisen päällepäin näkyvät tuntomerkit ovat alkuvaiheessa yleensä heikot ja niiden havaitseminen vaatii melko tarkkaa silmää sekä jonkin verran kokemusta. Ne ovat kuitenkin olemassa ja käytännöllisten toimenpiteitten kannalta niillä on merkitystä. Pikikärsäkäs aiheuttaa aina, ja vähänkin runsaammin esiintyessään melko havaittavaakin, ohutta visvamaista pihkavuotoa, joka ohuina juovina valuu runkoa alaspäin. Parhaiten havaittavaa ja tyyppillisintä se on ylempänä rungossa, ohuemman kuoren alueella, kun taas rungon tyviosassa varsinkin tuo luonteenomainen juovamaisuus katoaa ja koko pihkavuoto pyrkii häviämään paksun kaarnan halkeamiin. Mikäli pikikärsäkkään esiintyminen on vähänkin runsaampaa ja laajemmalle kuorivaipan alueelle ulottuvaa, ja varsinkin jos se on jatkunut jo toista kertaa (toista kasvukautta), saattaa näkyvänä merkinä havaita myös latvuksen (neulaston) värin vaa-

lenemista, mikä kuitenkin ei sellaisenaan riitä todisteeksi pikikärsäkäs-tuhosta. Tämä ilmiö johtunee lähinnä siitä, että jo pikikärsäkästen suhteellisen niukka — ja epäonnistunutkin — esiintyminen puussa näyttää suuresti häiritsevän kuoren elintoimintoja, aiheuttaen herkästi sen kuivumista, kuten edempänä tulee tarkemmin puheeksi (vrt. Kangas 1937, s. 65). — Kirjanpainajan, samoin kuin monikirjaajien, tunkeutuessa puuhun on parhaiten havaittavana tuntomerkkinä yleensä hieno puru, jonka ko. kaarnakuoriaiset tunkevat ulos kuoreen kaivamistaan käytävistä.

### Kaarnakuoriais-ryhmä.

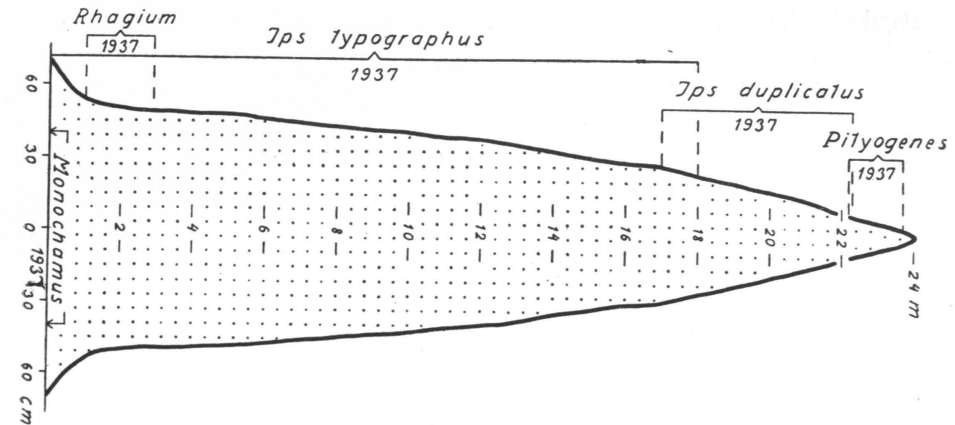
Tavallisesti sekundäärisinä esiintyvät kaarnakuoriaiset — tässä kysymykseen tulevat lähinnä kirjanpainaja, pieni kirjanpainaja, kuusen tähtikirjaaja, monikirjaajat sekä kuusen oksakirjaaja — voivat, kuten tunnettua (Sala 1919, 1923; Kangas 1934 b, 1936), sopivien edellytysten ilmaantuessa tulla kysymykseen täysin primäärisinä tuholaisina, ja tällöin niiden merkitys ensisijaisina kuivumistekijöinä voi metsikön kuivumisessa muodostua ratkaisevaksi. Näin käy erityisesti niiden joukkoesiintymisen ollessa kysymyksessä, mikä taas useimmiten on seurauksena joidenkin edellä käyneiden tuhojen, hakkuiden, kulon yms. kaarnakuoriaisille tarjoamista poikkeuksellisen edullisista lisääntymismahdollisuuksista. Vaikkakin monesti siis useat eri syyt luovat mahdollisuudet kaarnakuoriaisten tuhoille ja vielä kuivumistapauksissakin eräät hitaasti ja heikostikin vaikuttavat kuivumistekijät saattavat toisinaan olla luomassa mahdollisuuksia kaarnakuoriaisten tunkeutumiselle puuhun, on tässä kysymykseen tulevissa kuivumistapauksissa koko kuivumisprosessin kulku yksinomaan kuivumisen aiheuttavien kaarnakuoriaisten esiintymisestä johtuva ja riippuvainen. Mikäli tällöin muita kuivumistekijöitä kuivumisprosessiin osallistuu, niiden osuus siihen jää kokonaan varjoon mainittujen kaarnakuoriaisten osuuden rinnalla, ennen kaikkea näiden vaikutuksen tavatoman nopeuden ja voimakkuuden johdosta itse kuivumisen edistymiseen. Kaarnakuoriaiset ovat siis kokonaan yksin kuivumiselle suuntaa antavina ja useimmiten myös yksinään alkuun panevinakin kuivumistekijöinä, joten näissä tapauksissa voidaan puhua kaarnakuoriaisten alkuun panemasta kuivumisesta ja ko. tapausten ryhmää nimittää lyhyesti kaarnakuoriais-ryhmäksi.

Kuivuminen käy tässä ryhmässä yleensä hyvin nopeasti, tavallisesti paljonkin lyhyemmässä ajassa kuin yhdessä kasvukaudessa. Eräissä ta-

pauksissa kuivuminen kuitenkin saattaa kestää yli yhden kasvukauden, jopa jokseenkin säännönmukaisesti. Mitään pelastumisen mahdollisuutta lopullisesta kuivumisesta ei kuusella näissä tapauksissa ole, kuten vastaavissa tapauksissa joskus saattaa olla asian laita männyllä (Kangas 1934 b, ss. 30—34). Kuivumisen suuresta nopeudesta sekä siitä, että kuivumisen alkuun panevat tekijät jo sinänsä saattavat sen myös päätökseen, johtuu, ettei kuivumisprosessissa juuri voida erottaa mitään alku- ja varsinaista kuivumisvaihetta, vaan yleensä kuivuminen tapahtuu alusta alkaen selvästi yhtäjaksoisesti ja nopeasti puun täydelliseen kuolemiseen asti. Näin ollen kuivumisen alkuun pääsy ja esiintyvät kuivumistekijät määräävät kuivumisen kulun kokonaan jo heti sen alkaessa. Vain mainituissa hitaammassa tapauksissa voi tulla kysymykseen kuivumisen kulussa jonkin verran vaihtelua.

Ryhmän kuivumistapaukset voidaan jakaa lähinnä kolmeen kuivumisyyppiin, joiden lisäksi voidaan erottaa vielä eräitä muitakin, harvinaisempia. Nuo kolme yleisintä tyyppiä ovat erotettavissa osaksi sen mukaan, minkä kokoisista eli ikäisistä puista on kysymys, pääosalta kuitenkin esiintyvien kuivumistekijöiden mukaan. Nuoret pienet kuuset, jo kysymykseen tulevien kuivumistekijöiden biologisten vaatimusten mukaisesti, kuivuvat yleensä yhden ja saman tyyppin mukaisesti, vanhemmat kookkaammat puut saattavat sen sijaan kuivua eri tavoilla. Mikäli on kysymys yleensä äkillisestä autoktonisesta metsikön kuivumisesta, ovat nopeat kuivumistyyppit tavallisesti vallitsevina, mutta mikäli on kysymys tämän ryhmän puitteissa krooniluontoisesta tuhosta, tulee tavallisesti useimmiten kysymykseen hitaampi kuivumistyyppi. Eri kuivumistyyppien välillä saattaa tässä ryhmässä esiintyä melko usein ja useita eri välitapauksia, joskin yleensä eri tyyppien karkeat suuntaviivat kuivumisprosessissa voidaan sentään erottaa.

Kirjanpainaaja-tyyppi on ehdottomasti ryhmän tärkein. Se on se kuivumistyyppi, joka suurissa katastrofinluontoisissa tuhotapauksissa varttuneissa kuusikoissa tavallisesti on pääasiallisesti tai ainoanakin esiintyvänä. Kuivumisen kulku on yleensä hyvin nopea ja yhtenäinen. Kuivumisen sekä alkuun panevana että loppuun saatavana tekijänä on joko kirjanpainaaja yksin tai yhdessä pienen kirjanpainaajan kanssa. Varsin yleisesti, joskaan ei ehdottomasti aina, esiintyy aivan latvassa sekä oksissa vielä kuusen tähtikirjaaja sekä toisinaan seuraajalajeina (toissijaisina) vaippaniluri, kääpiökaarnurit, nyhä- tai kulokaarna-kuoriainen, suutari (räättäli), kantojäärä jne. Analyysi 17 kuvaa tällaista varsin nopeata, yleensä kookkaiden puiden kuivumistapausta. Metsikön



Piirros 17. Analyysi 24.06 m pitkstä, 111-vuotisesta kuusesta. Valtapuu,  $D_{1.3} = 33.0$  sm. Puu kuollut kesän lopulla edellisellä vuonna, keskiosasta runkoa kuori jo pudonnut pois. Analyysi tehty 21. V. 1938. Korpikylä-Lintulan valtionpuisto.

Fig. 17. Analyse einer 24.06 m hohen, 111jährigen Fichte. Herrschender Baum  $D_{1.3} = 33.0$  cm. Baum am Ende des vorhergehenden Sommers eingegangen, im mittleren Stammteil ist die Rinde bereits abgefallen. Datum der Analyse 21. V. 1938. Staatsforst Korpikylä-Lintula.

valtapuihin kuuluvaan, 24 m pitkään kuuseen, jossa ei voinut havaita mitään merkkejä puussa aikaisemmin esiintyneistä tuhoista tai muista vikaisuuksista, oli alkukesällä 1937 tunkeutunut lähes koko rungon pituudelle kirjanpainaaja sekä ylemmäksi latvaosaan pieni kirjanpainaaja, sen biologisesti vikarioiva laji ohuemman kuoren alueella, molemmat erittäin runsaslukuisina. Aivan latvaan sekä oksiin, kirjanpainaajilta vapaaksi jääneisiin osiin, oli ilmestynyt lisäksi kuusen tähtikirjaaja sekä myöhemmin kesällä tyveen, missä kirjanpainaajan runsaus oli ollut vähäisempi, suutari (räättäli) ja havupuun kantojäärä. Puun kuivuminen oli tapahtunut nopeasti ja täydellisesti jo samana kasvukautena, viimeistään elokuun loppuun mennessä, ja rungon keskiosasta, missä kirjanpainaajien runsaus oli ollut suurin, oli kuorikin jo pudonnut pois. — Mitään eri vaiheita ei kuivumisprosessissa siis ole erotettavissa. Koko kuivuminen kestää yleensä vain osan kasvukautta, ts. kesäkuun alusta elokuuhun eli n. 2—3 kuukautta. Hyvin yleistä kuitenkin on, että tällaisissa kuivumistapauksissa puun tyviosa jää vapaaksi kirjanpainaajan käytäväkuvioista ja voi toisinaan, vaikka runko ja latvus kuivuvatkin ensimmäisenä kasvukautena, jäädä tuoreeksi seuraavaan kasvukauteen asti. Jos sattuu niin, että kirjanpainaajat rajoittuvat ensimmäisenä kasvukautena vain rungon ylä- ja keskiosiin, niin että rungon tyvi jää koskemattomaksi aina

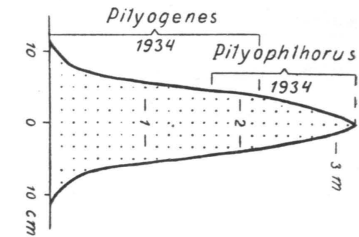
latvuksen alarajaa korkeammalle asti, puu saattaa säilyä hengissä, alimpien oksien säilyttäessä neulastonsa, ja sen lopullinen kuivuminen tapahtuu vasta toisena kasvukautena. Nämä tällaiset vaihtelut kuivumisprosessissa tässä tyyppissä ovat kuitenkin vain puhtaasti ko. kuivumistekijäin esiintymisen alueellista ja vahvuus(frekvenssi-)vaihteluja, joilla ei kuivumisen suunnan tai laadun kanssa ole mitään oleellista tekemistä.

T ä h t i k i r j a a j a- (o k s a k i r j a a j a-) t y y p p i on ryhmän kuivumistyypeistä se, joka edustaa nuorten pienikokoisten kuusten kuivumista. Vain eräissä poikkeustapauksissa tämä tyyppi saattaa tulla kysymykseen varttuneimmissa puissa, ja silloinkin kuivumisprosessin kulku tavallisesti eroaa nuorissa puissa tapahtuvasta melkoisesti. K u i v u m i s e n k u l k u o n, milloin koko puu kuivuu samanaikaisesti, hyvin nopea ja y h t e n ä i n e n. Alkuun panevana tekijänä on kuusen tähtikirjaaja, joka tavallisesti myös saattaa samalla kuivumisen päätökseen ja usein esiintyy ainoana tai ainakin ainoana kuivumisen kannalta merkittävänä kuivumistekijänä. Toisinaan saattaa tässä tyyppissä esiintyä toisena, vaikkakin ilmeisesti vähämerkityksisempänä kuivumisen alkuun panevana tekijänä kuusen oksakirjaaja (rungossa ja oksissa), mutta kuivumisen kulku on silti samanlainen kuin tähtikirjaajan yksinäänkin esiintyessä. Ilmeisesti on asian laita samoin oksakirjaajan ollessa kokonaan yksinkin kuivumisen alkuunpanijana ja toteuttajana, mikä myös voi tulla kysymykseen (ks. S a l a s 1919, ss. 297—300; 1923 s. 558 ja T r ä g ä r d h 1926, ss. 588—589), vaikka tutkimusten yhteydessä ei tällaisia tapauksia esiintynyt lainkaan. Muiden kuivumistekijöiden esiintyminen on yleensä vähäistä ja riippuu tavallisesti pääasiassa siitä, miten paljon kuoripintaa jää vapaaksi tähtikirjaajan (oksakirjaajan) käytävistä. Analyysi 18 kuvaa erään tällaisen kuivumistapauksen. Terveennäköiseen, vapaasti aukossa kasvavaan, normaalisesti kehittyneeseen n. 3 m:n pituiseen nuoreen kuuseen oli kuusen tähtikirjaaja tunkeutunut erittäin runsaslukuisana rungon ala- ja keskiosaan sekä kuusen oksakirjaaja rungon yläosaan ja oksien tyviin keväällä 1934. Kuivuminen oli tapahtunut erittäin nopeasti, ilmeisesti jo kesäkuun lopulla. Analyysia tehtäessä puu, kuten eräät muutkin nuoret kuuset samassa aukossa, oli jo kellastunut ja kuori oli painunut ruskeaksi sekä alkanut kuivua. Mitään muita kuivumistekijöitä ei puussa voitu todeta. — Koko kuivumisprosessi on tällaisissa tapauksissa heti alusta alkaen yhtenäinen, nopea, kuivumisen alkuun panneiden tekijäin yhtämittaa loppuun saattama. Se k e s t ä ä k o k o n a i s u d e s s a a n v a i n 1—2 k u u k a u t t a, riippuen puun koosta ja kuivumistekijäin runsaudesta. Se on näin ollen useimmiten vielä nopeampi kuin edellisessä

tyypissä. Tällekin tyyppille on — varsinkin vähän kookkaammissa nuorissa puissa — usein ominaista, että aivan tyvi jää koskemattomaksi ja saattaa säilyä tuoreena joskus seuraavaankin kasvukauteen asti.

Teoreettisesti voitaisiin ajatella, että puun koon kasvaessa rungon alaosa aina vastaavasti pitemmältä jäisi koskemattomaksi — kuusen tähtikirjaajan biologisten vaatimusten mukaisesti (ks. esim. S a l a s 1923, s. 564; T r ä g ä r d h 1939, s. 222) —, kunnes tultaisiin niihin tapauksiin, joissa tähtikirjaaja on tunkeutunut, ilmeisesti kyllä ensimmäisenä kuivumisen alulle panevana tekijänä, keski- tai suurikokoisen kuusen latvaosaan, runkoon ja oksiin, aikaansaaden edellä mainitun poikkeuksellisen tämän tyyppin kuivumistapauksen myös varttuneimmissa puissa. Tuollaisia väliasteita ei tutkimusten yhteydessä ole

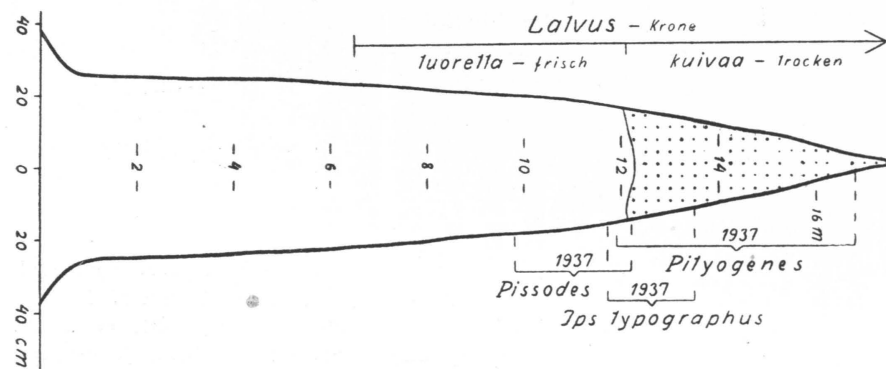
kuitenkaan todettu, ja mainitut suurempien puiden kuivumistapauksetkin, jotka on todettu, ovat olleet varsin harvinaisia. Sitäpaitsi kuivumisen kulku tällaisissa tapauksissa saa, kuten edellä mainittiin, jo toisenlaisen suunnan. Kuivumisprosessiin osallistuvat tällöin jo usein monet muutkin ensisijaiset kuivumistekijät, kuten toiset kaarnakuoriaislajit ja pikikärsäkäs, sekä lisäksi täysin sekundäärisiä kuivumistekijöitä. Analyysi 19 kuvaa tällaisen poikkeuksellisen tapauksen. Keski-ikäiseen, 17.3 m:n pituiseen, parhaassa kasvussa olevaan kuuseen oli keväällä 1937 tähtikirjaaja tunkeutunut latvaosaan, oksistoon, n. 5 m:n (11.9—16.8 m) pituudelle, aivan latvassa myös runkoonkin, sekä heti sen jälkeen saman alueen ala-osaan, runkoon (11.7—13.5 m) kirjanpainaja vähäisessä määrässä. Lähes 11 m:n pituisesta latvuksesta (6.5—17.3 m) oli yläpuoliskon (12.1—17.3 m) runko ja oksisto kuivunut nopeasti samana kesänä, kuten tässä kuivumistyyppissä tapaa käydä. Kuivumisen ollessa parhaillaan menossa oli kesällä (1937) vielä ilmestynyt kuivuvan osan alapuolelle runkoon, n. 2½ m:n alalle (9.8—12.2 m), kuusen pikikärsäkäs. Keväällä 1938, analyysia tehtäessä, oli rungon alaosa vielä täysin terve ja koskematon, sen sijaan yläosa, pikikärsäkkään esiintymän alarajasta alkaen syksyllä 1937 kuivuneeseen osaan



Piirros 18. Analyysi 3.3 m pitkstä, 31-vuotisesta kuusesta. Nuorennosryhmän puu,  $D_{1.3} = 3.3$  sm. Latvus normaalisesti kehittynyt, jo kokonaan vaalentunut, kellastuminen alussa. Analyysi tehty 9. VIII. 1934. Ruotsinkylä.

Fig. 18. Analyse einer 3.3 m hohen, 31-jährigen Fichte aus der Verjüngungsgruppe;  $D_{1.3} = 3.3$  cm. Die normal entwickelte Krone bereits völlig entfärbt, beginnende Vergilbung. Datum der Analyse 9. VIII. 1934. Versuchsrevier Ruotsinkylä.



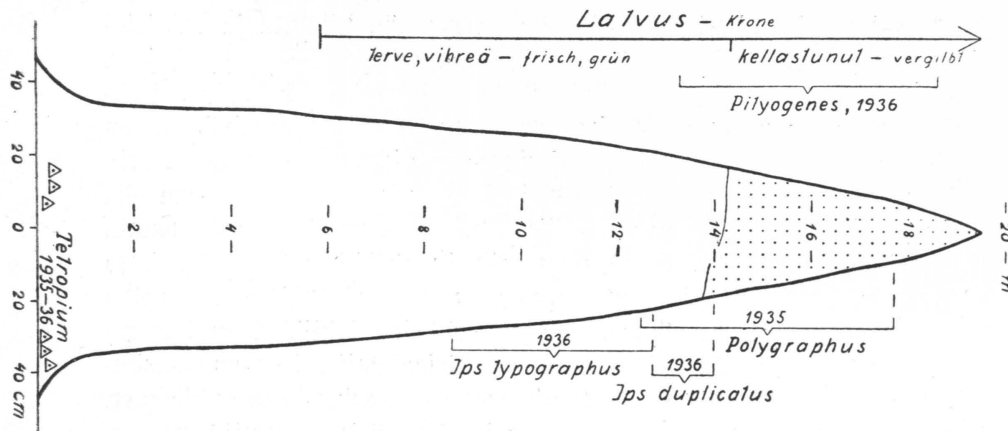


Piirros 19. Analyysi 17.3 m pitkstä, 107-vuotisesta kuusesta. Lisävaltapuu,  $D_{1.3} = 16.3$  sm. Latvuksen yläosa (12.1 m:iin asti) kuiva, alaosa tuore, hiukan vaalentunut, rungon pääosa (0—10 m) terve, tuore. Analyysi tehty 19. V. 1938. Korpikylä-Lintulan valtiopuisto.

Fig. 19. Analyse einer 17.3 m hohen, 107jährigen Fichte. Mitherrschender Baum,  $D_{1.3} = 16.3$  cm. Oberer Kronenteil (bis 12.1 m) dürr, der untere frisch, schwach entfärbt, der Hauptteil des Stammes (0—10 m) gesund, frisch. Datum der Analyse 19. V. 1938. Staatsforst Korpikylä-Lintula.

asti, oli jo selvästi kuivumassa, joskin vielä pääasiassa valkea- ja tuorenilainen. Tämän osan kuori oli kuitenkin ilmeisesti jo heikosti toimintakykyinen, koska oksisto kuivan osan alapuolellakin oli jo vaalentunut — samaa osoitti myös nilan juuri alussa oleva ruskettuminen. Kuivumisen jatkuminen rungon alaosaanakin oli luonnollisesti välittömästi odotettavissa nopeana ja lopullisena tällä kasvukaudella. Oksistossa esiintyvän tähtikirjaajan lisäksi olivat kuivumistekijöinä kuivumisprosessin jatkuessa odotettavissa, paitsi puussa parhaillaan olevia pikikärsäkästoukkia, lähinnä juuri kirjanpainajat ja ehkä myös toissijaisia kuivumistekijöitä. — Kuivumisprosessi on ilmeisen yhtenäinen tällaisissakin tapauksissa, vaikkakin se kestää n. 1—1½ vuotta, so. jatkuu kahtena kasvukautena, kuitenkin siitä riippuen, jääkö ja miten suuri osa latvusta jää elintoimintakykyiseksi toiseen kasvukauteen asti, ts. onko tähtikirjaajalla ja kirjanpainajilla vielä toisena kesänä mahdollisuuksia ilmestyä puuhun vai onko se tällöin jo kokonaan toissijaisten tekijän valtaama. Tällaiset kuivumistapaukset voivat olla hyvin lähellä seuraavaa kuivumistyyppiä kuivumisprosessin kulun puolesta nimenomaan sen loppuaiheessa, vaikkakin kuivumistekijät, erityisesti kuivumisen alulle paneva tekijä, sekä kuivumisen nopeus saattavat olla toiset.

Monikirjaaja-tyyppi edustaa ryhmän hitainta ja vaihtelevinta kuivumistyyppiä, samalla kun se useimmiten on se tyyppi, joka esiintyy kroonisluntoosiin tuhoihin liittyvänä sekä myös usein määrätynlaisilla kasvupaikoilla tai tietyissä olosuhteissa esiintyvänä. Se on varsin vaihteleva sekä esiintyvien kuivumistekijäin kokoomukseen että myös kuivumisen nopeuteen nähden. Kuivuminen saattaa toisinaan olla melko nopea, toisinaan taas suhteellisen hidaskin, mutta aina kuitenkin hitaampi kuin normaalisti on tapana ryhmän edellä kuvatuissa kahdessa muussa tyyppissä. Kuivumisprosessi on kuitenkin melko yhtenäinen alusta alkaen. Alkuun panevina tekijöinä ovat monikirjaajat, usein yksinään — kumpikin monikirjaajalaji voi sitäpaitsi esiintyä yksinäänkin, kuten eräissä olosuhteissa usein asian laita onkin (vrt. Saalas 1919, ss. 242—246, 250—254 ja 362—363) —, mutta monesti niiden ohella saattaa esiintyä muitakin kaarnakuoriaislajeja (kirjanpainajat, tähtikirjaajat jne.) sekä kuusijäärät. Monet muutkin kuivumistekijät — pääasiassa seuraajalajeina (toissijaisina) — esiintyvät usein tässä kuivumistyyppissä, kuten vaippaniluri, suomuniluri, kätkökaarnurit jne. (vrt. Saalas 1919). Tämä kuivumistyyppi vaatii ilmeisesti vielä lisätutkimuksia, se on kertyneen aineiston perusteella selvitetystä kuivumistyypeistä ilmeisesti epätäydellisimmän tunnetuksi tullut. Analyysi 20 kuvaa erästä melko yksinkertaista ja tyyppillistä tällaista kuivumistapausta. Monikirjaajat olivat tunkeutuneet hyväkasvuiseen, lähes 20 m:n pituiseen kuusen tuhoalueella, jolla erityisesti esiintyi kaarnakuoriaisryhmän kuivumistapauksia, loppukesällä 1935 latvaosaan puuta yli 5 m:n matkalle, kun sen sijaan puu muuten oli aivan terve ja hyväkuntoinen, muutamaa harvaa saman vuoden kuusijääräesiintymää aivan tyvessä lukuunottamatta. Kuusijäärän toukat olivat saattaneet ilmestyä puuhun vähän monikirjaajia aikaisemmin, mutta niiden vähäinen määrä (vain muutama toukkakäytävä pienellä alalla) jo osoittaa, että monikirjaajien on katsottava olleen varsinaisina kuivumisen alkuunpanijoina. Seuraavana kesänä (1936) kesäkuussa analyysiä suoritettaessa oli puuhun jo ilmaantunut juuri käytäväkuvioitaan aloittavia kirjanpainajia sekä pieniä kirjanpainajia välittömästi monikirjaajien esiintymän jatkoksi ja täydennykseksi alaspäin rungossa, samoin kuin jo kellastuvaan latvuksen yläosaan (oksistoon) kuusen tähtikirjaajia. Latvaosassa monikirjaajien esiintymisalueella myös kuori oli alkanut juuri kuivua, joskin se vielä nilaosaltaan oli pääasiassa valkeata. Aivan tyveen, uuteen kohtaan, oli jälleen tänäkin kesänä ilmestynyt muutamia harvoja kuusijäärien toukkia. Puun lopullinen kuivuminen tänä toisena kasvukautena ei vielä ollut



Piirros 20. Analyysi 19.5 m pitkstä, 93-vuotisesta kuusesta. Valtapuu,  $D_{1.3} = 22.3$  sm. Latvuksen yläosa kuiva (14 m:iin), alaosa tuore, mutta vaalentunut. Analyysi tehty 21. VI. 1936. Sjöskog-Meilbyn virkatalonmetsä.

Fig. 20. Analyse einer 19.5 m hohen, 93jährigen Fichte. Herrschender Baum,  $D_{1.3} = 22.3$  cm. Oberer Kronenteil (bis 14 m) dürr, der untere frisch, aber entfärbt. Datum der Analyse 21. VI. 1936. Wald des Staatsguts von Sjöskog-Meilby.

varmaa, koska puun tyviosa aina latvuksen alaosa myöten oli yhä säästynyt kirjanpainajilta, vaikkakin monikirjaajien uudelleen ilmaantuminen vielä vapaana oleviin rungon osiin kirjanpainajaesiintymän alapuolelle oli erittäin todennäköistä. Sitäpaitsi olisi puuhun saattanut vielä ilmaantua myös muita, sekundäärisempiä lajeja, kuten esim. vaippaniluri tai kätkökaarnuri, toissijaisina kuivumistekijöinä täydentämään ja jouduttamaan puun lopullista kuolemista, mikä joka tapauksessa olisi tapahtunut sitten ainakin seuraavan kasvukauden (1937) alussa. — Useiden tämätapaisten kuivumistapausten perusteella voidaan edellä kuvattua kuivumisprosessin jatkoa pitää sekä todennäköisenä että tyypillisenä. Hitaudesta huolimatta kuivumisprosessi on varsin yhtenäinen alusta alkaen, ja sen alkuun panevat tekijät, monikirjaajat, ovat yleensä siinä mukana loppuun asti. Se kestää kokonaisuudessaan aina yli kasvukauden, monesti vielä yli toisenkin, eli n. 1—2 vuotta. Sen pituus riippuu ratkaisevasti siitä, missä laajuudessa kuoripinta-alan sekä latvustoon (oksistoon) nähden se on aluksi alkanut, sillä tämä seikka määrää yleensä myös, minkälainen puun kunto on seuraavan (toisen) kasvukauden alussa, ts. mitkä tekijät tällöin tulevat mukaan kuivumisprosessiin, ja missä määrin kukin niistä tähän vaikuttaa.

Kuten jo edellisen tyyppin yhteydessä huomautettiin, saattaa tällaisten kuivumistapausten kuivumisen jatkuminen toisena kasvukautena, kun kuivuminen osassa puuta on jo ensimmäisenä ainakin käytännöllisesti katsoen ollut lopullinen, olla suuresti vaihteleva lähinnä juuri äsken mainitusta syystä riippuen. Osittain tähän vaihteluun vaikuttavat myös ne olosuhteet, joissa kuivumistyyppi esiintyy. Kun monikirjaajat (jokseenkin yksinomaan himmeä monikirjaaja, vrt. S a a l a s 1919, s. 251) usein näyttävät olevan hidaskasvuisten räme- ja korpikuusien kuivumistapauksissa alkuun panevana tekijänä tai kun ne (molemmat) kulometsien reunoilla esiintyvät lievästi vikautuneiden tai terveidenkin puiden kuivumisen alkuunpanijoina, ovat kuivumisprosessit tällöin olosuhteista (kasvupaikasta, edeltäneen kulon luomista mahdollisuuksista) johtuen toisistaan poikkeavia kuivumistekijöiden kokoomukseen ja tavallisesti myös kuivumisen nopeuteenkin nähden. Tarkemmat tutkimukset voisivat tuoda esille vielä muitakin vaihtelun syitä.

Kaarnakuoriais-ryhmän kuvattujen kuivumistyyppien lisäksi, jotka ilmeisesti ovat yleisimmät ainakin maan eteläosassa, voitaisiin harvinaisina erikoistapauksina esittää vielä useita kuvatuista tyypeistä selvästi poikkeavia (vrt. esim. S a a l a s 1919, 1923 ja 1938). Tällaisten poikkeuksellisten tapausten tarkempaan kuvaamiseen ei käytettävissä oleva tutkimusaineisto kuitenkaan riitä. Havainnot ja edellä viitatuut kirjallisuustiedot osoittavat kuitenkin, että useimmissa tapauksissa on tällöin kysymys lähinnä eri tyyppien erilaisista variaatioista ja yhdistelmistä, joissa lisäksi esiintyy jokin tai jotkin harvinaisemmat kuivumistekijät. Sen sijaan tutkimukset ja havainnot Pohjois-Suomessa (Kumpu-Kivalolla) ovat osoittaneet, että laajemmilla tutkimuksilla voitaisiin Pohjois-Suomen kuivuissa kuusikoissa todeta ehkä hyvinkin selvästi omiksi tyypeikseen erotettavia kuivumistapauksia tämän ryhmän puitteissa. Näin saattaisi nimenomaan olla asian laita viimeksi kuvattun monikirjaajatyypin osalta, joka siellä näyttää kuuluvan yleisimpiin kuivumistyyppihin.

Kaarnakuoriais-ryhmän tyytit, tarkasteltaessa kuivumistapauksia metsänhoidolliselta kannalta, voidaan jakaa kahteen ryhmään. Kirjanpainaja-tyypille ja tähtikirjaaja-(oksakirjaaja)-tyypille nuorissa puissa on ominaista ja käytännön kannalta merkittävää, että kuivuminen heti ja nopeasti johtaa puun lopulliseen sortumiseen. Molemmissa näissä metsänhoidollisesti rinnastettavissa tyypeissä tapahtuu koko kuivumisprosessi, alusta loppuun saakka, saman kasvukauden kuluessa, 1—3 kuukaudessa. Kuivuminen tapahtuu normaalisti yhtäaikaan koko puussa, joten kuivumistapaukset voidaan käytäntöä var-

ten tehdyssä jaoituksessa lukea yhtä aikaiseen kuivumiseen tai pääaiheuttajiensa mukaan kirjanpainajien ja tähtikirjaajan aiheuttamaan kuivumiseen. — Sen sijaan monikirjaaja-tyypille ja tähtikirjaaja-(oksa)kirjaaja-tyypille isoissa kuusissa samoin kuin muillekin ryhmän kuivumistapauksille, joissa rungon tyviosia ja latvuksen alin osa säilyvät elinkykyisinä seuraavaan kasvukauteen, on käytännön kannalta merkittävää juuri lopullisen kuivumisen siirtyminen yli talven, joskin tällä seikalla on metsänhoidollisesti syvemmlähti ottaen täysi merkityksensä vain juuri monikirjaaja-tyypille. Toinen oleellinen seikka on se, että yleensä kuivumisen alulle panevat lajit esiintyvät kuivumisprosessissa sen loppuun asti, ts. myös toisen kasvukauden puolella. Koko kuivumisprosessi kestää ainakin vuoden tai vähän yli, ts. se jatkuu aina kahtena kasvukautena, joskus jatkuen kolmannellekin kasvukaudelle asti eli lähes kaksi vuotta. Kuivumisen kulku on lähinnä latvaosasta alaspäin leviävä, joskin alku voi tapahtua keskiosissakin (latvuksen alueella) runkoa ja jatkua sekä alaspäin että ylöspäin. Käytäntöä varten voidaan nämä kuivumistapaukset kuitenkin yhdistää omaksi ryhmäkseen, ylhäältä alaspäin kehittyväksi kuivumiseksi. Yleisimpien tapausten kuivumisen pääaiheuttajien mukaan voitaisiin ehkä tällöin puhua monikirjaajien aiheuttamasta kuivumisesta, vaikka ko. lajeja ei eräissä tapauksissa lainkaan esiinny.

Kuivumisen päällepäin näkyvät merkit ovat kyllä, jos niitä tiedetään tarkata, havaittavissa ennen puun (tai latvuksen jonkin osan) kuivumista sekä sen seurauksena olevaa neulaston (tai sen osan) kellastumista ja lopullista kuivumista. Kaikissa tyypeissä ne ovat samat: puuhun tunkeutuneiden kaarnakuoriaisten käytävistään ulos purkama, tavallisesti vain kaarnanruskea, joskus osaksi valkoinenkin hieno puru, joka valuu runkoa alas, tavallisesti tarttuen jonkin verran pihkaisena käytäväaukon ympärille tai myös kuoren rakoihin, sekä monesti, joskaan ei aina havaittavasti, vähäinen pihkavuoto rungossa käytäväkuvioiden kohdalla. Neulaston kellastuminen saattaa nopeissa kuivumistapauksissa useinkin viipyä niin kauan, että rungon ollessa jo täysin kuivunut ja kuoren putoillessa alas latvus on vielä täysin vihreän ja normaalin näköinen. Tällaisissa tapauksissa, käytännön kannalta katsoen, ei latvuksen kellastumisella enää ole merkitystä kuivumisen ulkonaisena tuntomerkkinä, ja tämän vuoksi sitä on yleisestikin pidettävä vähän liian myöhäisenä metsänhoidollisia toimenpiteitä ajatellen. Poikkeuksen tässä suhteessa tekevät kuivumistapaukset, joissa kuivumisprosessi jatkuu seuraavaan kasvukauteen asti.

### Erikoistapaukset.

Kuusikoiden kuivumisessa saattavat luonnollisesti harvinaisina poikkeuksina tulla kysymykseen mitä erilaisimmat erikoistapaukset, ts. yleisistä kuivumistyypeistä poikkeavat kuivumistapaukset. Tähän mahdollisuuteen on erityisesti viimeksi kuvatun kuivumisryhmän yhteydessä edellä viitattu. Samanlaisia mahdollisuuksia on tietysti olemassa yleensäkin. Kun nyt tässä yhteydessä otetaan puheeksi erikoistapaukset, ei kuitenkaan tarkoiteta tällaisia tapauksia. Niiden kuvaamisella olisi tietysti oma metsäentomologinen mielenkiintonsa, ja erityisesti eräiden harvemmin tavattavien kuivumistekijäin biologian selvittelyn kannalta se voisi olla antoisakin, mutta käsillä olevan kysymyksen, kuusikoiden kuivumisen kannalta, metsänhoidollisena probleemina, sillä on vähemmän merkitystä.

Kuusijääräin alkuunpanema kuivuminen. — On kuitenkin eräs tapaus, johon tässä yhteydessä on kiinnitettävä vielä huomiota, nimittäin kuusijäärien yksinään alkuunpanema kuivuminen. Kuten edempänä (s. 99) mainitaan, on tällaisia kuivumistapauksia esiintynyt tutkimusten yhteydessä. Valitettavasti ne vain ovat olleet varsin harvallukuisia ja kukin vasta alkuvaiheessaan, niin että täyttä selvyyttä kuivumisprosessista kokonaisuudessaan ei niiden perusteella ole voitu saada. Ne osoittavat kuitenkin, että kuvatuista kuivumistyypeistä poiketen myös kuusijäärän yksinään alkuun saattamaa kuivumista ilmeisesti voi esiintyä. Se näyttää tällöin olevan aluksi, alkuvaiheessaan, erittäin hidasta, ilmeisesti hyvinkin ukkoniluri- ja kuusen syöpä-ukkoniluri-tyyppiin verrattavaa. Näyttää ilmeiseltä, että kuivumisvaiheessa saattaisivat esiintyä tärkeimpinä kuivumistekijöinä nimenomaan monikirjaajat, mahdollisesti myös jotkin muut harvinaisemmat kaarnakuoriaislajit, kuten esim. suomuiluri, kätkökaarnurit jne. (vrt. Saalas 1923, ss. 500, 507, 516—17, 554). Muitakin mahdollisuuksia luonnollisesti voi olla (vrt. analyysiä 20, s. 65). Erityisesti Pohjois-Suomessa saattaisi, tehtyjen havaintojen mukaan, tarkoitusta varten suoritetuilla tutkimuksilla todennäköisesti saada mielenkiintoista lisävalaistusta tähän kysymykseen, sillä siellä näyttäisi olevan mahdollisuuksia ehkä paremminkin saada aineistoa ko. kuivumistapauksista kuin etelämpänä maassamme (vrt. Saalas 1923, s. 390). — Onko sitten todella kuusijäärien esiintyminen ko. tapauksissa merkinnyt kuivumisen alkuunpanoa vai ovatko ne esiintyneet vain näennäisesti primäärisinä tekijöinä, on kysymys, joka vaatisi oman yksityiskohtaisen biologisluontoisen selvityksensä ko. lajien elintavoista (vrt. Saalas

1923, ss. 387—393; Schmitschek 1929; ks. myös s. 104). Eräät sodan aikana taistelualueilla suoritettujen, metsien kuntoa koskevien tutkimusten yhteydessä tehdyt havainnot viittasivat joka tapauksessa myös siihen, että kuusijäärät erittäin mielellään olisivat ilmaantuneet elävien puiden tyviosissa esiintyviin vikautuneisiin kohtiin, kuten loukkaantumien ym. syiden johdosta syntyneisiin koroihin. Joka tapauksessa kysymys kokonaisuudessaan on vielä siksi avoin ja po. tapaukset ovat olleet siksi harvinaisia, ettei niitä ole katsottu aiheelliseksi käsitellä omana kuivumistyyppinä, vaikkakin Saalas (1923, ss. 389—390) kyllä mainitsee tällaisia tapauksia esiintyvän runsaamminkin, vieläpä toisinaan kuusijäärien yksinään loppuun asti kuivattamina.

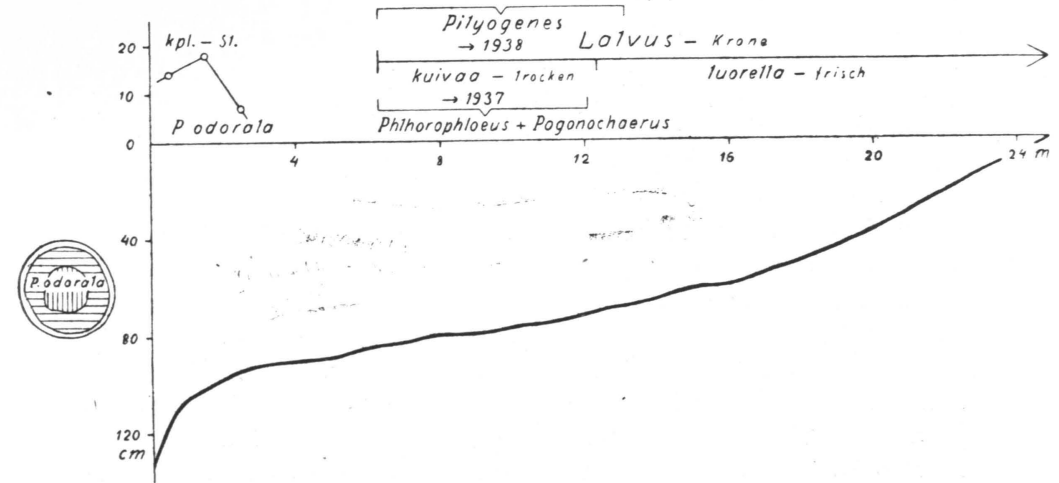
Muihin edellä mainitun tapaisiin poikkeaviin kuivumistapauksiin ei tässä yhteydessä katsota aiheelliseksi puuttua. Sen sijaan on tarkoituksena tarkastella sellaisia erikoistapauksia, joissa kuivumisprosessiin ilmeisesti oleellisesti kuuluvan, vaikka ehkä poikkeuksellisen kuivumistekijän todellinen vaikutus saattaa olla pohdinnan alainen tai joissa kuivumistekijän jatkuvan esiintymisen puuttuminen myös saattaa vaikutukseensa nähden antaa sijaa tulkinnoille. Tällöinkin rajoitutaan vain pariin tutkimuksessa esille tulleeseen ongelmaan, nimittäin lahojen — paitsi maanouseman, josta tarkempi selvittely parhaillaan on eri tutkimuksena valmistumassa — osuuteen kuivumisprosessissa ja kuivumisprosessin pysähtymiseen kuivumisen kulun aikana.

Paitsi maanousemaa on tutkimuksissa tavattu kuivumistapauksia analysoitaessa kaksi muutakin meillä kuusissa esiintyvää lahoa, nimittäin männyn käävän aiheuttamaa (ns. riisilahoa) ja kuusen käävän aiheuttamaa, kuten kuivumistekijäluettelosta jo kävi ilmi.<sup>1</sup> Suoritettujen analyysien perusteella on näiden lahojen vaikutus kuivumisen kulkuun tutkituissa tapauksissa arvioitu sellaiseksi, että ko. sienituhoojat on viety ensisijaisten kuivumistekijäin joukkoon. Tämän perusteluksi tarkastellaan näitä kuivumistapauksia seuraavassa parin kuivumisanalyysin valossa.

**Kuusen käävän aiheuttama kuivuminen.** — Tässä kuivumistapauksessa näyttää lahon vaikutus tuntuvan puun rungon tyviosassa siksi voimakkaasti, että se alentaa kuntoa siinä määrin, että sen voi havaita jo puun yleisestä ulkomuodosta. Tämä tulee kysymykseen

<sup>1</sup> Mesisientä, vaikka sekin aiheuttaa lahoa, ei tässä yhteydessä oteta huomioon, koska se pintalahona ja ensiksi siis nila- ja jälsikerroksessa esiintyvänä tulee kysymykseen selvästi fysiologista tuhoa aiheuttavana. — Muista lahoista, ennen kaikkea pohjan käävästä (ks. s. 27), ei analysoitujen kuivumistapausten yhteydessä saatu aineistoa.

silloin, kun laho on jo siksi levinnyt puussa, että se tuntuu myös puun fysiologisessa tilassa, ts. se esiintyy fysiologisestikin tuhoavana. Tämä lahon fysiologinen tuho näyttää tuntuvan kuitenkin varsin hitaasti. Analyysi 21 on tällaisesta tapauksesta. Kysymyksessä on lähes 25 m pitkä,



Piirros 21. Analyysi 24.7 m pitkstä, 126-vuotisesta kuusesta. Valtapuu,  $D_{1.3} = 33.0$  sm. Rungossa kuusen käävän aiheuttama laho sangen laajalle levinnyt, reunalla vain 3—5 sm tervettä puuta, kolmen ensimmäisen metrin matkalla melkein jokaisen oksan tynngän kohdalla sienien itiöemä (ks. graafista käyrää). Latvuksessa 12.35 m:n kohdalta alkavan tuoreen, vihreän osan alapuolella useita metrejä täysin kuivia oksia. Analyysi tehty 28. V. 1938. Korpikylä-Lintulan valtionpuisto.

Fig. 21. Analyse einer 24.7 m hohen, 126jährigen Fichte. Herrschender Baum,  $D_{1.3} = 33.0$  cm. Stamm in recht grossem Umfang von *Polyporus odoratus* angegriffen, Zone des gesunden Holzes am Splint nur 3—5 cm breit, bei den ersten drei Metern fast bei jedem Aststumpf ein Fruchtkörper des Pilzes (siehe graphische Kurve). In der Krone unterhalb des sei 12.35 m beginnenden frischen, grünen Teiles auf der Strecke von mehreren Metern völlig dürre Äste. Datum der Analyse 28. V. 1938. Staatsforst Korpikylä-Lintula.

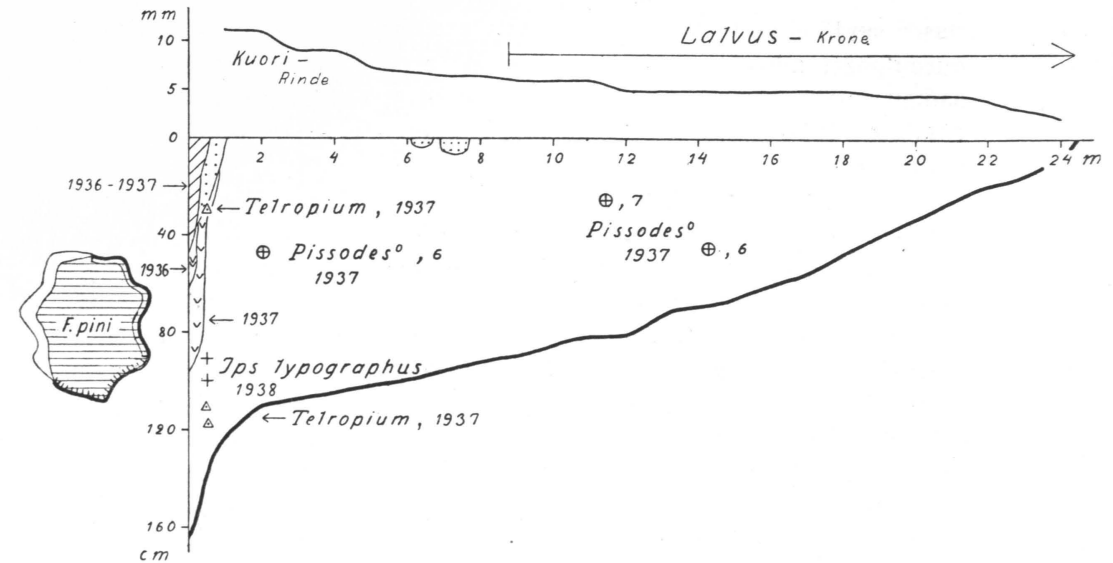
metsikön valtapuihin kuuluva kuusi, jonka runko kantoleikkauksessa osoittautui miltei läpeensä lahoksi, vain 3—5 sm leveä rengas mannon pinnassa oli tervettä. Laho oli lähinnä pintaa vielä kovaa, keskellä taas pehmeää, irtolahoa ei ollut lainkaan. Rungon tyvessä, lähes 3 m:n korkeudelle asti, oli sienien itiöemiä varsin runsaasti vanhojen oksan reikien kohdalla. Niiden luku nousi toisella runkometrillä lähes kahteenkymmeneen (18). Jokaisen tällaisen oksan reiän (käävän) ympäristössä laho oli tullut pintaan asti, joten kuorikin oli siinä kohdassa pieneltä alalta kuol-

lut. On hyvin mahdollista, että laho aikoinaan on tunkeutunut puuhun juuri joidenkin näiden oksien kautta. Puu oli joka tapauksessa varsin kituvan näköinen, kuin kitukasvuinen korpikuusi hyväkasvuisten OMT-kuusikon puiden joukossa. Latvuksen alaosaan oli pitkälti kuivia oksia, joista alimmat olivat olleet kuivina jo useita vuosia, ylimmät taas vasta äsken kuolleita. Oksissa oli havaittavissa oksajääriäisten, sukanilurin ja kuusen tähtikirjaajan käytäviä. Viimeksi mainittu esiintyi jatkuvasti oksistoa aktiivisesti kuivattavana, ja oksajääriäiset näyttivät ilmestyvän vähän myöhemmin samoihin (jo kuivuneisiin) oksiiin. Sukanilurin osuutta oli vaikea enää määrittellä, sillä se oli esiintynyt jo useita vuosia sitten vain alemmissa kuivuneissa oksissa.<sup>1</sup>

Oksiston kuivuminen näytti edistyvän sängen hitaasti, mutta se oli kuitenkin yhä käynnissä. Se osoitti, että puu oli kuivumistilassa, vaikka kuivuminen ei ollutkaan vielä, useita vuosia kestätyäänkään, päässyt alkuvaihetta pitemmälle. Näytti siltä, että puun kunto juuri lahon vuoksi oli kuitenkin sen verran heikentynyt, että hidas kuivumisen alku oli sen seurausta ja saattoi milloin tahansa ruveta kiihtymään. Oireellista oli juuri tähtikirjaajien tunkeutuminen latvuksen tuoreisiin oksiiin viimeisten kuivien (viime vuonna kuivuneiden) yläpuolella myös keväällä 1938. Kuivumisprosessi olisi saattanut silti kokonaisuudessaankin muodostua sängen hitaaksi, jollaisesta kuivumisesta joskus saattaa yleensäkin tavata esimerkkejä, varsinkin maan pohjoisosassa.

Männyn käävän aiheuttama kuivuminen. — Aina-kin pintapuolisesti tarkasteltuna tämä tapaus näyttäisi olevan hyvin samanlainen kuin maannouseman aiheuttamakin, silloin kun laho on puun tyvessä levinnyt läpi rungon pintaan asti. Lahon fysiologinen vaikutus puussa olisi tällöin katsottava ilmeiseksi samoin kuin sen esiintyminen selvänä ensisijaisena kuivumistekijänä. Analyysin 22 valossa voidaan tarkastaa tällaista kuivumistapausta yksityiskohtaisemmin. Tässäkin tapauksessa on kysymys metsikön valtapuusta, yli 24 m pitkstä, ulkonaisesti terveestä kuusesta, jonka kantoleikkauksessa laho osoittautui levinneen jo jokseenkin läpi rungon, niin että vain 2—7 sm leveä vyöhyke pinta-puuta rungon toisella puolella oli tervettä, lahon ulottuessa toisella puolella runkoa pintaan asti, ja nila oli tällä osalla myös jo kuollutta. Laho oli vielä miltei läpeensä kovaa, mitään erityistä pitemmälle kehittyntä lahovyöhykettä ei ollut havaittavissa. Rungossa ei havaittu itiömiä,

<sup>1</sup> Eräiden aikaisemmin tehtyjen havaintojen mukaan se vastaavassa tapauksessa on kuitenkin esiintynyt alimmaisissa vielä elävissä oksissa, niitä kuivattaen (vrt. myös Saalas 1923, ss. 480—81).



Piirros 22. Analyysi 24.4 m pitkstä, 103-vuotisesta kuusesta. Valtapuu,  $D_{1,3} = 37.1$  sm. Rungossa laajalle levinnyt männyn käävän laho, joka toisella puolella ulottuu pintaan saakka, ja toisellakin puolella on vain 2—5 sm tervettä puuta. Latvus terve, mutta jo hiukan vaaleahko väriltään. Analyysi tehty 25. V. 1938. Korpikylä-Lintulan valtionpuisto.

Fig. 22. Analyse einer 24.4 m hohen, 103jährigen Fichte. Herrschender Baum,  $D_{1,3} = 37.1$  cm. Stamm in weitem Umfang von *Fomes pini* angegriffen, der an der einen Seite bis an die Oberfläche herantritt und auch an der anderen Seite eine oberflächliche Schicht von nur 2—5 cm gesunden Holzes frei lässt. Datum der Analyse 25. V. 1938. Staatsforst Korpikylä-Lintula.

eikä puun ulkomuoto ollut millään tavalla huomiota herättävä. Neulaston vaalentunut väri saa luonnollisen selityksensä kuivumisprosessin asteesta analyysintekohetkellä. Puuhun oli tullut jo muitakin kuivumistekijöitä, ja — jos männyn käävän esiintyminen jätetään huomioon ottamatta — kysymyksessä näytti olevan jokseenkin tyypillinen mesisieni-ukkoniluri-tyypin kuivumistapaus. Ukkoniluri ja mesisieni olivat jo 1936 kuivattaneet yli kolmanneksen kuorivaipan leveydestä tyvessä ja seuraavana vuonna jatkaneet kuivattamista, niin että keväällä 1938 tyvessä runsaasti puolet rungon ympärystä oli kuivaa. Sitäpaitsi olivat kuusijäärät ja pikikärsäkäs kesällä 1937 ja kirjanpainaja keväällä 1938 vähäisessä määrässä tunkeutuneet puuhun, tyveen, paitsi pikikärsäkäs, jonka epäonnistuneita käytäviä oli 6—7 paikassaan, eri osissa runkoa. Ylempänä, 6—8 m:n välillä oli rungossa kaksi kuivaa läikkää kuudessa; niiden kuivu-

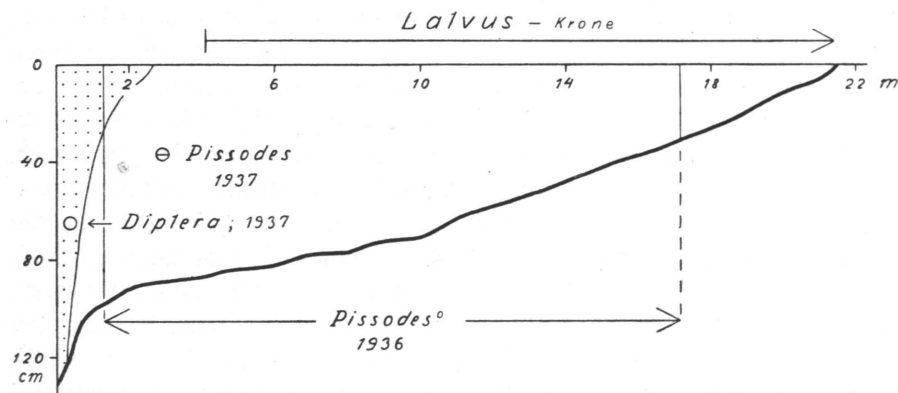
misen syytä ei voitu saada selville. Puun kuivumisen alkuvaihe näyttäisi olleen päättymässä analyysiä tehtäessä, koska pari juuri alussaan olevaa saman vuoden kirjanpainajan kuviota oli jo tyvessä ja latvus — todennäköisesti tyvessä niin leveästi kuivuneen kuoren johdosta — osoitti myös värin muutoksen merkkejä.

Onko kuivumisen kulku ollut todellisuudessa kuvatus, mesisieni-ukkoniluri-tyyppiä muistuttavan kaltainen, jolloin männyn käävän osuus todennäköisesti vastaisi maannouseman osuutta vastaavassa mainitun tyyppin kuivumistapauksessa, on vaikeata varmuudella päätellä. Tapaus voitaisiin tietysti tulkita niinkin, että ukkonilurin ja mesisienen tuhattua tyvessä nilan, ja tämän osan kuorivaippaa sen johdosta kuivuttua, myös manto olisi sen jälkeen kuivunut ja laho olisi sitten kuivassa mantopuussa päässyt leviämään puun ulkopintaan asti. Tällöin ei männyn käävällä olisi ollutkaan, ainakaan tuntuva, vaikutusta puun fysiologiseen tilaan, eikä sen osuus ensisijaisena kuivumistekijänä tulisi ehkä lainkaan kysymykseen. On kuitenkin kaksi seikkaa, jotka puhuvat päinvastaisen käsityksen puolesta. Ensinnäkin mesisienen esiintyminen kuivumisprosessissa todennäköisesti aikaisimpana kuivumistekijänä (vrt. mesisieni-ukkoniluri-tyyppiä, s. 41) — männyn kääpää tässä tietenkään huomioon ottamatta —, ja yleensä sen esiintymisen todettu riippuvaisuus maannousemalahon esiintymisestä edeltävänä fysiologisesti vaikuttavana tekijänä (vrt. ss. 44—45 sekä Kangas 1940 a) näyttäisi viittaavan siihen, että tässäkin tapauksessa männyn kääpä on mahdollistanut mesisienen ilmaantumisen puuhun esiintymällä myös fysiologisesti vahingollisena. Toiseksi laho ulottuu pintaan saakka koko kuivan kuoren leveydellä, myös mesisienen edellisenä vuonna (1937) valtaamalla alueella. On todennäköisempää, että mesisieni on tullut männyn käävän pintaan asti lahottamalle kohdalle, kuin että laho olisi ehtinyt vajaassa kasvukaudessa levitä pintaan asti kesällä 1937 tapahtuneen kuoren kuivumisen jälkeen. Erään pienen, vielä julkaisemattoman tutkimuksen riisilahon leviämisenopeudesta männnyssä antaman aineiston nojalla on riisilahon leviämisenopeutta, ainakin männnyssä, pidettävä melko hitaana. Huomattava myös on, että terveen mantopuun vyöhykkeen leveys kuivan kuoren rajasta eteenpäin tuoreen kuoren kohdallakin on pitkälti vain parin senttimetrin levyinen. Näiden mainitun kahden seikan perusteella näyttää siltä, että männyn kääpä — maannouseman tapaan — on nimenomaan esiintynyt mesisienen edeltäjänä ja mahdollisesti suoranaisestikin kuivumisen alkuun panevana tekijänä kuvatussa kuivumistapauksessa. Tämä kuivumisprosessin alkuvaihe on saattanut olla hyvinkin pitkä, ennenkuin ukkoniluri ja mesisieni ovat ilmestyneet antamaan sille suurempaa vauhtia.

**Kuivumisprosessin pysähtyminen.** — Kuivumisprosessin pysähtyminen saattaa olla joko todellinen tai myös vain näennäinen. Todellisesta kuivumisprosessin pysähtymisestä esitetään kirjallisuudessa tapauksia koivulta (Trägårdh 1919) ja männyltä (Kangas 1934 b). Tutkimuksia suoritettaessa tämä kysymys on toisinaan antanut aihetta pohtia kuusen mahdollista vastustuskykyä kuivumistekijöiden puuhun tunkeutumista vastaan ja sen selviytymismahdollisuutta jo alkaneesta kuivumisprosessista, tai myös kuivumistekijöiden yhtämittaisen esiintymisen puuttumista ja sen merkitystä kuivumisprosessille. Molemmilla näillä kysymyksillä on merkitystä myös tarkasteltaessa kuusikoiden kuivumista metsänhoidollisena kysymyksenä. Ensimmäistä niistä on jo käsitelty eräessä aikaisemmassa tutkimuksessa (Kangas 1939) sekä kosketeltu ohimennen myös tässä tutkimuksessa (vrt. esim. ss. 31—33 ja 50—52). Siihen puoleen kysymystä ei siksi tässä yhteydessä perusteellisemmin puututakaan, varsinkin kun muutamat kysymykseen liittyvät peruseikat tulevat eräiden toisten kysymysten yhteydessä esille seuraavassa luvussa. On kuitenkin todettava vielä tässäkin, että huolimatta kuusen itse asiassa yllättävän voimakkaasta ja pitkälle jatkuvasta vastustuskyvystä monia eri kuivumistekijöitä (ukkoniluria, kuusen pikikärsäkää, kuusen syöpää jne.) vastaan se tuskin pystyy lopullisesti pelastumaan kerran alkuun päässeestä kuivumisprosessista, vaikka tämän pysähtyminen näyttäisi sitä jo lupaavankin. Erittäin hitaita kuivumistapauksia saattaa kuitenkin juuri kuusen oman vastustuskyvyn johdosta esiintyä joko välittömästi alusta alkaen tai tapahtuneen kuivumisen pysähtymisen seurauksena. Kokonaan kiellettävissä ei kuitenkaan ole sekään mahdollisuus, että kuivumisprosessi saattaisi lopullisesti keskeytyä (vrt. Kangas 1939). Merkittäviä ovat myös mm. ne tapaukset, joissa puun latvaosan (latvuksen yläosan) kuivuttua kuivumisprosessi näyttää pysähtyneen ainakin vuodeksi tai pariaksi, niin että näyttää todella olevan kysymyksessä sen keskeytyminen. Näistä tapauksista ei kuitenkaan ole tämän tutkimuksen yhteydessä käytettävissä sellaista aineistoa, että kysymystä voitaisiin sen perusteella selvittää. Mutta kuten yleensä kuivumisprosessin pysähtymistapauksissa — tai myös mahdollisessa keskeytymisessä —, näyttää näissäkin tapauksissa kuivumistekijöiden yhtämittaisen esiintymisen puuttuminen olevan erittäin tärkeä seikka. Voiko puun vastustuskykyä sellaisenaan yleensä pitää tässä kysymykseen tulevana ratkaisevana tekijänä, jää vielä selvittämättä, mutta joka tapauksessa se tehtyjen havaintojen mukaan ainakin näyttää epäiltävältä.

**Kuivumistekijöiden yhtämittaisen esiintymi-**

sen puuttuminen voi johtua paitsi niiden todellisesta puuttumisesta (tuholaiskannan katoamisesta tai voimakkaasta vähenemisestä metsikössä) myös kuivumisprosessin kehittymisestä, so. puun kuivumisasteesta ja sen soveltumisesta kuivumistekijöiden biologisiin ominaisuuksiin tai vaatimuksiin. Edellinen mahdollisuus vie jo kysymyksen niiden probleemien pariin, joita käsitellään seuraavassa luvussa. Jälkimmäinen taas aiheuttaa erikoisluontoisia kuivumistapauksia, joissa mm. esiintyy kuivumisprosessin näennäistä pysähtymistä. Jo edellä on eräiden kuivumisanalyyysien yhteydessä jouduttu ohimennen koskettelemaan tämän probleemin piiriin kuuluvaa ilmiötä, mm. kuivumisen odottamatonta hidastumista (ks. analyysi 2, ss. 33—34), joka on voinut johtua siitä, että puun kunnan vaihtuminen puuhun tunkeutuvalla kuivumistekijälle, kuusen pikikärsäkkäälle otolliseksi (edullisimmaksi) ei ole sattunut oikeaan, so. pikikärsäkkään muninta-aikaan; oletamus, jota ei ko. analyysiä tehtäessä ole enää voitu tarkistaa. Mutta että tämäläpaiset kuivumistekijät biologiset ominaisuudet ja vaatimukset voivat todella aikaansaada eräänlaisen »tyhjiön» kuivumisprosessin kulkuun, ts. aiheuttaa sen näennäisen pysähtymisen tai ainakin selvän, odottamattoman — so. kuivumisen yleistä kiihtyvää suuntaa vastaan olevan — hidastumisen, on luonnollista. Tällöisten tapaus-ten mahdollisuudet tai edellytykset ovat monet ja erilaiset, eikä ole tarkoitus ryhtyä tässä kaikkia niitä selvittämään (vrt. analyysijä 2 ja 10, ss. 32—34 ja 46). Esimerkin siitä, mistä tässä on kysymys, antaa analyysi 23.



Piirros 23. Analyysi 21.45 m pitkstä, 66-vuotisesta kuusesta. Valtapuu,  $D_{1.3} = 31.4$  sm. Runko tyvestä pinnastaan ympäri nahkean kuiva, ylempänä ohutta pihkavuotoa. Latvus tuore, vihreä. Analyysi tehty 28. V. 1938. Korpikylä-Lintulan valtionpuisto.  
Fig. 23. Analyse einer 21.45 m hohen, 66jährigen Fichte, Herrschender Baum,  $D_{1.3} = 31.4$  cm. Stammgrund an der Oberfläche rundum halbtrocken, weiter oben dünner Harzfluss. Krone frisch, grün. Datum der Analyse 28. V. 1938. Staatsforst Korpikylä-Lintula.

Lähes 21.5 m:n pituisessa normaalissa kuusesta on v. 1936 alkanut tyyppillinen, voimakas pikikärsäkkästyypin kuivuminen. Kuusen pikikärsäkkä on tällöin tunkeutunut hyvin runsaana 1.3—17.1 m:n välille runkoa, ts. lähes koko rungon pituudelle, mutta puu on ollut hyvin elinvoimainen ja torjunut pikikärsäkkään yritykset täydellisesti. Puu on siis selviytynyt voittajana ensimmäisenä kasvukautena. Mutta pikikärsäkkään yritysten suuri lukumäärä kuorivaippametriä kohti, vaikkapa epäonnistuneinakin, ei luonnollisestikaan ole voinut olla vaikuttamatta puun kuntoon. Nila- ja jälsikerros ovat huomattavasti kuivahtaneet, puun elintoiminta on häiriytynyt siinä määrin, että puun tyvi oli kuivunut seuraavana kasvukautena ympäri rungon. Olisi luullut, että nyt sitten (1937) puun kuivuminen olisi jatkunut vieläkin voimakkaampana kuin ensimmäisenä kasvukautena (1936), mutta niin ei näyttänyt käyneen. Puun kunto oli ilmeisesti laskenut siksi paljon — kuiva tyvi sen jo oli aiheuttanut —, että puu todennäköisesti oli v. 1937 jo liiaksi kuivahtanut houkutelakseen enää pikikärsäkkästä uudelleen tunkeutumaan siihen. Niinpä olikin v. 1937 puussa vain 2.3 m:n korkeudella muutamia, tosin jo onnistuneita pikikärsäkkäkuvioita. Mutta myöskään muita kuivumistekijöitä, todennäköisesti oikean kuivumisasteen puuttumisen vuoksi niiden puuhun tunkeutumisen aikaan, ei siihen v. 1937 ollut ilmestynyt. Puun kunto oli kuitenkin keväällä 1938 analyysiä suoritettaessa jo sellainen, ettei ollut epäilytäkään kuivumisen erittäin suuresta kiihtymisestä, luultavasti lopullisesta kuivumisestakaan, ko. kasvukauden aikana, vaikka kuivuminen näytti v. 1937 olleenkin melkein pysähtyneenä. Tässä kuivumisprosessin pysähtyminen on ollut siis enemmänkin näennäistä. — Tuollainen puun tyvessä tapahtuva kuoren kuivuminen näyttäisi muuten melko herkästi esiintyvän pikikärsäkkästuhojen jälkeen, vaikkapa kuori muualla, myös pikikärsäkkään esiintymäalueella, ei vielä kuivuisikaan (vrt. esim. analyysiä 13, ss. 51—52). Onko tällöin todella aina syy-yhteys mainittujen ilmiöiden, pikikärsäkkään esiintymän ja puun tyven kuivumisen välillä sama kuin selostetun analyysin tapauksessa, on kuitenkin vaikeata päätellä.

Esimerkkianalyysi osoittanee jo, miten helposti aluksi normaalista kuivumistapauksista saattaa kehittyä erikoistapauksia kuivumisprosessissa sattuneen pysähtymisen tai hidastumisen johdosta. Vastaava mahdollisuus, vaikei ehkä samassa määrässä, on olemassa kuivumisprosessin epätavallisen kiihtymisen ollessa kysymyksessä. Tällaisilla poikkeuksilla on merkitystä myös käytännön kannalta sikäli, että ne saattavat antaa kuivumisesta metsikössä väärän kuvan, jos arviointi satutaan perusta-

maan tällaiseen tapaukseen. On näin ollen tarpeellista ottaa huomioon erikoistapausten esiintymismahdollisuus kuivumistyyppiä määritettäessä kuivuvassa metsikössä.

### Kuivumisen kulku.

#### Korpikylä-Lintulan valtionpuisto.

Korpikylä-Lintulan valtionpuiston n. 4 500 ha:n laajuisella alueella olevat kuusikot tai kuusivaltaiset taikka huomattavasti kuusen sekaiset metsiköt käsittävät ylivoimaisesti suurimman osan valtionpuiston kasvullisista metsämaista. Nämä metsiköt, varsinkin puhtaat kuusi- tai kuusivaltaiset metsiköt, ovat vartevia, pääosaltaan vanhoja, metsätaloudellisesti arvosteltuna lähes täysi-ikäisistä eli n. 60-vuotisista jonkin verran yli-ikäisiin, yli 100-vuotisiin asti (vrt. esim. analyysejä 1—15). Osa metsiköistä, mm. eräät pahimmista tuhoalueista, on yleensä vielä suhteellisen hyväkasvuista, osa jo kasvussaan hidastunut. Kuuset ovat kuitenkin vielä, iästään huolimatta, enimmäkseen suhteellisen elinvoimaisia, mutta metsiköiden kuntoa alentavat suuresti lukuisat ja runsaina esiintyvät erilaiset tuhot, joista paitsi varsinaisia kuivumistuhoja maannousema<sup>1</sup> ja kuusen syöpä (K u j a l a 1935) — yksinään esiintyvinä — ovat merkittävimmät. Metsätyyppi näissä metsiköissä on keskimäärinkin otettuna melko hyvä, MT:n ja OMT:n välillä, vaihdellen (VT:stä) MT:stä aina OT:iin asti.

Milloin kuusikoiden kuivuminen varsinaisesti alkoi ko. tutkimusalueella, ei ole varmuudella tiedossa. Joka tapauksessa sitä on jatkunut vaihtelevassa määrässä ainakin jo 1920-luvun lopulta lähtien, ts. sitä on tapahtunut — ainakin jossakin määrin — jo ennen kuin se varsinainen laajassa mitassa esiintynyt kuivuminen, joka on antanut aiheen esille olevien tutkimusten suorittamiseen, alkoi. Onko tämä aikaisempi kuivuminen ollut luonteeltaan pääasiassa hidasta, jo pitkän aikaa alueella esiintynyttä, kroonisen luontoista, jollaista usein tavataan varttuneissa, jo hiukan yli-ikäisissä kuusikoissa (vrt. edempänä Helsingin kaupungin metsää Oulunkylässä ja Kumpu-Kivaloa, ss. 98 ja 101), on vaikeata enää perästä päin mennä päättelemään. Myöhemmin ao. alueen paikalliselta johdolta saadut tiedot viittaavat siihen, että näin ilmeisesti on ollut, mutta myös jo tällöin on saattanut esiintyä enemmän tai vähemmän akuuttisluontoisia, autoktonisesti syntyneitä tuhoja alueilla, jotka eivät ole olleet edes kroonisten tuhojen vaivaamien metsiköiden välittömässä läheisyydessä.

<sup>1</sup> Maannousematutkimuksen aineiston mukaan.

Tärkeintä joka tapauksessa käsillä olevan tutkimuksen kannalta on se toteamus, että ko. metsiköissä on kuivumista jo aikaisemminkin esiintynyt, ts. alueella on ollut ainakin paikka paikoin valmiina olemassa sellainen tuhonaiheuttajakanta, joka on merkinnyt tarpeellisten kuivumistekijäin välitöntä esiintymismahdollisuutta.

Vuonna 1933 syksyllä hakattiin jokseenkin yksinomaan kuusikoita tai kuusivaltaisia metsiköitä käsittävien metsien halki kulkevan, melkein yli koko alueen ulottuvan vanhan kapean kärrytien, ns. Ilosen tien, oikaisemiseksi ja leventämiseksi kunnollinen tieaukko. Aikaisemmin ei valtionpuistossa ollut sanottavasti suoritettu ainakaan suuria hakkuita (vrt. s. 85), eikä myrskytuhoja ollut siellä sattunut, vaan metsiköt olivat olleet tällöin melko koskemattomina säilyneitä. Eräs lievänlainen kuusipaperipuu-hakkuu oli tosin suoritettu n. vuonna 1927—28 ko. tieosan kaakkoispäässä (Ilosen ja Kolmikannan välillä), mutta sen seurauksena ei ollut esiintynyt tuhoja, eikä niitä tällä osalla, tuhojen alettua alueella, myöhemminkään mainittavasti esiintynyt. Sen sijaan varsinaiseksi tuhoalueiksi muodostuneilla osilla (Oravakorvessa ja Häyrysen sekä Pitkäähonsuon puolella) ei aikaisemmin varsinaisia hakkuita ollut suoritettu vuosikymmeniin. Tieaukon hakkuun jälkeen alkoi sen reunoille, erityisesti sen alkuosalla, Häyryseltä mainittuun Kolmikantaan asti (2 km), miltä osalta hakkuussa oli eniten kaadettu puita, nopeasti ilmestyä suuria, keskimäärin 50—100 puuta käsittäviä kuivuvien kuusien ryhmiä eri paikkoihin. Oliko tämä kuivuminen levinnyt tien reunoilta myös kauas metsikköjen sisään vai oliko alueella jo aikaisemmin esiintynyt kuivuminen muuten yhtäkkiä samanaikaisesti lisääntynyt, ei ole selvitetty, joka tapauksessa muuallakin tutkimusalueella kuivumisen nopea lisääntyminen ja akuuttisluontoisten, täysin autoktonisesti syntyneiden joukkotuhojen esiintyminen alkoi samoihin aikoihin, mm. tieaukkohakkuusta kokonaan erillään olevalla Oravankorven alueellakin. Näihin aikoihin parantuneet tieyhteydet sekä yleiseksi tullut puutavaran autokuljetus aiheuttivat sen, että puutavaran otto ko. alueen metsistä alkoi kannattaa entistä paremmin. Tämä seikka vaikutti, paitsi yleensä hakkuiden laajentumisen ja lisääntymisen, mm. myös sen, että v. 1936, jolloin suuret määrät kuivunutta kuusta alueella hakattiin paperipuuksi, puhdistushakkuita ei rajoitettu yksinomaan mainitun tienvarren kuivuneisiin ryhmiin, vaan kuivia puita kerättiin laajemmaltakin alueelta.

Vaikka tuhot saivat eri vuosina varsin huomattaviakin mittasuhteita ja jopa aiheuttivat uusien hakkuiden toimeenpanoja, ei hakkuiden yhteydessä pidetty erityistä kirjanpitoa kuivuneiden puiden vuosittaisista mää-



ristä, vielä vähemmän kuivuvista (jo vikaisista, mutta vielä tuoreista, kaikenlaiseksi puutavaraksi täysin kelpaavista) puista. Sodan aikana katosi myös osa tutkimusten yhteydessä tehtyjä, eräiden tutkimusalueitten, mm. Korpikylä-Lintulan yleissuhteita koskevia muistiinpanoja. Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen kokeilualueitten hakkuukirjanpito antaa kuitenkin melkoista numerollistakin tukea kuvauksille kuivumisen kulusta tutkimusalueilla. Sitäpaitsi ko. kokeilualueiden ammattihenkilöiden antamat tiedot täydentävät niitä suuresti.

Korpikylä-Lintulan valtionpuiston hakkuukirjasta tehty yhdistelmä, joka vuosilta 1934—39 esitetään taulukossa 1, on sikäli puutteellinen, ettei siihen ole voitu saada hakkuumääriä vastaavia runkolukuja kuin arvopuista sekä tuulenkaadoista ja keloista, ja arvopuidenkin osalta on runkoluvuissa ollut pakko suorittaa eri puulajien kesken vielä eräitä pieniä tasauksia. Vain mainitun vuoden 1936 hakkuun osalta on olemassa erikseen tieto hakatusta kuivasta puumäärästä, sekin kuitenkin valtaosaltaan p.-m<sup>3</sup>:einä, niin että runkomäärä on kokeilualueen ammattihenkilöiden arviolaskelmaan perustuva, tosin ilmeisen todennäköinen luku. Esillä olevan selvittelyn kannalta ei tosin tarkoilla runkoluvuilla olekaan mitään merkitystä, koska ko. luvut ovat vain osoittamassa kuivumisen kehittymisen suuntaa ja mittasuhteita; valitettavampaa sen sijaan on, ettei »tuoreen puun» määrään nyt sisältyviä vikaisten eli parhaillaan kuivuvien puiden eikä varsinkaan jo kuivuneiden puiden määriä — edes kuutiomäärilleen — voi hakkuukirjan perusteella saada erilleen (vrt. seuraavaa!). Joka tapauksessa yhdistelmä tällaisenaankin valaisee huomattavasti kuivumissuhteita ko. metsiköissä, varsinkin jos sen viimeksi mainittu puutteellisuus erityisesti otetaan huomioon.

Tässä yhteydessä on syytä huomauttaa vielä eräistä hakkuukirjanpidon antamista tiedoista. Ensiksikään tuulenkaatoja ja keloja ei hakkuukirjanpidossa ole eroteltu erikseen, mutta ryhmän puumäärien voidaan käytännöllisesti katsoen sanoa edustavan yksinomaan kelojen, so. pystykuivien puiden määrää, sillä ko. alueen ammattihenkilöiden ilmoituksen mukaan ei siellä tuulenkaatoja sanottavasti esiintynyt, mikä muuten käy yksiin kirjoittajan omienkin havaintojen kanssa, joita tehtiin etsittäessä syitä kuivumistekijäin runsaaseen esiintymiseen. Edelleen on mainittava, että hankintahalkojen hakkuumäärissä esiintyy suhteellisen vähän kuusihalkoja, koska kaikki kuusi, joka vain on kelvannut, on tehty paperipuuksi; se, mitä tässä määrässä kuusihalkoja esiintyy, on jokseenkin yksinomaan keloja ja lahovikaisia puita. Käsikauppa- ja ilmaiseksi luovutetussa polttopuussa kuusiin sisältyy, paitsi raivauspuuta ja hak-

kuutähteitä, myös — varsinkin pienempiä — keloja, jotka eivät hakkuissa laatunsa tai kokonsa vuoksi ole joutuneet edellisiin ryhmiin, mutta missä määrin, on jo vaikeampaa sanoa. On kuitenkin huomattava, että varttuneissa, melkein pä yli-ikäisissä metsiköissä ei hakkuutähteitten lisäksi, tuulenkaatojenkin ollessa harvinaisia, jäänyt kovinkaan paljon muuta haloksi menevää kuusta kuin pystykuivat puut. Lopuksi on vielä mainittava, etteivät hakkuukirjanpidon osoittamat hakkuumäärät vastaa ko. vuosina todellisuudessa hakattuja puumääriä, koska hakkuukirjanpito perustuu luovutuksiin, jotka tietysti voivat sattua vasta seuraavalle tai sitä seuraavallekin vuodelle, ja vielä niinkin, että samasta hakkuusta osa on luovutettu seuraavana vuonna, osa vasta sitä seuraavana. Keloilla on kuitenkin yleensä ollut niin hyvä menekki, että ne ovat tulleet tavallisesti myydyiksi samana tai ainakin jo seuraavana vuonna kuivumisesta lukien.

Kuten taulukosta ilmenee, kuivuminen on ollut alueella käynnissä jo ennen mainittua tietyön aiheuttamaa hakkuuta, sillä v:n 1934 hakkuukirjanpitoon sisältyy mm. yli 350 käsikaupalla myytyä ja ilmeisesti jo edellisenä vuonna kuivunutta keloja, joista 80 % oli kuusia. Tieaukon hakkuun seurauksena taas kuivuminen alkoi varsinaisesti vasta kesällä 1935. Seuraavan vuoden (1935) hakkuutilastoon sisältyy sitten ensimmäinen suurempi hakkuu, joka käsittää yli 16 000 runkoa arvopuita<sup>1</sup>, joista lähes 6 400 on kuusia. Havupuut on hakattu talvella 1934—35, koivut 1935—36, yhteensä 221 ha:n alueelta, mikä on yli 70 (72.5) runkoa eli lähes 31 k.-m<sup>3</sup> hehtaaria kohti. Se on sijainnut Korpikylän puolella, melko erillään seuraavista kahdesta hakkuualasta ja varsinaisista tuhoalueista<sup>2</sup>, jos kohta ei etäällä niistä, ja sen jälkeen ei tuhoja ole hakkuualalla sanottavasti esiintynyt, yksityisiä kuivumistapauksia lukuunottamatta. Muut ko. kirjanpituvuoden hakkuut, myös polttopuuhakkuut, ovat olleet suhteellisen pienet. Keloja — ja miltei yksinomaan kuusia — on sen sijaan mainitun vuoden tilastossa, kuten saattoi edellä esitetyn perusteella (s. 79) jo odottaakin, ollut melkoisen suuri määrä; niiden lukuun sisältyy myös Oravakorvesta hakattu kuivien puiden määrä. Tämä ja seuraavan kirjanpituvuoden osoittama kuivuneiden puiden määrä on jo todisteena todella suureksi muodostuneesta tuhosta, joka kuusikoiden kuivumisen muodossa on sattunut ko. alueella pääasiassa vv. 1935—36. — Viimeksi mainitun vuoden hakkuutilastoon sisältyy jo edellä mainittu kuivuneiden kuusien hakkuu paperipuiksi v. 1936, mikä hakkuu oli siis melkein yksin-

<sup>1</sup> Leimikon koivut, 3 000 runkoa, sisältyvät vasta v:n 1936 kirjanpitoon.

<sup>2</sup> Hakkuualue rajoittui eteläkärjessään vain n. 300—400 m:n matkalla tieaukkoon sen pohjoispäästä (Häyrysten kohdalta) lähtien.

Taulukko 1. Korpikylä-Lintulan valtionpuiston hakkuukirjanpito vv. 1934—1939.  
Tabelle 1. Die Hauungsbuchhaltung des Staatforstes Korpikylä-Lintula in den Jahren 1934—1939.

Hakkuuvuosi Hauungs- jahr	Puu- ja Holzart	Pystymynti + hankinta (I) tai Kaskakauppa + il- maiseksi luovute- tut (II) Verkauf auf dem Stock und Lief- erung (I) oder Handverkauf und gratis ausgeliefert (II)	Arvopuuta Starkholz- stämme		Tuoretta puuta — Frisches Holz						Keloja Abgestorbene Bäume						
			runkoa, kpl Stämme, St.	k.-m <sup>3</sup> Festm.	Paperi- ja kaiivos- puuta, k.-m <sup>3</sup> Papier- u. Gruben- holz, Festm.	Polttopuuta (hal- koja ym.), k.-m <sup>3</sup> Brennholz, Festm.	Pientä rakennus- puuta yms., k.-m <sup>3</sup> Kleineres Bauholz, u. dgl., Festm.	Altaus- ym. pien- puuta, k.-m <sup>3</sup> Zaun- u. a. Klein- holz, Festm.	Yhteensä, k.-m <sup>3</sup> Insgesamt, Festm.	Havupuuta Nadelholz		Run- koa, kpl Stämme, St.	Yh- teensä, k.-m <sup>3</sup> Fichte, Festm.	Kuus- ta, % Fichte, %			
1934	Kuusi - Fichte Mänty - Kiefer Lehtip. - Laubholz	II	—	—	—	278.1	18.8	—	—	296.9	—	—	284	73	167.0		
		II	303	164.3	—	141.0	3.4	—	—	308.7	—	—	73	—	—		
	Yht. - Insges.	II	303	164.3	—	664.2	22.2	—	—	850.7	605.6	49.0	357	167.0	80.0		
1935	Kuusi - Fichte	I	6382	3114.5	—	—	—	—	—	3114.5	—	—	—	—	—	760	
		II	47	13.0	—	195.6	6.0	14.4	—	229.0	—	—	—	—	—	—	
		Yht. - Insges.	6429	3127.5	—	195.6	6.0	14.4	—	3343.5	—	—	—	—	—	760	
		I	6646	3264.5	—	—	—	—	—	3264.5	—	—	—	—	—	—	—
		II	158	45.3	—	55.8	—	3.4	—	104.5	6712.5	—	—	—	—	—	378.3
	Lehtip. - Laubholz	II	—	—	—	144.0	—	1.4	145.4	—	—	—	—	—	19		
	Yht. - Insges.	II	13233	6437.3	—	395.4	6.0	19.2	6857.9	6712.5	49.8	—	779	378.3	98.1		
1936	Kuusi - Fichte	I	—	—	3043.8	28.1	—	—	—	3071.9	—	—	n. 5320	—	—	—	
		II	—	—	—	1183.2	3.4	8.2	—	1194.8	—	—	181	—	—	—	
		Yht. - Insges.	—	—	3043.8	1211.3	3.4	8.2	—	4266.7	—	—	n. 5500	—	—	—	
		I	—	—	628.2	255.9	—	—	—	884.1	—	—	—	—	—	—	—
		II	—	—	—	424.2	—	6.2	—	430.4	5581.2	—	—	—	—	—	4 2286.0
	Lehtip. - Laubholz	I	3000	418.4	—	2810.0	—	—	3228.4	—	—	—	—	—	—	—	
	Yht. - Insges.	II	—	0.1	—	571.8	—	—	571.9	—	—	—	—	—	—	—	
	Yht. - Insges.	II	3001	418.5	3672.0	5273.2	3.4	14.4	9381.5	5581.2	76.4	n. 5500	2286.0	99.9	—		

Hakkuuvuosi	Puu- ja Holzart	Pystymynti + hankinta (I) tai Kaskakauppa + il- maiseksi luovute- tut (II) Verkauf auf dem Stock und Lief- erung (I) oder Handverkauf und gratis ausgeliefert (II)	Arvopuuta Starkholz- stämme		Tuoretta puuta — Frisches Holz						Keloja Abgestorbene Bäume						
			runkoa, kpl Stämme, St.	k.-m <sup>3</sup> Festm.	Paperi- ja kaiivos- puuta, k.-m <sup>3</sup> Papier- u. Gruben- holz, Festm.	Polttopuuta (hal- koja ym.), k.-m <sup>3</sup> Brennholz, Festm.	Pientä rakennus- puuta yms., k.-m <sup>3</sup> Kleineres Bauholz, u. dgl., Festm.	Altaus- ym. pien- puuta, k.-m <sup>3</sup> Zaun- u. a. Klein- holz, Festm.	Yhteensä, k.-m <sup>3</sup> Insgesamt, Festm.	Havupuuta Nadelholz		Run- koa, kpl Stämme, St.	Yh- teensä, k.-m <sup>3</sup> Fichte, Festm.	Kuus- ta, % Fichte, %			
1937	Kuusi - Fichte	I	4322	2363.5	—	—	—	—	—	2363.5	—	—	—	—	—		
		II	32	16.2	—	826.8	5.4	—	—	848.4	—	—	379	—	—		
	Yht. - Insges.	II	4354	2379.7	—	826.8	5.4	—	—	3211.9	—	—	379	—	—		
1938	Mänty - Kiefer	I	1108	598.5	—	—	—	—	—	598.5	—	—	—	—	—	—	
		II	103	53.5	—	356.7	—	—	—	410.2	4220.6	—	—	—	—	215.6	
		Yht. - Insges.	625	189.0	—	—	—	—	—	189.0	—	—	—	—	—	—	
		I	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		II	2	0.4	—	414.6	—	—	—	—	415.0	—	—	—	—	—	—
	Yht. - Insges.	II	6192	3221.1	—	1598.1	5.4	—	—	4824.6	4220.6	76.1	379	215.6	100.0		
1939	Kuusi - Fichte	I	3132	1542.6	—	—	20.1	—	—	1562.7	—	—	—	—	—	—	
		II	278	161.1	—	494.4	88.4	21.6	—	765.5	—	—	180	—	—	—	
		Yht. - Insges.	3410	1703.7	—	514.5	88.4	21.6	—	2328.2	—	—	180	—	—	—	
		I	3045	1440.7	—	55.6	—	—	—	1496.3	—	—	—	—	—	—	—
		II	366	207.1	—	65.4	10.1	—	—	282.6	4107.1	—	—	—	—	—	115.2
	Yht. - Insges.	II	7751	3599.4	—	3722.2	98.7	21.6	7441.9	4107.1	57.7	181	115.2	99.6	—		
1939	Kuusi - Fichte	I	4575	2372.3	5014.5	73.0	—	—	—	7459.8	—	—	—	—	—	—	
		II	80	41.8	—	183.9	19.9	16.3	—	261.9	—	—	2708	—	—	—	
		Yht. - Insges.	4655	2414.1	5014.5	256.9	19.9	16.3	—	7721.7	—	—	2708	—	—	—	
		I	1416	682.6	1043.5	93.8	—	—	—	1819.9	—	—	—	—	—	—	—
		II	—	—	—	25.2	—	3.8	—	29.0	9570.6	—	—	—	—	—	587.3
	Lehtip. - Laubholz	I	1436	414.2	—	2197.6	—	—	2611.8	—	—	—	—	—	—		
	Yht. - Insges.	II	—	—	—	58.8	—	—	62.2	—	—	—	—	—	—		
	Yht. - Insges.	II	7507	3510.9	6068.0	2632.3	19.9	23.5	12244.6	9570.6	80.7	2708	587.3	100.0	—		

omaan sattuneiden tuhojen jälkien puhdistamista. Samaan aikaan hakattiin Korpikylän leimikosta tuoretta kuusipaperipuuta ja vähän enemmänkin kuin edellisessä kuivaa (4 005 p.-m<sup>3</sup> tuoretta, 3 278 p.-m<sup>3</sup> kuivaa). Tähän tuoreeseen paperipuuhun sisältyi myös sellaista parhaillaan kuivuvaa, mutta vielä tuoretta puuta (vrt. kuivumisprosessin kulkua edellisessä luvussa), joka leimikossa oli paperipuuksi kelpaavaa. Edellä esitetyn hakkuukirjanpidon tietoja koskevan selostuksen mukaisesti sisältyy vielä yli 1 200 k.-m<sup>3</sup>:n suuruiseen kuusihalkojen määräänkin, paitsi vajaata 30 k.-m<sup>3</sup>:n hankintahalkoerää, lisäksi muuta pystykuivaa ja todennäköisesti myös parhaillaan kuivuvaa kuusta. Kun tämä kaikki otetaan huomioon, voidaan tuhojen johdosta mainittuina vuosina laskea kuivuneen enemmänkin kuin kelojen ryhmässä esiintyvä n. 5 500 runkoon (2 286 k.-m<sup>3</sup>:iin) nouseva määrä — jokseenkin 100-prosenttisesti kuusta — osoittaa, vaikkapa jätettäisiin vielä huomioon ottamatta tuoreen tavarankokoon joutuneiden, vasta kuivumassa olleiden kuusienkin määrä. Noina vuosina kuivuneiden tai kuivumassa olleiden kuusien määrän voidaan hakkuukirjanpidonkin puitteissa arvioida yhteensä nousseen samaksi kuin Korpikylän leimikon hakkuussa v. 1935 kaadettu kuusien määrä. Erään aikoinaan tehdyn arvion mukaan<sup>1</sup> olisikin vv. 1933—35 kuivuneita kuusia hakattu yht. 3 300 k.-m<sup>3</sup>, suurimmaksi osaksi kookkaita tukkipuita, lukuunottamatta polttopuiksi tehtyä tavaraa. Siitä määrästä oli kesällä 1935 kuivuneiden osuus arvioitu lähes  $\frac{2}{3}$ :ksi.

Mainitut kuivuneiden puiden poistamiseksi v. 1936 suoritettut hakkuut ovat ilmeisesti kyllä puhdistaneet aluetta huomattavasti, mutta eivät ole kyenneet kuitenkaan tyrehdyttämään kuivumista. Vuoden 1937 hakkuukirjanpito osoittaa mm. yksistään keloja — kaikki kuusia — hakatun vielä lähes 400 (379) runkoa, joista suurin osa (kesällä ja) syksyllä 1936 Oravakorvesta. Sitä paitsi kuusihalkojen hakkuumäärä on ollut melko suuri ja ilmeisesti sisältänyt myös jonkin määrän keloja. Hakkuukirjanpidon osoittama uusi arvopuuhakkuu (ns. Häyrysen leimikko) on tapahtunut osaksi mainitulla tuhoalueella tai siihen välittömästi liittyvissä metsiköissä talvella 1936—37. Se on ollut huomattavasti kuusivoittoinen, lähes  $\frac{4}{5}$  hakatuista havu-arvopuu- ja lähes  $\frac{3}{4}$  kaikista arvopuuruungoista on ollut kuusta. Leimikon koivut, n. 625 runkoa, oli hakattu jo syksyllä 1936. Hakkuualan pinta-ala on ollut 140 ha, mikä merkitsee siis, että hehtaaria kohti on hakattu vähän yli 30 runkoa eli melkein 17 k.-m<sup>3</sup> kuusta ja kaik-

<sup>1</sup> Kirjoittajan 28. XI. 1936 Suomen Metsätieteellisessä Seurassa pitämän esitelmän mukaan (A r o 1938).

kiaan yli 40 (43.5) runkoa eli 22.5 k.-m<sup>3</sup> puuta. Hakkuu oli ollut melkoisesti lievempi kuin Korpikylän leimikossa. Sitä leimattaessa on jo todettu kuivumista ko. alueella, vaikkakaan erikoisen suuria kuivuvien kuusien ryhmiä ei vielä silloin esiintynyt. Kuivat ja kuivuvat puut tulivat leimauksen yhteydessä huomioiduiksi ja siten hakkuussa kaadetuiksi. — V:n 1938 tilasto osoittaa edelleen tuhojen hiljentymistä — ilmeisesti pääasiassa v:n 1937 aikana —, joskin jatkuvasti kuusia on kuivunut. Keloja — kuusia — on sen mukaan hakattu 180, kuitenkin siis varsin vaatimaton määrä, ja kuusihalkoja vähän yli 500 k.-m<sup>3</sup>, arvattavasti pääosaltaan hakkuutähteistä, mutta tietysti jonkin määrän kuivunutta ja kuivuvaakin kuusta sisältäen. Pienen rakennuspuun määrä on ollut melkoinen (lähes 90 k.-m<sup>3</sup>), ja se voi sisältää ehkä suurimmaksi osaksi kuivaa puuta. Vuoden tilaston osoittama arvopuuhakkuu, yli 7 100 runkoa 163 ha:n alalta (ha:ia kohti n. 43 runkoa eli n. 20 k.-m<sup>3</sup>), on ollut jokseenkin edellisen hakkuun veroinen, mutta vain vajaaksi puoleksi (havupuista vähän yli puoleksi) kuusta sisältävä. Hakkuu (ns. Kuuritsan leimikko) on sijainnut edellisen eteläpuolella, siihen välittömästi liittyen, n. 1 000—500 m:n etäisyydellä tiestä. Hakkuuala oli osaksi v. 1926 hakatussa, pääosaksi uudessa, ennestään hakkaamattomassa kohdassa. Hakkuu suoritettiin talvella 1937—38. Tällä kertaa on käsikaupalla myytyjen arvopuiden määrä myös ollut melkoinen, yli 600 runkoa. Kun koivuhalkojen hakkuumäärä on lisäksi ollut varsin suuri, niin kirjanpituvuoden koko hakkuumäärä on ollut yhteensä tähän asti toiseksi suurin. Missä määrin kaikki nämä hakkuut on suoritettu ko. talven aikana, on vaikeata varmasti tietää, mutta joka tapauksessa hakkuutoiminta on alueella näinä aikoina siis lisääntynyt.

Edellä kuvattua kuivumisen vähenemistä ei kuitenkaan jatkunut kauan. Vuonna 1938 alkanut uusi »kuivumisaalto» näkyy jälleen selvänä jo v:n 1939 hakkuukirjanpidon numeroissa. Kuivumista esiintyi yli koko tuhoalueen, Oravakorvessa ehkä eniten. Yksistään keloina myytyjen kuivuneiden puiden määrä on tällöin ollut erittäin suuri, yli 2 700 runkoa, kaikki kuusia. Sitä paitsi Häyrysen ja Kuuritsan paperipuuhakkuut<sup>1</sup>, joista ei vain ole tietoa, paljonko ne sisältävät kuivuneista puista valmistettuja paperipuita, ovat olleet myös varsin suuria, yhteensä yli 6 000 k.-m<sup>3</sup> eli yli 8 000 p.-m<sup>3</sup>. Kuusihalkojen määrä on ollut suhteellisen vähäinen, mutta hankintahalkoja — siis ilmeisesti pääasiassa keloista tehtyjä — on kui-

<sup>1</sup> Näiden jo vv. 1937 ja 1938 suoritettujen paperipuuhakkuiden määrät sisältyvät vasta v. 1939 hakkuukirjanpitoon. Tavallisesti pinotavaran hakkuut suoritettiin seuraavana vuonna arvopuuhakkuun jälkeen.

tenkin ollut eniten koko yhdistelmän vastaavista eristä. Arvopuuhakkuu (ns. Pitkäähon leimikko) on jälleen ollut selvästi kuusivoittoinen, vajaa  $\frac{2}{3}$  koko runkomäärästä, lähes 7 500 rungosta kuusta, mikä määrä on hakattu 180 ha:n alueelta (yhteensä siis n. 41 runkoa eli lähes 20 k.-m<sup>3</sup> ha:ia kohti). Hakkuu on suoritettu talvella 1938—39. Paperipuuhakkuu joka suoritettiin tuhon jälkien puhdistamiseksi keväällä ja kesällä 1939, on tapahtunut suurimmalla osalla tuhoaluetta, mm. molempien aikaisempien leimikoiden alueella. Se, samoin kuin Pitkäähon leimikon pinotavaran hakkuu, jäi kuitenkin kesken. Vuoden tilastoon sisältyvä Pitkäähon arvopuuhakkuu oli kapean suon entisistä hakkuualueista erottama, erillään oleva uusi, joskin samoin aikaisemmin kuivuneita kuusikoita käsittävä leimikko. Melko koskemattomana olleen uuden alueen hakkuun jälkeen mahdollisesti puhjenneiden tuhojen seuraaminen jäi myös kesken. Tuhojen mittasuhteet saavuttivat kuitenkin Ilosen tien suunnalla, so. Häyrysen, vieläpä osaksi Kuuritsan ja Pitkäähon alueilla vv:n 1935—36 tason, ja on hyvin mahdollista, että ne, Oravakorvessa edellisenä kesänä (1938) esiintyneet tuhot huomioon ottaen, vielä ylittivätkin sen. Mikä vaikutus v:n 1939 hakkuukirjanpidon osoittamalla hakkuilla, jotka yhteensä — tosin siis ainakin parille eri vuodelle jakautuneina — nousivat suurimmiksi tutkimusalueen yhdistelmässä mainituista ja olivat samalla kuusivoittoisemmat, olisi ollut uudelleen lisääntymään päin oleviin tuhoihin, kuten yleensäkin tämän toisen «aallon» jatkuvaan kehittymiseen, jäi näkemättä.<sup>1</sup>

Tutkimusalueella oli selvästi erotettavissa kahdenlaista kuusikoiden kuivumista, hidasta, vuosien kuluessa tappavaa ja nopeata, varsinaiset »kuivumisaallot» aiheuttavaa, yhden kesän sisällä tappavaa (vrt. edellä alalukua »Kuivumistyyppit»). Usein puut kuivuivat niin äkkiä, että kuivien ruskettuvien latvusten osoittaessa kuivumisen päättymistä tällaisia latvuksia ilmestyi metsikköön yht'äkkiä runsaasti kuin kulon jäljiltä. Toisinaan taas saattoi kuori kuivuneena pudota melkein koko rungon pituudelta latvuksen ollessa jatkuvasti täysin vihreän. Tällainen nopea kuivuminen saattoi kohdata myös metsiköissä kasvavia mäntyjä, ja tällöin oli, kuten suoritettujen kuivumisanalyysit osoittivat, kysymyksessä aivan samojen kuivumistekijäin aikaansaama kuivuminen kuin kuusellakin, nim. kirjanpainajatyypin mukainen. Ensisijaisista kuivumistekijöistä uuden »kuivumisaallon» alkaessa keväällä 1938 esiintyivät tutkimusalueella, jos mainitun »aallon» pääasiassa muodostava, silloin suurimmaksi osaksi

<sup>1</sup> Metsänvartija Ilosen ilmoituksen mukaan oli kuivuminen erittäin runsaalla mainituilla alueilla vv. 1942—44.

Oravakorvessa esiintyvä nopea kuivuminen ja sen kuivumistekijät, molemmat kirjanpainajat ja kuusen tähtikirjaaja (ks. ss. 60—64), jätetään huomioon ottamatta<sup>1</sup>, suoritettujen tutkimusten mukaan seuraavat ja tutkituista kuivumistapauksista laskettuna seuraavissa suhteissa:

kuusen pikikärsäkäs	75 %	kirjanpainajat	25 %
ukkoniluri	50 %	kuusen syöpä	21 %
mesisieni	46 %	kuusen tähtikirjaaja	21 %
kuusijäärät	38 %	monikirjaajat	13 %
maannousema	29 %		

Muista kuivumistekijöistä on yleisimpänä mainittava suutari ja räätäli sekä havupuun kantojäärä. Mainitut suhteet koskevat siis pääasiassa hidasta kuivumista, joka näytti kroonisen luontoisena jatkuneen alueella jo kauan ennen v:ien 1935—36 tuhojakin ja muodostaneen eräänlaisen pysyvän vitsauksen tutkimusalueen kuusikoille.

Kuivumistyypeistä esiintyi alueella kaarnakuoriais-ryhmän tyyppien lisäksi, jotka, kuten juuri viitattiin, olivat tapausten lukumäärään nähden ylivoimaisesti runsaimmat, melkein kaikki muutkin esitettyt kuivumistyyppit, mutta erityisen runsaasti tavattiin ukkoniluri- ja pikikärsäkäs-ryhmän tyyppejä. Myös maannousema-mesisieni-ryhmän kuivumistapauksia on ollut melkoisesti, kuten maannouseman suhteellisen runsas esiintyminen alueella<sup>2</sup> jo saattoi odottamaankin. Vain yksi kuivumistyyppi näytti milteipä puuttuvan alueelta, nim. kaarnakuoriais-ryhmän monikirjaaja-tyyppi, jota tavattiin harvinaisena vain Oravakorvessa, missä kuusikon ikä oli jonkin verran pienempi kuin muualla tutkimusalueella.

### Raivolan lehtikuusikko.

Raivolan lehtikuusikkoalueen (Heikinheimo 1927) kuusimetsät ovat pääasiassa hyvillä tyypeillä (OMT, OMaT, FT) tai rehevissä korvissa kasvavia kuusi-lehtikuusi- (mänty-) sekametsiä, joissa kuuset ovat varttuneita, kookkaita, pääosaltaan jo hiukan yli-ikäisiäkin, mutta yleensä vielä hyvässä kasvussa ja hyvässä kunnossa olevia, elinvoimaisia puita. Kysy-

<sup>1</sup> Tutkimuksia suoritettaessa ei suurissa määrin esiintyneistä nopeista, pääasiassa kirjanpainajatyypin kuivumistapauksista, niiden aina samanlaista kuivumisprosessia osoittavan kuivumisen kulun vuoksi, tehty analyysijä läheskään suhteessa niiden esiintymismäärään. Tämän vuoksi on nämä kuivumistapaukset jätettävä, harhaannuttavien suhdelukujen välttämiseksi, seuraavan eri kuivumistekijöiden keskinäisiä esiintymissuhteita valaisevan vertailun ulkopuolelle.

<sup>2</sup> Maannousematutkimuksen yhteydessä v. 1939 alueelta kerätyn aineiston mukaan.

myksessä olevat metsiköt käsittävät kaikkiaan vain pienen osan (n. 4 ha) lehtikuusikkoalueesta.

Vuonna 1934 — tai ehkä jo hiukan edellisnäkin vuonna — oli alueella suoritettu eräitä rakennustöitä, joiden yhteydessä metsään oli pystytetty tuoreesta kuorellisesta kuusitavarasta valmistettuja rakennelmia. Samana vuonna oli siellä alkanut kuusissa esiintyä kuivumisen alkua, joka seuraavana vuonna jo kuivatti yksityisiä puita tai pieniä puuryhmiä eräissä metsiköissä. Missä määrin näillä molemmilla tapahtumilla on syy-yhteyttä keskenään, ei ole aivan varmasti selvillä. Hyvin todennäköiseltä jonkinlaisen riippuvaisuussuhteen olemassaolo tässä tapauksessa näyttää, ja joka tapauksessa mainituilla rakennelmilla on ollut merkityksensä esiintyneiden kuivumistekijöiden olemassa oloon ja määrään nähden, vaikka toisaalta mainittujen tapahtumien kovin läheiset ajankohdat — tosin ei täydellinen samanaikaisuus — ja esiintyneet kuivumistyyppit (pääasiassa pikikärsäkäs-ryhmän tyyppit, ks. ss. 50—58) puolestaan näyttäisivät viittaavan päinvastaiseen suuntaan. Varmaa onkin, että alueella on tällöin jo ollut hidasta kuivumista vähäisessä määrässä olemassa, vaikkei sen esiintyminen ollut aikaisemmin herättänyt huomiota.

Lehtikuusikossa tapahtunut kuivuminen ei, suoritettujen kuivuneiden ja kuivuvien puiden kaadon jälkeen, päässyt sen suurempaan valtaan eikä jatkunut pitemmälle. Kuivuminen ei myöskään, ainakaan suuremmassa määrässä, saanut katastrofimaisille suurтуhoille ominaista nopean kuivumisen luonnetta, vaan se esiintyi pääasiassa ainakin yli yhden talven kestäväenä kuivumisena. Tärkeimpinä kuivumistekijöinä esiintyivät kuusen pikikärsäkäs, kuusijäärät, monikirjaajat sekä eräät muut kaarnakuoriaiset (kirjanpainaja ym.) ja lisäksi harvinaisuutena sini-kauniainen (vrt. Kangas 1936, s. 37). Korpikylä-Lintulan valtionpuiston tärkeät kuivumistekijät, ukkoniluri, maannousema, mesisieni ja kuusen syöpä, näyttivät sen sijaan esiintyvän melko niukasti tai jopa puuttuvankin kokonaan.

#### Sjöskog-Meilbyn virkatalonmetsä.

Ruotsinkylän kokeilualueen Sjöskog-Meilbyn virkatalon 200 ha:n suuruisen metsän tässä yhteydessä kysymykseen tulevat kuusikot ovat pääosaltaan puhtaita, sekametsiköissäkin kuusi on valtapuuna. Metsiköt sisältävät kookasta, pääasiassa täysi-ikäistä, hiukan kituvan näköistä kuusta, jonka kasvu oli jo suuresti heikentynyt. Metsiköiden kunto on

muuten aikaisemmin ollut ilmeisesti melko hyvä — tuhoja, mm. kuusien kuivumista, on kuitenkin aina joskus sattunut — mutta sen sijaan niinä vuosina, joita esillä oleva tutkimus koskee, se on huomattavasti laskenut esiintyvien kuivumistuhojen, myrskyn (tuulen) ym. tekijäin ansiosta. Myös maannousema, jota alueella on jossakin määrin esiintynyt jo pitkän aikaa, on vasta ko. vuosina näyttänyt — sikäli kuin on ollut havaittavissa — rupeavan selvästi tuntumaan metsiköiden (kuusten) kunnossa. Metsätyyppi on kauttaaltaan OMT:iä.

Meilbyn metsä (Helsingin pitäjän Seutulassa) kuuluu siihen vyöhykkeeseen, joka edellisen maailmansodan aikoina joutui venäläisten määräyksestä Helsingin ympäristössä suoritettujen ankarien ja laajoilla alueilla paljaaksihakkuihin asti menneiden hakkuiden kohteeksi. Osa Meilbyn alueesta on jo tällöin hakattu, ja myöhemminkin se on joutunut hakkuiden alaiseksi. Se osa, jossa kuusikoiden kuivuminen sittemmin muodostui suureksi ja sitkeästi jatkuneeksi tuhoksi, eli nyt ko. metsiköt, oli kuitenkin säästynyt tällöin hakuilta, ja se hakattiin ensi kerran v. 1934. Hakkuut ovat sen jälkeen jatkuneet joka vuosi, melkoiselta osaltaan mainitun ensimmäisen hakkuun jälkeen esiintyneiden tuhojen puhdistamiseksi. Tuhot alkoivat pääasiassa toisena hakkuun jälkeisenä kesänä eli kesällä 1935, vaikkakin kuusien kuivumista on esiintynyt ko. metsiköissä jo aikaisemminkin. Todennäköistä on, että viimeksi mainittu on ollut pääasiassa hidasta kuivumista, mikä tämäntapaisissa metsiköissä usein on tavanomaista ja mihin jo maannouseman esiintymisenkin näyttäisi viittaavan, seikka, joka edempänä tulee erikseen käsiteltäväksi.

Kokeilualueen Meilbyn metsää koskevassa hakkuukirjanpidossa ei ole erotettu tuhonalaisten metsiköiden hakkuuta erikseen, eikä tältäkkään alueelta, Lintulan alueen tapaan, ole, jatkuneista tuhoista huolimatta, mitään tilastoa kuivuneiden puiden vuosittaisista määristä. Tutkimusten yhteydessä suoritettujen, aluetta koskevien yleismuistiinpanojen kohtalosta, samoin kuin toisaalta hakkuukirjanpidosta sekä kokeilualueen ammattihenkilöiden antamista tiedoista yleiskuvauksen pohjana viitataan siihen, mitä asiasta Lintulan alueen kuivumisen kulkua selostettaessa on sanottu (ks. s. 80). — Hakkuukirjanpidon yhdistelmästä, joka vuosilta 1934—40 esitetään taulukossa 2, ja siinä esiintyvistä tiedoista on huomautettava jokseenkin samaa, mitä Korpikylä-Lintulan vastaavan yhdistelmän yhteydessä edellä (ss. 80—81) on sanottu. Kuitenkin nimenomaan polttopuu hakkuihin nähden on huomattava, että ne suurimmillaan ollessaan — ainakin koivun kohdalta — koskevat muita kuin tässä yhteydessä kysymyksessä olevia metsiköitä. Samoin ei ole tarkempaa kirjan-



pitoa siitä, missä määrin kuusipaperipuita on hakattu nyt ko. metsiköiden ulkopuolelta, kokeilualueen työnjohtajan arvion mukaan ehkä noin  $\frac{1}{3}$  vastaavista määristä. Se on hakattu ns. venäläishakkuille aikoinaan jätetyiltä »kulisseilta».

Taulukon vuoden 1934 luvuista ei käy ilmi, miten suuri mainitun vuoden hakkuu kokonaisuudessaan ns. kotimetsässä on ollut. Kaikkiaan siinä on kaadettu yli 6300 runkoa arvopuita, joista 3740 runkoa kuusta. Hakkuu on n. 40 ha:n alalla ollut voimakasta väljennyshakkuuta (siemennyshakkuun valmistelua), ja juuri tälle alalle ovat sitten po. tuhot alueella keskityneet. Samalla hakattiin sitäpaitsi n. 160 ha:n alalta (venäläishakkuilta) ylispuuta ja siemenpuita. Muut hakkuut ovat tällöin olleet varsin vähäiset; kuitenkin on käsikaupalla myytyjen havupuiden — tasan mäntyä ja kuusta — määrä ollut lähes 170 runkoa. Sen jälkeen, kuten tavallista, hakattiin mainitulta alalta pinotavara, ja vasta sen yhteydessä poistettiin hakkuissa vikautuneet ja sen jälkeen kuivuneet puut — hakkuumäärät olivat kaikkiaan n. 650 p.-m<sup>3</sup> paperipuuta ja n. 1075 p.-m<sup>3</sup> halkoja. Arvopuiden hakkuu oli toimitettu jo talvella 1934, ennen kesää, pinotavaran hakkuu taas suoritettiin syksyllä 1934 ja talvella 1934—35, jatkaen sitä vielä kesän 1935 jälkeinkin. Mainitut pinotavaramäärät sisältyvät näin kahden eri vuoden (1935 ja 1936) hakkuukirjanpitoon ja niistä, kuten mainittu, arviolta  $\frac{2}{3}$  on hakattu tuolta 40 ha:n väljennyshakkuu- eli varsinaiselta tuhoalalta. Metsä ei kuitenkaan kestänyt tällaista hakkuuta, vaan erityisesti väljennyshakkuualalta ja sen reunoilta kaatui melkoinen määrä puita, pääasiassa kuusia, ja lisäksi alkoivat kuuset hakkuualueella ja erityisesti sen reunoilla nopeasti kuivua.

Vuoden 1935 hakkuukirjanpidon mukainen toistunut arvopuuhakkuu taas on ollut pääasiassa ns. ulkometsän hakkuuta (1803 runkoa). Kotimetsässäkin tällöin toimitettu siemenpuiden poisto ei koskenut tuhoaluetta. Kuitenkin lopetettiin vasta syksyllä 1935 v:n 1934 hakkuualoilla pinotavaran hakkuut, jolloin poistettiin siihen mennessä kuivumaan ehtineet puut.

Vuoden 1935 hakkuuiden jälkeen käytiin mainittu 40 ha:n väljennysala (varsinainen tuhoalue) vuosittain hakkuilla läpi aina vuoteen 1942 asti, ja joka kerta poistettiin pystykuivat ja kuivuvilta näyttävät — ts. parhaillaan kuivuvat — puut sekä tuulenkaadot, toimitettiin siis varsinaiset tuhojen aiheuttamat hakkuut. Ensimmäiset tällaiset olivat v. 1936, ja niiden yhteydessä koetettiin kuorimalla kuivuvat ja kuivuneet puut sekä polttamalla kuoret hävittää tuhon aiheuttajat (tuhohyönteiset). Tämä yritys kuivumisen tukahduttamiseksi arvioitiin sittemmin kuitenkin tur-

haksi sen vuoksi, että viereisessä yksityismetsässä jatkui sinnekin levinnyt kuivuminen yhä pahana, ja tämä metsä toimi siten jatkuvana tuho-keskuksena hakkuualan ja sen reunan metsiköille. Sen jälkeen tyydyttiinkin vuosittaisissa hakkuissa vain keräämään pois pystyyn kuivuneet puut — ja mahdolliset tuulenkaadot, joita myös esiintyi. Nämä puumäärät ovat kuitenkin, kuten sanottu, hakkuukirjanpidossa joutuneet »tuoreen puun» osastoon. — Vuoden 1936 tilaston osoittama, yli 500 k.-m<sup>3</sup>:n määrään noussut kuusen paperipuuhakkuu käsittää, kuten mainittu, vielä huomattavan määrän myös v:n 1935 hakkuuiden puuta. Siihen sisältyy siis, kuten edellä jo kävi ilmi, aina jokin määrä kuivunutta tai kuivuvaa puuta, samoin kuin varsin huomattavaan yli 200 k.-m<sup>3</sup>:n suuruiseen kuusihalkomääräänkin, joka pääosaltaan (lähes 200 k.-m<sup>3</sup>) on ollut hankintahalkoja. Miten muuten varsinaisissa tuhojen vuoksi suoritetuissa puhdistushakkuissa kaadettujen kuusien määrän laita on, ei käy selville hakkuukirjanpidosta, koska siinä usein kotimetsän ja ulkometsän hakkuumäärät on yhdistetty. Edellisessä vuosittain toimitetut hakkuut ovat 1935 jälkeisinä vuosina kuitenkin kaikki olleet tuhoalueella suoritettuja. Vaikka ei olekaan mitään tietoja erikseen siitä, miten paljon pystykuivaa tai kuivuvaa puuta sisältyy mainittuihin hakkuuuriin, voidaan, kun tiedetään, että hakkuut osaltaan on toimeenpantu sattuneiden tuhojen, tuulenkaatojen ja kuivumisen jälkien puhdistamiseksi, päätellä tuhojen olleen alueen laajuuteen katsoen varsin suuria.

Kuivuminen on sitten jatkunut sitkeästi vuodesta vuoteen, vaikka tietysti voimakkain »kuivumisalta» oli jo kolmen vuoden kuluttua ensimmäisestä hakkuusta laskien — kesällä 1937 — ehtinyt laimentua. Vuosien 1937 ja 1938 hakkuukirjanpito osoittaa kuitenkin yksistään keloina myydyn 131 ja 56 havupuurunkoa, miltei yksinomaan kuusia, sekä lisäksi arvopuina hakatun 180 ja 53 havupuuta, samoin pääasiassa kuusia. Sitä paitsi paperipuuhakkuutkin ovat vuosittain jatkuneet, tosin paljon pienemmässä määrässä kuin aikaisemmin, samoin kuin kuusihalkojen hakkuu. Joka tapauksessa on näihin hakkuumääriin sisältynyt ko. metsiköiden kuivuneitten ja parhaillaan kuivuvien kuusien määrä huomattava. — Vuosien 1939 ja 1940 tilasto osoittaa edelleen suunnilleen samanlaisia hakkuusuhteita. Kuusihalkojen hakkuumäärä on kuitenkin huomattavasti vähentynyt, ja paperipuuhakkuuta ei vuoden 1940 tilastossa enää esiinny lainkaan, mutta sen sijaan kyllä lähes 100 runkoa keloja, joista 70 % kuusta. Kokeilualueen ammattihenkilöiden ilmoituksen mukaan on kuivumista kuitenkin yhä jatkunut samoissa metsiköissä, hakkuuta on n. 45 ha:n alalla, joksi tuhoalue on laajentunut, jatkuvasti toimitettu vuoteen

1942 asti, kuten mainittiin. Lopputuloksena tuhojen jatkumisesta ko. alalla on nyt, että suurin osa sen metsiköistä on hakattu paljaaksi, ja mitä vielä alan pohjoispäässä on isompaa puuta käsittäviä metsiköitä jäljellä, niin kuivuminen jatkuu siellä edelleenkin. Alan paljaaksi hakkuu suoritettiin talvella 1942—43, jolloin kaadettiin 1 102 runkoa sahapuuta (686 kuusta ja 416 mäntyä); ns. puhdistushakkuu mainitun arvopuuhakkuun jälkeen oli vielä vuodenvaihteessa 1944—45 suorittamatta.

Kuusikoiden kuivumisessa on Meilbyn metsässäkin ollut selvästi erotettavissa hidasta, vuosikautia kestävä ja nopeata, yhden kesän kuluessa päättyvää. Täälläkin on nopea kuivuminen ollut vallalla erityisesti tuhojen ollessa pahimmillaan, mutta sitä on esiintynyt jatkuvasti myöhemminkin, myös yksityisinä tapauksina, mikä ilmeisesti on ollut yhteydessä, paitsi esiintyneiden tuulentoja- ja tuulenkaatotapausten kanssa, erityisesti naapurimetsässä tapahtuneen jatkuvan kuivumisen kanssa. Hidas kuivuminen on ollut lähinnä kuusen pikikärsäkkään ja kuusijäärien aikaansaamaa (pikikärsäkäs-ryhmän tapauksia, ks. ss. 50—58), mutta myös eräät muut kuivumistyyppit ovat alueella esiintyneet. Hitaasta kuivumisesta on ilmeisesti muodostunut alueelle krooninen, pysyvänluontoinen tuho.

Tärkeimpinä ensisijaisina kuivumistekijöinä ovat alueella kroonisissa tuhoissa esiintyneet seuraavat tuhonaiheuttajat:

kuusen pikikärsäkäs	mesisieni
kuusijäärät	maannousema
monikirjaajat	tuuli

sekä nopeassa kuivumisessa:

kirjanpainaja	kuusen tähtikirjaaja
pieni kirjanpainaja	

Muista kuivumistekijöistä on mainittava vielä sileä kätkökaarnuri ja vaippaniluri, varsinkin monikirjaajien seuralaisina tai seuraajina, sekä suutari ja havupuun kantojäärä. Ukkonilurin esiintyminen on ollut yllättävän niukkaa, ja kuusen syöpä on näyttänyt puuttuvan jokseenkin kokonaan.

### Ruotsinkylän kokeilualan kotipalsta.

Ruotsinkylän kokeilualan kotipalstan metsissä on kuusikoiden kuivumista seurattu lähinnä kolmessa eri metsikössä. Yksi niistä (metsikkö 1) on puhdas, täysi-ikäinen, varteva kuusikko OMT-maalla kokeilualan eteläpäässä. Metsikön puut ovat voimakkaita, vielä hyväkasvuisia ja elinvoimaisia. Metsikön kunto on varsin hyvä, maannousemaakin esiintyy varsin niukasti, mutta myrsky on joskus kaatanut joitakin puita metsiköstä ja vioittanut toisia, mistä sen kunto on, ainakin tilapäisesti, jonkin verran kärsinyt. — Toinen metsikkö (metsikkö 2) taas on mäntykuusi-koivusekametsikkö melko kuivalla MT-maalla. Se on jonkin verran nuorempi, mutta tukkipuukoon jo saavuttanut, runsaasti kuusta sisältävä, joskaan ei selvästi kuusivaltainen metsikkö. Kuuset ovat keskikokoisia, hidaskasvuisia, mutta kunnoltaan heikohkoja, varsinkin maannouseman vaivaamia, tosin muuten elinvoimaisia puita. Metsikön muut puut ovat hyväkasvuisia ja voimakkaita sekä yleensä terveitä, varsinkin männyt, minkä vuoksi metsikön kunto ei vaikuta senkään vertaa kärsineeltä kuin kuusien heikkous edellyttäisi. — Kolmas metsikkö (metsikkö 3) on eri-ikäinen kuusikko, missä sekapuuna on vähän mäntyä ja koivua. Se on kuivahkolla kivikkoisella melko korkealla sijaitsevalla MT-maalla kasvava tyypillinen lohkoharsintametsä, jokseenkin hyväkasvuinen ja hyväkuntoinen, runsaasti laajahkoja eri-ikäisiä nuorennosryhmiä käsittävä. Kuusien kunto on hyvä, ja ne ovat, myös nuoret puut, ainakin päällepäin arvioiden, hyvin kehittyneitä elinvoimaisia puita. Kuivuus saattaa kuivina kesinä tuntua metsikössä kuntoa alentavana tekijänä.

Metsikkö 1 on, mainituista myrskyn tuhoistakin huolimatta, säilynyt jokseenkin täydelleen kuivumiselta. Sen yksi reuna rajoittuu jo pitkäkhön aikaa sitten kaadettuun, ilmeisesti osittain samaa metsikköäkin käsittäneeseen paljaasihakkuualueeseen, minkä reunassa myrsky juuri näyttää useimmat tuhonsa tehneen. Täällä on sattunut myös yksityisiä kuivumistapauksia, ilmeisesti juuri tuulenvikojen ansiosta, mutta ne eivät ole kuitenkaan päässeet jatkumaan eivätkä leviämään sen enempää. Metsikössä ei ole myöskään tutkimusten aikana suoritettu hakkuuta, lukuunottamatta joidenkin yksityisten puiden (myrskyn vioittamien, kuivuvien jne.) kaatamista. Kuivumistapauksissa ovat tärkeimpinä kuivumistekijöinä esiintyneet kuusen pikikärsäkäs ja monikirjaajat ynnä lisäksi eräät vähämerkityksisemmät tekijät.

Metsikkö 2 on joutunut hyvin lievien hakkuiden kohteeksi pari kertaa tutkimusten kestäessä. Hakkuut ovat olleet paremminkin eräänlais-



ten puhdistushakkuiden luontoisia, kohdistuen pääasiassa metsikön kannalta vähäarvoisimpiin puihin, sen pääaineksen, valtapuiden, jäädessä jokseenkin täydelleen koskemattomiksi. Metsikön hiukan heikohkosta kunnosta huolimatta ei edes huonokuntoisimpien kuusten parissa ole esiintynyt kuivumistapauksia, jotakin harvaa poikkeusta lukuunottamatta. Eräänä syynä tähän on ilmeisesti aktiivisen kuivumistekijäkannan niukkuus. Eräässä käynnissä olevassa kuivumistapauksessa, joka näytti aivan erikoisen hitaalta, todettiin verraten pahan maannouseman lisäksi ukkonilurin niukka esiintyminen, ja parissa muussa tapauksessa kirjan-



Valok. — Aufn. Esko Kangas.

Kuva 1. Kuusen tähtikirjaajan kuivattamia nuoria kuusia Ruotsinkylän kokeilualueella 15. VI. 1935.

Abb. 1. Durch *Pityogenes chalcographus* zum Vertrocknen gebrachte junge Fichten im Versuchsrevier Ruotsinkylä, 15. VI. 1935.

painajat ja kuusen tähtikirjaaja olivat tärkeimmät kuivumistekijät, kuivumisen rajoituksessa latvuksen yläosaan (vrt. s. 75).

Metsikkö 3 oli koko tutkimusten ajan saanut olla täysin koskemattomana, ja ilmeisesti jo vuosikautia ennen sitäkin. Nuorennosaukkojen nuoret puut olivat 2—4 m pitkiä, osittain pitempiäkin. Minkäänlaisia mainittavia tuhoja ei metsikössä aikaisemmin näyttänyt tapahtuneen. Jonkin matkan päässä metsiköstä oli pinottuna kokeilutarkoituksiin käytettyjä kuorellisia kuusipaperipuita. Eräänä kuivakautena kesällä 1935 metsikön nuoret puut alkoivat yhtäkkiä nopeasti kuivua yksitellen tai

pienissä ryhmissä, ja niiden latvusten kellastuminen aiheutti vaikutelman kuin nopea tuli olisi pyyhkäissyt taimiston yli. Kuivuminen, vaikka sitä tapahtui monesti lähes kymmenen puun ryhmissä useissa paikoin ja lisäksi yksitellen siellä täällä, ei kuitenkaan jatkunut sitä kesää pitemmälle. Nuoret puut, jotka joutuivat tuhon uhriksi, kuivuivat kaikki samana kesänä. Aikaisemmin (1934) oli jo samassa metsikössä tavattu jokin yksinäinen samalla tapaa kuivuva nuori kuusi (vrt. analyysiä 18, s. 63), mutta kuivuminen oli tällöinkin jäänyt näihin harvoin tapauksiin. Tutkittaessa kuivumisen syytä todettiin suoritetuissa kuivumisanalyyseissä kysymyksessä olevan kuusen tähti- (ja oksa-) kirjaajan aiheuttaman kuivumisen (ks. ss. 62—64). Mitään muuta kuivumistekijää ei ko. kuivumistapauksissa voitu todeta esiintyneen, sen sijaan puiden kunto oli hyvinkin saattanut pitkällisen kuivuuden johdosta laskea, mitä näytti osoittavan mm. se seikka, että kuivuvia puita oli yleensä runsaimmin sellaisilla kasvupaikoilla, joilla maaperän kivisyyden ansiosta (esim. suurten sammalen peittämien kivien tai kallion päällä) oli oletettavissakin kuivuuden voimakkaimmin tuntuneen.

#### Havaintoalueet.

Kuivumisen kulku metsikössä on luonnollisesti eri tapauksissa hyvin erilainen riippuen varsin monista seikoista. Sen vuoksi on esillä olevassa tutkimuksessa pyritty käyttämään hyväksi myös ne havainnot, joita kuusikoiden kuivumisesta on voitu tehdä muuallakin, kuin niillä varsinaisilla tutkimusalueilla, joiden metsiköiden kuivumisen kulkua on edellä selostettu, vaikkei niitä olisikaan aina voitu saattaa kuivumisen kulkua täydellisesti kuvaaviksi, koska ne jouduttiin yleensä rajoittamaan ajallisesti varsin lyhyiksi. Tällöin pyrittiinkin kiinnittämään huomiota vain joihinkin määrättyihin erikoiskysymyksiin, kuten esim. kuivumisen syntymisen edellytyksiin ja muihin yleisiin suhteisiin ko. alueella, tai joihinkin kuivumisprosessien kulkua ja kehittymistä taikka tiettyä kuivumistyyppiä koskeviin seikkoihin. Siitä johtuen muodostuvat havaintoalueitten kuivumisen kuvaukset enemmänkin vain luetteloksi ko. tapauksista tutkittuja seikkoja koskevine mainintoineen. Sellaisinkin ne tarjoavat kuitenkin lisää perustaa kuusikoiden kuivumisen käsittelylle, myös metsänhoidollisena kysymyksenä.

Yksityismetsät Viipurin pitäjässä. — Kaikki kolme tässä kysymyksen tulevaa yksityismetsää ovat käsittäneet keski-ikäisiä,

hyväkasvuisia ja hyväkuntoisia lähinnä MT-metsiköitä, osaksi puhtaita kuusikoita, osaksi kuusivaltaisia mäntysekametsiköitä. Kaikki ovat olleet — osaksi voimakkaastikin — juuri hakkuilla käsiteltyjä, mutta myös aikaisemmin hakattuja. Hakkuiden jälkeen ovat jäljelle jääneet kuuset metsikössä alkaneet äkkiä melko suurin määrin, mutta yleensä pienissä (5—10 puun) ryhmissä kuivua, ja kuivuminen on vaatinut jälleen puhdistushakkuun. Kysymyksessä on joka kerralla ollut tyypillinen nopea kuivuminen, mikä tavallisesti aina esiintyykin tuollaisissa äkillisissä joukko-tuhoissa. — Eräässä niistä, Karisalmella sijaitsevassa yksityismetsässä 1938 sattuneessa, edellisen vuoden paperipuuhakkuun jälkeen alkunsa saaneessa oli kysymyksessä pääasiassa kuusen tähtikirjaajan nuorehkossa MT-kuusikossa aikaan saama kuivuminen. Metsässä oli edellisen kesän yli ollut runsaasti tuoreita latvuksia (ja oksia) sekä kuorellisia tuoreita pinon kehys- ja aluspuita ynnä pieni määrä kuorellista paperipuutakin puolikesään asti, mitkä kaikki ovat voineet olla tähtikirjaajan lisääntymispaikoja kesällä 1937. — Molemmista muissa metsissä on ollut kysymyksessä vähän kookkaampi, hyvinkin keski-ikäinen, mutta parhaassa kehityksessään oleva kuusikko, joka oli voimakkaasti hakattu talvella 1933—34. Kesällä 1935 ovat metsiköt alkaneet kuivua, ja kysymyksessä on ollut tyypillinen kirjanpainajien aikaansaama kuivuminen. Kuivumisen alkuun pääsy on näissä tapauksissa aivan ilmeisesti etsittävässä hakkuun vaikutuksesta jäljelle jääneeseen metsikköön sekä hakkuutähteiden (-jätteiden) ym. kuorellisen tuoreen tavaran vaikutuksesta kuivumistekijäin määrään [vrt. Kangas (Aro 1938, ss. 36—37)].

Helsingin kaupungin metsä. — Kysymyksessä olevat kaksi metsikköä ovat miltei puhtaita, varttuneita MT- ja OMT-kuusikoita. Toisen, kasvussaan jo hidastuneen MT-kuusikon kuntoa alentavat melko runsas maannouseman esiintyminen sekä hidas ukkonilurin aikaansaama kuivuminen. Metsikössä oli suoritettu lievä hakkuu (todennäköisesti v. 1936), jossa oli poistettu näkyvästi pahimmin tuhoista kärsineet puut. Metsikössä tehtiin erityisesti havaintoja ukkonilurin esiintymisestä ja ukkoniluri-ryhmän kuivumistyypeistä vertailuaineiston saamiseksi Lintulan alueen vastaaville kuivumistapauksille. Metsikössä esiintyvät tuhot (kuivumistyyppit) osoittautuivat täysin yhdenmukaisiksi Lintulan alueen vastaavien tuhojen kanssa, ja lisäksi osoittautui tällaisten tuhojen esiintyminen olleen tälle ehkäpä jo hiukan yli-ikäiseksikin arvosteltavalle kuusikolle ominaista jo melko kauan aikaa. — Toinen, jossakin määrin erikoinen, hyväkasvuinen OMT-kuusikko oli parempikuntoinen kuin edellä kuvattu, joskin siinäkin maannousemaa tavattiin siellä täällä suurissa

melko tuoreissa kuusten kannoissa, osoittaen sen esiintymistä metsikössä, sekä lisäksi todettiin muutama juuri kuivumaan alkanut kuusikin. Hakkuu, jonka jäljiltä mainitut kannot olivat, oli ollut vain aivan yksityisten puiden poimimista, ilmeisesti järeän rakennuspuun saamiseksi. Metsikössä tarkattiin erityisesti kuusijäärien esiintymistä yksinään kuivumisen alkuunpanijoina, sekä näin syntyvän kuivumistapauksen kehittymistä. Vastaavia kuivumistapauksia on tavattu myös Korkeakosken hoitoalueen Hyytiälänmaan valtionpuistossa (vrt. ss. 69—70).

Gråön saari. — Bromarvin saaristoon kuuluvan Gråön saaren kuusikot ovat kuusivaltaisia sekametsiköitä, joissa on paikoin runsaasti mäntyä. Ne ovat MT- tai OMT-metsiköitä, erittäin vartevia, täysi-ikäisiä, ehkäpä osin jo yli-ikäiseksikin arvioitavia, mutta vielä suhteellisen hyväkasvuisia metsiköitä. Metsiköiden kuntoa alensivat kuitenkin, paitsi maannousema ja ukkonilurin aikaansaama hidastunut kuivuminen, myrskyn tuhot ja melkoisessa määrässä esiintynyt nopea kuivuminen. Metsiköt eivät kuitenkaan olleet ikänsä vuoksi joutuneet kärsimään tuhoista, vaan kysymyksessä olivat ilmeisesti muiden tekijöiden (maannouseman, kuivumisen) ohella nimenomaan myrskyn tuhojen seuraukset, vaikka varsinaisia tuulenkaatoja ei ollutkaan kovin runsaasti. Aluetta ei ollut hakattu, vaan metsä oli saanut olla koskemattomana. Siellä tarkattiin (v. 1938) erityisesti maannouseman ja ukkonilurin esiintymistä ja riippuvaisuussuhteita, tuulen (myrskyn) tuhojen osuutta ja merkitystä kuivumisen alkuunpääsyssä sekä eri kuivumistapauksia (kuivumistyyppejä). Tuhot olivat saavuttaneet saarella sellaiset mittasuhteet, että hakkuita niiden vuoksi oli ryhdyttävä suunnittelemaan, vaikka tarkoituksena oli ollut säilyttää metsiköt jatkuvasti koskemattomina. Havainnot osoittivat täälläkin kuivumistapausten olevan yleensä samojen kuivumistyyppien mukaisia kuin varsinaisilla tutkimusalueilla. Tuulen tuhojen ja nopean kuivumisen välinen riippuvaisuussuhde todettiin täälläkin (vrt. Meilbyn aluetta, s. 94). Erittäin kiintoisiin maannousemaa ja ukkoniluria koskeviin suhteisiin palataan vielä myöhemmin. Alueella tavattiin myös kuusen syöpää, ja hidastunut kuivuminen, jota siellä oli ilmeisesti esiintynyt jo pitkän aikaa pysyvänä tuhona, osoittautui erittäin suuressä määrässä samanlaisiksi kuin Lintulan alueella. Myöskin männyn kuivumista esiintyi saaren kuivuvissa kuusikoissa.

Vesijaon kokeilualueen kotipalsta. — Metsikkö, jossa havaintoja kuusikoiden kuivumisesta tehtiin, oli kuivanlaisen MT-rinteen nuorehko kuusikko, jossa sekapuuna oli vähän mäntyä ja koivua. Kuuset kasvoivat paikoin varsin taajassa, pääasiassa pienempää, n. 6—10

metristä, joukossa siellä täällä jokin suurempikin kuusi. Puut olivat melko hidaskasvuisia. Metsikön (kuusten) kunto oli melkoisesti kärsinyt runsaista pikikärsäkätuhoista, joita metsikön kuusissa, sekä isommissa että pienemmissä, oli esiintynyt ilmeisesti ainakin jo parina edellisenä vuotena. Sinä kesänä (1940), jolloin havainnot alueella tehtiin, olivat tuhot jo melko suuret ja esiintyivät ainakin parin hehtaarin alueella. Ne olivat ilmeisesti edellisenä kesänä erityisesti levinneet. Merkittävää oli, ettei täysin kuivuneita puita, joitakin yksityisiä tapauksia lukuunottamatta, havaintokesänä vielä kesäkuussa tavattu. Metsikössä kiinnitettiin huomiota, paitsi kuivumistapauksiin ja kuivumisen ilmenemiseen kuusissa päällepäin, erityisesti kuivumisen alkuun pääsyn edellytyksiin. Kuivuminen näytti olevan synnyltään täysin autoktonista, mitään merkkejä lähiseutujen muissa metsiköissä esiintyneistä tuhoista ei tavattu. Se osoitti jälleen pikikärsäkkään olevan erittäin merkittävän primäärisen kuivumistekijän kuusen kuivumisessa (vrt. Kangas 1938, s. 32, 36). Jos pyritään etsimään jotakin edellytystä tuhon syntyyn, jättäen nyt huomioon ottamatta pikikärsäkkään olemassa olon ja pikikärsäkkään primäärisyyden välttämättömyys, ovat ilmeisesti ainoat mahdolliset tällaiset edellytykset, joita tässä yhteydessä voidaan ajatella, metsikön suuri tiheys (vrt. kasvupaikkaa) ja tilapäisen kuivuuden puiden kuntoa alentanut esiintyminen.

Kumpu-Kivalo. — Tämä ainoa alue, jossa Pohjois-Suomessa on tehty havainnot kuusien kuivumisesta, on otettu mukaan tähän pääasiassa vain eräiden yhtymäkohtien saamiseksi Etelä-Suomessa suoritettujen tutkimusten perusteella muodostettuun käsitykseen kuusikoiden kuivumisesta. On ilmeistä, että Pohjois-Suomessa suoritettujen laajemman tutkimuksen toisivat paljonkin lisää sekä itse kuivumisprosessista kokonaisuudessaan ja kuivumistekijöistä että myös kuivumisen edellytyksistä ja kuivumisesta metsänhoidollisena kysymyksenä nyt muodostettuun kuvaan. Tutkimusten jatkaminen siellä onkin katsottava välttämättömäksi esillä olevan kysymyksen perusteellista selvittelyä varten myös pohjoisosassa maamme, sillä jo luonnon olosuhteet siellä ovat siksi paljon eroavat siitä, mitä ne ovat Etelä-Suomessa, että niinkin herkästi myös ulkoisista olosuhteista riippuvassa ilmiössä kuin ko. tuhoissa se ei voi olla tuntumatta.

Kumpu-Kivalon kuusikot ovat vanhoja, kauan koskemattomina olleita, mutta viime aikoina jo jatkuvasti uudistushakkuiden kohteiksi joutuneita HMT:n vaarakuusikoita, joissa on paikoin mäntyä, koivua ja haapaa sekapuuna, paikoin ne ovat puhtaita kuusikoita. Kuuset ovat useasti kas-

vussaan jo selvästi hidastuneita, paikoin kuitenkin vielä melko voimakkaan näköisiä, mutta niiden kuntoa alentaa jokseenkin yleisenä esiintyvä maannousema sekä lisäksi kuivumista aiheuttavat tuhot varsin huomattavasti. Kuivumista on sattunut siellä täällä yksitellen ja pienissä ryhmissä. Havainnot tehtäessä kiinnitettiin huomiota pääasiassa kuivumistapausten yleisimpiin tyyppeihin ja niissä esiintyviin kuivumistekijöihin sekä kuivumisen jakautumiseen hitaisiin ja nopeihin tapauksiin. Erityisesti todettiin nopeiden kuivumistapausten sekä samanlainen esiintyminen ryhmissä että samanlainen kuivumisen kulku ja tärkeimmät kuivumistekijät kuin Etelä-Suomessakin. Sen sijaan hitaissa kuivumistapauksissa ilmeisesti olisi todettavissa eroavaisuuksia enemmänkin. Mielenkiintoista oli kuitenkin todeta täälläkin vanhan metsän tyypillinen hidas »pysyvä» tuho kuuluvaksi ko. kuusikoiden yleiskuvaan, vaikka se olikin eteläsuomalaisesta poikkeava. Ne havainnot, joita Kumpu-Kivalossa kesällä (heinäkuussa) 1940 tehtiin, eivät kuitenkaan riitä kysymyksen perusteelliseen selvittelyyn.

## Kuusikoiden kuivumisen syyt.

### Kuivumisen alkuun pääsy.

#### Alkuun pääsyn kuivumistekijät.

Kuivumistyyppien kuvauksen yhteydessä edellä ovat käyneet selville ne kuivumistekijät, jotka yleensä meikäläisissä olosuhteissa eri tapauksissa tulevat kysymykseen kuivumisen alkuun pääsyn tekijöinä yksityisessä puussa. Että näiden lisäksi poikkeustapauksissa saattavat vielä eräät muutkin kuivumistekijät esiintyä vastaavina tekijöinä, on myös jo käynyt selville. Sitäpaitsi aiemmin (ss. 21—22) esitetyssä luettelossa on mainittu eräitä ensisijaisia kuivumistekijöitä, jotka eivät kuivumistapausten käsittelyn yhteydessä ole tulleet esille kuivumisen alkuun pääsyn tekijöinä. Ne ovat osaksi joko harvinaisuutensa vuoksi jääneet kuvattujen tapausten ulkopuolelle (sinikauniainen) tai ne ovat luonteeltaan sellaisia, ettei niitä kuivumisanalyseissa saada esille (tuuli). Nekin voivat joka tapauksessa tulla kysymykseen kuivumisen alkuun pääsyn tekijöinä.

Jos kuivumistyyppien yhteydessä kuivumisen alkuun pääsyn tekijöiksi osoittautuneiden lisäksi, joihin tässä nimenomaan luetaan myös kuusijäärät, erityisesti suhteellisen yleisen lisätekijänä esiintymisensä vuoksi (vrt. sitäpaitsi niiden esiintymistä kuivumisen alkuun saattajina, ss. 69—70 ja 99), otetaan mukaan jo kuivumisen kulkua selostettaessa varsin tärkeäksi alkuun panevaksi tekijäksi osoittautunut tuuli, saadaan meikäläisissä olosuhteissa, nimenomaan Etelä-Suomessa, kuivumisprosessin alkuun pääsyn aiheuttajina yleisesti esiintyvien kuivumistekijöiden luettelo seuraavaksi:

kuusijäärät	kuusen tähtikirjaaja	kuusen syöpä
kuusen pikikärsäkäs	kuusen oksakirjaaja	mesisieni
ukkoniluri	kirjanpainajat	maannousema
monikirjaajat		tuuli

Tarkasteltaessa kuivumisen alkuun pääsyä yksityisessä puussa niiden tapausten perusteella, jotka tutkimuksen aineistoon sisältyvät, on huomio kiinnitettävä lähinnä edellä lueteltujen tekijöiden ominaisuuksiin ja niiden vaikutukseen puussa. Kuivumisen jatkuessa tulevat tietysti, kuten on nähty, monet muutkin kuivumistekijät kysymykseen kuivumisen alkuun merkittävästi, joskus ratkaisevastikin vaikuttavina, mutta ne eivät enää ole kuitenkaan ratkaisemassa pääasiaa, nim. sitä, että puu alkaa tavalla tai toisella kuivua. Kuivumisen syiden selvittämiseksi on tärkeintä päästä tämän alkuvaiheen tapahtuman ja siihen vaikuttavien seikkojen tuntemisessa niin pitkälle kuin mahdollista. Tässä yhteydessä rajoitutaankin käsittelemään vain edellä lueteltuja kuivumistekijöitä ja eräitä niiden ominaisuuksia. Kysymyksessä on tällöin toisaalta vain elollisen luonnon piiriin kuuluvia tekijöitä ja toisaalta tuuli, jolla ominaisuuksiinsa ja vaikutukseensa nähden on kokonaan toinen asema kuin edellisillä. Siksi onkin tuulta käsiteltävä erikseen, sitäkin suuremmalla syyllä, kun se sitä paitsi tulee kysymykseen kuusikoiden kuivumisessa toisenkinlaisena kuin varsinaisena kuivumistekijänä. — Mekaaniset viat (vrt. analyysiä 2, s. 34) ovat tutkimusaineistossa esiintyneet suhteellisen harvinaisina kuivumistekijöinä. Niiden oma välitön vaikutus rajoittuu puussa yleensä paikalliseksi, välillinen sen sijaan voi tietyissä olosuhteissa muodostua puun kannalta merkittäväksikin (vrt. esim. K u j a l a 1935, ss. 210—211). Niistä tulee lyhyt maininta tuulta käsittelevän esityksen yhteydessä.

#### Alkuun pääsyyn vaikuttavat kuivumistekijäin ominaisuudet.

##### Primäärisyys.

Elollisen luonnon piiriin kuuluvien kuivumistekijöiden esiintymisessä on monta piirrettä eli ominaisuutta, jotka puun kuivumisen alkuun pääsyn kannalta ovat merkityksellisiä. Ko. kuivumistekijöiden primäärisyys (ks. esim. S a a l a s 1919, ss. 6—10) on jo jaon perustana ensisijaisiin ja toissijaisiin (s. 20) tullut tällaisena todetuksi, mutta — kuten on mainittu — nimenomaan vain primäärisyyden enimmäis m ä ä r ä n eli sen korkeimman potenssin perusteella. Primäärisyyden l a a t u on lisäksi otettava huomioon, ja sillä on huomattava merkityksensä asiaa kuivumisen alkuun pääsyn kannalta tarkasteltaessa. Useimmilla tässä kysymykseen tulevilla kuivumistekijöillä primäärisyys saattaa näet olla hyvinkin vaihteleva, ts. ne pystyvät siis esiintymään puussa varsin eriarvoisina

kuivumistekijöinä.<sup>1</sup> Ilmeisesti lähinnä vain ukkoniluri on jokseenkin vähän vaihteleva tässä suhteessa, esiintyen melkein säännöllisesti vain täysin primäärisenä (vrt. Saalas 1923, s. 495; Kangas 1939). Monikirjaajat ja kuusen oksakirjaaja ovat myös primäärisyysdään suhteellisen vähän vaihtelevia, mutta toisaalta niiden primäärisyys on ilmeisesti yleensä huomattavasti heikompi kuin ukkonilurin, tai sitten se esiintyy melkein säännöllisesti korkeinta mahdollista potenssiaan heikompana. Erityisesti kuusen pikikärsäkäs, kirjanpainajat, kuusen tähtikirjaaja ja mesisien näyttävät voivan primäärisyyteen nähden olla hyvinkin vaihtelevia, täysin primäärisestä jopa täysin sekundääriseen asti, kuitenkin niin, että pikikärsäkkäälle on sen primäärisyyden korkeimmat asteet katsottava normaaliksi tai ainakin tavallisimmiksi (vrt. Kangas 1938), muille mainituille, meikäläisissä oloissa ilmeisesti myös mesisielle (vrt. Kangas 1937, ss. 106—107), sen sijaan enemmän tai vähemmän poikkeukselliseksi. Kuusijäärien primäärisyys meillä vaatii ilmeisesti vielä lisäselvitystä, kuten niiden esiintymisestä kuivumistekijänä yleensäkin on aiemmin (ss. 69—70) sanottu. Joka tapauksessa ne näyttäsivät lähenevän tässä suhteessa enemmän ehkä pikikärsäkästä ja omaavan normaalisti hyvin korkean primäärisyyden (vrt. analyysijä ja ks. myös Saalas 1923, Schimitschek 1929). Kuusen syöpä voi biologisesti otettuna olla tai voidaan katsoa oikeastaan sekundääriksi, kuten maannousemakin saattaa olla, ts. ne vaativat, kuten kuusen syöpä, tai saattavat vaatia haavaa tms. vikaa puussa, ennenkuin voivat siihen ilmestyä (Kujala 1935, Ferdinandsen & Jørgensen 1938—39, Kangas 1939, 1940 a), mutta vaikka ne eivät voisikaan esiintyä tartunnassaan primäärisinä, ne puun kuivumisen kannalta otettuna sitä kuitenkin ovat, usein erittäin korkeassakin potenssissa. Tosin niiden esiintyminen toisinaan saattaa myös puun kuivumisen kannalta olla vähämerkityksistä tai sekundääristäkin luonteeltaan, ts. ne voivat esiintyä niin, ettei se vaikuta puun kuntoon juuri lainkaan, tai niin, että ne ilmestyvät vasta kuivuvaan, ehkä kuivumisprosessissaan jo pitkällekin ehtineeseen puuhun (vrt. Kujala 1935, s. 210; myös Kangas 1939, ss. 1994, 2002). Maannousema voi sitäpaitsi esiintyä myös kuolleissa puissa, vieläpä irrallisissakin puun osissa (Kangas 1940 a). — Tällä primää-

<sup>1</sup> Tarkkaa rajaa primäärisyyden ja sekundäärisyyden välillehän ei voida vetää (vrt. Escherich 1914, s. 197; Trägårdh 1939, s. 433), joten on enemmänkin makuasia, puhutaanko tässä primäärisyyden vai sekundäärisyyden vaihtelusta. Primäärisyyttä ja sen vaihtelua koskevaa käsitteellistä sisältöä kosketellaan tarkemmin vielä edempänä (s. 117—118).

risyyden vaihtelulla on kuivumisen alkuun pääsyn kannalta merkitys, joka saattaa muodostua sille erittäin suureksikin. Se nimittäin voi ratkaisevassa määrässä vaikuttaa jo ko. kuivumistekijän puuhun ilmestymiseen sinänsä. Sitäpaitsi se vaikuttaa myös puuhun ilmestymisen edellytyksiin, nim. ko. kuivumistekijäkannan olemassa oloon tai puuttumiseen metsikössä, jolloin yleensä primäärisyyden suuri vaihtelu merkitsee ko. tekijäkannan helppoa säilymismahdollisuutta. Ukkonilurin suhteen se ei kuitenkaan pidä aivan täysin paikkaansa, koska tämä laji useinkin, täysin primäärisenä, pystyy säilyttämään kantansa metsikössä, johon se on kerran pesiytynyt, riippumatta niistä yleisistä mahdollisuuksista, joita siellä esiintyy kuivumistekijäkantain säilymiselle ja lisääntymiselle. Toisaalta primäärisyyden vaihtelu voi merkitä suurenkin tuhovaaran olemassa oloa, erityisesti milloin on kysymys luonteeltaan sekundäärisenä esiintymään pyrkivistä kuivumistekijöistä, jotka siis vaarattomammassa muodossaan esiintyessään voivat lisätä kantaansa yli sekundäärisluontoisen esiintymismahdollisuutensa ja siten tulla pakotetuksi siirtymään korkeampaan primäärisyyteensä ja näin omata yllätysmahdollisuuksia.

Eri kuivumistekijöiden primäärisyys ja sen vaihtelu on luvun lopussa (s. 109) esitetty rinnan niiden muiden ominaisuuksien kanssa.

#### *Esiintymistapa.*

Toinen ominaisuus kuivumistekijöiden esiintymisessä, jolla on merkitystä kuivumisen alkuun pääsulle, on niiden esiintymisrunsaus. Itsestään selvää on, että mittasuhteiltaan laajaksi paisunut tuho (kuivuminen) edellyttää kuivumistekijöiden runsasta esiintymistä ja päinvastoin. Mutta merkittävä piirre, jota nyt on tarkoitus tarkastella ja joka on riippuvainen eri kuivumistekijöiden luonteesta, on näiden tekijöiden erilainen taipumus tai tapa esiintyä joko enemmän tai vähemmän yksittäin taikka joukoittain<sup>1</sup>. Jos arvostellaan asiaa jälleen puun kuivumisen kannalta, päästään kysymykseen tuleviin tekijöihin nähden nyt melko lailla erilaiseen tulokseen, so. erilaiseen arvojärjestykseen kuin edellä primäärisyydestä puhuttaessa. Suoritettuja analyysijä tarkasteltaessa voidaan heti todeta, että esim. primäärisyysdään korkealle asettuva ukkoniluri joutuu niiden joukkoon, jotka yleensä näyttävät tapaavan esiintyä melko vähälukuisina puussa (vrt. Kangas 1939).

<sup>1</sup> Tuhohyönteisten välinen kilpailu sikiytymistilasta ja sen merkitys jäävät tässä yhteydessä, lähinnä niiden keskeisenä biologisena probleemina, käsitteilyn ulkopuolelle.

Samanarvoiseksi tässä suhteessa näyttävät yleensä pyrkivän myös kuusijäärät. Vaihtelu tässä suhteessa tuntuu rajoittuvan voimakkaimmissakin tuhoissa yllättävän vähäiseksi, vaikka sitä tietysti, varsinkin kuusijäärien osalta, on olemassa melkoisessa määrässä. Kuusen syöpä, vaikka sienituhojia onkin vähän vaikeata tässä suhteessa verrata hyönteistuholaisiin, näyttäisi parhaiten liittyvän tähän joukkoon, ehkäpä sen etupäähänkin, sekä yksittäisluontoisen esiintymisensä että sen vaihtelun niukuuden suhteen. Sen sijaan kuusen pikikärsäkäs osoittautuu ko. suhteessa varsin vaihtelevaksi, eikä voi mennä edes varmuudella sanomaan, onko se yleensä esiintymisessään katsottava enemmän yksittäiseksi vai joukoittaiseksi. Missään tapauksessa sitä ei kuitenkaan voida rinnastaa esim. kirjanpainajiin tai kuusen tähtikirjaajaan, jotka molemmat taas edustavat toista äärimmäisyyttä. Ne ovat milteipä poikkeuksetta joukoittain, useinkin oikein massoitain esiintyviä. Vaihtelu tässä suhteessa on tavallisesti varsin vähäinen, jyrkästi päinvastainen esiintyminen on yleensä katsottava poikkeukselliseksi. Monikirjaajat lähenevät suuresti edellä mainittuja molemmissa suhteissa, samoin kuusen oksakirjaaja, joskin ilmeisesti huomattavasti vähemmän, ollen nyt mainituista luonteeltaan lähimpänä pikikärsäkästä. Mesisieni saattaa myös vaihdella esiintymisessään varsin suuresti, joskaan ei aivan pikikärsäkkään tavoin; sen esiintymistapa on ehkä arvioitava yleensä paremminkin niukanlaiseksi (vrt. analysejä), kun ei oteta huomioon sen esiintymisen jatkumista kuivumisen myöhemmissä vaiheissa ja jo kuollessa puussa. Maannousema on esiintymistapansa suhteen vaikeasti arvosteltavissa, mutta se voitaisiin — samat seikat huomioon ottaen kuin mitä mesisienestä edellä sanottiin — parhaiten rinnastaa viimeksi mainittuun. — Kuivumistekijöiden erilaisella esiintymistavalla on ennen kaikkea sikäli merkitystä, että kuivumisen alkamisen herkkyys ja varsinkin kuivumisen nopeus riippuu erittäin suuresti kuivumista alkuun panemaan pyrkiville tekijöille tavanomaisesta esiintymisrunsaudesta. Sen vaihtelu taas saattaa merkitä yllätyksen vaaraa metsikössä sikäli, että kuivumistekijät, jotka esiintymistapaansa nähden ovat eniten vaihtelevia, voivat hitaasti alkuun pannun kuivumisen sijasta, joka monesti käytännössä saattaa jäädä huomaamatta, odottamatta runsaana esiintyen aiheuttaa nopeampaakin kuivumista, millä erityisesti on merkitystä kuivumisen alkuun pääsulle koko metsikössä.

Yhteenveto eri tekijöiden tavanomaisesta esiintymisrunsaudesta ja sen vaihtelusta on luvun lopussa (ks. s. 109).

### Esiintymisaika.

Kolmas kuivumistekijöiden esiintymisominaisuus, joka tässä yhteydessä on huomioon otettava, on puun kuivumisen alkuun pääsyn kannalta vaarallisen kuivumistekijän kehitysvaiheen esiintymisaika<sup>1</sup>, ts. hyönteisten muninta- ja sienien tartunta-aika.<sup>2</sup> Tässä suhteessa voidaan viitata edellisten osalta Saalaa (1919, 1923) kaarnakuoriaisia ja kuusikuoriaisia käsitteleviin tutkimuksiin ja sienien osalta Liron (1924) teokseen (vrt. Hintikka 1930, Kangas 1937, ss. 166—167 ja 1940 a, myös Ferdinandsen & Jørgensen 1938—39). Erittäin tärkeäksi muodostuu näiden tekijäin ko. vaiheen esiintymisen järjestyksen vuodenaikaan nähden, saattavatpa tässä suhteessa tulla poikkeuksellisesti kysymykseen vielä muutamat muutkin (toissijaiset) kuivumistekijät, kuin nyt puheena olevat. Edelleen on suuri merkitys ko. vaiheiden kestoaikojalla. Kuivumisen alkuun pääsyn kannalta, kuten vielä myöhemmin toisessa yhteydessä tulee esille, merkitsevät yksityisen puun osalta juuri molemmat mainitut ajat useinkin ratkaisevaa tekijää, paitsi itse kuivumisen alkuun pääsulle, myös kuivumisprosessin tulevalle kehittymiselle, ts. sille, minkä kuivumistyyppin mukainen tämä kehitys tulee olemaan. — Yleensä suhteellisen pitkä po. vaiheen kesto-aika on kuusen pikikärsäkällä. Sen esiintymisaika onkin vuodenaajoista suhteellisen vähän riippuvainen (vrt. Kangas 1938, s. 37), mikä todennäköisesti on myös eräänä selityksenä sen suureen yleisyyteen kuivumistekijänä, joskin siihen toisaalta osaltaan vaikuttaa myös sen edellä kuvattu primäärisyyden vaihtelu. Kirjanpainajien ja kuusen tähtikirjaajan esiintymisaika, mikä muuten sattuu jokseenkin yksiiin, on yleensä koko lailla rajoitettu, mutta varsinkin jälkimmäisellä se saattaa myös toisinaan vaihdella melkoisestikin vuodenaikaan nähden. Oksakirjaaja, joka näyttäisi tässä suhteessa liittyvän tähtikirjaajaan, on biologialtaan huonoiten tunnettu (vrt. Saalas 1919, s. 299, 1923, s. 560 ja 1938, s. 60). Monikirjaajat ovat esiintymisaikaansa nähden myös melko rajoittuneita, mutta kirjanpainajia ja tähtikirjaajia selvästi paljon myöhäisempiä. Ukkonilurin osalta asia on mutkikkaampi (vrt. Saalas 1919, ss. 206—07), mutta tehtyjen havain-

<sup>1</sup> Sen jälkeen kuin tämä oli jo ladottu, on ko. käsitteelle ehdotettu nimeä iskeytymisaika.

<sup>2</sup> Itiöiden tai kuromien itämisaika ei ko. sienituhojien osalta tässä yhteydessä juuri tule kysymykseen, paitsi kuusen syövällä, vaan sen sijaan sienirihmojen eli hyyfien pääasiallisin kasvu-aika hyyfitartuntaa silmällä pitäen (vrt. Neger 1919, Lagerberg 1923, Sorauer 1932, Ferdinandsen & Jørgensen 1938—39, Kangas 1937, ss. 105—107 ja 1940 a).

tojen mukaan näyttää ilmeiseltä, että esiintymisaika saattaa suuresti vaihdella, tai sitten niitä on ainakin kaksi jaksoa kasvukauden kuluessa, toinen aikainen ja toinen verraten myöhäinen. Kuusijäärien esiintymisaika näyttää olevan melko pitkä, joskin jokseenkin selvästi rajoitettu. Ko. sienituhoojiin nähden tällä seikalla ei ole paljoakaan merkitystä kuivumisen alkuun pääsyn kannalta muitten kuin ehkä mesisien osalta, jonka tärkein esiintymisaika (sienirihmojen 1. hyyfien voimakkain tartunta-aika) on varsin aikainen ja tavallaan myös jossakin määrin rajoitettu, mutta jolla lisäksi ilmeisesti saattaa olla toinenkin tärkeä, hyvin myöhäinen esiintymisaika. Tartuntaa saattaa kuitenkin tapahtua läpi koko kasvukauden. — Havainnollisen käsityksen tässä yhteydessä kysymykseen tulevien eri kuivumistekijäin yleisimmistä esiintymisajoista saanee seuraavasta asetelmasta (sulkeisiin on merkitty poikkeuksellinen tai vähäisempi esiintymisaika):

Kuivumistekijä	toukok.			kesäk.			heinäk.			elok.			syysk.		
	10.	20.	30.	10.	20.	30.	10.	20.	30.	10.	20.	30.	10.	20.	30.
kuusijäävät ....				(+)	+	+	+	+	(+)						
kuusen pikikär- säkäs .....	(+)	(+)		+	+	+	+	+	+	(+)	(+)				
ukkoniluri ....	(+)	+	+	(+)	?		?	(+)	+	+	(+)				
monikirjaajat							(+)	+	+	+	(+)				
kuusen tähtikir- jaaja .....		(+)	+	+	+	+	+	(+)	(+)						
kuusen oksakir- jaaja .....		?	(+)	+	+	(+)	?								
kirjanpainajat		(+)	+	+	+	(+)									
mesisieni (hyyfi- tartunta) ....	(+)	+	+	+	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	+	+	(?)
(maannousema)							[ilmeisesti koko kasvukausi (hyyfit)]								
(kuusen syöpä)							(? kasvukausi)								(? +)

Muut kuivumistekijäin edellä kuvatut esiintymispiirteet, primäärisuus ja esiintymistapa, voidaan myös yhdistää asian havainnollistamiseksi seuraavan asetelman tapaan (+ merkitsee kasvavaan ja — vähenevään suuntaan tapahtuvaa muuttumista)<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Asteikkona primäärisyydessä on: lievä, lievänlainen, kohtalainen, korkeahko, korkea ja hyvin korkea; esiintymistavassa asteikko on: yksittäinen, vähälukuinen, niukanlainen, runsaanlainen, runsas, joukoittainen — tarkemmin määrittelemättömissä tapauksissa: vaihteleva, melko vaihteleva; vaihtelun määrä kummassakin on arvioitu asteikon: pieni, pienehkö, kohtalainen, suurehko, suuri, hyvin suuri, mukaan.

kuivumistekijä	primäärisuus		esiintymistapa	
	normaali aste	vaihtelu	yleinen tapa	vaihtelu
kuusijäävät	hyvin korkea	— suuri(?)	vähälukuinen	± pienehkö
kuusen pikikär- säkäs	korkea	± hyvin suuri	vaihteleva	± suuri
ukkoniluri	hyvin korkea	— pieni	vähälukuinen	± pienehkö
monikirjaajat	kohtalainen	± pienehkö	joukoittainen	— kohtalainen
kuusen tähtikirjaaja	lievänlainen	+ hyvin suuri	joukoittainen	— pienehkö
kuusen oksakirjaaja	kohtalainen(?)	± pienehkö(?)	melko vaihteleva	± suurehko
kirjanpainajat	lievänlainen	+ hyvin suuri	joukoittainen	— pienehkö
kuusen syöpä	hyvin korkea	— suuri	yksittäinen	+ pieni
mesisieni	lievänlainen	+ hyvin suuri	niukanlainen	± kohtalainen
maannousema	(hyvin) korkea	— suuri	niukanlainen	± kohtalainen

### Kuivumisen alkuun pääsy yksityisessä puussa.

#### *Kuivumistekijäin ilmestyminen puuhun.*

Sitä erilaisten biologisten voimien vaikutuksen summaa, joka määrää kuivumistekijöiden puuhun ilmestymisen ja jonka lopputuloksena kuivumisprosessin alkuun pääsy on, voidaan tarkastella joko kuivumistekijäin tai puun kannalta, jolloin tarkastelun tulos näyttää melko lailla erilaiselta. Tuossa tapahtumassa voidaan siis, riippuen siitä, kumpaa puolta pidetään objektina, nähdä kuivumistekijöiden tai puun taistelu olemassaolostaan. Tässä yhteydessä on syytä tarkastella asiaa etupäässä jälkimmäistä linjaa seuraten, mutta koettaen ottaa huomioon samalla myös kuivumistekijöiden erilaiset mahdollisuudet (vrt. Kangas 1934 b, ss. 5—6).

Edellä on selostettu kuivumistekijäin ne ominaisuudet, joista tiettyissä oloissa voi riippua suurensakin määrässä ko. tekijäin puuhun ilmestymismahdollisuudet ja -tapa. Erityisesti se järjestys, jossa niillä on mahdollisuuksia puuhun ilmestymiseen, riippuu näistä ominaisuuksista. Tärkeimpinä tällöin vaikuttavat niiden primäärisuus — sellaisena kuin se sillä kerralla esiintyy — sekä niiden esiintymisaika.

**Kuivumistekijäkanta.** — Kuivumisen alkaminen vaatii kuitenkin vielä, ennenkuin mainittujen ominaisuuksien vaikutus puuhun ilmestymisessä voi tuntua, että mahdollisuudet puuhun tunkeutumiseen ylipäänsä ovat olemassa. Perustava edellytys tällöin on ko. kuivumistekijäin olemassa olo metsikössä, so. kuivumistekijäkannan esiintyminen. Luonnonvaraisissa metsiköissä, normaalisen olotilan vallitessa, ainakin tavallisimmat kuivumistekijät ovatkin kyllä olemassa, mutta tällöinkin kunkin niiden määrä eli kuivumistekijäkannan vahvuus on eri aikoina ja eri olosuhteissa erilainen. Metsänhoitotoimenpiteiden alaisena olleessa metsikössä ovat vaihtelun mahdollisuudet vielä

suuremmat. Kannan puuttuessa kokonaan voi uusi kanta tietysti syntyä metsikköön, kun edellytykset sen ilmaantumiselle ovat olemassa, mutta jos nämä edellytykset esiintyvät vasta silloin, kun myös muut mahdollisuudet ko. kuivumistekijäin puuhun tunkeutumiseen ovat olemassa, kuten usein saattaa olla, ei uusi kanta voi siis vielä olla läsnä juuri tuona kriittisenä hetkenä. Näin jää puussa kuivumisen alkaminen sille otollisissa olosuhteissakin tapahtumatta.

Eri kuivumistekijäkantojen olemassa olo tai puuttuminen on luonnollisesti erittäin ratkaiseva tekijä, paitsi itse kuivumisprosessin alkamiselle, myös tietyn kuivumistyyppin syntymiselle, kokonaan riippumatta puun kunnostakin. Mutta ei ainoastaan näiden kantojen olemassa olo, vaan myös niiden vahvuus voi olla ratkaiseva. Kuivumistekijän primäärisyyden ollessa vaihteleva voi tämä, jos metsikössä on olemassa vain pieni kanta, tyytyä sekundäärisemmän luonteensa mukaisesti esiintymään vain jo kuolleissa tai kuolemaisillaan olevissa puissa, lumenmurroissa, hakkuujätteissä, kannoissa yms. huolimatta siitä, että metsikössä olisikin sen kuntoisia eläviä puita, että ne toisissa olosuhteissa ilman muuta joutuisivat ko. kuivumistekijän valtaan ja kuivuminen lähtisi niissä alkuun. Edellä mainitussa tapauksessa tällainen puu siis säästyy kuivumisen alkuun pääsystä sen tekijän osalta. Samanaikaisesti voi sitten ehkä jokin toinen tekijä, jonka kanta metsikössä on riittävä, kyllä päästä saattamaan kuivumisen alkuun.

Kuivumistekijäkannan olemassa olo tai puuttuminen sekä sen vahvuus muodostavat näin usein ratkaisevan tekijän ko. tuhonaiheuttajien puuhun ilmestymisessä. Samojen seikkojen vaikutus saattaa tuntua vastaavasti vielä kuivumisen myöhemmässäkin vaiheessa (vrt. analyysiä 23, ss. 76—77).

Puun kunnan ja kuivumistekijäin esiintymisajan yhteensattuminen. — Kuivumistekijäkannan esiintyessä metsikössä riittävänä avautuvat ne mahdollisuudet, joissa ko. tekijöiden ominaisuuksien vaikutus voi muodostua ratkaisevaksi niiden puuhun ilmestymiselle. Tällöin primäärisuus, sen aste, kuten tätä ominaisuutta käsiteltäessä kävi ilmi, on mitä tärkein vaikutukseltaan kuivumistekijäin puolelta. Itse puun puolelta taas sen kunto — puun elinvoimaisuus, kehityskykyisyys ja terveyden tila (esiintyvät tuhot) — yleensä määrää kuivumistekijöiden puuhun ilmestymismahdollisuudet.<sup>1</sup> Mutta

<sup>1</sup> Eri puuyksilöiden kunto saattaa luonnollisesti — eri puukantojen (rotujen) puitteissa — olla perinnöllisestikin erilainen, mutta toisaalta sen vaihtelu voi samassa puuyksilössä moninkertaisestikin ylittää eri puukantojen (rotujen) välillä ilmenevän eron, joten kunnan hyvyys harvoin jää tästä seikasta riippuvaksi.

ennenkuin tämä, toisaalta kuivumistekijäin primäärisyyden ja toisaalta puun kunnan määräämä mahdollisuuksien sarja, mistä seikasta tulee hiukan edempänä puhe, voi tulla kysymykseen, on välttämätöntä, että vielä eräs edellytys, joka riippuu ko. tekijäin esiintymisajasta, kuivumistekijäkannan olemassaolon luoman edellytyksen lisäksi on olemassa, nim. kuivumistekijäin puuhun ilmestymiselle soveliaan puun kunnan ja ko. tekijäin esiintymisajan (muninta- tai tartunta-ajan) sattuminen samanaikaisesti.

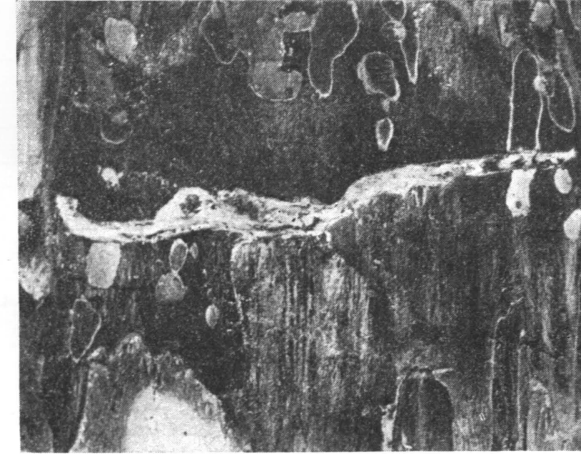
Kun nyt kysymykseen tulevien kuivumistekijöiden primäärisuus on jomelko lailla erilainen ja se vielä saattaa vaihdella huomattavasti samalla-kin tekijällä, jää samanaikaisesti esiintyvien kuivumistekijöiden ilmestyminen puuhun riippumaan erittäin suuressa määrässä puun kunnosta. Kuivumistekijöillä, primäärisyydestään huolimatta, on lisäksi oma taipumuksensa eli luontumuksensa hakeutua tietynlaisiin puuyksilöihin. Puun kunto — yleisesti otettuna — silloin määrää sen, mikä kuivumistekijä voi tulla kysymykseen. Jos puun kunto on sellainen, että jokin kuivumistekijä voisi primäärisyytensä perusteella — myös sen luontumus huomioon otettuna — ilmestyä puuhun, mutta sillä ei tuolla hetkellä ole esiintymisaikansa, puu jää kunnostaan huolimatta terveeksi. Tällöin on toisilla tekijöillä, jotka esiintyvät myöhemmin, mutta muuten omaavat samat mahdollisuudet, edellytykset puuhun ilmestymiseen, mikäli puun kunto ei sillä aikaa ole muuttunut. Edellä on siis lähdetty siitä, että kumpikin puoli, kuivumistekijät ja puu, ovat tapahtumassa passiivisesti vain mainittujen ominaisuuksien, edellinen primäärisyytensä ja esiintymisaikansa, jälkimmäinen kuntonsa varassa, sekä että edellisiä on tarpeeksi olemassa. Näin ei kuitenkaan luonnossa ole asian laita.

Kuivumistekijöiden aktiivisuus ja puun vastustuskyky. — Tärkein syy ehkä, joka luonnossa sotkee edellä kaavailun, suhteellisen selvän kriteerion siitä, mitkä kulloinkin ovat tai voivat olla kuivumisen alkuun pääsyn tekijät, on kummankin osapuolen, kuivumistekijäin ja puun aktiivinen toiminta ko. tapahtumassa. Useat kuivumistekijöistä ovat näet erittäin aktiivisia yrittämään käyttää hyväkseen suurta primäärisyyttään — jos nämä kaksi asiaa halutaan, kuten oikeastaan tulisi, pitää erillään. Toisin sanoen esim. ukkoniluri tai pikikärsäkäs yrittävät, siihen nojaten, että niillä niiden täyden primäärisyyden perusteella on mahdollisuuksia sikiytyä (hankkia ravintoa ja kehitysmahdollisuuksia nuoruusasteilleen) elinvoimaisessa ja — ainakin silminnähävästi — terveessä kuudessa, tunkeutua esiintymisaikanaan puuhun, vaikka sitten osoittautuukin, etteivät ne pysty tulemaan siinä toi-



meen, ts. onnistumaan yrityksessään. Puu näet on myös omalta osaltaan aktiivinen, sen vastustuskyky alkaa toimia (vrt. Schwerdtfeger 1944, s. 307). Se pyrkii niillä keinoilla, mitä sillä on, so. pihkan erittämällä, tappamaan siihen tunkeutujat. Tämä tapahtuma saattaa toistuakin (vrt. analyysiä 3, s. 34). Kun tässä taistelussa puun ja kuivumistekijäin kesken, kuivumistekijäin tappiollekin joutuessa, puun kunto ja vastustuskyky heikkenevät, ehkä kuivumistekijäin voitolle pääsyn edellyttämässä määrässäkin, mutta samalla ko. tekijäin esiintymisaika kuluu ohi, vieläpä niiden kantakin joutuu kärsimään jälkeisöjen tuhoutuessa pihkaan, ja kun samalla ehkä toisille tekijöille soveliaita mahdollisuuksia puun kunnan muuttuessa ja vuodenajan vaihtuessa ilmaantuu, on noilla molemmilla osapuolilla, kuivumistekijäin aktiivisuudella ja puun vastustuskyvyllä, kaikki eri mahdollisuudet luova vaikutus kuivumistekijöiden puuhun ilmestymiseen ja kuivumisen alkuun pääsyyn. Riippuu vain sitten siitä, millaisia tilanteita syntyy puun kunnan ja siihen yrittäneiden kuivumistekijäin välisissä suhteissa ja miten ne soveltuvat yhteen toisten kuivumistekijäin esiintymisominaisuuksien sekä kt. kuivumistekijäkantojen olemassaolon ja vahvuuden kanssa, minkälainen lopullinen tulos on.

Puun vastustuskyky ja siitä johtuva puuhun tunkeutuneiden tuholaiten epäonnistuminen on monessakin suhteessa mielenkiintoinen ilmiö (vrt. esim. Wolff 1920, ss. 238—239 ja Trägårdh 1921, ss. 43—44). Voitaisiin tietysti ajatella, että ko. tuholainen on erehtynyt ja tunkeutunut puuhun, jonka kunto ylittää sen, mihin tuholaisen primäärisyys riittää yrityksessään onnistuakseen, tai että puun kunto tuholaisen siihen tunkeutumisen jälkeen on tässä määrässä kohonnut. Kun kuitenkin samassa kuivumistapauksessa samasta jälkeisöstä, kuten analyysit ovat osoittaneet, toisinaan osa saattaa onnistua ja vain osa epäonnistua, ei tästä voi olla kysymys, vaan selityksenä on ilmeisesti todellakin edellä mainittu kuivumistekijän (tuholaisen) ja puun välinen, niiden aktiivisuudesta johtunut taistelu. Puun torjuntatoimenpiteet jatkuvat puun kannalta onnistuneessa tapauksessa edelleen sikäli, että se rupeaa heti, kun tuholaisen (toukan tai aikuisen) toiminta sen tuhouduttua on puun kudoksissa lakannut, kyljestämään umpeen saamaansa vikaa. Onko tällä tavalla kuusella mahdollisuutta täydelleen toipua alkuun päässeestä tuhosta, kuten esim. männyllä (Kangas 1934 b, ss. 33—36) tai koivulla (Trägårdh 1919, ss. 68—71) on todettu olevan, ei ole, niinkuin jo on ollut puhe (s. 75), varmasti todettu, mutta mahdollisuuksia siihen ilmeisesti eräissä tapauksissa on olemassa (Kangas 1939, ss. 1991—94, 2001).



Valok. — Aufn. Kekoni

Kuva 2. Epäonnistunut (pihkan täyttämä) ukkonilurin käytävä kuusen rungossa. Korpikylä-Lintulan valtiopuisto 27. V. 1938.

Abb. 2. Misslungener (harzgefüllter) Frassgang von *Dendroctonus micans* an dem Stamm einer Fichte. Staatsforst Korpikylä-Lintula, 27. V. 1938.

Eri kuivumistekijöillä tuo aktiivisuus näyttää olevan eri suuri, mistä ilmeisesti johtuu, että yleensä vain tiettyjen tekijöiden todetaan saattavan epäonnistua puuhun tunkeutumisyrityksissään. Erityisesti ukkoniluri ja pikikärsäkäs näyttävät usein epäonnistuvan, samoin kuin kuusen syöpä toisinaan, mikä osoittaisi siis, että nämä tekijät, varsinkin ensin mainitut, ovat erityisen aktiivisia. Kuusijäärien olettaisi kuuluvan myös samaan joukkoon, vaikka niiden onkin havaittu vain suhteellisen harvoin epäonnistuneen yrityksessään. Myöskin kirjanpainajien ja kuusen tähtikirjaajan saattaa joskus todeta epäonnistuvan — tällöin tosin useimmiten ko. kaar-nakuoriaisaikuiset pelastautuvat jättämällä alulle panemansa käytävän —, joten se osoittanee niilläkin olevan taipumusta aktiivisuuteen. Monikirjaajien ja kuusen oksakirjaajan osalta sitä ei sen sijaan tähänastisten havaintojen perusteella voida sanoa todetun. Mesisieni ja maannousema ovat jälleen vähän vaikeasti edellisiin rinnastettavissa, mutta erityisesti edellisen toisinaan aiheuttama hyvin runsas pihkavuoto, sienen esiintyessä primäärisenä, saattaisi antaa aihetta tulkita sen olevan sienen tällöin esiintyneen aktiivisuuden seurausta.

Tässä yhteydessä on vielä todettava erityisesti kirjanpainajien toi-

sinaan, joukkoesiintymisen sattuessa, yrittävän tunkeutua valitsematta terveisiin kuusiin, ensimmäisten yritysten epäonnistuessa ja tuholaiten useimmiten hukkuessa pihkavuotoon. Tällöinkin on tietysti kysymys lajin aktiivisuudesta — samalla kun se osoittaa siitä jo lausutun olettamuksen oikeutuksen —, mutta tämä aktiivisuus on kuitenkin toisenlaista luonteeltaan, se on pakon sanelemaa, kun muuta — lajin sekundäärisemmän luonteen mukaista — lisääntymismateriaalia ei ole saatavissa. Tällaista pakonalaista aktiivisuutta voi todeta erällä muillakin kaarnakuoriaislajeilla, esim. kuusen tähtikirjaajalla (vrt. ytimennävertäjiä, Kangas 1934 b, ss. 13—14 ja 39—41), mutta ei läheskään kaikilla, mikä riippune lähinnä juuri niiden primäärisyyden laadusta.

#### *Kuivumistekijäin fysiologinen vaikutus puussa.*

Kuivumistekijäin ilmestyminen puuhun ei vielä sellaisenaan merkitse puun lopullista kuivumista. Kuivumisanalyysit päinvastoin ovat osoittaneet sen voivan viipyä vielä hyvinkin kauan kuivumisen alkuun pääsyn jälkeen. Kuten edellä esitetystä on käynyt ilmi, on kuivumistekijöiden esiintymistavalla, kuivumistekijäkannan vahvuudella sekä ko. tekijäin puuhun tunkeutumisen onnistumisella merkityksensä paitsi kuivumisen alkuun pääsyssä erityisesti myös sen edistymisnopeudessa. Tähän tulee lisäksi eräs tärkeä seikka, nimittäin ko. tekijäin fysiologinen vaikutus puun niihin kudoksiin, missä ne esiintyvät, samoin kuin puun kudoksiin (lähinnä nila- ja jälsikerrokseen) sekä kuntoon yleensä. Että tämä vaikutus on suuresti riippuvainen ko. tekijän esiintymisruudusta puussa, on ilman muuta selvää. Sen sijaan se seikka, että tuo vaikutus on erilainen myös kuivumistekijästä (lajista) itsestään riippuen, vaatii lyhyen tarkastelun. Tätä seikkaa pyrittiin selvittämään erityisesti sitä koskevilla havainnoilla ja tutkimuksilla, joita suoritettiin kuivumisanalyysien yhteydessä sekä erikseen. Niistä saatuja tuloksia selostetaan lyhyesti seuraavassa.

Nila- ja jälsikerroksessa pääasiassa esiintyvät kuivumistekijät (ko. hyönteislajit, kuusen syöpä ja mesisieni) tappavat luonnollisesti sen kohdan nila- ja jälsikerrosta, missä ne esiintyvät, ts. tuhoamansa solut. Mutta miten ympäröivät solukot suhtautuvat tapahtuneeseen, on jo erilaista eri kuivumistekijäin osalta. Miten aikuisten pikikärsäkkäiden tuhoissa myöskin tuhottujen solujen ympäristö kuivuu ilmeisesti jonkinlaisen solukkoihin joutuvien vieraiden aineiden aiheuttaman ärsytyksen (myrkytyksen?)

johdosta, on eräiden aikaisempien tutkimusten yhteydessä jo osoitettu (Kangas 1937, ss. 63—64 [vrt. myös 65]; 1938, s. 7). Nyt käsiteltävänä olevissa tuhoissa on todennäköisesti sangen useissa tapauksissa kysymyksessä samantapainen ilmiö, joskin myös muita syitä kuivumisen leviämiseen on osoitettavissa. Yksi tärkeimpiä on kuorialueen luonnollinen ravinnon- ja vedenpuutteeseen kuoleminen välittömästi kuorivaihan tuhoutuneen kohdan ala- ja yläpuolella (vrt. esim. analyysijä 4 ja 9, ss. 36 ja 42). Sen kuivuminen tuhotun osan sivuilla kapeana vyöhykkeenä on ymmärrettävissä ilmeisesti siitä johtuvaksi, että puu vastustuskykynsä perusteella suorittaa tuhotun alueen eristämisen (kyljestymisen alku), mutta sitä laajemmalle levinneenä on tällaisen kuivumisen syitä vaikeampi löytää. Tässä yhteydessä ei kuitenkaan ole syytä ryhtyä pohtimaan perusteellisemmin näitä syitä, jotka saattavat olla hyvinkin monimutkaisia puun fysiologisia kysymyksiä, tärkeätä on vain todeta, että viimeksi mainitun tapaistakin kuorialueen kuivumista esiintyy usein kuivumistapauksissa. Analyyseistä on nim. jo nähtävissä, miten kuivuvan tai kuivuneen kuoren alue lukuisissa tapauksissa on huomattavasti laajempi kuin ko. kuivumistekijän esiintymisalue (vrt. esim. analyysijä 2, 3, 6, 10 ja 13, ss. 33—52).

Tarkasteltaessa nyt eri kuivumistekijäin vaikutusta kuoren kuivumiseen, erityisesti niiden esiintymiskohdan ulkopuolella, voidaan siinä todeta melkoisia, ilmeisesti kuivumistekijäin erilaisesta luonteesta riippuvia eroavaisuuksia.

Pikikärsäkkään esiintyminen yleensä näyttää aiheuttavan, usein epäonnistuneidenkin yritysten yhteydessä, pisimmälle menevän kuoren kuivumisen (vrt. analyysijä 2, 3, 13, 14 ja 23, ss. 34, 52, 54 ja 76). Ensiksikin yksityisen toukkakäytävän välitön kuivattava vaikutus ympäröiviin solukkoihin näyttää olevan pikikärsäkkäällä varsin voimakas, mistä mm. edellä mainittu, epäonnistuneiden yritysten yhteydessäkin esiintyvä kuoren kuivuminen ilmeisesti johtuu (vrt. Kangas 1937, s. 65). Eräs mielenkiintoinen ilmiö, joka vaatisi selvitykseksen oman tutkimuksensa, on vielä puun tyven kuivuminen pikikärsäkkäs-esiintymän ollessa rungossa ylempänäkin. Analyysit 13 ja 23 antavat esimerkin eräistä pisimmälle menneistä tapauksista. Tällöin tuskin on kysymys enää samantapaisesta paikallisesta vaikutuksesta, kuin ilmeisesti edellä mainituista analyyseistä esim. analyysien 2 ja 14 osoittamissa tapauksissa, ts. toukkakäytävien välittömästä vaikutuksesta, vaan todennäköisesti paremminkin koko puun elintoimintojen häiriintymisen seurauksesta. Kuoren kuivuminen pikikärsäkkäsesiintymän yhteydessä tapahtuu kuitenkin verraten hitaasti, tavallisesti vasta kasvukauden lopussa tai seuraavana kasvukautena, ja tällöin-

kin vielä kuori pysyy tuoreena tai nahkeana, mutta painuu ruskeaksi ja elintoiminnat siinä tietysti lakkaavat. Tällainen koko esiintymäalueen kuoren yhtenäinen kuivuminen riippuu tietysti pikikärsäkkään esiintymisrunsaudesta puussa, mutta sen lisäksi ilmeisesti myös puun kunnosta, sen yleisestä fysiologisesta tilasta (vrt. Kangas 1937, s. 64 ja 65). Yleensä näyttää melko vähäinen, joskus yllättävän vähäinenkin määrä toukkakäytäviä riittävän kuoren alueellisen kuivumisen alkamiseen. Vaihtelua eri tapauksissa on kuitenkin todettavissa, ilmeisesti juuri puun kunnosta johtuen. Alueellisen kuivumisen jäädessä syntymättä kuori säilyy terveenä, elinkykyisenä, vain toukkakäytävien lähin ympäristö ruskettuu, ja käytävät aiheuttavat siis vain ruskeita läikkiä kuoreen. — Muista ko. kuivumistekijöistä näyttäisi kuusen tähtikirjaajan vaikutus olevan samantapainen kuin pikikärsäkkään, joskin paljon nopeampi. Käytäväkuvion ympäristön ruskettuminen on ilmeisesti täysin rinnastettava ilmiö viimeksi mainitun lajin vastaavan ilmiön kanssa, mutta tähtikirjaajan tavantomainen suuri esiintymisrunsaus estää kuoren alueellisen kuivumisen syntymisen niin harvalukuisen esiintymän seurauksena kuin mitä pikikärsäkäsesiintymissä on mahdollista. Tässä tapauksessa siis lajin esiintymistapa on vaikuttamassa asiaan. Sen sijaan esiintymäalueen ulkopuolelle jatkuvaa kuoren kuivumista tavataan tähtikirjaajaesiintymän yhteydessä varsin niukasti. Ukkoniluri ja mesisieni saavat aikaan esiintymäalueen ulkopuolellekin jatkuvaa kuoren kuivumista, joskin mesisieni harvemmin ja yleensä vähäisemmässä määrässä (ks. esim. analyysijä 4, 6 ja 10, ss. 36, 38 ja 46). Ukkoniluri, jonka käytäväkuviot käsittävät samaan tapaan yhtenäisiä alueita (läiskiä) kuoreessa kuin mesisieniesiintymät, aiheuttaa ilmeisesti käytäväkuvionsa (usein sama kuin esiintymäalueensa) ympäristön kuivumisen täysin vastaavalla tavalla kuin pikikärsäkäs yksinäisen käytävänsä ympäristön kuivumisen. Mesisieniesiintymissä voitaneen asia tulkita samanlaiseksi. Milloin useita ukkonilurin käytäväkuvioita on samalla alueella, kuivuvat edellä mainitusta syystä yleensä niiden välialueetkin, ja koko esiintymäalueella siis myös koskemattomaksi jäänyt kuori ensin ruskettuu sekä myöhemmin kuivuu täydellisesti. Se tapahtuu ilmeisesti nopeammin kuin pikikärsäkkään tuhoissa, vaikkei ehkä niin välittömästi tuholaisen puuhun tunkeutumisen jälkeen kuin tähtikirjaajan esiintymissä. Kuusen syövä esiintymän ympäristö näyttää myös usein kuivuvan rajoitetulta alalta (vrt. analyysijä 6, s. 38 ja Kujala 1935, s. 208). Sen sijaan ei kirjanpainajien eikä varsinkaan monikirjaajien eikä oksakirjaajan esiintymien yhteydessä juuri voi havaita kuvattua kuivumisen leviämistä, lukuunottamatta luonnollista, esiintymän myöhem-

min aiheuttamaa, koko kuorialueen tuhoutumisen seurauksena olevaa kuivumista. Suunnilleen samaa voidaan sanoa kuusijäärien yksittäisten esiintymien johdosta. Esiintymisrunsauden kasvaessa esiintymäalueen kuori kyllä kuivuu vähitellen pintaan kiinni, mutta kuoren ruskettuminen tuhon alettua on hyvin heikkoa eikä kuivumisen laajempaa leviämistä tällöinkään juuri voida havaita. — Maannousema jää, puuosassa esiintyvänä ja vaikutukseltaan toisenluontoisena, tässä yhteydessä käsittelyn ulkopuolelle ja tulee esille erikseen vähän edempänä.

Näyttää siltä, kuin edellä kuvattu kuivumistekijäin paikallinen fysiologinen vaikutus olisi pohjana myös niiden vaikutukselle koko puuhun ja sen kuntoon. Joka tapauksessa on ilmeistä, että eri kuivumistekijöiden vaikutus puun kuntoon, jos arvioissa koetetaan ottaa huomioon myös esiintymälaajuus (tuhoutuvan kuoripinta-alan suhteellinen osuus), on eri suuri, ainakin mikäli tämä vaikutus ilmenee puun kuivumisprosessin edistymisessä. Tässäkin suhteessa näyttää pikikärsäkkään vaikutus olevan herkin ja voimakkain. Hämmästyttävän harvassa tai vähälukuisina saattavat toukkakäytävät esiintyä, kun jo seurauksena on puun kunnan laskeminen niin paljon, että puuhun alkaa ilmestyä toisia, vähemmän primäärisiä tekijöitä tai että se alkaa todella näkyvästikin kokonaan kuivua (vrt. esim. analyysijä 9, s. 42). Ukkoniluri, kuusijäärät ja mesisieni esimerkiksi saattavat esiintyä yksinään tai yhdesäkin, kuten edellä eri analyyseistä jo on käynyt ilmi, pari kolmekin vuotta suhteellisen laajalla kuoripinta-alalla, ennenkuin seuraukset ovat samat, puhumattakaan kuusen syövästä. Kaarnakuoriaisten — paitsi siis ukkonilurin — osalta on vertailun tekeminen vaikeampaa, koska ne yleensä eivät tapaa esiintyä niin vähälukuisina, että ko. suhteita pääsisi tarkkailemaan.

Puhuttaessa edellä puun kunnan ja kuivumistekijäin esiintymisajan samanaikaisuudesta (s. 111) mainittiin, miten yleensä täysin primäärisinäkin esiintyessään useilla kuivumistekijöillä on eräänlainen »luontumus» hakeutua tietyn luontoisiin puuyksilöihin. Mistä tällainen luontumus riippuu, on vaikeata varmasti sanoa, mutta hyvin ilmeiseltä näyttäisi, että kysymyksessä olisi jokin puun fysiologinen ominaisuus, ja koko luontumus saattaisikin merkitä loppujen lopuksi vain primäärisyyden hienoimpia vivahteita. Primäärisyyshän — ankarasti otettuna — merkitsee kuivumistekijän tai yleensä tuhonaiheuttajan kykyä ilmestyä elinvoimaisuutensa ja vastustuskykynsä korkeimmassa potenssissakin olevaan ja vahvimpaankin puukantaan (rotuun) kuuluvaan puuhun, ilman mitään välttämätöntä avustavaa joko edellä käyvää tai samanaikaista tekijää (vrt. Escherich 1914, ss. 197—198; Trägårdh 1939, ss. 433—434). Käy-

tännössä on kuitenkin mahdotonta pitää kiinni näin ankarasta primäärisyysmääritelmästä, kun on kysymys puun kudoksien sisässä — nila- ja jälsikerroksessa — esiintyvistä tuhonaiheuttajista — silloin näet vaatisi sen seikan selvittäminen, onko jokin tuhonaiheuttaja esiintynyt primäärinä vai ei, mikäli sitä yleensä voitaisiin saada selville, varsin monipuolisia ja vaikeasti toteutettavissa olevia tutkimuksia kaikista asiaan mahdollisesti vaikuttavista seikoista, mm. pitäisi selvittää puun fysiologinen tila, joka — kuten Golovjanko (1926, s. 13) on huomauttanut — todennäköisesti on vielä toistaiseksi mahdotonta. Käytännössä onkin lähdettävä siitä, että tuhonaiheuttaja, joka pystyy tunkeutumaan tavallisen normaalin arvioinnin mukaan täysin terveeseen puuhun, on myös täysin primäärinen (vrt. Saalas 1919, ss. 6—10), päinvastoin siis kuin esim. Barth (1902) on selittänyt. Mutta kun nyt kaksi edellä esitetyn mukaan täysin primääristä lajia kuitenkin valitsee luonnossa ilmeisesti terveistä puista aina samalla tapaa erilaiset puuyksilöt »luontumuksensa» mukaan, on siihen olemassa tietyt syyt. Ottaen huomioon kunnan herkätkin vaihtelut, pienetkin muutokset tai eroavaisuudet puun fysiologisessa tilassa, päädytään helposti siihen, että puun fysiologiasta (elintoiminnoista ja niiden ulkonaisista ja sisäisistä edellytyksistä) riippuvat, sen kudoksissa (nila-, jälsi- ja mantokerroksissa) esiintyvät erilaiset nesteet ja niiden eri vahvuiset väkevyydet määräävät tuon eri lajien erilaisen valinnan kullekin ominaisen »luontumuksen», so. optimaalisten tai mahdollisimman optimaalisten sikiytymismahdollisuuksien mukaisesti. Tällöin vaikuttaisi mainittujen kudosten senhetkinen kemiallinen kokoomus ilmeisesti valinnan ohjaajana siihen tapaan kuin Schimitschek (1929, ss. 272—75) on olettanut pohtiessaan jälleen kemiallisen kokoomuksen (»Kambialchemismuksen») merkitystä puuhun tunkeutumisen valinnassa. Tuhonaiheuttajien luontumus riippuisi tällöin — välillisesti — monista ulkonaisistakin seikoista, kuten puun asemasta metsikössä, valo- ja lämpösuhteista siinä, vieläpä siitä, miten puun rungon kyljet ovat eri ilmansuuntiin ja metsikössä esiintyviin valoaukkoihin päin (vrt. Golovjanko 1926; Kangas 1942 a), alueellisista kuoren loukkaantumisista (vrt. Kangas 1938, s. 88) jne., ts kaikista mahdollisista ko. kudoksien kemialliseen kokoomukseen (tilaan) paikallisestikin vaikuttavista seikoista. Tuhonaiheuttajan tyytyminen optimaalisia sikiytymismahdollisuuksia tavoitellessaan niitä huonompiin, puun kannalta arvostellen joko soveliainta fysiologista tilaa — tai puun kuntoa — parempiin tai heikompiin tiloihin, merkitsee sen primäärisyyden vaihtelua, ja nimenomaan tyytyminen ko. tilaa parempiin (elinvoimaisempiin) tiloihin taas sen aktiivisuutta.

Tarkasteltaessa maannouseman todennäköisesti fysiologista vaikutusta kuusien kuntoon, eli sen vaikutusta puun manto-, jälsi- ja nilakerroksiin, on otettava taustaksi tuhonaiheuttajien »luontumuksen» edellä kaavailut syyt. Aiheuttaako maannousema, esiintyessään kuudessa sydänlahona ja — sikäli kuin lahon astetta ja esiintymislaajuutta tarkastellen voi arvioida — sen elintoimintaa, kasvua ja yleensä kehitystä vielä sen enempää häiritsemättä, siinä joitakin sellaisia fysiologisia muutoksia, että ne voisivat olla muiden kuivumistekijöiden edellä mainitun luontumuksen pohjana, on vaikeata saada selville — se vaatisi ilmeisesti erityisiä fysiologiskemiallisia tutkimuksia —, mutta joka tapauksessa on todettava, että varsin usein juuri primäärisimpien, tavallisesti suhteellisen vähäisessä määrässä esiintyvien kuivumistekijöiden, kuten esim. ukkonilurin puiden valinta sattuu maannouseman vaikkapa lievästikin saastuttamiin puihin, kuten Korpikylä-Lintulan valtionpuistossa, Meilbyssä, Ruotsinkylässä ja Gräössä tehdyt havainnot osoittivat.<sup>1</sup> Tästä ovat myös jo eräät kuivumistyyppejä kuvattaessa esitetyt analyysit viitteenä. Kysymystä tarkastellaan vielä seuraavassa parin analyysin pohjalta tarkemmin.

Analyysin 24 osoittamasta tapauksesta käy ilmi, miten juuri ukkoniluri on ilmestynyt puuhun (v. 1936) kahdelle eri puolelle runkoa, kohdille, joissa maannouseman laho puun sisässä ulottuu lähimmäksi pintaa, vaikka laho ei edes keväällä 1938 analyysiä tehtäessä ollutkaan ehtinyt vielä pintaan asti, vaan siinä vielä tällöinkin on ollut 2 tai 4 senttiä tervettä mantopuuta. Ukkonilurin esiintyminen on aiheuttanut kuoren kuivumista vähän laajemmaltikin tyvessä ja seuraavana vuonna on jo kuusen pikikärsäkäs tehnyt epäonnistuneita yrityksiä puun tyviosaan. Mesisieni on vasta keväällä 1938 ilmestynyt puun tyveen, pääasiassa ukkonilurin esiintymäalueelle (vrt. analyysin kantopiirrosta), ja vasta myöhemmin kuin kantojäärä, siis täysin sekundäärinenä. Puu oli analyysiä tehtäessä vielä täysin elinvoimaisen näköinen voimakkaaine terveine latvukshineen. Puun hyvää kuntoa osoittaa myös pikikärsäkkään epäonnistuminen yrityksissään kuivumisen toisena kasvukautena. Mutta merkille pantavaa on, että ukkoniluri ei ollut jatkanut esiintymistään puussa seu-

<sup>1</sup> Eräänä hyvin mahdollisena syynä ko. luontumuksen ilmenemiseen voidaan esittää maannousemalaholle ominainen haju, mutta tämä oletamus, vaikka sillä voitaisiinkin osoittaa olevan tosiasioihin perustuvaa pohjaa, ei vielä riittäisi, kuten seuraavasta käy ilmi, selittämään maannouseman vaikutusta puuhun ja sen ilmeisesti tästä riippuvaa suhdetta muihin kuivumistekijöihin — erityisesti niiden puuhun tunkeutumisen valintaan — kokonaisuudessaan.

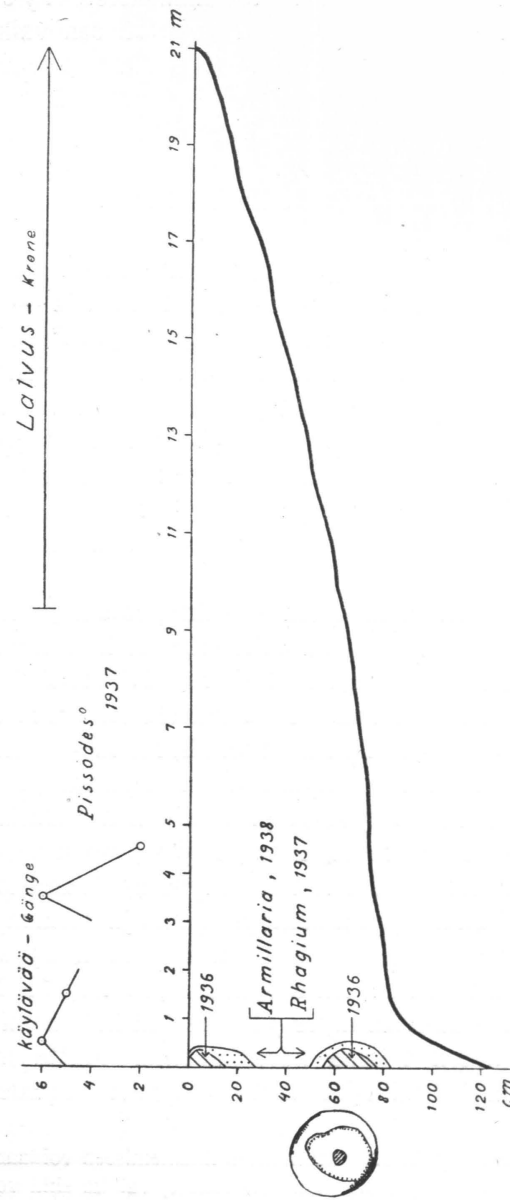
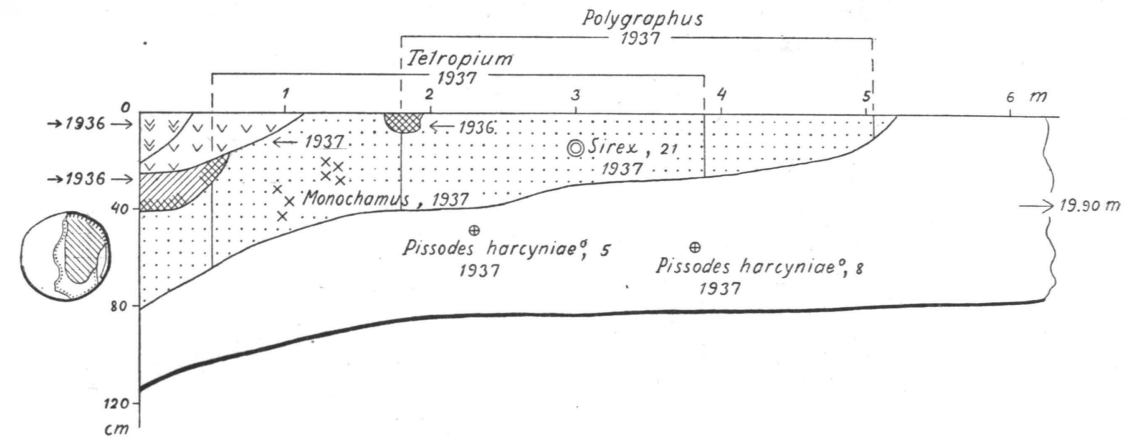


Fig. 24. Analyysi 21.0 m pitkstä, 95-vuotisesta kuusesta. Valtapuu,  $D_{1.3} = 26.5$  sm. Rungossa, tyvässä pahoin levinnyt maannouseman laho, joka ulottuu kahdella puolen runkoa lähelle pintaa. Latvus terve, vihreä. Analyysi tehty 30. V. 1938. Korpikylä-Lintulan valtionpuisto.

Fig. 24. Analyse einer 21.0 m hohen, 95 jährigen Fichte. Herrschender Baum,  $D_{1.3} = 26.5$  cm. Am Stammgrund hat die Stockfäule schlimm um sich gegriffen und reicht an zwei Stellen des Stammumkreises nahe der Oberfläche. Krone gesund, grün. Datum der Analyse 30. V. 1938. Staatsforst Korpikylä-Lintula.

raavana (toisena) vuonna. Tämantapaisia kuivumisen alkuvaiheita todettiin tutkimuksissa useampiakin, ja ne näyttäisivät viittaavan siihen, että jokin erikoinen, maannousemalahon esiintymisestä riippuva syy olisi vaikuttamassa ei ainoastaan ukkonilurin puun, vaan vielä puussa esiintymäpaikankin valintaan.

Varsin mielenkiintoisen lisän ukkonilurin ja maannouseman väliin suhteisiin antaa analyysi 25. Siinä on tosin jo pitemmälle ehtineestä kuivu-



Piirros 25. Analyysi 19.9 m pitkstä, 122-vuotisesta kuusesta. Valtapuu,  $D_{1.3} = 27.1$  sm. Rungossa, tyvässä laajalle levinnyt maannouseman laho, joka kahta puolta runkoa ulottuu pintaan asti. Latvus tuore, vihreä. Analyysi tehty 25. V. 1938. Korpikylä-Lintulan valtionpuisto.

Fig. 25. Analyse einer 19.9 m hohen, 122 jährigen Fichte. Herrschender Baum,  $D_{1.3} = 27.1$  cm. Stammgrund schlimm von der Stockfäule angegriffen, die an zwei Stellen des Stammumkreises die Oberfläche erreicht. Krone frisch, grün. Datum der Analyse 25. V. 1938. Staatsforst Korpikylä-Lintula.

mistapauksesta kysymys, mutta tässäkin on puu ollut vielä täysin vihreä-latvuksinen, vaikkakin varsinainen kuivumisvaihe ilmeisesti oli jo alkanut edellisen kasvukauden lopulla (vrt. monikirjaajien ilmestymistä!). Tässäkin tapauksessa maannousemalaho on kahdella puolella runkoa lähestynyt pintaa ja päässytkin jo pintaan asti, toisella puolen ilmeisesti aikaisemmin, mistä seurauksena on ollut ensiksikin mesisien tunkeutuminen puuhun (vrt. maannousema-mesisieni-tyyppiä), ja toiseksi todennäköisesti vasta sen jälkeen — johtuen esiintymisestä yhdessä mesisien kanssa — pehmeän (II asteen) lahon ulottuminen pintaan saakka. Sekä mesisieni että ukkoniluri ovat ilmeisesti tulleet puuhun samana kasvukautena, nim. jo



Valok. — *Aufn.* 20. VI. 1939. E. Kangas.

Kuva 3. Juuri kaadetun maannousemalahaisen kuusen kanto, jossa on hevostuorahaiskäytäviä. Kannon oikeassa laidassa näkyy lahon ulottuminen pintaan asti. Puu on ollut ulkonaisesti täysin terveennäköinen, aivan tyvessä (kannossa) lahon lähellä yksinäinen ukkoniluri esiintymä. Korpikylä-Lintulan valtionpuisto.

*Abb. 3. Stumpf einer eben gefällten stockfaulen Fichte mit Gängen von *Camponus herculeanus*. Am rechten Rand des Stumpfes tritt die Fäule bis an die Oberfläche heran. Der Baum hat äusserlich einen völlig gesunden Eindruck gemacht, ganz am Stammgrund (am Stumpf) nahe bei der Fäule ein vereinzelt *Dendroctonus micans*-Vorkommen. Staatsforst Korpikylä-Lintula.*

kesällä 1935 — tai sitten ukkoniluri kasvukautta aikaisemmin (vrt. epäonnistuneita esiintymiä) — ja molemmat ovat jatkaneet esiintymistään seuraavanakin vuonna. Mutta nyt onkin ukkoniluri valinnut esiintymäpaikakseen maannouseman lahon pintaan ulottuvien kohtien välisen kuorialueen, jossa tosin siinäkin laho on ollut vain 2—5 sentin päässä pinnasta. Se on aluksi osittain epäonnistunut yrityksissään, ja myöskin vielä 1936 se on osaksi, nim. esiintymänsä ylimmässä osassa tyvessä sekä ylempänä rungossa, epäonnistunut. Kuusi on tällöin ilmeisesti siis ollut vielä varsin vastustuskykyinen. Kuivumisen kolmantena vuotena ukkoniluri ei enää kuitenkaan ole esiintynyt, kun sen sijaan mesisienä on kyllä jatkanut

tuhojaan. Tällöin ovat myös kuusijäärät ja kuusen pikikärsäkäs jo ilmestyneet puuhun sekä myöhemmin kesällä edelleen monikirjaajat, suutari (tai räättäli) ja puupistiäiset, ja varsinainen kuivumisvaihe on juuri ollut alkuun pääsemässä. Onko tässäkin tapauksessa sama »luontumuksen» aste määritellyt ukkonilurin esiintymisen, mutta nyt ikäänkuin rajottuen viimeiseen mahdollisuuteen, ts. maannouseman aiheuttama fysiologinen muutos on ollut jo menossa yli ukkonilurin luontumusmaksimin, on tietysti enemmänkin vain arvattavissa, mutta todennäköiseltä tällainen otaksuma näyttäisi.

Vaikka kohta voidaankin todeta erittäin lukuisasti tapauksia, joissa maannousemalla ei ole mitään tekemistä täysin primääristen kuivumistekijäin — ei ukkonilurinkaan — terveeseen puuhun ilmestymisen kanssa, ei voida myöskään kieltää, ettei se kuitenkin aivan selvästi voi vaikuttaa, paitsi varsinaisesti fysiologisesti tuhoavana ja sellaisena myös kuivumisen alkuun pääsyn suoranaisena tekijänä, edelleen eräänä alkuun pääsyn edellytyksenä — ainakin tietyissä tapauksissa [vrt. *Trägårdh* (Kangas 1939, s. 2004)] — samaan tapaan kuin esim. kuivumistekijäkannan olemassa olo, puun kunto jne. Minkälainen se ilmeisesti fysiologinen syy, johon tämä perustuu, todellisuudessa on, on sitten asia erikseen. Maannouseman esittämä osa ei kuitenkaan näytä olevan, kuten jo edellä kävi ilmi, sellainen kuin *Bramanis* (Kangas 1939, s. 2003) edellyttää, että se kokonaan määräisi ukkonilurin esiintymisen.

#### *Kuivumistekijäin kuivumisprosessissa esittämä osa.*

Kuivumisen alkuun pääsyssä kysymyksen tulevien tekijäin fysiologinen vaikutus puussa sekä kuivumisen kulku eri kuivumistyypeissä, jotka juuri edellä ja aiemmin ovat tulleet kuvatuiksi, jo osoittavat näiden tekijäin osuuden kuivumisen edistymiseen. Mutta niillä voidaan osoittaa olevan myös toisiinsa ja muihin kuivumisprosessissa myöhemmin esiintyviin (toissijaisiin) kuivumistekijöihin samoin kuin kuivumisprosessiin nähden kokonaisuudessaan oma osansa, jota ne, mikäli niin voidaan sanoa, esittävät tässä tapahtumasarjassa. Toisilla on, kuten on nähty, verraten vaatimaton osuus kuivumisen edistymiseen, mutta sen sijaan niillä voi olla jopa ratkaiseva osa niiden tekijöiden joukossa, jotka määräävät muiden varsinaisen kuivumisen aiheuttavien tekijäin ilmestymisen puuhun, ja päinvastoin. Ko. kuivumistekijät voidaankin tämän osansa mukaan kuivumistapahtumassa jakaa lähinnä kolmeen ryhmään: 1) sellaisiin, joitten pää-

asiallinen osa kuivumisprosessissa on toisten, kuivumista vasta varsinaisesti tai pääasiallisesti aiheuttavien tekijäin puuhun tunkeutumisen mahdollistaminen tai houkuttelevuus (houkuttelijoin), 2) sellaisiin, jotka edellä sanotun tehtävän lisäksi myös itse todella tuntuvasti kuivattavat puuta (houkuttelija-kuivattajiin), sekä 3) sellaisiin, jotka eivät enää juuri jätä sijaa toisille kuivumistekijöille, vaan itse yleensä kuivattavat puun lopullisesti (kuivattajiin). Mikään ehdoton karsinointi näihin ryhmiin ei kuivumistekijäin kesken tietystikään voi tulla kysymykseen, mutta niiden erilaista luonnetta tällaisella jaoituksella voidaan suuresti kuvata, mikä samalla tuo esille niiden käytännön kannalta niin tärkeän ja eriarvoisen piirteen.

Ensimmäiseen ryhmään (houkuttelijat) kuuluvat ilmeisesti tyypillisimpinä kuusen syöpä ja maannousema (niiden esiintymisestä vrt. kuitenkin myös s. 104), edellinen erityisesti ukkonilurin, jälkimmäinen mesisien, mutta myös, kuten edellä todettiin, toisinaan ukkonilurinkin puuhun houkuttelijana. Kummankin osuus suoranaisesti puun kuivattajana jää useimmiten varsin vähäiseksi, ellei suorastaan tuntumattomaksi, kuten kuivumistyyppien selostuksen yhteydessä jo on osoitettu (ss. 31, 32 ja 44). Ukkoniluri ja mesisieni itsekin vielä kuuluvat useimmiten lähinnä tähän ryhmään, vaikka voivat tosin välistä esiintyä siinä mitassa myös puun kuivattajana, että ne voitaisiin lukea tällöin seuraavaankin ryhmään kuuluviksi (vrt. analyysjä 4, 7 ja 12 ss. 36, 39 ja 48). Kuusijäärät voidaan samoin joskus lukea tähän ryhmään kuuluviksi, joskin ne usein esiintyvät myös selvästi kuivattajina ja tällöin paremmin seuraavaan ryhmään kuuluvina.

Toiseen ryhmään (houkuttelija-kuivattajat) kuuluu tyypillisimpänä kuusen pikikärsäkäs. Sille on erityisen luonteenomaista saada esiintymisellään puussa siihen ilmestymään myös muita lajeja, sellaisiakin toissijaisia kuivumistekijöitä, joita ei tässä yhteydessä kuivumisen alkuun pääsyn tekijöinä käsitellä. Mutta samalla sille on yhtä ominaista, kuten juuri edellä on ollut puhe, voimakkaasti itse vaikuttaa puun kuivumiseen. Lähinnä pikikärsäkästä tulevat tähän ryhmään sitten, kuten on mainittu, kuusijäärät. Joskus myös jo mainituista siis ukkoniluri ja mesisieni sekä lisäksi lähinnä seuraavaan ryhmään kuuluvat monikirjaajat voivat esiintyä molempia ko. ominaisuuksia osoittaen.

Kolmannen ryhmän (kuivattajat) tyypillisimpänä edustajana on mainittava kirjanpainajat. Niiden jälkeen ei yleensä enää mitään muita kuivumistekijöitä puun lopulliseksi kuivumiseksi tarvita. Jokseenkin samantyyppiseksi on arvioitava kuusen tähtikirjaaja (vrt. kuitenkin analyysi 19:n

kuvaamia tapauksia!). Monikirjaajat voidaan yleensä lukea myös tähän ryhmään kuuluviksi; niiden pienestä horjuvaisuudesta tässä suhteessa mainittiin jo edellisen ryhmän yhteydessä. Kuusen oksakirjaaja on luonteeltaan lähinnä tähän ryhmään kuuluva, mutta missä määrin se mahdollisesti voi olla monikirjaajien tapaan myös houkuttelijana kuivumisprosessissa, siihen ei aineistosta saa tyydyttävää vastausta.

#### *Tuulen merkitys kuivumisen alkuun pääsyssä.*

Tuuli kuivumisen alkuun pääsyn tekijänä on, kuten mainittu, kokonaan omassa asemassaan. Sen merkitys on tietyissä oloissa jopa täysin ratkaiseva. Kun se toisaalta tulee kysymykseen myös kuivumisen alkuun pääsyn edellytyksenä metsikössä, kuten edempänä käy ilmi, ei ole aivan helppoa pitää näitä eri puolia erillään toisistaan. Seuraavassa viitataan kuitenkin eräisiin sitä koskeviin piirteisiin, jotka juuri tässä yhteydessä tulevat kysymykseen.

Kuusi on, kuten tunnettua, yleensä tuulelle (myrskylle) arka puulaji, kun tulee kysymys tuulenkaadoista (vrt. Laitakari 1930 b). Tällainen varsinainen myrskyn tuho ei kuitenkaan tässä yhteydessä ole kysymyksessä. Mutta myös varsinaisiin tuulen tuhoihin nähden, joissa puu jää pystyyn, sen elintoiminta jatkuu ja se voi jatkaa normaalisesti kehitystään, kuusi puulajina on yhtä arka (Laitakari 1930 b, 1934). Juuri näistä tuhoista on kysymys, kun ajatellaan sitä kuivumistekijänä.

Tuulen yhteydessä ei voida puhua sellaisista kuivumistekijäin ominaisuuksista kuin primäärisyys, esiintymistapa, tai -aika, taikka aktiivisuus. Teoreettisesti voidaan tosin ajatella, että vaikka tuuli ilman muuta on katsottava primääriseksi, sen primäärisyys ei kuitenkaan ole aivan ehdoton, sillä esim. maannouseman heikontama juuristo saattaa saada helpommin tuulivikoja kuin terve. Samoin tuulen »esiintymisaika» on teoreettisesti otettuna myös rajoitettu (vrt. Laitakari 1930 b, s. 554), sillä maan roudassa ollessa sen tuhoja ei yleensä pääse syntymään. Sen sijaan voimme tarkastella tuulivikojen fysiologista vaikutusta puuhun sekä sen osaa kuivumisprosessissa.

Tuuliviat ilmenevät juuristossa juurten katkeilemisena (tavallisesti voimakkaampi tuho) tai hankautumisena (yleensä lievempi tuho). Tuulinojapuut ovat jo erittäin voimakkaan tuhon ilmauksena ja jonkinlainen väliaste varsinaisiin myrskyn tuhoihin (tuulenkaatoihin). Tuulivikojen vaikutus puun kuntoon on sekä suoranainen että myös välillinen. Suoranaisena se ilmenee erityisesti voimakkaampien tuhojen,

juurten katkeilemisen, yhteydessä, kun osa juuristoa menettää joksikin aikaa toimintakykynsä. Tällöin syntyy puussa eräänlainen heikkouden tila, normaalin elintoiminta heikkenee ja hidastuu, puu juroo, kunnes se jälleen on ehtinyt kiinnittyä lujasti maahan, juurtua uudelleen entistä juuriston laajuutta vastaavassa määrässä. Tänä kautena sen kunto, ennen kaikkea elinvoimaisuus, on alempi kuin normaalisesti ja sen vastustuskyky muita, elollisen luonnon piiriin kuuluvia kuivumistekijöitä vastaan on alentunut, eniten heti tuulivikojen syntymisen jälkeen, juromiskauden alussa, ja palautuu vähitellen juromiskauden kuluessa ennalleen. Tuuliviati aiheuttavat ilmeisesti kuivuutta vastaavan fysiologisen muutoksen puussa. Lievempien tuulivikojen, hankautumien, samoin kuin myös juurien katkeilemisen yhteydessä esiintyy tuulivikojen välillinen vaikutus puun kuntoon. Juurien katkeamat ja hankautumahaavat tarjoavat sopivia tartuntamahdollisuuksia maannousemalle (mahdollisesti myös mesisienelle), joka sitten aikanaan tuntuu puun kuntoa alentavana (vrt. Kangas 1940 a). Käytännöllisesti otettuna kuivumisen alkuun pääsyssä tulee kuitenkin kysymykseen vain tuulivikojen suoranaisten fysiologinen vaikutus puussa.

Tuulivikojen o s a kuivumisprosessissa rajoittuu jokseenkin jyrkästi vain muiden kuivumistekijöiden houkuttelemiseen puuhun. Varsin vähäisessä määrässä ja harvoin varsinaisten tuulivikojen kuivattava vaikutus tuntuu puussa niin, että sillä olisi todella merkitystä itse kuivumisen edistymiselle (vrt. edempänä kuivumisesta tuulinojapuissa, s. 129; ks. myös Laitakari 1930 b, s. 552).<sup>1</sup> Tuulivikojen houkuttelijaosa on varsin usein ratkaiseva kuivumisen alkuun pääsyssä. Tuulivikojen voimakkuus määrää niiden tuntumisen puun kunnossa ja siten myös osaksi ne kuivumistekijät, jotka voivat tulla kysymykseen, olettaen että tuuliviati — tai paremminkin tuulivikojen aiheuttama kunnan alentuminen — sattuvat ko. kuivumistekijöiden esiintymisajan kanssa yhteen. Erittäinkin näyttävät tuuliviati voivan houkuttaa puuhun kuusen pikikärsäkkään ja kirjanpainajat, eräissä tapauksissa, kuten esim. Meilbyn metsässä todettiin, myös monikirjaajat. Mainitun tutkimusalueen kuvauksen yhteydessä onkin jo osoitettu, miten varsinkin kirjanpainajien jatkuvat tuhot saattavat suorastaan johtua tuulivikojen jatkuvasta esiintymisestä.

Tuulivikojen tapaan myös toinen abiottinen, elottoman luonnon pii-

<sup>1</sup> Barth (1902) asettaa kyllä — ilmeisesti liioitellen (vrt. Saalas 1919, s.10) — miltei kaikki kuivumiset tuulen (myrskyn) aiheuttamien tuhojen suoranaiseksi seuraukseksi.

riin kuuluva kuivumistekijä, nim. m e k a a n i s e t v i a t (paikalliset tuulen, lumen, salaman, hakkuiden, ajojen yms. aiheuttamat haavat, oksan tai rungon murtumat jne.), vain harvoin suorastaan osallistuu kuivumisprosessiin itse kuivumista edistäen (vrt. Kangas 1937, ss. 114—116). Sen fysiologinen vaikutus puuhun ja sen kuntoon riippuu tietenkin suuresti tapauksesta (vrt. esim. latvasta tyveen ulottuvaa salaman »piirtoa» ja leimauskirveen jälkeä toisiinsa), mutta useimmiten se rajoittuu paikalliseksi. Sen mukaisesti tällä tekijällä myös on miltei aina vain »houkuttelijan» osa kuivumisen alkuun pääsyssä (vrt. analyysiä 2, ss. 33—34).

### Kuivumisen alkuun pääsy metsikössä.

Se, että yksityinen puu alkaa kuivua, ei vielä merkitse aina kuivumisen alkuun pääsyä metsikön kannalta katsottuna. Kuivuminen voi näet rajoittua tuohon yksityiseen tapaukseen, siinäkin tapauksessa, että kysymyksessä on terveen puun kuivuminen, so. primääriset kuivumistekijät. Toisaalta edellä käsitelty kuivumisen alkuun pääsy yksityisessä puussa koskee kuitenkin kuivumisen alkuun pääsyä myös metsikössä. Jälkimmäisessä tulevat vain kysymykseen eräät muutkin seikat kuin mitä edellä on käsitelty. Vaikkakaan tämän tutkimuksen puitteissa ei ole tarkoitus ryhtyä selvittämään kaikkia kuivumisen alkuun pääsyyn metsikössä liittyviä, monesti laajojakin kysymyksiä, kosketellaan seuraavassa lyhyesti tätä puolta kuivumisen alkuun pääsyssä sekä viitataan tärkeimpiin siinä yleensä kysymykseen tuleviin seikkoihin, ennen kuin siirrytään käsittelemään esillä olevan tutkimuksen kohteena olevia kuusikoiden kuivumista koskevia metsänhoidollisia kysymyksiä.

Metsikön kuivumisen alkuun pääsy näyttää riippuvan yleensä lähinnä kolmesta seikasta, nim. m e t s i k ö n k u n n o s t a — ennen kaikkea sen elinvoimaisuudesta —, esiintyvistä k u i v u m i s t y p e i s t ä, so. kuivumistekijälajeista, sekä kuivumista aikaansaamaan pyrkivien k u i v u m i s t e k i j ä k a n t o j e n o l e m a s s a o l o s t a j a v a h v u u d e s t a. Mainitut riippuvaisuussuhteet muodostuvat jossakin määrin erilaisiksi sen mukaan, onko kysymyksessä metsikkö, jossa yksityisiä kuivumistapauksia jo esiintyy, vai metsikkö, joka on täysin puhdas yksityisistäkin kuivuvista puista.

M e t s i k ö n k u n t o — mihin laajimmin otettuna sisältyy metsikön elinvoimaisuus ja kehityskykyisyys, sen yleinen terveydellinen tila (tuhon esiintyminen) ja siellä esiintyvä tuhonaiheuttajien määrä (metsikön hygieeninen taso) — on useimmissa tapauksissa ratkaiseva tekijä



kuivumisen alkuun pääsyssä. Hyväkuntoisissa kuusikoissa saattaa kyllä tavata yksityisiä kuivuvia tai kuivuneita puita (kuusia) eikä sen vielä tarvitse merkitä metsikön kuivumista, kuten jo edellä todettiin, enempää kuin ehdotonta kuivumisvaaraakaan. Siitä saa esimerkkejä melkein päristä tahansa kuusikosta, tässä voidaan viitata vain esim. Ruotsinkylän metsikköön 1. Mutta toisaalta juuri tällaisissa tapauksissa metsikön kuntoon vähänkin alentavasti vaikuttava tekijä saattaa ratkaisevasti muuttaa tilannetta. Metsikön kunnan heikontuminen tällöin ikään kuin päästää valloilleen piilevän sairauden, metsikön kuivumisen, kun yksityisessä kuivuvassa puussa esiintyville kuivumistekijöille tarjoutuu lukuisia heikontuneita puuyksilöitä uusiksi pesiytymispaikoiksi. Näin esim. oli Gråön saarella käynyt tuulen (myrskyn) tuhojen alentaessa metsiköiden kuntoa, joissa jo sitä ennen esiintyi kuivuvia puita siellä täällä. Samanlaisesta tapauksesta itse asiassa on ollut kysymys myös Lintulan, Meilbyn ja Rairvolan lehtikuusikon alueilla, ne tulevat vain toisessa yhteydessä paremmin esimerkkeinä kysymykseen. Sen sijaan huonokuntoisessa metsikössä sen normaalista alempi kunto saattaa sen varsin herkäksi kuivumiselle, ja siellä tarvitaan ehkä vain yksi ainoa kuivumistapaus, kun metsikön kuivuminen jo pääsee alkuun. Näin on käynyt mm. kuvatussa Vesijaon kokeilualueen kuusikossa, jossa ilmeisesti kuivuudesta ja ehkä myös muista syistä, mm. liiallisesta tiheydestä suhteellisen heikolla kasvupaikalla johtunut kunnan alentuminen on tehnyt metsikön herkäksi kuivumiselle, ja vain muutaman ani harvan kuivuvan puun ilmestyminen sinne (vrt. jo kuivuneiden puiden vähäistä määrää) on riittänyt kuivumisen alkuun pääsyyn metsikössä. Tuhojen vauhtiin pääsy luonnollisesti alentaa edelleen kuntoa, ja juuri tämä seikka on suurelta osalta syynä siihen, että alkuun päässyt metsikön kuivuminen yleensä pyrkii — ainakin aluksi — osoittamaan usein hyvinkin nopeata laajenemista.

Piilevä kunnan heikkous, ts. metsikössä olevat sellaiset puut, jotka tuhojen puuttuessa sieltä eivät näytä vaikuttavan sen kuntoon millään tavoin, mutta jotka tuhojen ilmestyttyä metsikköön ovat juuri niitä puita, jotka ensinnä alkavat kuivua, ja siten muodostuvat kuivumista suurestikin edistäviksi, on lisäksi eräs piirre metsikön kunnossa, jolla on merkitystä kuivumisen alkuun pääsyssä samoin kuin sen jatkumisessa, erityisesti silloin kun on kysymys voimakkaasti primäärisistä ja aktiivisista kuivumisen alkuunpanijoista. Mainitunlaisia puita ovat erityisesti vanhat (yli-ikäiset), heikkokasvuiset, syystä tai toisesta kituvat (esim. veden vaivaamat) kuuset, mutta myös esim. puut, joissa on lieviltä näyttäviä ja kasvussa sekä elinkykyisyydessä tuntumattomia maannouse-

ma, mekaanisia tahi muita vikoja. — Metsikön kunto saattaa vielä tietysti riippua myös metsikössä esiintyvistä puukantalaaduista, so. vastustuskyvyltään ja elinvoimaisuudeltaan perinnöllisesti erilaisista puuyksilöistä (vrt. edellä s. 110), ja niiden keskinäisistä suhteellisista osuuksista siellä, vaikkakin aiemmin mainittujen muiden seikkojen vaikutus aina täysin sivuuttaa tästä johtuvat kunnan erilaisuudet.

Varsin merkittävää osaa esittää kuivumisen alkuun pääsyssä metsikössä *kuivumistyyppi* (tai -tyypit), ts. se, mitä kuivumistekijöitä metsikössä kuivuvan puun ilmestymisen johdosta alkaa esiintyä (vrt. edellä). Sellaisten kuivumistyyppien ilmestyminen metsikköön, jotka luovat mahdollisuuksia ukkoniluri- tai erityisesti pikikärsäkaskannan ilmaantumiselle tai vahvistumiselle, merkitsee useimmiten kuivumisen alkuun pääsyä, sillä nämä tyypit tarjoavat mahdollisuuksia, paitsi mainittujen pahojen tuholaisten lisääntymiselle, myös monien muiden, niiden seuraajina kuivuvissa puissa esiintyvien kuivumistekijäkantojen ilmestymiselle tai vahvistumiselle (vrt. vastaavia kuivumistyyppisiä, ss. 31—58). Kuusijäärien osalta asia on samantapainen. Sen sijaan yksittäiset kirjanpajien ja tähti- (ja oksa-) kirjaajan aiheuttamat kuivumistapaukset saattavat useinkin rajoittua kokonaan noihin yksinäisiin tapauksiin, ellei kuivumistekijäkantojen vahvuus ole erikoisen suuri, kuten esim. Ruotsinkylässä (metsikkö 2) ja myös Korpikylä-Lintulan valtionpuistossa (esim. Korpikylän leimikko) voitiin todeta. Monikirjaajatyypin ollessa kysymyksessä saattaa olla hiukan suuremmat mahdollisuudet olemassa kuivumisen alkuun pääsulle metsikössä kuin muiden kaarnakuoriaisryhmän tyyppien yhteydessä. Metsikön kunto ja erityisesti mm. tuulen mahdollinen vaikutus voivat kuitenkin helposti ratkaista asian kaikkien ko. ryhmän tyyppien yhteydessä toisinkin (vrt. viimeksi mainitun osalta toisaalta esim. Ruotsinkylän metsikköä 1 ja toisaalta esim. Gråön ja Meilbyn alueita).

Yleensä näyttävät hitaat kuivumistyyppit hyväkuntoisissa metsiköissä johtavan helpoimmin kuivumisen alkuun pääsyyn — edellyttäen tietysti, etteivät kysymykseen tulevat kuivumistekijäkannat ole aivan heikkoja. Maannousema-mesisienityyppeihin nähden ei tämä »säätö» kuitenkaan yleensä näytä soveltuvan. Vastaavasti taas huonokuntoisissa metsiköissä — ja vielä erityisesti sellaisissa metsiköissä, missä tuuli on päässyt aikaansaamaan tuulivikaisia puita — nopeat kuivumistyyppit helposti johtavat heti suuressakin mitassa alkavaan kuivumiseen.

Kuivumistekijäkantojen olemassaolo tai puuttuminen vaikuttaa tietysti ratkaisevasti koko metsikön kuivumisen alkuun pääsyyn, samalla tapaa kuin on todettu yksityisistä puista. Jos

kuivumistekijäkannat puuttuvat tai säilyvät syystä tai toisesta jatkuvasti heikkoina, saattavat huonokuntoisetkin metsiköt säästyä kuivumisen alkuun pääsystä kokonaan. Tyypillinen esimerkki tästä on mm. Lintulan valtionpuiston Korpikylän leimikko, joka sijaitsee suhteellisen lähellä, joskin pääosaltaan erillään (vrt. s. 81) tutkimusalueen tuhoalueista. Aiemmin mainittuja yksityisiä kuivumistapauksia lukuunottamatta ei siellä varsinaista metsikön kuivumista lainkaan edes alkanut, ilmeisesti pääasiassa juuri tarpeellisten tai tarpeeksi riittävien kuivumistekijäkantojen puuttumisen vuoksi, vaikka hakkuu kohdistuikin koskemattomaan kuusikkoon ja oli ko. tutkimusalueen voimakkain. Ruotsinkylän metsikkö 2 (ss. 95—96) on toinen samantapainen esimerkki melko huonokuntoisista metsiköistä.

Usein kuitenkin erilaiset ihmisen omat toimenpiteet saattavat muuttaa olotilan aivan toiseksi, aiheuttaa kuivumistekijäkantojen äkillisen syntymisen tai vahvistumisen, ja silloin voivat hyväkuntoisetkin metsät joutua kuivumaan (vrt. esim. Viipurin maalaiskunnan yksityismetsiä, ss. 97—98). Mutta samoin tällöin — ja tietysti vieläkin herkemmin — metsikkö, jossa yksityisistä kuivuvista puista huolimatta ei varsinaisen metsikön kuivuminen vielä ole päässyt vauhtiin, äkkiä alkaa voimakkaasti kuivua. Tällaisesta tapauksesta ovat Raivolän lehtikuusikossa sattuneet kuivumiset hyvänä esimerkkinä. Tähän kysymykseen palataan metsänhoitotoimenpiteitten osalta seuraavassa luvussa tarkemmin. Mutta kuivumistekijäkantojen voimakas lisääntyminen tapahtuu usein myös syistä, jotka eivät ole ihmisen hallinnassa. Tällöin ovat kuivumisenkin alkuun pääsyn syyt kokonaan eriluontoiset kuin mitä edellä on käsitelty. Jonkin — tai useammankin — kuivumistekijäkannan odottamattoman vahvistumisen saattavat aikaansaada mm. myrskyn ja kulon tuhot, jotka samalla kertaa myös tavallisesti alentavat metsikön kuntoa huomattavasti tai hyvinkin suuressa määrässä. Tässä yhteydessä ei näitä tunnettuja ja itsestään selviä kuivumisen alkuun pääsyn syitä käsitellä kuitenkaan sen enempää (vrt. mm. S a a l a s 1919, ss. 359—363). Nämä kysymykset kuuluvat pääasiassa jo toisen, taistelualueiden metsien kuntoa ja tuhoja koskevan tutkimuksen piiriin. Niitä joudutaan sitäpaitsi eräiltä osiltaan koskettelemaan vielä seuraavan alaluvun yhteydessä.

Edelleen voivat vielä kosteus ja lämpö, yleensä sää, ym. kuivumistekijäin biologiset tekijät aiheuttaa näiden kantojen äkillisen ilmaantumisen ja lisääntymisen, ja yksistään siten myös kuivumisen alkuun pääsyn metsikössä (S c h w e r d t f e g e r 1944, ss. 271—298), mutta tarkoituksena ei ole lähteä tässä yhteydessä lainkaan pohtimaan tätäkään varsin laajaa ja monimutkaista kysymystä perusteellisesti. Eräitä kuivu-

misen jatkuvan esiintymisen kannalta merkittäviä toteamuksia voidaan kuitenkin mainita. Kuivumisen kulkua eri tutkimusalueilla kuvattaessa on jo viitattu eräissä yhteyksissä siihen, miten tietyt kuivumistyyppit pyrkivät kuivumisen alkuun päästyä muodostumaan sitkeästi metsikössä jatkuvaksi ilmiöksi. Tällaisen kuivumisen tekijäin kannat säilyvät lähinnä tekijäin suuren primäärisyyden ansiosta, siihen tapaan kuin ukkonilurin kohdalta toisessa yhteydessä jo on mainittu (ks. s. 105). Näin syntynyt jatkuva kuivuminen taas luo yleensä mahdollisuuksia toistenkin kuivumistekijäkantojen säilymiselle. Toiselta puolen tällainen ko. kantojen jatkuva säilyminen, usein verraten tai hyvin vahvoinakin, merkitsee tavallisesti enemmän tai myöhemmin niiden luonnollisen häviämisen vaaraa, koska samalla ne tekijät, jotka luonnossa pyrkivät rajoittamaan mainittujen kantojen esiintymistä, voivat jatkuvasti vaikuttaa niihin. Kannan taas ollessa minimissään myös sitä rajoittavien tekijäin on oltava minimissään, ja kannan vahvistumisen mahdollisuudet tällä tavoin jälleen lisääntyvät. Tästä luonnossa varsin tutusta vaihtelusta mm. johtuu yhdeltä osaltaan kuivumisen voimakkuuden vaihtelu metsikössä, ns. kuivumisaaltojen synty, jollaista eri tutkimusalueilla on todettu esiintyneen. Kysymyksessä on tällöin tuhonaiheuttajakantojen ja niitä rajoittavien tekijäin välisen normaalisuhteen eli, kuten sanotaan, biologisen tasapainotilan häiriintyminen ja palautuminen (vrt. S c h w e r d t f e g e r 1944, ss. 3—4; myös esim. S a a l a s 1924, s. 92—93).

Laajassa mitassa tapahtuvalle, nopealle, tavallisesti äkkiä suureksi paisuneelle kuivumiselle juuri ovat tyypillisiä tuhojen a a l t o m a i n e n n o u s u j a l a s k u, kuten Lintulan alueen tuhojen kuvauksesta kävi ilmi. Tällaisen tuhon maksimi saavutetaan yleensä varsin pian, monesti heti alkuunsaakin. Lintulan alueella esim. syksyllä 1933 suoritetun tieaukon hakkuun jälkeen kuivuminen varsinaisesti pääsi alkuun vasta toisena kesänä (1935) — ensimmäinen kesä meni kuivumistekijäkannan tarpeelliseen vahvistumiseen. Jo kolmantena kesänä (toisena tuhokesänä) tuhot olivat kaksinkertaistuneet edellisestä kesästä. Olivatko ne saavuttaneet maksiminsa jo tällöin, on epävarmaa, koska samana kesänä (syksynä) aloitettiin tuhojen puhdistushakkuu, ja se tyrehdytti niitä suusesti. Todennäköistä se kuitenkin saattaa olla, sillä esim. Viipurin pitäjän yksityismetsissä olivat hakkuiden jälkeen syntyneet tuhot yleensä lisääntymisessään rajoittuneet jo toiseen kuivumisvuoteensa. Myöskin Meilbyn metsässä näytti kehitys, vaikka puhdistushakkuut sitä tietysti häiritsivät, osoittavan samaa suuntaa. Siihen näyttäisi viittaavan edelleen koskemattomaksi jätettyjen tuhojen kehitys, johon palataan edempänä toisessa yhteydessä (ss. 149—150).

## Metsikön käsittely kuivumisen syynä.

### Normaalinen olotila ja sen häiriintyminen metsikön käsittelyssä.

Kuivumisen alkuun pääsystä yksityisessä puussa ja metsikössä tehdyt havainnot ovat, kuten on esitetty, osoittaneet, että puun tai metsikön kunnolla on ollut varsin suuri vaikutus tähän tapahtumaan, ja niistä on tultu siihen johtopäätökseen, että tuo kunnan vaikutus ilmeisesti erittäin suurella määrällä riippuu puun tai metsikön elinvoimaisuuden heikentymisestä. Eräitä tähän viittaavia ilmeisen selviäkin tapauksia on aineistosta osoitettavissa, vaikka päätelmät perustuvatkin vain ulkonaisiin havaintoihin. Esimerkkeinä voidaan mainita Ruotsinkylän metsikkö 3 ja Vesijaon kuusikko (ss. 96—97 ja 99—100), joissa yksityisten puiden ja metsikön kunto, ilmeisesti juuri kuivuuden — jälkimmäisessä metsikössä todennäköisesti lisäksi liiallisen tiheyden — johdosta heikontuneen elinvoimaisuuden vuoksi oli normaalista alempi. Ruotsissa on T r ä g å r d h (1926, ss. 585—586) on esittänyt vastaavanlaisen tapauksen eräästä nuorehkosta männiköstä. Elinvoimaisuuden heikentymisen ja vastustuskyvyn alentumisen yleensä myös S c h w e r d t f e g e r (1944, ss. 302—303) esittää eräänä tärkeänä tuhojen puhkeamisen edellytyksenä. Metsikön kunnan ja sen elinvoimaisuuden vaihtelu riippuu luonnollisesti yksityisten puiden kunnan ja elinvoimaisuuden vaihtelusta. Tämä taas voi johtua monista eri syistä, joista eräistä jo edellä puun ja metsikön kunnan yhteydessä on ollut puhe. Eräs erittäin tärkeä »syy» on ihminen itse, so. hänen toimenpiteensä metsikössä. Puun elinvoimaisuuden osoittaminen ehdottomasti ei ole kuitenkaan helppoa; sen vaihtelun eksaktiseksi toteamiseksi olisikin määritettävä puun fysiologinen tila ja tämän vaihtuminen. Tällaisten määritysten suorittaminen ei kuitenkaan ole helposti tehtävissä, pikemminkin se, kuten jo on huomautettu (s. 118), on nykyisin vielä melkein pä saavuttamattomissa, ainakin esillä olevien tapaisten tutkimusten ohella toteutettavaksi (vrt. G o l o v j a n k o 1926, s. 13).

Kun nyt halutaan löytää selitys niihin havaintoihin ja toteamuksiin, joita on tehty metsikön käsittelyn ja sen kuivumisen alkuun pääsyn keskinäisistä riippuvaisuussuhteista, ja samalla lähteä edellämäisestä tutkimuksessa todetusta ja yleensäkin yleisesti hyväksytyistä käsityksestä, että puun ja metsikön kunnolla on tärkeä osa kuivumisen alkuun pääsyssä, on o l e t t a m u k s e n l u o n t o i s e s t i lähdeettävä tarkastelemaan, millä tavalla metsikön käsittely todennäköisesti vaikuttaa, sen kuntoa silmällä pitäen, jäljelle jääviin puihin ja metsikköön kokonaisuudessaan.

Seuraavassa yritetään suorittaa tällaista tarkastelua, ennenkuin ryhdytään käsittelemään edellä mainittua riippuvaisuussuhdetta koskevien havaintojen tuloksena olevia johtopäätöksiä kuivuvista kuusikoista metsänhoidollisena kysymyksenä.

Kun metsikkö on saanut olla ainakin jonkin aikaa koskemattomana sekä hakkuilta ym. sen käsittelyltä että myös kaikenlaisilta tuhoilta, voidaan olettaa sen saavuttaneen tasaisen normaalin kehityksen, n o r m a a l i s e n o l o t i l a n s a. Tällainen olotila metsikössä tietysti edellyttää, että sen kuntokin on normaalin, ja tällainen luonnollisesti tilanne siellä useimmiten onkin. Puut ovat vallanneet siellä kukin oman elintilansa, niiden latvustot ovat sopeutuneet siihen tilaan, mitkä niille on tullut osaksi keskinäisessä kilpailussaan, sekä sitä vastaaviin valaistussuhteisiin ja näistä molemmista johtuvaan assimiloidimäärään. Niiden juuristo myös kehittynyt niiden asemaa metsikössä vastaavaan laajuuteen juuristokilpailun puitteissa ja kytkeytynyt naapuripuiden juuristoon — usein yhteenkasvettumiakin muodostaen (H e r t z 1930) —, niin että tasapaino sekä fysikaalisessa että fysiologisessa suhteessa latvuston ja juuriston kesken on saavutettu. Ne ovat tällöin myös sopeutuneet toisiinsa ja metsikköön vaikuttaviin ulkoisiin voimiin, ennen kaikkea tuuleen. Jos metsikön kunto vielä on kaikin puolin täysin hyvä, siellä vallitsee, mikäli niin voidaan sanoa, i d e a a l i n e n olotila. Tällöin myös metsikön kunto säilyy jatkuvasti normaalisena, ainakin mikäli se riippuu metsikön sisäisistä suhteista. Vaikka kuusikossa tunnetusti vähäisen luontaisen harventumisen tuloksena aina jokin puu saavuttaakin luonnollisen kuoleman kuivumisen kautta, ei se kuitenkaan yleensä järkytä metsikön kuntoa. Edellytykset kunnan alentumiselle ovat päinvastoin tällaisessa metsikössä minimissään.

Ideaalinen olotila on luonnollisesti kuitenkin vain normaalin olotilan eräs, korkein, aste. Mutta se on myös normaalin olotilan peruskuva. Metsikön kunto voi kuitenkin vaihdella, kuten se normaalisesti aina jossakin määrin vaihtelee, tietyissä rajoissa, siellä voi esiintyä jonkin verran tuhoja yksityisissä puissa, siellä voi olla olemassa kuivumistekijäkantoja, ainakin heikkoina, ja siitä huolimatta metsikköä on pidettävä normaalissa olotilassa olevana (vrt. biologista tasapainotilaa, S c h w e r d t f e g e r 1944, s. 3). Sen kehitys ja kasvu ovat normaaliset ja sen elinvoimaisuus ja terveys ovat täysin tyydyttävät, pienistä tuhoista huolimatta, eikä sen kunto vaihtelullaan vaaranna sen terveysuhteita eikä kehitysmahdollisuuksia. Normaalinen olotila jatkuu, metsikön edelleenkin kehityksessä, yhä samanlaisena, ellei mitään ulkopuolisia voimia ilmaannu,

jotka aiheuttaisivat — ainakaan tuntuvia — muutoksia vallitseviin olosuhteisiin.

Edellä kuvatun normaalian olotilan jatkuminen ei kuitenkaan voi metsikössä koskaan olla täysin keskeytymätön. Jo luonnonvaraisessa metsikössä, joka ei kuulu jatkuvan matsätalouden piiriin, saattavat eri syyt aiheuttaa siinä keskeytyksiä, ennen kaikkea eri luontosuhteet, kuten luonnon voimat (myrsky, salama ym.), sääsuhteet, mistä edellä jo mainittiin esimerkkejä, jne. Mutta vielä vähemmän on metsätalouden piiriin kuuluvassa, jatkuvan metsänhoidon alaisessa metsikössä mahdollisuuksia normaalian olotilan jatkumiseen pitkäikään aikaa keskeytyksettä. Jo metsänhoidon kasvattavan tai uudistavan toimenpiteen tai yleensä hakkuun puuttuminen metsikön kehitykseen merkitsee käytännössä useimmiten sellaista muutosta metsikössä vallitseviin olosuhteisiin, ettei ole ajateltavissakaan, ettei se tuntuisi metsikön normaalisessa olotilassa. Sitäpaitsi saattavat myös kulot, soistuminen tai tilapäinen maan vettyminen, vieläpä maan kuivattaminenkin (ojitus) sekä eräät odottamattomat voimakkaat tuhot — meikäläisissä kuusikoissa tosin tähän mennessä tuskin esiintyneinä — yms. seikat tulla kysymykseen syynä normaalian olotilan häiriintymiseen.

Tarkasteltaessa erityisesti metsikön käsittelyn aiheuttamaa normaalian olotilan häiriintymistä voidaan siinä saada tukea myös niistä havainnoista, joita eri tutkimusalueilla sekä taistelualueiden metsien kuntoa ja tuhoja koskevien tutkimusten yhteydessä on asiasta tehty.

Metsikön käsittelyn seurauksena häiriintymisen määrä ja laatu voidaan luonnollisesti katsoa riippuvaksi toimenpiteen voimakkuudesta ja laadusta. Häiriintymisen määrä ilmeisesti muodostuu useimmissa tapauksissa ratkaisevaksi metsikön kunnolle ja jatkuvalla kehitykselle. Normaalian olotilan lievä häiriintyminen jää todennäköisesti enimmäkseen kokonaan tai ainakin jokseenkin tuntumattomaksi. Voimakkaampi häiriintyminen taas tuskin saattaa mennä ohi tuntumatta tavalla tai toisella metsikön kehityksessä, vaikkapa sitä ei olisikaan helppo todeta. Häiriintymisen voimakkuus riippuu, paitsi toimenpiteen voimakkuudesta, myös sen äkillisyydestä, so. sen kohdistamisesta kokonaan tai ainakin pitkän aikaa koskemattomana olleeseen, normaalian olotilaansa tottuneeseen metsikköön. Koskemattomissa tai lähes koskemattomissa kuusikoissa voi tuo äkillisyys olla merkityksellisempikin kuin toimenpiteen voimakkuus normaalian olotilan häiriintymiselle, ts. äkillinen toimenpide, vaikkapa lievänlainenkin, voi aiheuttaa metsikölle vaikeasti voitettavissa olevan, ehkäpä lopulta sen turmioksikin koituvan häiriintymisen. Voidaan edel-

leen ajatella, että häiriintyminen on erityisen voimakas, jos se lisäksi on jatkuvaa. Toisaalta juuri jatkuvilla toimenpiteillä — ja siis uusiintuvilla häiriintymisillä — totutetaan metsikköä kestämaan olotilan muutoksia ja koetetaan saada häiriintymiset mahdollisimman lieviksi. Tällöin ne kuitenkin luonnollisesti ovat alkaneet joko kyllin ajoissa tai — jo vanhemmissa metsiköissä — kyllin lievinä. Edelleen toimenpiteen laadusta, esim. siitä, onko kuusikossa kysymyksessä valtapuihin kohdistuva ylävai alempia latvuserroksia koskeva alaharvennus, riippuu häiriintymisen sekä määrä että laatu. Häiriintymisen laatu voidaan ajatella erilaiseksi myös sen mukaan, onko se paikoittainen, vai tasaisesti koko metsikköön kohdistuva. Vielä häiriintymisen määrä ja laatu saattavat olla riippuvaisia metsikön omistakin ominaisuuksista; ajateltakoon vain niitä erilaisia mahdollisuuksia, joita metsikön ikä, sen laatu (puulaji-, tiheysym. suhteet), maaperän laatu, metsikön asema ja topografinen sijainti ym. voivat tarjota, samankin toimenpiteen ollessa kysymyksessä, normaalian olotilan häiriintymiselle esim. vain metsikön tuulenkestävyyteen nähden. Joka tapauksessa jokaisen muutoksen — toimenpiteen — metsikössä on oletettava tuntuvan kaikissakin edellä mainituissa normaalian olotilan suhteissa enemmän tai vähemmän voimakkaana.

Häiriintymisen sattuessa saattaa puiden keskinäisissä suhteissa, niiden omassa juuriston ja latvuksen välisessä tasapainosuhteessa, niiden siihenastisessa tottumuksessa vallinneisiin valaistus- ja tuulisuhteisiin ja siitä riippuvana haihtumis- ja assimiloimismäärissä jne. tapahtua muutoksia, samalla kertaa yhdessä tai useammassakin tällaisessa eri suhteessa. Näin ensinnä yksityiset puut joutuvat pois normaalisesta olotilastaan ja siten pian myös koko metsikkö. Tällaista häiriintymistä ei voida estää. Jokainen toimenpide, vaikkapa vain yhden ainoan, myös kuolleen, puun poistaminen metsiköstä merkitsee ilmeisesti ainakin paikallisen häiriön syntymistä, jolla vähäisyytensä vuoksi tietysti saattaa käytännön — ja myös metsikön kunnan — kannalta olla vain teoreettinenkin merkitys. Mutta näin säännönmukaisetkin metsänhoitotoimenpiteet — puhumattakaan virheellisistä tai liiallisista hakkuista tai metsän hävityksistä (vrt. T e r t t i 1937, s. 93) — voivat joutua puuttumaan ratkaisevalla tavalla metsikön normaalian luonnonmukaiseen kehitykseen.

Samalla tavalla tietysti mainittujen muidenkin syiden kuin ihmisen toimenpiteitten johdosta syntynyt normaalian olotilan häiriintyminen, sen määrä ja laatu, riippuvat näiden syiden voimakkuudesta, äkillisyydestä ja laadusta. Niihin ei kuitenkaan tässä yhteydessä ole tarkoitus puuttua sen syvemältä.

### Häiriintymisen tuntuminen puiden ja metsikön kunnossa.

Edellä kuvatulla tavalla metsikön luonnonmukaiseen kehitykseen ja sen normaalseen olotilaan puuttuneet ihmisen toimenpiteet (hakkuut ym.) — samoin kuin muutkaan tekijät — eivät ilmeisestikään voi olla vaikuttamatta myös metsikön ja puiden kuntoon. Tarkasteltaessa sitä uutta olotilaa, johon metsikkö ja yksityiset puut tällöin joutuvat, ja niiden sopeutumista tähän olotilaan sekä sopeutumisaikana esiintyviä kuntoon vaikuttavia tekijöitä jouduttaneen pakosta toteamaan, että metsikön kunnan vaihtelu noudattaa jokseenkin suuressa määrässä siinä sattuneita olotilan muutoksia. Jälleen rajoitutaan pääasiassa metsänhoidollisten ja muiden vastaavien toimenpiteiden seurauksiin.

Se olotila, johon metsikkö ja sen puut normaalian olotilan häiriinnytä joutuvat, voi tietysti joko kaikissa tai vain joissakin suhteissa ja eri suurissa määrin sekä joko alueellisesti tai määrällisesti poiketa vallinneesta normaalista olotilasta, kuten jo on viitattu. Mikäli ero edelliseen on suuri, se saattaa asettaa yksityisen puun alttiiksi tilanteelle, jossa tämän elintoiminta ei voi jatkua normaalina, vaan se joutuu kärsimään uuden olotilan luomista oudoista olosuhteista. Niinpä verraten varjossa ja suojassa (esim. taajassa) kasvanut kuusi, jouduttuaan hakkuun jälkeen sellaiseen uuteen olotilaan, missä se on alttiina moninkertaistuneelle valomäärälle ja missä myös tuulen vaikutusmahdollisuus on suuresti lisääntynyt, saattaa joutua ylittämään valon- ja lämmönkestokykynsä, tavanomaisen haihtumismääränsä ja tuulenkestävyytensä. Seurauksena ovat tällöin ne häiriöt, jotka aiheutuvat latvauksen suuren, varjoon tottuneen assimilaatio-pinnan sopeutumisesta äkkiä syntyneeseen runsaaseen valoon, lisääntyneen haihtumisen aikaansaamasta kuivuudesta ja edelleen muuttuneista lämpösuhteista ja kuorenpalosta (vrt. Schimitschek 1942, ss. 102—103) sekä tuulivikojen ilmestymisestä juuristoon jne. Jos nyt nämä kaikki vielä samanaikaisesti sattuvat esiintymään edes mainittavassa määrässä, niin on mahdotonta ajatella, että puun kunto, joka todennäköisesti saattaa olla uskomattoman herkkä vaihteluissaan, voisi säilyä ennallaan.

Puut näyttäisivätkin kuusikoissa uudessa odotilassa voivan joutua, mm. erityisesti valaistus- ja tuulisuhteitten muuttumisen johdosta, selvästi heikontumaan kunnossaan. Ilmeisesti myöskin sellainen suhteellisen vähän tunnettu seikka kuin latvuksen ja juuriston välinen fysiologinen tasapaino saattaa häiriintyä ja johtaa kunnan alenemiseen. Metsikön kannalta sitäpaitsi sellaisilla seikoilla kuin juuristo- ja valokilpailun muuttuneilla olosuhteilla, metsikön yleisellä tuulenkestävyydellä sekä lisäksi hakkuiden

ja ajojen johdosta vikautuneilla puilla on kullakin vaikutuksensa metsikön kuntoon.<sup>1</sup>

Heti uuteen olotilaan joutumisen jälkeen alkaa metsikön ja sen puiden sopeutuminen siihen. Vie tietysti oman aikansa, ennenkuin puut ovat kaikessa sopeutuneet niihin muutoksiin, joita metsikössä on tapahtunut puiden suhteissa toisiinsa, niiden omissa sisäisissä suhteissa sekä suhteissa ulkoisiin tekijöihin. Paitsi aikaa voidaan ajatella puilta kuluvan tähän, ainakin useimmissa mainituista kohdista, myös tietty aine- ja energiamäärä. Kun puut sitäpaitsi ja t k u v a s t i, vaikkapa vähenevässäkin, mutta ehkä osaksi myös kasvavassa määrässä, kärsivät noista seikoista, joita joutuminen uuteen olotilaan niille ilmeisesti aiheuttaa edellä kuvattuun tapaan, ei sopeutuminenkaan esim. hakkuun jäljeltä todennäköisesti käy senkin jatkuvasti tuntumatta puun kunnossa. Riippuu luonnollisesti kokonaan olosuhteista ja tapauksesta, minkälaisen mittasuhteen puun kunnan vaihtelu sopeutumiskautena saa ja minkälainen tämä vaihtelu on laadultaan. Joka tapauksessa lienee niin, ettei palautuminen uuteen, uusien olosuhteitten mukaiseen normaalseen olotilaan käy ilman muuta.

Edellä käsitelty metsikön normaalian olotilan häiriintymisen ja sen uuteen olotilaan sopeutumisen vaikutus sinne hakkuun jälkeen jääviin puihin on kokonaisuudessaan, puhtaasti metsänhoidollisestikin otettuna, sekä monimutkainen ja kiintoisa että ilmeisesti kokonaan oman tutkimuksensa kaipaava kysymys, jonka kuvaamista edellä, puhtaasti johtopäätelmien perusteella, on yritetty. Käsillä olevien tutkimusten yhteydessä tehdyt havainnot näyttäisivät tukevan melko suuressa määrässä yllä esitettyä. Niiden mukaan tuntuu ilmeiseltä, kuusikoiden hakkuun jälkeistä suurta kuivumisherkkyttä tarkatessa, että tällöin todellakin, ainakin enemmän tai vähemmän koskemattomina olleissa metsissä, syntyy eräänlainen juromiskautta muistuttava kausi, jolloin metsikön — ja puiden — kunto on, varsinkin aluksi, huomattavasti normaalista huonompi. Kunnan heikontuminen näyttäisi olevan yleensä sitä suurempi, kuta tottumattomampi metsikkö on ollut hakkuuseen, mutta se näyttäisi myös voivan, olosuhteista riippuen, toisinaan esiintyä sängen suurena ennestään hakatuissa metsissäkin. Missä määrin tämän »kunnan juromisen» rinnalla esiintyy myös kasvun juromista, ei ole tutkittu. Kirjallisuudessa on kyllä tietoja männyn kasvun selvästä vähenemisestä parina hakkuuta seu-

<sup>1</sup> Hakkuussa juuristo kantoineen tosin jää paikalleen puun kaatamisen jälkeenkin, mutta ei enää, jäljelle jääneiden naapuripuiden kannalta, siihenastiseen tapaan sopeutuneena tuulen puiden latvuksiin kohdistuvaan paineeseen.

raavana ensimmäisenä vuotena (vrt. Sarvas 1944, s. 71; ks. myös Tirén 1937, s. 285), ja erät toht. Sarvan julkaisemattomat mittaus-tulokset osoittavat samaa. Kuusella on kuitenkin varjopuuna varsin suuri assimilaatiopinta, joka hakkuun jälkeen, äkkiä saadessaan runsaammin valoa ja — jos vielä otetaan huomioon suhteellisen yleinen eri puiden juurien yhteenkasvettuminen (vrt. esim. Hertz 1930), mikä mm. suorite-tuissa maannousematutkimuksen juuristoanalyysissäkin todettiin — saat-taessaan saada myös juuriston kautta tarpeelliset nestemäärät (vrt. Aal-tonen 1939, s. 50), kukaties voi heti yhteyttää entistä runsaammin, joten kuusella ei ehkä tarvitse ollakaan hakkuun seurauksena edellä mai-nittua kasvun hidastumista. Toisaalta ei kunto ilmeisestikään ole riippuvai-nen puun kasvusta, vaikka heikko kasvu kyllä saattaa ainakin toisinaan olla huonon kunnan merkinä. Usein kuitenkin juuri hyväkasvuiset, esim. parempien tyyppien kuusikot ovat herkempiä kunnan vaihtelulle ja herkempiä myös tuhoille kuin huonompien tyyppien kuusikot, kuten esim. Lintulan valtionpuiston Oravakorven reheväkasvuiset ja nuoremmat kuusikot saman tutkimusalueen eräisiin heikomman tyyppin vanhempiin (Kolmikannan-Ilosen välisiin) kuusikkoihin verrattuna osoittivat (vrt. muutenkin pahimpien tuhoalueitten verraten hyviä tyyppejä!). Tämä kysymys vaatisi kuitenkin vielä paljonkin lisäselvitystä.

Sopeutumisaikana tapahtuva kunnan vaihtelu ei ilmeisestikään ole läheskään aina riippuvainen vain edellä mainituista seikoista. Jo sopeu-tumisajan oletetun normaalista heikomman kunnan pitäisi tuntea herkem-min siihen kohdistuvien voimien tai tekijöiden vaikutus kuin mitä tämä ehkä normaalissa kunnossa tuntuisi. Niinpä esimerkiksi tuuliviati sen suuruisina, kuin ne esiintyvät sopeutumisaajan huonokuntoisissa puissa, aiheuttaen kunnan jatkuvaa heikentymistä, saattaisivat hyvinkin jäädä miltei tuntumattomiksi normaalikuntoisissa puissa. Tuuli onkin juuri sopeutumisaajan kuluessa useimmiten esiintyvä, jatkuvasti kuntoon vaikut-tava tekijä, jonka merkitys kuivumisen alkuun pääsyn edellytyksenä voi vielä myöhemminkin muodostua ratkaisevaksi, erityisesti jos on kysymys metsiköstä, joka on joutunut äkillisen hakkuun kohteeksi. Toinen sopeu-tumisaikana esiintyvä, samoin jatkuvasti — ja usein yhdessä tuulen kanssa, jopa osaksi siitä riippuvanakin — kuntoon vaikuttava tekijä on haihtumi-nen. Näiden molempien sekä lisääntyneen valon yhteisvaikutuksen seu-rausta osoittava muutos hakkuun jälkeen saattaa kuusen latvuksessa muodostua ajanpitkään silmään pistäväksi. Sarvas (suull. ilmoituksen mukaan) on todennut tällaisen tapauksen eräässä verraten lyhyessä ajassa (n. 7 vuodessa) melko koskemattomasta kuusikosta siemennysasentoon



Valok. — Aufn. 1929 (O. Heikinheimo), 7. VI. 1940 (R. Sarvas).

Kuvat 4 ja 5. Ruotsinkylän kokeilualueen pysyvän koealan VII sama kohta heti hakkuun jälkeen (vasemmalla) ja runsas 11 v. myöhemmin (oikealla). Metsikkö hakattu vuosien 1920—27 aikana muutamilla toisiaan seuranneilla hakkuilla siemennysasen-ton (64 puuta/ha). Myrskyt kaataneet joitakin kuusia. Kuusien latvusten ulkomuoto valoon jouduttuaan silmin havaittavasti muuttunut.

Abb. 4 und 5. Ein und dieselbe Stelle der permanenten Probestfläche VII im Versuchsrevier Ruotsinkylä, links unmittelbar nach durchgeführtem Hieb, rechts reichlich 11 Jahre später. Samenschlagstellung (64 Stämme/ha) nach einigen aufeinanderfolgenden Hieben in den Jahren 1920—27. Vereinzelt windgeworfene Fichten. Die Gipfform der Fichten hat sich nach der Befreiung sichtlich verändert.

hakatussa metsikössä (ks. kuvaparia 4 ja 5; aikaisempi kuva on otettu heti hakkuiden päätyttyä, toinen samoista puista n. 10 vuotta myöhemmin). Kuusien latvuksissa voi selvästi havaita eräänlaisen kitumisen tai heikon-tumisen merkit.

Hakkuun jälkeen syntyvät hakkuutähteet tai hakkuujätteet ja kannot muodostavat tunnetusti vielä välillisesti, nimenomaan sopeutumisaikana

ja toisinaan hyvinkin voimakkaasti, metsikön kuntoon vaikuttavan tekijän. Niissä näet voivat useat kuivumistekijät, myös kuivumisen alkuun pääsyn tekijät, lisääntyä ja luoda siten metsikköön kantansa tai vahvistaa jo olemassa olevaa (S a a l a s 1919, K a n g a s 1934 b; vrt. myös Viipurin pitäjän yksityismetsiä, s. 98). Metsikön hygieeninen taso — ja kunto — laskee. Tällä seikalla voi sitäpaitsi olla ratkaiseva merkitys kuivumisen alkuun pääsyn edellytyksenä. Metsikön elinvoimaisuuden ollessa heikko ja kuivumistekijäkantain esiintyessä suhteellisen tai hyvinkin vahvoina ainakin heikoimmat puuyksilöt helposti joutuvat tuhojen kohteeksi — myös metsikön piilevä huono kunto pääsee vaikuttamaan (s. 128) —, ja metsikön terveyssuhteet näin huonontuvat. Tämä merkitsee jälleen metsikön kunnan heikontumista jo arveluttavastikin, ja saattaa metsikön todella kuivumisen vaaralle alttiiksi.

Kun metsikön kunto näin normaalin olotilan häiriintymisen johdosta saattaa suurestikin joutua vaihtelevaan, ja kun tämä olotilan häiriintyminen — ei vain metsänhoitotoimenpiteitten (hakkuiden), vaan myös muiden (kulon, myrskyn jne.) johdosta — vielä tavallisesti merkitsee kuivumistekijäkantojen syntymistä tai vahvistumista metsikössä, on ymmärrettävissä, että kuivumisen alkuun pääsy tällaisissa oloissa on hyvinkin suurena uhkana. Kuten aiemmin on käynyt jo ilmi, monet kuivumistekijöistä, niiden ominaisuuksista ja aktiivisuudesta, eri tekijöiden samanaikaisesta esiintymisestä tai esiintymisjärjestyksestä, tuulivioista ym. kuntoon vaikuttaneista tekijöistä sekä ulkonaisista olosuhteista riippuvat seikat ovat luonnollisesti osaltaan vaikuttamassa tapahtumaan. Koko tästä tapahtumasarjasta, normaalista olotilasta metsänhoitotoimenpiteen (hakkuun) aiheuttamaan olotilan häiriintymiseen, sitä seuranneeseen kunnan alentumiseen sekä tuhojen puhkeamiseen ja kuivumisen alkuun pääsyyn asti, koetetaan vielä seuraavassa esittää eräitä esimerkkejä tutkimuksen aineistoon kuuluvista kuusikoiden kuivumistapauksista, joiden — ja muiden samantapaisten — perusteella on päädytty edellä esitettyyn todennäköiseksi katsottuun selitykseen sille syy-yhteydelle, joka on todettu metsikön käsittelyn ja kuivumisen alkuun pääsyn välillä olevan.

Korpikylä-Lintulan valtionpuistossa (ks. ss. 78—87) ovat olosuhteet yksityisen, vasta myöhemmin kuivua alkaneen metsikön osalta olleet sikäli erikoiset, että muualla varsin laajalla, kuusikoita tai kuusivaltaisia metsiköitä käsittävällä alueella olivat tuhot jo käynnissä ja metsiköiden lähiympäristössä, jopa naapurimetsiköissä, esiintyvät runsaat kuivumistekijäkannat olivat valmiina olemassa myös niiden metsiköiden varalle, joissa kuivuminen ei vielä ollut alkanut. Nämä metsiköt ovat aikaisemmin olleet

jokseenkin koskemattomia, joten hakkuu, joka niissä järjestettiin, on niiden kannalta katsottava äkilliseksi. Vaikka hakkuu ei ollutkaan metsänhoidollisesti arvioituna voimakas, se äkillisenä kuitenkin aiheutti siksi voimakkaan normaalin olotilan häiriintymisen metsiköissä, että niiden kunto joutui sen johdosta laskemaan, ainakin jonkin verran. Ympäröivien metsiköiden runsaat kuivumistekijäkannat, niiden helppo siirtyminen ko. metsikköihin ja hakkuutähteiden sekä kantojen tarjoama mahdollisuus niiden vahvistumiseksi siellä takasivat kuivumistekijäin riittävän laji- ja runsausmäärän. Metsiköiden kunto ei sitäpaitsi normaalisestikaan liene ollut kaikkein korkeimmillaan, mm. maannousemaa<sup>1</sup> ja kuusen syöpää (K u j a l a 1935) esiintyi niissä melkoisesti. Sitäpaitsi olivat eräät metsiköt, varsinkin Kolmikannan-Häyrysten välillä, myös kasvussaan jonkin verran normaalista heikompia. Joka tapauksessa äkillisen olotilan muutoksen seurauksena ollut kunnan alentuminen ja erittäin runsaiden, myös aktiivisia kuivumistekijöitä käsittävien kuivumistekijäkantojen olemassaolo ovat olleet aiheena siihen, ts. luoneet sellaiset edellytykset, että kuivuminen on päässyt alkuun metsikössä, vieläpä heti varsin suurella laajuudessa.

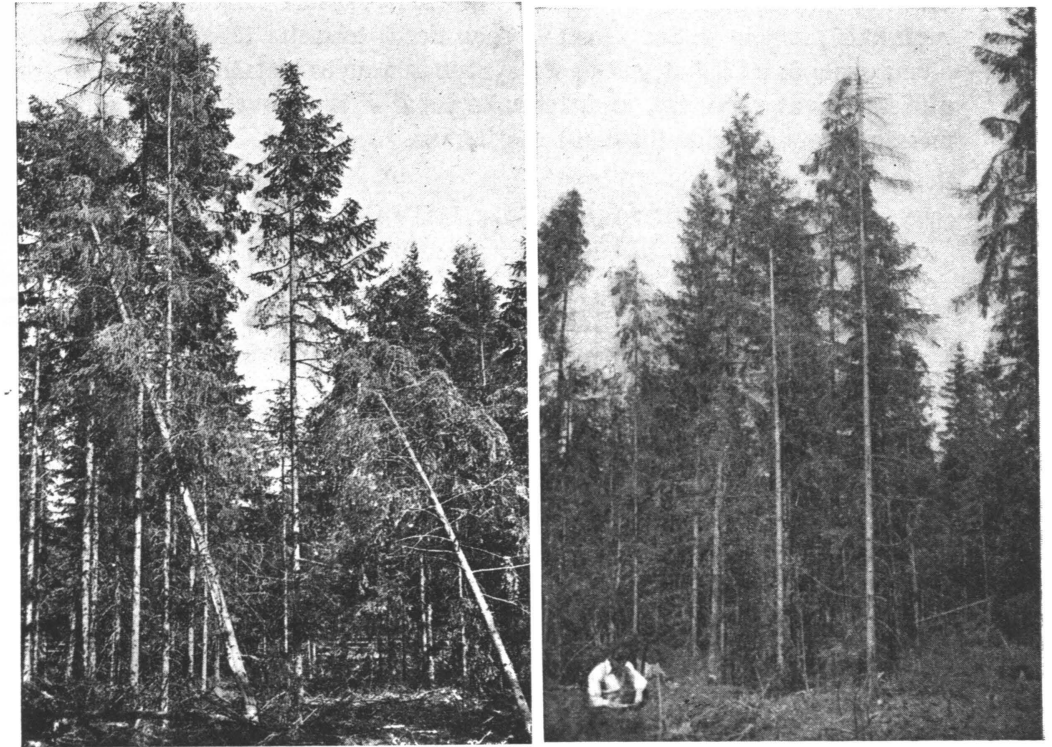
Meilbyn virkatalonmetsässä (ks. 88—94) ovat olosuhteet olleet melkoisessa määrässä toisenlaiset. Täälläkin on hakkuu kohdannut suhteellisen koskemattomana ollutta kuusikkoa, ja vielä varsin voimakkaana. Metsänhoidollisena toimenpiteenä ei hakkuun sellaisenaan ole ehdottomasti tarvinnut olla liian rohkea. Mutta ensinnäkin sen jälkeen sattuneet tuulen (myrskyn) kaadot sekä toiseksi väljennyshakkuun jälkeen alalle kertyneet tavallista runsaammat hakkuutähteet ja kannot ovat luoneet mahdollisuudet metsikössä ilmeisesti jo ennestään esiintyneiden, ainakin heikkojen kuivumistekijäkantojen voimakkaalle äkilliselle vahvistumiselle. Lisäksi olotilan muutos metsikössä on ollut liian suuri sekä hakkuualalle jääneille kuusille että hakkuualan reunametsälle. Normaalin olotilan häiriintyminen on siis ollut kaikissa suhteissa täydellinen ja myös äkillinen. Tämän on jo sellaisenaan täytynyt voimakkaasti vaikuttaa metsikön kuntoon, kuten se on vaikuttanut myös sen sopeutumiseen tuulisuhteisiin, ts. tuulenkestävyyteen, siis seikkaan, josta juuri usein hyvin suurelta osalta riippuu hakkuun vaikutus kuntoon. Ilmeisesti olisi metsikköön joka tapauksessa ilmaantunut runsaasti tuulivikaisia puita, mutta tässä tapauksessa — saatujen tietojen mukaan — erittäin voimakas tuuli (mahdollisesti myrsky) on lisäksi sattunut samanaikaiseksi muiden tekijäin

<sup>1</sup> Maannousematutkimuksen aineiston mukaan (vrt. myös K a n g a s 1940 a).

vaikutuksen kanssa hakkuun jälkeen ja on siten aikaan saanut normaalisesta olotilan häiriintymisen poikkeuksellisen voimakkaaksi. Sitä paitsi on tuulivikaisten puiden syntymistä yhä jatkunut metsikön uuteen olotilaan joutumisen jälkeenkin. Erittäin voimakas kunnan laskeminen on näin ollut seurauksena, ja kun kuivumistekijäkannat lisäksi ovat voineet kehittyä ainakin suhteellisen vahvoiksi, on kuivumisen alkuun pääsy tapahtunut heti huomattavan laajana.

Viipurin pitäjän Karisalmella sijainneen yksityismetsän (ks. s. 98) nuorehkot kuusikot (kuusivaltaiset metsiköt) ovat olleet normaalissa olotilassaan varsin hyväkuntoisia sekä jo ennestäänkin hakkuilla käsiteltyjä. Suoritettu jokseenkin kohtalainen paperipuuhakkuu on joka tapauksessa aiheuttanut normaalisesta olotilan häiriintymisen siksi voimakkaana, että sen on täytynyt tuntua metsikön kunnossa. Hakkuujätteet sekä muu kuorellinen tuore kuusipuu samoin kuin ilmeisesti osaltaan myös alkukesän ajan metsässä olleet kuorelliset paperipuut ovat mahdollistaneet erityisesti erään kuivumistekijäkannan, nim. kuusen tähtikirjaajan, synnyn ja kehittymisen varsin voimakkaaksi. Metsiköiden maaperän (MT-kangas, kuivanluontoinen, kivisyys melkoinen) huomioon ottaen näyttäisi siltä, että se tekijä, jonka olotilan muutos on voimakkaimmin kuntoon vaikuttavana tuonut esille, on ollut todennäköisesti haihtuminen, ts. kuivuus (vrt. Aalto 1939, s. 47). Joka tapauksessa seurauksena on ollut melkoisen laajana alkuun päässyt kuivuminen. — Suunnilleen samantapaisia ovat olleet myös molemmat muut mainitut kuusikoiden kuivumistapaukset Viipurin pitäjässä. Niissä vain ovat syntyneet kuivumistekijäkannat olleet toiset, nim. lisäksi kirjanpainajakannat, sekä maaperä (tyyppi) parempi, eikä kunnan heikontumisen syynä ole niin yksipuolisesti ollut kuivuus, vaan päinvastoin tuulivioilla on muiden seikkojen ohella ollut ilmeisesti suuri osuus. Näissäkin tapauksissa on, huolimatta metsien aikaisemmasta hakkuilla käsittelystä, paperipuuhakkuun aikaansaama normaalisesta olotilan häiriintymisen vaikuttanut metsikön kunnan heikkenemiseen siksi voimakkaasti, että kuivuminen, varsin runsaiden kuivumistekijäkantojen synnyttyä hakkuun jälkeen, on päässyt alulle melko laajana.

Edellä esitetyt tapaukset ovat ehkä osaltaan selventäneet metsiköiden olotilan muutosten merkitystä niiden kunnolle ja samalla näiden muutosten mahdollisuutta muodostua kuivumisen alkuun pääsyn edellytykseksi, ts. kuivumisen alkusyyksi. Luonnollista on, etteivät hakkuut läheskään aina johda kuivumisen alkuun pääsyyn, vaikka ne aiheuttaisivatkin normaalisesta olotilan suuremman tai pienemmän häiriintymisen metsikössä ja



Valok. — Aufn. 30. VI. 1939 R. Sarvas.

Kuvat 6 ja 7. Määrämittahakkuun seuraukset puhtaassa kuusikossa. Metsikössä suoritettu kuusipaperipu- ja riukuhakkuu. Myrsky kaatanut puita tai aikaansaanut tuulenoja, vallitsevia kuusia alkanut kuivua, puissa hakkuun ja ajon aiheuttamia vikoja. Metsikkö hakattu keväällä 1938, ikä 45 v., metsätyyppi MT-VT. Säkkijärvi.

Abb. 6 und 7. Folgen einer Hauung nach Mindestmass in reinem Fichtenbestand. Im Bestand ist Fichtenpapier- und Stangenholz gefällt worden. Stürme haben Windwürfe und angelehnte Bäume verursacht, herrschende Fichten sind in Vertrocknung geraten, die Abholzung und der Abtransport haben Schäden an den Bäumen hervorgerufen. Zeit der Abholzung: Spätwinter 1938, Alter des Bestandes 45 J., Waldtyp: MT-VT. Säkkijärvi.

sitä seuraavan sopeutumiskauden. Monet muutkin seikat, kuten kuivumisen alkuun pääsyä metsikössä edellä (ss. 127—131) käsiteltäessä on käynyt ilmi, vaikuttavat asiaan, ja useampien niiden yhteen sattumista vaaditaan kuivumisen alkamiseksi. Mutta monet näistä seikoista ovat kaikkien ennakoita laskemismahdollisuuksien ulkopuolella, eikä näin ollen voi tie-



tää, milloin hakkuiden jälkeen tällainen vaara saattaa tulla uhkaamaan metsikköä, milloin ei. Sen sijaan voidaan tietää toisaalta tällaisen vaaran olemassaolo ja ne seikat, mitkä sen syntymisen myös metsänhoitotoimenpiteissä voivat vaikuttaa, sekä toisaalta tapa — ja varovaisuus —, jolla metsänhoitotoimenpide (hakkuu) suoritetaan.

## Kuusikoiden kuivuminen metsänhoidollisena kysymyksenä.

### Kuivumisvaaran huomioon ottaminen metsikön metsänhoidollisessa käsittelyssä.

Se tosiasia, ettei metsikön käsittelyssä, ainakaan teoreettisesti ottaen, voida välttää sitä, että sen seurauksena on metsikön kunnan vaihtelu, on otettava pohjaksi lähdettäessä tarkastelemaan, edellä esitettyä taustaa vasten, kuusikoiden kuivumista metsänhoidollisena kysymyksenä. Kuten edellä on pyritty osoittamaan, tämä kunnan vaihtelu riippuu toisaalta metsänhoitotoimenpiteen laadusta ja voimakkuudesta sekä toisaalta metsikön ja sen kasvupaikan laadusta.

Kuusikkoa on yleensä totuttu pitämään verraten arkana metsänä ja kuusta arkana puulajina kaikenlaiselle metsänhoidolliselle käsittelylle samoin kuin kaikenlaisille sitä kohtaaville vaurioille. Tämä pitääkin varsin monessa suhteessa paikkansa (vrt. mm. Wagner 1907, Cajander 1917, Hertz 1930, Laitakari 1930 b). Se osoittaa osaltaan myöskin, että kuusikon (ja kuusen) kunto on varsin herkästi horjutettavissa — sillä sitähan sen arkuus myös merkitsee. Kuusikon kunnan vaihtelun herkkyyys metsänhoitotoimenpiteitten yhteydessä on kuitenkin suuresti riippuvainen juuri metsikön laadusta — mukaanottaen myös kuusivaltaiset tai kuusta huomattavasti sisältävät metsiköt —, kuten erityisesti iästä, tiheydestä ja puulajisuhteista sekä tietysti sen aikaisemmasta käsittelystä, kuten jo on ollut puhe. Yleensä vanhat metsiköt näyttävät olevan herkempiä kunnan vaihtelulle kuin nuoret ja — voidaan ehkä vielä sanoa — kuin keski-ikäisetkin. Ne näyttävät olevan sitä tiheässä kasvaneina lisäksi enemmän kuin harvempina esiintyessään. Yleensäkin tiheet metsiköt, nuorempinakin, todennäköisesti ovat herkempiä kunnan vaihteluille kuin harvat. Samoin puhtaat kuusikot ovat selvästi tässä suhteessa herkempiä kuin sekametsiköt ja jälkimmäisetkin siinä suhteessa, kuta kuusivoittoisempia ne ovat.

Kuusikon kuntoon vaikuttavat, edellä jo kuvatut seikat tuntuvat vastaavasti erilaisissa metsiköissä voimakkuudeltaan erilaisina, niin että siis

niiden vaikutus saavuttaa yleensä suurimman tehonsa vanhoissa, taajana kasvaneissa, puhtaissa kuusikoissa, varsinkin jos ne vielä ovat kasvaneet melkein tai kokonaan koskemattomina, koska tällaiset metsiköt ovat yleensä herkimpiä kunnan vaihtelulle. Sen sijaan vastaavasti nuorissa kuusen sekaisissa hakkuilla ennenkin käsitellyissä metsiköissä — ja mahdollisesti vielä enemmän, jos kysymyksessä on harvat tai harvanlaiset metsiköt — tuon vaikutuksen voimakkuus on ilmeisesti minimissään. Kun näin metsänhoitotoimenpiteet, jotka saattavat aiheuttaa metsikön normaalin olotilan häiriintymisen ja siten sen kunnan laskemisen, tuntuvat erilaisissa metsiköissä eri voimakkaina, on kuntoon vaikuttavia tekijöitä toimenpiteitten yhteydessä harkittaessa ensinnä kiinnitettävä huomiota itse toimenpiteeseen, sen voimakkuuteen ja äkillisyyteen, metsikön laadun huomioon ottaen. Varovaisuuden toimenpiteen laadussa ja voimakkuudessa on lisäänyttävä sitä mukaa, mitä arempiin metsikköihin on tarkoitus puuttua. Tällä tavalla voidaan toimenpiteen aiheuttamaa kunnan alentumista rajoittaa. Tämä käy varsin suuresti yksiin yleisenkin metsänhoidollisen käsityksen kanssa kuusikoiden käsittelystä (esim. L a i t a k a r i 1930 a, 1930 b; T e r t t i 1939; H e i k i n h e i m o 1944). Hyvänä esimerkkinä siitä, miten välttämätöntä tämän seikan huomioon ottaminen on, ovat edellisessä luvussa viimeksi kuvatut metsiköt, joissa kuivumista siis jo oli tapahtunut (ss. 140—142). Ne osoittavat, miten tärkeätä olisi kiinnittää erityistä huomiota normaalin olotilan häiriintyessä esiintyvään tuuli- ja kuivuusvaaraan, joskin häiriintymisen määrää yleensäkin, so. toimenpiteen voimakkuutta ja äkillisyyttä sellaisenaan olisi pyrittävä pienentämään sen mukaan, kuinka arasta metsiköstä on kysymys.

Kuntoon välillisesti vaikuttavana, mutta sen sijaan kuivumisvaaraa suoranaisesti lisäävänä seikkana on edellä esitetty hakkuiden yhteydessä syntyvät hakkuutähteet tai hakkuujätteet ym. metsään mahdollisesti kesäksi jäävä hakkuussa syntynyt tuore kuorellinen kuusipuu. Sen vaikutus metsikköön on monesti odottamattomampi kuin konsanaan toimenpiteen itsensä vaikutus metsikön kuntoon, kuten esim. Viipurin pitäjän yksityismetsien kuivumistapaukset osoittavat. Siinä tulevat näet lisäksi vaikuttamaan kuivumistekijäkantojen lisääntymisen biologiset tekijät (vrt. S c h w e r d t f e g e r 1944, ss. 258—297). Voidaan kuitenkin todeta, että tuollaisen tuoreen kuorellisen puun kuivumistekijäkantojen vahvistumista edistävä vaikutus on sekä herkin että tuntuu voimakkaimmin kuivumisvaaraa lisäävänä ensinnäkin sellaisissa metsiköissä, joissa jo esiintyy ko. kuivumistekijäkannat, vaikkapa heikkoinakin, sekä toiseksi

sellaisissa, joissa terveyssuhteet tai kunto sellaisenaan ovat vähänkin normaalista heikommat. Tästä ovat mm. Lintulan kuusikot antaneet selvän osoituksen.

Kuivumistekijöiden esiintymismahdollisuuksien varteenottaminen onkin toinen tärkeä seikka kuivumisvaaran huomioon ottamisessa metsänhoitotoimenpiteitten yhteydessä. Tämä on, jo juuri edellä mainitun mukaisestikin, tärkeintä siellä, missä kuivumistekijäkantoja jo ennestäänkin on olemassa, ja vielä enemmän siellä, missä kuivumista jo on esiintynyt tai parhaillaan esiintyy. Tällöin on jälleen ensimmäiseksi kiinnitettävä huomiota tuulivikaisten puitten syntymisen ehkäisemiseen. Sellaiset puut muodostuvat aina kaikkein vaarallisimmiksi ja — mikä tärkeintä — pahimpien, usein katastrofimaaisia tuhoja aiheuttavien kuivumistekijäin pesiytymispaikoiksi (vrt. L a i t a k a r i 1934, s. 2; myös T e r t t i 1937, s. 93). Jälleen tulee siis kysymykseen metsikön normaalin olotilan häiriintymisen rajoittaminen turvautumalla lievimpiin ko. tapauksessa mahdollisiin toimenpiteisiin. Toiseksi on huomioon otettava edellä mainittu tuoreen kuorellisen kuusipuun jääminen metsikköön yli hakkuun jälkeisen kesän. Erityisesti tulee tällöin kysymykseen kaikki vähänkin vahvempiläpimitaista puuta käsittävä tavara tai jäte, kuten tuulienkaadot, tyveykset ja muut hakkuutähteet, varsinainen valmis tavara kuorellisena metsään varastoituna jne., mutta myös varsinainen hakkuujäte ja kannot. Nämä kaikki voivat muodostua uusienkin kuivumistekijäkantojen syntymismahdollisuuksiksi. Hakkuiden yhteydessä olisi siksi syytä, jos vähänkin on pelkoa kuivumisvaarasta olemassa, kuten tässä on oletettu, koettaa mahdollisimman tarkoin huolehtia, että tyveykset, latvukset ja muut hakkuutähteet tarpeeksi ajoissa, ts. ennen vapunpäivää tai — jos kysymyksessä on vain kaarnakuoriaiskannat — viimeistään ennen juhannusta saadaan pois metsästä. Vielä parempi on, jos ne hakkuiden yhteydessä käsitellään niin, että ne mahdollisimman pian — heti aikaisin keväällä — kuivuvat (vrt. K a n g a s 1935). Tyveykset ja paksuimmat latvukset — karsimisen jälkeen — sekä suurimmat oksat olisi kerättävä aurinkoisille aukkoille metsikössä sekä molemmat ensiksi mainitut mieluummin lisäksi aisattava. Samoin olisi kannot aisattava. Aivan erityisesti on ko. tapaisissa metsikössä, jotka jo sellaisinaan ovat kuivumiselle alttiita, välttämättä kartettava tuoreen kuorellisen kuusitavaran varastoimista metsikköön tai edes sen lähiympäristöön.

Koko kuusikoiden kuivumisprobleemin sisällyttäminen metsänhoidollisiin toimenpiteisiin ja ratkaisun löytäminen sille niiden puitteissa on se päämäärä, johon meikäläisissä oloissa pitäisi pyrkiä. Tämä pyrkimys

onkin varsin luonnollinen. Siinä joudutaan lähtemään siitä perusajatuksesta, että samalla kun päämääränä on saada metsikkö tuottamaan kulloinkin tarkoituksenmukaisin, teknillisesti korkea-arvoisin tulos, on myös pyrittävä saamaan mahdollisimman suuri määrä metsikön koko tuotosta sisältymään tuohon tulokseen ja niin ollen säilyttämään metsikkö niin terveenä kuin suinkin. Toisin sanoen on pyrittävä kasvattamaan tarkoituksenmukaista, teknillisesti korkealaatuista tavaraa tuottavia terveitä metsiköitä ja siten pääsemään myös taloudellisesti korkeimpaan tulokseen (vrt. Heikinheimo 1944). Tähän perusajatukseen sisältyy luonnollisesti paljon muitakin tuhokysymyksiä kuin nyt käsiteltävänä oleva kuusikoiden kuivuminen (vrt. mm. Schimitschek 1942), mutta rajoituttaessa nimenomaan kuusimetsiin tämä kysymys muodostuu niistä tärkeimpiin kuuluviksi.

Lähdettäessä etsimään tuota edellä mainitussa pyrkimyksessä asetettua ratkaisua on ensiksi otettava huomioon se edellä käsitelty seikka, että yleensä jokaisessa metsänhoitotoimenpiteessä (hakkuussa), sitä toteutettaessa joudutaan puuttumaan sillä tavoin metsikön sisäiseen rakenteeseen ja kehitykseen, että sen häiriintyminen vaatii metsiköltä tiettyjä ponnistuksia ja tietyn toipumisajan. Elollisena biologisena kokonaisuutena se tällä tavoin saadaan kyllä muovatuksi metsätaloudellista tarkoitusta vastaavaksi, samalla kun siitä saadaan ihmisen talouteen hyödyllinen ja arvokas tulos leikatuksi pois, mutta tämä »leikkaus» voi tiettyissä oloissa normaalin toipumisen sijasta johtaa myös metsikölle vahingollisiin tai suorastaan vaarallisiin jälkiseurauksiin, jotka vaativat uudistettuja »leikkauksia» tai muitakin toimenpiteitä metsikön pelastamiseksi, samalla kun haluttu päämäärä on saatettu jo kadottaakin. Mutta tämä mahdollisuus huomioon otettuna voidaan toimenpiteitä pyrkiä toteuttamaan niin, että mainittuja jälkiseurauksia voidaan välttää. Sitä varten ovat kaikki ne seikat, jotka voivat johtaa noihin jälkiseurauksiin, ja niiden esiintymismahdollisuudet kussakin tapauksessa otettava selville ja varteen sekä sovellettavana toteutettavaan toimenpiteeseen, ts. kuusikoiden kuivumiskysymys on sisällytettävä niiden metsänhoidollisiin toimenpiteisiin näiden elimelliseksi osaksi.

Tällöin on otettava huomioon, yhteenvetona aiemmin esitetystä, paitsi metsikön yleistä kuntoa, erityisesti metsikössä — ja lähiympäristössä — esiintyvät eri kuivumistekijäkannat (metsikön hygieeninen taso), terveys-suhteet (esiintyvät tuhot) sekä metsikön tuulenalttiisuus, nimenomaan suunnitellun hakkuun jälkeen, ja edelleen metsikön herkkyys kunnon vaih-

teluille (ikä, tiheys, puulaji- ja maaperäsuhteet sekä sen aikaisempi käsittely) sekä kuivumistekijäkantojen esiintymis- (syntymis- ja vahvistumis-) mahdollisuudet. Edellä mainitun perusteella voidaan toimenpiteet suunnitella sekä laadultaan että voimakkuudeltaan metsikön h a k k u u n k e s t ä v y y t t ä vastaaviksi, ts. pyrkiä pienentämään metsikön normaalin olotilan häiriintymistä ja sitä seuraavan sopeutumiskauden ankaruutta ja pituutta siinä määrin, että mahdollisuudet kuivumisen alkuun pääsyyn hakkuun seurauksena saatetaan minimiinsä.

Kaikki nämä näkökohdat sisältävät, kuten nähdään, sellaisia seikkoja, jotka liittyvät täysin luonnollisina myös metsänhoidollisiin näkökohtiin. Onkin syytä todeta, että ristiriitaisuuksia esillä olevassa kysymyksessä metsätuho- ja metsänhoitonaikokohdtien välillä ei juuri voi löytää. Se osoittaa, miten elimellisesti tämä kysymys liittyy puhtaasti metsänhoidolliseen näkemykseen kuusikoiden käsittelyssä, niin että voidaan oikeastaan puhua vain entisestään tehostetuista, kuivumiskysymyksen huomioon ottavista metsänhoidollisista toimenpiteistä, kun kuusikoiden käsittelyssä lähdetään edellä kaavailulle linjalle.

### **Metsänhoitotoimenpiteiden suhtautuminen kuivuviin kuusikkoihin.**

Kaikesta metsänhoitotoimenpiteitten soveltamisessa noudatetusta, myös metsikön kuivumismahdollisuudet huomioon ottaneesta harkinnasta huolimatta voi sattua, että kuivuminen kuitenkin, esim. odottamattomien yhteensattumien johdosta, pääsee alkuun. Useimmiten kuivumisen puhkeamisen syynä kuitenkin on harkinnan puute ja varomattomuus tai suoranainen huolimattomuus metsikön käsittelyssä. Sitä paitsi voi kuivuminen saada alkunsa, kuten on ollut puhe, myös muista syistä kuin hakkuiden seurauksena.

Kun kuivuminen metsikössä on alkanut, tulee harkittavaksi, miten siihen vauhtiin pääseenä on suhtauduttava. Teoreettisesti ajateltuna voidaan, mikäli lähdetään siitä, että kuivuva metsikkö ja kuivumisen jatkuminen jätetään rauhassa — asiaan puuttumatta — kehittymään, toivoa, että kuivuminen metsikössä ajan pitkään lopulta taukoaa. Että näin todellisuudessa tapahtuukin, kun metsiköt saavat kuivumisen alettua jäädä täysin koskemattomiksi, sen ovat taistelualueilla sodan aikana suoritetut tutkimukset osoittaneet. Kehitys kulkee tällöin lähinnä seuraavaan tapaan. Kuivumistuhot saavuttavat hyvin nopeasti — tosin esiin-

tyvistä kuivumistyypeistä riippuen — maksiminsa (vrt. edellä s. 131), tavallisesti jo toisena kuivumisvuonna. Sen jälkeen tuhot alkavat heikentyä vähitellen, luontaiset kuivumistekijäin esiintymistä rajoittavat voimat (viholliset, loiset, taudit jne.) alkavat vaikuttaa ja kuivuminen laantuu kokonaan tavallisesti muutamien vuosien (n. 3—6 vuoden) kuluttua maksimistaan. Samalla vähenevät — tai ehkä häviävätkin — kuivumistekijöitä rajoittavat voimat metsikössä ja hyvin usein seuraa kuivumisen ensimmäisen, näennäisen, laantumisen jälkeen uusi kuivumisen vauhtiin pääsy, uusi maksimi ja uusi tyrehtyminen, mutta tavallisimmin kuitenkin ensimmäistä heikompana. Seuraako yleensä vielä kolmaskin kuivumisaalto, ennen kuin tuhot lopullisesti pysähtyvät, on tehtyjen havaintojen perusteella vielä jonkin verran epävarmaa, mutta että niin saattaa ainakin toisinaan tapahtua, on ilmeistä, vaikkakin ehkä poikkeuksellista. Kuivumisen tyrehtymiseen vaikuttavat vielä muutkin syyt kuin kuivumistekijöitä rajoittavat voimat, jotka palauttavat tasapainoon kuivumista aiheuttavat runsaat kuivumistekijäkannat. Metsikkö näet saavuttaa, kuivumisen alettua maksiminsa jälkeen laantua, häiriintyneen olotilansa ja sitä seuranneen sopeutumiskauden kestettyään, vähitellen myös uudessa olotilassaan tasapainon, ts. normaalin olotilan; häiriintymisen ja sopeutumiskauden vaikutus metsikön kuntoon vähitellen heikkenee lähes olemattomaksi ja syntyy uusi normaalin olotila, vaikka ehkä yleiseltä kunoltaan heikompi kuin aikaisempi. Tämä on ilmeisesti jo tapahtunut, ennenkuin kuivumisen jälkiaalto syntyy, joten metsikkö tällöin jo on kunoltaan vahvempi kuin heti normaalin olotilan häiriintymisen jälkeen ja sitä seuranneena sopeutumiskautena. Ilmeisesti tästäkin osaksi johtuu, että tuo ns. jälkiaalto on yleensä lievempi kuin kuivumisen ensimmäinen eli pääkausi. — Tällaiseksi on kehitys suoritetuissa tutkimuksissa osoittautunut erityisesti suurten, pääasiassa nopeata kuivumista käsittävien tuhojen jälkeen. Sen sijaan hitaasta, vuosittain lukumääräisesti tavallisesti vähäisemmästä kuivumisesta eivät koskemattomaksi jätetyissä metsiköissä tehdyt havainnot osoita aivan samaa tulosta, joskaan ne eivät myöskään ole yhtä riittäviä kuin edellisessä tapauksessa. Niiden mukaan tällöinkin ilmeisesti on yleensä odotettavissa kuivumisen tyrehtyminen itsestään, vaikkakin paljon hitaammin ja todennäköisesti ilman minkäänlaista erityistä ns. jälkiaaltoa, mutta sen sijaan kuivuminen vaihtelee vuosittain voimakkuudessaan huomattavastikin.

Kun kuivumisen tyrehtyminen itsestään on hyvin todennäköistä — ainakin useimmissa tapauksissa —, olisi näin ollen todellakin mahdollista jättää kuivumistuhojen torjuminen luonnon tehtäväksi. Tämä mahdolli-

suus on kuitenkin vain teoreettinen. Käytännössä ei meikäläisissä oloissa voida nykyisin enää ajatella olevan varaa edes kuivumistuhojen syntymiseen saati sitten niiden jättämiseen vapaasti jatkumaan. Kuuset menettävät kuivuessaan kelpaavuutensa arvopuiksi lähinnä kuivumista välittömästi seuraavan puun sinistäjän ilmestymisen (vrt. Iljinsky 1931 b) sekä esiintyvien teknillisten tuholaiten (etupäässä kuusijäärin, suutarin ja räätälin, puupistiäisten ja havupuun tikaskuoriaisen) aiheuttamien vahinkojen (puun sinistymisen ja itse puuaineen pilaavien käytävien) takia. Niiden arvo paperipuunakin, johon ne saattavat vielä kelvata, jää vähäisemmäksi kuin niiden arvo tuoreena olisi ollut. Myös rakennuspuuna ne kelpaavat vain toisarvoisiin, metsätaloudellisesti siis kannattamattomampiin tarkoituksiin, riippuen tosin jossakin määrin esiintyvien teknillisten tuhojen määrästä ja laadusta. Monta kertaa kuitenkin kuivuneet puut joutuvat joko kokonaan tai suurimmaksi osaksi polttopuiksi tms. runkojen laatuun verrattuna ala-arvoiseksi tavaraksi. Jos kuuset sen sijaan kuivumisen alettua kaadetaan ennen kuivumisprosessin päättymistä, ts. kuivumisen alkuvaiheen aikana tai viimeistään varsinaisen kuivumisvaiheen alkupuoliskolla, saadaan niistä tuleva puutavara vielä talteen saman arvoisena kuin vastaavasta terveestäkin puusta, siis täysin käyttökelpoisena. Kun tällainen mahdollisuus on olemassa, se ratkaisee käytännön suhtautumisen po. kysymykseen. Puutavara kannattaa ja se on yrittävä ottaa talteen niin käyttökelpoisena kuin suinkin, on periaate, jolta tällöin joudutaan lähtemään. Sittenkin kuivumisesta koituu metsätaloudellisesti tappiota — ainakin useimmiten —, kun joudutaan suorittamaan hakkuita alueilla ja aikana, jotka eivät sisälly metsätaloudelliseen suunnitelmaan ja jotka eivät tämän takia tuota ko. metsiköistä laskettua edullisinta tai muuten suunnitelmanmukaista tulosta.

Edellä mainitun periaatteen mukaisesti olisi siis kuivuviin metsikköihin järjestettävä mahdollisimman nopeasti hakkuita puutavaran pelastamiseksi sitä uhkaavalta tuholta. Mutta asia ei kuitenkaan ole aivan näin yksinkertainen. Edellä käsitellyssä on juuri todettu, että hakkuiden vaikutus metsikön kuntoon, sitä alentavana, on yleensä voimakkain ja niiden seurauksena oleva metsikön kuivumisvaara suurin sellaisissa metsiköissä, joissa kuivumista jo esiintyy. Tämän perusteella nouseekin vielä tarkasteltavaksi kysymys siitä, missä määrin ko. hakkuit todella voivat muodostua vaarallisiksi metsiköille, joissa kuusien kuivuminen on käynnissä, sekä missä määrin niiden vaarallisuutta voidaan vähentää.

Uusiutuvien tai yleensä kuivuissa kuusikoissa suoritettavien hakkuiden kuivumista edistävä vaikutus on jo edellä esitetyn, hakkuita kuusi-

koiden kuntoa järkyttävänä koskevan tarkastelun perusteella katsottava selviöksi. Tavallisia, metsikön kuivumisen huomiotta jättäviä hakkuuta järjestettäessä tällaisissa metsiköissä niiden vaarallisuus riippuu useista eri seikoista. Puuttumatta enää sen enempää hakkuun vaikutukseen metsikön normaalseen olotilaan ja kuntoon yleensä on mainittava vain, että tässä suhteessa tavallisen hakkuun ja kuivuvan metsikön kunnan ja tuhojen vaatiman eli ne huomioon ottavan hakkuun varovaisuudessa ja toteuttamisessa on olemassa varsin suuri ero, joten tavallinen hakkuu (sen suoritus) jo muodostuisi suureksi vaaraksi kuivuvalla metsikölle. Sitäpaitsi leimauksessa tällaista hakkuuta varten noudatettavat periaatteet puiden valintaan nähden ovat melko lailla toiset, kuin ko. tapaisen metsikön käsittely edellyttäisi, ja ne mm. jättäisivät varmaankin huomattavan määrän kuivuvan metsikön kannalta välttämättä ja nopeasti poistettavia puita kasvamaan joko lopullisesti tai ainakin vasta myöhemmän paperipuu- tai puhdistushakkuun yhteydessä kaadettavaksi. Tämäkin merkitsisi kuivumisen lisääntymistä metsikössä. Mutta erityisesti eräät tavallisen hakkuun toteuttamisen puolet tulisivat tällöin saamaan suuren merkityksen. Ensinnäkin arvopuiden hakkuun ja ajon yhteydessä ilmestyy metsikköön aina puita, jotka vikaantuvat hakkuu- ja ajotoimenpiteistä, mutta niin lievästi, ettei siihen tavallisissa oloissa kiinnitettäisi sen enempää huomiota. Kuivuvassa metsikössä sellaiset puut tavallisesti ovat ensimmäisiä kuivumisen uhreja. Hakkuissa syntyy aina runsaasti kuorellista tuoretta hakkuutähdettä — ainakin hakkuujätteitä ja kantoja —, jotka jäävät yli kesän metsään ja tarjoavat mahdollisuuksia jo ennestäänkin suurien kuivumistekijäkantojen edelleen vahvistumiselle<sup>1</sup>. Erityisesti, jos hakkuun yhteydessä pienen tavaran teko siirtyy myöhäisemmäksi kuin samaksi talveksi kuin arvopuuhakkuuakin, tällainen hakkuuajan pidentyminen merkitsisi kuivumisen vahvistumista, koska silloin kaikki hakkuutähteet, vikaantuneet, paperipuuksi tai haloiksi valmistettavat puut jne. jäisivät ainakin osaksi kasvukautta sellaisenaan metsikköön ja lisäämään kuivumistekijäkantoja sekä itse kuivumista. Sitäpaitsi tavallisen hakkuun yhteydessä usein joudutaan varastoimaan metsään kuorellista tavaraa — ainakin halkoja — yli seuraavan kasvukauden tai osaksi kasvukautta, mikä tietysti merkitsisi samaa kuin edellä mainittu hakkuuajan pidentymi-

<sup>1</sup> Kuivumistekijäkantojen, erityisesti kaarnakuoriaisten, mahdollinen väheneminen hakkuutähteissä yms. tapahtuvan sikiytymisen yhteydessä esiintyvän, ko. jälkeisöjen tuhoutumiseen johtavan tilanahtauden vuoksi jätetään tässä yhteydessä käsittelemättä ja huomioon ottamatta. Kysymys liittyy paremminkin ao. kuivumistekijäin biologiseen selvittelyyn ja vaatii meillä vielä oman tutkimuksensa.

nen. Jo nämäkin esimerkit osoittavat, että tavallisella, normaalista kuusimetsää varten suunnitellulla hakkuulla, käsittäisipä se sitten arvopuu-, paperipuu- tai halkohakkuun tahi jotkin taikka kaikki niistä, tulisi olemaan, kuivuviin kuusikkoihin — ja yleensä kuusimetsikköihin — sovellettuna ja normaaliseen tapaan toteutettuna kuivumista suuresti edistävää vaikutus.

Kaikki edellä esitetty koski vain itse hakkuun osuutta kuivumisen edistämässä kuivuvassa metsikössä. Mutta tärkeä osuus on myös lähiympäristön, naapuri- tai lähimetsiköiden olosuhteilla, ennen kaikkea kuivumisen ja kuivumistekijäkantojen esiintymisellä sekä jälkimmäisen vahvuudella niissä. Vaikkapa ko. kuivuvan metsikön hakkuussa oltaisiin miten varovaisia hyvänsä ja niihin liitettäisiin vielä lisätoimenpiteitäkin, kuten edempänä tulee käsiteltäväksi, ei hakkuun tuhojen jatkumista edistävää vaikutusta voitaisi välttää, jos lähiympäristössä olisi jatkuva, vapaasti kehittyvä kuivuminen käynnissä, kuten Meilbyn tuhoalueen hakkuut osoittivat. Jos tällaisessa tapauksessa vielä toteutettaisiin tavallinen po. normaalin hakkuu, olisivat seuraukset ilmeisesti kuivuvalla metsikölle varmemmin vaarallisia kuin tämän hakkuun käsittäessä samalla kertaa koko tuhoalueen, siis lähiympäristön metsätkin.

Kuusikoissa sattuneita kuivumistuhoja meikäläisissä oloissa rajoittamaan tai tyrehtyttämään pyrittäessä ovat toisaalta hakkuut kuitenkin melkeinpä ainoa kysymyksen tuleva keino. Tämä ensi kuulemalta ehkä paradoksaaliselta tuntuva väite perustuu siihen tosiasiaan, että hakkuut voidaan erityisesti suunnitella kuivumista rajoittaviksi tai tyrehtyttäviksi. Ne voivat tällöin kyllä muodostua toisinaan erikoishakkuiksi, mutta hyvin usein ne myös säilyvät edelleen tavallisina, normaalissa muodoissa suoritettavina hakkuina, joiden suunnittelussa ja toteuttamisessa vain otetaan huomioon hakkuiden kuivumista edistävää vaikutus sekä ne näkökohdat ja toimenpiteet, jotka ovat välttämättömiä tämän edistävän vaikutuksen muuttamiseksi tyrehtyttäväksi. Hakkuilla voidaan näet, jos niissä huomioidaan kuivumisen rajoittamisen ja tyrehtyttämisen vaatimukset, päästä melko edullisiin tuloksiin. Tosin voidaan pahemmissa tapauksissa joutua suorittamaan niitä pari kolmekin kertaa peräkkäin, ts. parina kolmena peräkkäisenä vuotena, mutta niillä päästään kuitenkin kahteen tärkeään tulokseen, saadaan kuivuvista puista puutavara käyttökelpoisena talteen ja voidaan rajoittaa, jopa melkein täysin estääkin kuivumisen jatkuminen — ainakin estää sen jatkuminen metsikön kuivumisena, jos mahdollisesti yksityisiä kuivumistapauksia jatkuvasti metsikössä esiintyisikin. Huomattava kuitenkin on, että tuhojen uusiutumaan

pääsemisen estämiseksi on tällaisilla hakkuilla käsiteltyjä metsiköitä jatkuvasti tarkkailtava useita vuosia vielä tuhon päättymisen jälkeenkin.

Kuivumista rajoittavissa tai tyrehtyttävissä hakkuissa on mahdollisuus heti alkuunsa, leimauksessa, ottaa huomioon ko. tapaisen metsikön edellyttämä hakkuun varovaisuus sen seurauksien tuntumisen (normaalisen olotilan häiriintymisen) pienentämiseksi mahdollisimman vähäiseksi. Niissä voidaan poistaa metsiköstä sellaiset, päältä katsellen täysin terveen näköiset puut, joissa kuivumisprosessi jo on alussa, mutta kuivumisen ulkonaiset merkit vielä varsin heikot (vrt. kuivumisen alkuvaiheita ukkoniluri-, maannousema – mesisieni-, pikikärsäkäs- sekä eräissä kaarna-kuoriais-ryhmän kuivumistyypeissä). Tällöin vaaditaan vain leimauksen suorittajalta tarkkaa silmää ja ehkä hieman perehtyneisyyttä eri kuivumistyyppisiin (-tyyppiryhmiin) — tai ainakin tietoa niistä — sekä leimauksen suorittamista kasvukauden aikana, mutta niin lähellä hakkuuta kuin mahdollista, ts. tavallisten talvihakkuiden ollessa kysymyksessä edellisenä syksynä, muuten, kasvukauden aikana suoritettavissa, välittömästi ennen hakkuuta tai sen aikana. Edelleen voidaan ko. hakkuissa poistaa tietysti myös kaikki pitemmälle kuivumisprosessissaan ehtineet, mutta vielä hengissä olevat kuuset. Pystykuivien puiden poistamisella ei yleensä tuhojen jatkumisen kannalta enää ole merkitystä (vrt. Kangas 1936, s. 41), mutta jotta niissäkin saataisiin edes se puutavara, mikä juuri kuivaneesta kuusesta vielä on saatavissa (huonohko rakennuspuu, kuiva paperipuu tai halkotavara), kaadetaan nekin mahdollisimman pian ja tarkkaan.<sup>1</sup> Hakkuiden yhteydessä voidaan metsiköstä poistaa myös vielä — ainakin näennäisesti — terveet, mutta tavalla tai toisella huonokuntoiset (tuulivikaiset, mekaanisesti, myös vasta hakkuissa tai ajoissa kolhiintuneet tai raappiintuneet tahi muuten vioittuneet, erityisen heikot tai kitukasvuiset, lahojen — varsinkin maannouseman — tartuttamat, veden vaivaamat yms. ns. piilevää kunnan heikkoutta osoittavat) puut, jotka ilmeisesti olisivat omiaan houkuttelemaan eri kuivumistekijöitä tunkeutumaan niihin ja saattamaan ne kuivumaan. Leimauksessa ja sen lisäksi vielä hakkuussakin voidaan ottaa huomioon uusien tuulivikaisten puiden mahdollinen syntyminen ja koettaa vahvistaa jäljelle jäävää met-

<sup>1</sup> Kuivien puiden poistamisessa voidaan kuitenkin vielä ottaa huomioon seuraavat näkökohdat: 1) niissä voivat teknillisesti vahingolliset tuholaiset, joista eräillä voi olla merkitystä kuivumistekijöinäkin, — vieläpä eräissä tapauksissa kuusijäärätkin — lisääntyä ja siis vahvistaa kantojaan; 2) ne tarjoavat tikoille ym. tuholaisia hävittäville linnuille ravinto- ja osaksi pesimismahdollisuuksiakin.

sikköä erityisesti tässä suhteessa. Tavallisinakin hakkuina suoritettuina ne voidaan toteuttaa kaikilta osiltaan yhdellä kerralla ja välttää siten hakkuuajan pidentymistä ja kuivumistekijäkantojen vahvistumismahdollisuuksia. Pahimmissa tapauksissa voisi vielä hävittää myös hakkuujätteet (esim. polttamalla) ja tehdä kannot vaarattomiksi (aisaamalla) sekä samalla poistaa metsiköstä siellä jo ennen hakkuutakin olleet kuivumistekijäkantain lisääntymispaikat, ts. kohottaa hakkuun yhteydessä myös metsikön hygieenistä tasoa. Lopuksi, suoranaisesti kuivumistekijäkantojen hävittämiseksi, voidaan heti hakkuun jälkeen kaikki parhailaan kuivuvista kuusista valmistettu tavara kuoria täysipuhaksi ja kuoret hävittää — yhdessä hakkuujätteiden yms. kanssa — polttamalla tai kesällä myös kuoppaamalla ne maahan vähintään 30 sm:n, mieluummin 50 sm:n paksuisen multakerroksen peittoon. Tällä tavoin voidaan hakkuilla metsästä poistaa jo kuivua alkaneet puut ja hävittää niissä esiintyvät kuivumistekijät, samoin kuin voidaan niihin liitetyillä erikoistoimenpiteillä hävittää metsiköstä muutkin kuivumistekijäkantain pesiytymispaikat ja näin heikentää kantoja. Samalla voidaan tarkoituksenmukaisella leimauksella poistaa metsiköstä sen kuntoa alentavat heikoimmat puuyksilöt ja näin vahvistaa, hakkuun metsikön ja puiden kuntoon kohdistuvasta vaikutuksesta huolimatta, metsikön kestävyyttä kuivumista vastaan. Nämä molemmat tulokset samanaikaisina tekevät sen, että hakkuiden kuivumista tyrehtyttävä vaikutus voi muodostua varsin tehokkaaksi.

Hakkuut tällaisina eivät enää ole aivan tavallisia metsätaloudellisia hakkuita mahdollisimman pienin kustannuksin, mutta ne ovat kuitenkin yleensä vielä metsätaloudellisia ja nimenomaan ainakin metsänhoidollisia. Niitä joudutaan, jos pidetään kaikissa tapauksissa kiinni edellä (s. 151) lausutusta periaatteesta, suorittamaan myös aikana, jolloin ei normaalisti sellaisia hakkuita suoriteta, ja myös tavalla, joka ei ole normaalin, kuten jo edellisestäkin on ilmennyt. Kummassakin tapauksessa se merkitsee ylimääräisiä kustannuksia tavallisiin hakkuihin verrattuna, ja näin erityisesti, kun vielä lisäksi tavallisesti molemmat poikkeavaisuudet tulevat samalla kertaa kysymykseen. Kuivumista rajoittavat ja tyrehtyttävät hakkuut voidaan erottaa kahteen ryhmään, toiseen, jossa hakkuut ovat jokseenkin normaalisia, tuskin tai vain hiukan erikoiskustannuksia vaativia, metsätaloudellisia hakkuita, jotka samalla on sopeutettu kuivumista rajoittaviksi ja tyrehtyttäviksi, sekä toiseen, jossa hakkuut ovat erikoishakkuita, erikoisena aikana suoritettuja ja erikoisia kustannuksia

vaativia, kuivumisen rajoittamiseksi ja tyrehtyttämiseksi sekä puutavaran pelastamiseksi nopeasti toteutettavia, mutta tuloksiltaan yleensä vielä kannattavia, metsätaloudellisia sekä samalla välttämättömiä metsänhoidollisia hakkuita. Edelliset ovat yleensä talvihakkuita (tai talvihakkuiksi sopivia) ja tulevat kysymykseen yleensä kaikissa säännön mukaisesti yli talven siirtyvissä (hitaissa ja hitaanlaisissa) kuivumistyypeissä. Jälkimmäiset taas ovat aina kesähakkuita ja tulevat kysymykseen saman kesän kuluessa päättyvissä (nopeissa) kuivumistyypeissä. Seuraavassa tarkastellaan vielä niiden soveltamista erilaisiin kuivumistapauksiin.

Kuten aiemmin jo kuivumisen kulkua eri tutkimusalueilla kuvattaessa ja muissakin yhteyksissä (s. 150) on käynyt ilmi, voidaan yleensä — karkeasti otettuna — erottaa pääasiassa kahdenlaista kuusikoiden kuivumista, kroonisluntoista, hidasta ja useasti vähäistä, piilevää kuivumista sekä äkillistä, akuuttisluntoista, usein suuressa mittakaavassa esiintyvää, tavallisesti hyvin nopeata kuivumista (varsinaiset suurtuhot). Tämä jako tulee olemaan perustana myös kuivumista rajoittavia ja tyrehtyttäviä hakkuita sovellettaessa erilaisiin metsiköiden kuivumistapauksiin. Se sattuu lisäksi lähimain yksiin, kuten jo edellisestä selviääkin, mainittuja hakkuita koskevan jaon kanssa, niin että normaaliset metsätaloudelliset hakkuut tulevat kysymykseen ilmeisesti yleisemmän kroonisluntoisen piilevän kuivumisen sattuessa ja taas erikoishakkuut harvinaisemmissa äkillisissä ja usein myös laajoissa kuivumistapauksissa.

Kroonisluntoisessa kuivumisessa, kuten aiemmin on todettu, piilee kuusikoille suuri vaara, vaikkei tuo kuivuminen sinänsä olisikaan saavuttanut suuria mittasuhteita (vrt. esim. Gråön tai Lintulan tutkimus-alueita) ja vaikka kuusien vastustuskyky saattaa ollakin varsin suuri tällaista kuivumista vastaan (Kangas 1939). Ne ovat usein alkuna otollisena hetkenä yhtäkkiä puhkeaville suurtuhoille. Ne ovat, kuten on todettu, lisäksi hyvinkin sitkeästi jatkuvia (vrt. esim. Helsingin kaupungin metsä ym.), toisinaan aivan yksittäisestikin esiintyviä, eivätkä tavallisesti muutaman, esim. 2—4 vuoden päästä laantumaan rupeavia, kuten akuuttisluntoiset tuhot enimmäkseen tapaavat olla. Niihin on siksi syytä kiinnittää huomiota niiden niukastikin esiintyessä. Samoin on aina otettava huomioon kaikissa mahdollisissa hakkuissa tällaisen kuivumisen hakkuiden toteuttamisen yhteydessä esiintuomat vaarat metsikölle samoin kuin vaatimukset hakkuun soveltamisesta kuivumisen rajoittamiseksi ja tyrehtyttämiseksi. Tärkeimmäksi tällöin muodostuu kuivumisensa alku-

vaiheessa olevien puiden toteaminen leimauksen yhteydessä, jotta ne tulisivat mahdollisimman aikaisin poistetuiksi metsiköstä. Talvihakkuiden yhteydessä, ja varsinkin jos kysymyksessä on vielä verraten vähäisessä määrässä esiintyvä kuivuminen, saattaa hyvinkin riittää kuivuvissa puissa vain kuivumistekijäin esiintymäkohtien kuoriminen — esim. ukkonilurin tai kuusijäärien ollessa kysymyksessä — ja ilman kuorien polttamista, mikäli muuten haluttaisiin tehdä kuorellista tavaraa. Pikikärsäkkäitten esiintyessä kuivumistekijöinä on puut kuitenkin aina kuoritava erityisen huolellisesti, pintapuutakin mukaan ottaen, siis täysipuh- taaksi, jotta pintapuuhun osittain kaivautuneet koteloituvat toukat todella saataisiin hävitetyksi. Hakkuutähteiden ja kantojen käsittelystä viitataan niistä seikoista edellisessä ala-luvussa esitettyyn (s. 147).

Eri kuivumistyypeistä tulevat kroonisluntoisessa kuivumisessa kysymykseen kaikki ukkoniluri-ryhmän tyypit (kuusen syöpä – ukkoniluri-, ukkoniluri- ja mesisieni – ukkoniluri-tyyppi), maannousema – mesisieni-tyyppi sekä pikikärsäkäs- ja pikikärsäkäs – monikirjaaja-tyypit, poikkeuksellisesti myös monikirjaaja-tyyppi, ts. paikoittaiset ja alhaalta ylöspäin kehittyvät eli pääasiassa ukkonilurin sekä mesisienen ja pikikärsäkkään yhteisesti ynnä pikikärsäkkään aikaansaamat kuivumiset. Eri tyyppien tavallisimmat kuivumisajat eli kuivumisprosessien pituudet, niiden alkuunpanijain kuivumisprosessiin osallistumisajat (pituudet) sekä kuivumistekijäin hävittämisen kannalta mahdolliset ja edullisimmat kuivuvien puiden kaatoajat ilmenevät edempänä luvun lopussa olevasta taulukosta.

Akuuttisluntoisessa kuivumisessa on useissa tapauksissa, kuten sanottu, kysymys suuressa mittakaavassa tapahtuvasta tuhosta, joskin usein saattaa sattua myös penemmassä määrässä, mutta kuitenkin melkein poikkeuksetta ryhmittäin esiintyvää kuivumista. Sille on yleensä luonteenomaista varsin suuri yllätyksellisyys sekä heti alkuunsa että — alkuun päästyään — uyoikin myöhemmin (vrt. ss. 131 ja 149—150). Vaikka se, kuten edellä kroonisluntoisen kuivumisen yhteydessä mainittiin, tavallisesti on suhteellisen lyhyessä ajassa vähitellen herkeävää, se saattaa myös muodostua tietyissä olosuhteissa pitkäaikaiseksi (kroonisluntoiseksi), säännöllisesti vuosittain jatkuvaksi (vrt. esim. Meilbyn sekä myös Gårön tutkimus-alueita). Suuressa mitassa tapahtuva kuivuminen vaatii pakostakin nopeihin toimenpiteisiin ryhtymistä, joka sittenkin helposti saattaa muodostua liian myöhäiseksi sekä puutavaran pelastamisen että myös kuivumistekijäkantojen hävittämisen kannalta, ellei kuivuvaa metsikköä ole pidetty tarpeeksi tarkasti silmällä. Soveliaan hakkuu- ajan pituus on näissä tapauksissa näet vain 2—3 viikkoa. Juuri tällaisen

mahdollisuuden varalta ovat sekä kroonisluntoiset, vähäisessäkin määrässä esiintyvät, — kuten jo on mainittu — että myös lievät tai pitkäaikaiset akuuttisluntoiset kuivumiset pyrittävä pitämään tarkan valvonnan alaisina silloinkin, kun niitä kuivumisen rajoittamiseksi ja tyrehtyttämiseksi on hakkuilla säännöllisesti käsitelty. Valvontatarkastukset olisi ensi kerran pidettävä yleensä kesäkuun puolella, mutta viimeistään ennen juhannusta, jotta niiden mahdollisesti aiheuttamat varoitukset uhkaavasta tuhosta ehtisivät ajoissa tarkoituksenmukaisten hakkuiden käyntiin saattamiseksi oikealla ajallaan (vrt. G o l o v j a n k o 1926, s. 87). Niitä olisi lisäksi toistettava melko tiheään koko kriittisen kauden (15. VI.—15. VII.) aika. Hakkuiden yhteydessä on puut aina kuorittava ja sekä kuoret että hakkuujätteet hävitettävä — mieluummin polttamalla —, ja tämä on lisäksi suoritettava viivyttämättä hakkuun ja puiden kuorimisen päättymisen jälkeen. Mutta myös koko hakkuu on suoritettava usein hyvinkin lyhyessä ajassa.

Kuivumistyypeistä tulee tässä yhteydessä kysymykseen pikikärsäkäs-kirjanpainaja-tyyppi sekä kaarnakuoriaisryhmän tyypit (kirjanpainaja-, tähti-(ja oksa-) kirjaaja- sekä monikirjaaja-tyyppi), ts. koko puun yhtäaikaiset (sekä ylhäältä alaspäin kehittyvät) eli pikikärsäkkään ja kirjanpainajan yhdessä sekä kaarnakuoriaisten aiheuttamat kuivumiset. Eri tyyppien kuivumisprosessien ja kuivumistekijäin kuivumisprosessiin osallistumisajan pituudet sekä tekijöiden hävittämisen kannalta mahdolliset (edullisimmat) kuivuvien puiden kaatamisajat ilmenevät seuraavasta taulukosta (s. 170—171).

Kuivumistyyppien mukaisesti voidaan kroonisluntoisia kuivumistapauksia ajatella poistettavaksi metsiköstä yhden tai useamman vuoden (talven) aikana, ja samalla kuitenkin saada metsiköstä puutavara vielä käyttökelpoisena talteen sekä päästä käsiksi kuivumisen alkuun pääsyn tekijöihin. Toisissa kuivumistyypeissä tämä ajanjakso rajoittuu kuivumisen alkuvaiheeseen, toisissa, kuten esim. pikikärsäkäs-ryhmän tyyppien yhteydessä on viitattu (s. 57), se saattaa jatkua vielä kuivumisvaiheen puolellekin. Eri asia on, että sekä puutavaran kuivumisensa johdosta kärsimä laadun alennus (kuivuneet ja sinistyneet läikät) että kuivuvan puun metsikön kuivumista edistävä vaikutus jäävät vähäisimmiksi, jos puu kaadetaan metsiköstä aikaisimpana mahdollisena ajankohtana. Mahdollisuus suorittaa hakkuut usean talven aikana saattaa kuitenkin mahdolliseksi eräissä tapauksissa jossakin määrin sovittaa niitä yksin muiden samalle alueelle tai lähimetsikköihin suunniteltujen hakkuiden kanssa, tuloksen siitä sanottavasti kärsimättä. Tällöin joudutaan kuitenkin samalla

ottamaan se riski, että väliaikana kuivuminen voisi ehtiä ehkä muuttua-kin suurтуhoksi. Akuuttisluntoisissa tuhoissa ei tällaista hakkuuajan kohdan valinnan varaa yleensä ole edes kuukausienkaan puitteissa, kuten on käynyt ilmi. Kuitenkin eräissä tapauksissa hakkuu voi siirtyä melkoisestikin, tosin saatavan puutavaran laadun ja osittain myös metsikön kuivumisen edistymisen kustannuksella, kuten monikirjaaja-tyypissä, vieläpä seuraavaan kasvukauteen asti.

Edullisin kaatoaika olisi puutavaran talteenottamisen kannalta — ellei hakkuuteknillisiä näkökohtia ajatella — luonnollisesti mahdollisimman aikainen heti kuivumisen alkuun päästyä. Edullisin kuivumistekijäin hävittämisen kannalta — tuhohyönteisten osalta, jotka tässä vain voivat tullakin kysymykseen — on se aika, jolloin niiden nuoruus- (toukka-, osittain myös kotelo-) asteet esiintyvät (vrt. K a n g a s 1936, s. 40). Molempien seikkojen osalta myöhäisin mahdollinen aika on se, jolloin viimeistään hakkuun tarkoitus, puutavaran pelastaminen ja kuivumistekijäin hävittäminen, voidaan saavuttaa, siis juuri ennen puun kuivumista (sinistymisen alkamista) tai juuri toukkien koteloitumisen alkaessa. Jos viimeksi mainittujen koteloste on pitkä — esim. yli talven kestävä — ja kotelot sijaitsevat kuoreissa, sen alla tai aivan pintapuussa, voi kaatoon mahdollinen (sopiva) aika jatkua pitkältikin koteloaikaan. Kuusijäärien osalta se on kuitenkin viimeistään jo toukka-ajan lopulla, koska täysikasvuiset toukat ja kotelot esiintyvät kokonaan mantopuun sisässä (esim. S a a l a s 1923). Näitä mahdollisuuksia rajoittaa vielä eräs tärkeä tekijä, nim. se, koska aikaisintaan voidaan todeta — käytännössä tietysti päällepäin nähtävissä olevien merkkien perusteella (ks. kuivumistyyppijä) —, että kuivuminen on puussa päässyt alkuun. Tämä tapahtuu useinkin vasta jonkin ajan kuluttua kuivumisen alkuun pääsystä, toisinaan heti sen jälkeen.

Aikaisemmin (K a n g a s 1936, s. 41) on jo esitetty käytäntöä silmällä pitäen, silloin vielä keskeneräisten tutkimusten perusteella, alustava taulukko edullisimmista kuivuvien kuusien kaatoajoista po. tarkoitusta silmällä pitäen. Edellä ja kuivumistyyppien käsittelyn yhteydessä esitetyn perusteella on seuraavaan taulukkoon pyritty kiteyttämään kuivuvien kuusien puutavaran käyttökelpoisena talteenottamisen sekä kuivumistekijäkantojen hävittämisen kannalta tärkeimmät aikamäärät.

Kuten edellä huomautettiin, on jako kroonisluntoiseen ja akuuttisluntoiseen kuivumiseen vain karkea. Se ei suinkaan merkitse sitä, ettei jälkimmäisessä kuivumisessa esiintyisi joukossa kuivumistapauksia, jotka tyyppinsä perusteella kuuluvat edelliseen, ja päinvastoin edelli-



Täulukko 3. Kuivumisen kestäminen, sen alkuunpanijain osallistumisen ottamiseen mahdollista.  
Tabelle 3. Dauer der Vertrocknung, Beteiligung ihrer Auslöser am Vertrocknungsprozess nehmen des

Kuivumisen laatu Art der Vertrocknung	Kuivumisryhmät käytäntöä varten Vertrocknungsgruppen für die Praxis	Kuivumistyyppi Vertrocknungstyp (Kuivumisen alkuunpanijat) Die Auslöser der Vertrocknung	Kuivumisen alkuunpanijain esiintyminen Das Vorkommen der Auslöser der Vertrocknung	
			kasvukautta Vegetationsperioden	talvikautta Winterperioden
Krooninen kuivuminen Chronische Vertrocknung	Paikoittainen — Fleckenweise Vertrocknung ..... (Ukkonilurin aiheuttama) — (Urheber: <i>D. micans</i> )	Kuusen syöpä — ukkoniluri — <i>Dasyscypha</i> + <i>D. micans</i> ..	(2) 3—4+	(1) 2—3+
		Ukkoniluri — <i>D. micans</i> ....	3—4	2—3
		Mesisieni — ukkoniluri — <i>Armillaria</i> + <i>D. micans</i> .....	3	2
	Alhaalta ylöspäin — Nach oben verlaufende Vertrocknung (Maannouseman — mesisien ja pikikärsäkkään aiheuttamat) — (Urheber: <i>F. annosus</i> + <i>Armillaria</i> , <i>Pissodes</i> ) ....	Maannousema — mesisien — <i>F. annosus</i> + <i>Armillaria</i> ....	2—4+	1—3+
	Pikikärsäkäs — <i>Pissodes</i> ....	3—4	2—3	
	Pikikärsäkäs — monikirjaajat — <i>Pissodes</i> + <i>Polygraphus</i> ..	3	2	
Akuuttinen kuivuminen Akute Vertrocknung	Koko puu yhtäaikaan — Gleichzeitige Vertrocknung ..... (Pikikärsäkkään — kirjanpainajan, monikirjaajien ja kirjanpainajien aiheuttama) — (Urheber: <i>Pissodes</i> + <i>I. typographus</i> , <i>Polygraphus</i> und <i>I. typographus</i> + <i>duplicatus</i> ) (Kuusen tähtikirjaajan aiheuttama [Myös ylhäältä alaspäin!]) — (Urheber: <i>Pityogenes</i> [Auch nach unten verlaufend!]) .....	Pikikärsäkäs — kirjanpainaja — <i>Pissodes</i> + <i>I. typographus</i>	2	1
		Monikirjaajat — <i>Polygraphus</i>	2—3	1(2)
		Kirjanpainajat — <i>I. typographus</i> + <i>duplicatus</i> .....	1/2	—
		Kuusen tähti- (ja oksa-) kirjaajat — <i>Pityogenes</i> (+ <i>Pityophthorus</i> ) .....	1/2 (+1/2)	—(1)

<sup>1</sup> Lyhennykset: t.k. = talvikautena, ke.k. = kesä kautena.

minen kuivumisprosessiin sekä niiden hävittämiseen ja puutavaran linen (edullisin) hakkuu aika.  
und die mögliche (vorteilhafteste) Fällzeit zur Vernichtung der letzteren und zum Ausgebrauchsholzes.

Kuivumistyyppin kuivumisaika (kuivumisprosessin pituus) Vertrocknungszeit des Vertrocknungstyps (Dauer des Vertrocknungsprozesses)				Hakkuumahdollisuudet Hauungsmöglichkeiten		Hakkuu aika viimeistään Letzte mögliche Fällzeit <sup>1</sup>
koko pituus, v. Gesamte Dauer, Jahre	alkuvaihe Anfangsstadium		kuivumisvaihe, v. Vertrocknungsstadium, Jahre	talvikautta Winterperioden	kesän kulkautta Sommermonate	
	vuotta Jahre	kasvukautta Vegetationsperioden				
4—5+	2—3+	3—4+	1—2	(1) 2—3+		1. V.
3—5	2—3	3—4	1—2	2—3		1. V.
3—4	2—3	3(4)	1—2	2		1. V.
2 1/2—5+	1 1/2—3+	2—4+	1—2	1—3+		(1. IV.)
2 1/2—3 1/2	1—2	2—3	1—2	2—3		1. IV.
2 (2 1/2)	—	—	2 (2 1/2)	(1) 2		1. IV.
1 (1 1/4)	1—	2	1/4	1	1	t.k. 1. IV. ke.k. 25. VI.—15. VII.
1—2	—	—	1—2	1 (2)	2	t.k. 1. V. ke.k. 1. IV.—20. VII.
1/4	—	—	1/4	—	1	25. VI.—15. VII.
1/4, 1 1/4	—	—	1/4, 1 1/4	—	1	20. VI.—10. VII. (15. VII.)

<sup>1</sup> Abkürzungen: t.k. = Winter, ke.k. = Sommer.

sessä kuivumisessa esiintyisi jälkimmäisen kuivumistyyppijä. Käytännössä tämä merkitsee sitä, että kuivuvassa metsikössä esiintyy usein eri ryhmien kuivumistyyppijä, joiden kaatoajat myös edellä esitetyn mukaan sattuvat eri vuodenaikoihin. Akuuttisluontoisissa tapauksissa ei krooniselle kuivumiselle ominaisista kuivumistyypeistä tällöin ole haittaa, koska niissä esiintyvien kuivumistekijäin (tuholaisten) pitkä toukka-aika yleensä tekee hakkuun kt. ajankohtanakin tarkoitustaan vastaavaksi. Sen sijaan akuuttiselle kuivumiselle ominaisista kuivumistyypeistä vain monikirjaaja- (teoreettisesti otettuna kyllä myös pikikärsäkäs-kirjanpainaja-) tyyppi voi, hakkuun tarkoituksen mukaisena säilyessä, sopeutua kroonisluntoisten kuivumistapausten mukaisesti hakkuu-aikaan nähden. Pikikärsäkäs-kirjanpainaja-tyypin tapauksissa kuivumista tuskin voi todeta ennen talvihakkuita, eli siis ennenkuin kirjanpainajan vaikutus kuivumiseen, so. varsinainen kuivumisvaihe, on alkanut. — Maannousema - mesisieni-tyypin kuivumistapaukset tulevat tässä kysymykseen luonnollisesti vain puutavaran talteen ottamisen ja esiintyvien muiden kuivumistekijöiden (tuhohyönteisten), ennen kaikkea pikikärsäkkään, hävittämisen kannalta.

Pahojen kuivumistuhojen torjumiseksi, mikäli ovat kysymyksessä nopeat kuivumistapaukset (kaarnakuoriais-ryhmän tyypit) — ehkä pikikärsäkkään aikaansaaman kuivumisenkin ollessa kysymyksessä —, voitaneen meikäläisissäkin oloissa ajatella ns. pyyntipuiden käyttöä, mikä soveltuu myös hakkuiden yhteydessä toteutettavaksi, mutta asettaa samalla omat aika- ym. vaatimuksensa hakkuille (vrt. kuitenkin Golovjanko 1926, s. 87, alaviittaus). Pyyntipuiden käyttö, vaikka se merkitseekin erikoiskustannuksia, ei ilmeisesti kuitenkaan ole meikäläisissä oloissa metsätaloudellisesti sentään ylivoimaisen kallis tuholaisten hävittämismenetelmä. Siinä saadaan sitäpaitsi tarkoitukseen käytetystä puutavarasta tai puista runko ainakin jossakin määrin käyttökelpoisena talteen. Tässä yhteydessä viitataan niiden käytöstä ja valmistuksesta vain tunnettuihin saksalaisiin (Eckstein 1904; Escherich 1914) ja ruotsalaiseen (Trägårdh 1939) esitykseen (vrt. Saalas 1919, ss. 16—23). Tutkimusten yhteydessä alulle pannut kokeet pyyntipuiden käyttämiseksi ukkonilurin hävittämiseksi Lintulan valtionpuistossa jäivät sodan vuoksi kesken, joten sen asian selvittely vaatisi meillä vielä uusia tutkimuksia ja kokeita.

## Kirjallisuusluettelo.

- Aaltonen, V. T. 1939. Puiden juuristot ja metsänhoito. Metsänhoitajien jatkokurssit 1938, IV. *Referat*: Das Wurzelwerk der Bäume und die Waldpflege. Der Fortbildungskursus für Forstmeister 1938, IV. *Silva fennica* 52. Helsinki.
- Aro, Paavo. 1938. Suomen Metsätieteellisen Seuran toiminta vv. 1934—1937. *Deutsches Referat*: Die Tätigkeit der Forstwissenschaftlichen Gesellschaft in Suomi während der Jahre 1934—1937. *Acta forest. fenn.* 47. Helsinki.
- Barth, Agnar. 1902. Grantorken, dens Aarsager og Forebyggelse. *Tillæg till Tidsskr. f. skogbr.* Kristiania.
- Cajander, A. K. 1917. Metsänhoidon perusteet. II. Suomen dendrologian pääpiirteet. Porvoo.
- Eckstein, Karl. 1904. Technik des Forstschutzes gegen Tiere. Berlin.
- Enslin, E. 1918. Die Tenthredinoidea Mitteleuropas. *Beihefte der Deutschen Entomologischen Zeitschrift* 1912—1917. Berlin.
- Escherich, K. 1914. Die Forstinsekten Mitteleuropas. I Band. Berlin.
- Ferdinandson, C. og Jørgensen, C. A. 1938—39. *Skovtraernes Sygdomme*. København.
- Головянко, З. (Golovjanko, Z. S.) 1926. К Методик учета зараженности сосен короедками. *Résumé*: Zur Methodik der Bestimmung der Borkenkäferbefalls der Kiefern. Труды по лесному опытному делу Украины. Вып. IV. Киев (Kiev).
- Heikinheimo, Olli. 1920. Suomen lumituhoalueet ja niiden metsät. *Referat*: Die Schneeschadengebiete in Finnland und ihre Wälder. *Metsätiet. koelait. julk.* 3. Helsinki.
- 1927. Raivolan lehtikuusimetsän alue. Helsinki.
- 1944. Metsien luontainen uudistuminen. Keskusmetsäseura Tapion käsikirjasia N:o 22. Helsinki.
- Hellén, W. 1930. Koleopterologische Mitteilungen aus Finnland VIII. *Not. Ent.* X. Helsinki.
- Hertz (Tertti), Martti. 1930. Suomen puulajit. Maa ja metsä IV. 2. Porvoo.
- Hintikka, T. J. 1930. Metsäpuitemme ja puutavaran tärkeimmistä tuhosienistä. Maa ja metsä IV. 2. Porvoo.
- Іллінський, А. І. (Iljinsky, A.) 1928. Закономірності у розмноженні малого лубоїда (*Blastophagus minor* Hartig) і теоретичне обґрунтування заходів боротьби з ним у лісах. (Попереднє повідомлення). *Résumé*: Gesetzmäßigkeiten in der Vermehrung des kleinen Waldgärtners (*Blastophagus minor* Hartig) und theoretische Begründungen der Massnahmen zu seiner Be-

kampfung im Walde. (Vorläufige Mitteilung). Труды по лесному опытному делу Украины. Выпуск IX. (Mitteilungen aus dem Forstl. Versuchswes. in der Ukraine. Heft. IX.) Київ (Kiev).

- Іллієвський, А. Л. (Iljinsky, A.) 1931 a. До питання про типи відмирання і заселення шкідниками соснових стовбурів у лісах на Україні. *Zusammenfassung*: Zur Frage über die Typen des Absterbens der Kiefernstämmе und deren Besiedlung durch Schädlinge in den Wäldern der Ukraine. СРСР-ВРНГ Союзліспром. Серія наукових видань українського зонального науково-дослідного інституту лісового господарства й лісової промисловости. Випуск 1. (Oberster Volkswirtschaftsrat Vereinigung der Holzindustrie der U. S. S. R. Wissenschaftliche Ausgabenserie des Staatsinstituts für wissenschaftliche Forschung aus dem Gebiet der Forstwirtschaft und Holzindustrie. Lieferung 1.) Харків (Charkiw).
- 1931 b. До питання про біологію й лісо-господарче значення синього крицяка. *Zusammenfassung*: Zur Frage über die Biologie und forstliche Bedeutung des Prachtkäfers Phenops cyanea F. СРСР-ВРНГ Союзліспром. Серія наукових видань українського зонального науководослідного інституту лісового господарства й лісової промисловости. Випуск 1. (Oberster Volkswirtschaftsrat Vereinigung der Holzindustrie der U. S. S. R. Wissenschaftliche Ausgabenserie des Staatsinstituts für wissenschaftliche Forschung aus dem Gebiet der Forstwirtschaft und Holzindustrie. Lieferung 1.) Харків (Charkiw).
- Jansson, Anton und Sjöberg, Oscar. 1928. Leptura inexpectata nov. sp. (Col., Cerambycidae). Ent. Tidskr. 49. Stockholm.
- Jørgensen, C. A. 1938—39. Ks. Ferdinandsen, C. og Jørgensen, C. A. 1938—39.
- Kangas, Esko. 1934 a. Über entomologische Analysen und ihre Anwendung. *Selostus*: Entomologisista analyysistä ja niiden soveltamisesta. Acta forest. fenn. 40. Helsinki.
- 1934 b. Tutkimuksia Punkaharjun männiköiden hyönteistuhosta. *Deutsches Referat*: Untersuchungen über die Insektenschädigungen der Kiefernbestände in Punkaharju. Metsätiet. tutkimusl. julk. 19. Helsinki.
- 1934 c. Mäntyjen kuivumisesta hyönteistuhon johdosta. Metsätietoa I. 8. Helsinki.
- 1935. Hyönteistuhon esiintynyt kuusimetsissä Etelä- ja Kaakkois-Suomessa. Metsälehti, N:o 46. Helsinki.
- 1936. Kuivuvat metsiköt ja niiden käsittely. Suomen metsänhoitoyhdistyksen vuosikirja VI. Helsinki.
- 1937. Tutkimuksia mäntytaimistotuhosta ja niiden merkityksestä. *Deutsches Referat*: Untersuchungen über die in Kiefernplantzbeständen auftretenden Schäden und ihre Bedeutung. Metsätiet. tutkimusl. julk. 24. Helsinki.
- 1938. Zur Biologie und Verbreitung der Pissodes-Arten (Col., Curculionidae) Finnlands. S. hyönt. aikakk. — Ann. ent. fenn. 4. Helsinki.
- 1939. Über die Widerstandsfähigkeit der Fichte gegen Angriffe von Dendroctonus micans. VII. Internationaler Kongress für Entomologie, Berlin, 15.—20. August 1938, III. Weimar.

- Kangas, Esko. 1940 a. Maannousema kuusikoittemme metsänhoidollisena kysymyksenä. Metsätal. Aikakauslehti, N:o 10. Helsinki.
- 1940 b. Tuloksia Pohjankankaan ja Hämeenkankaan metsänviljelyksistä. *Deutsches Referat*: Ergebnisse der Waldkulturen auf den Heiden Pohjankangas und Hämeenkangas. Acta forest. fenn. 49. Helsinki.
- 1942 a. Forstentomologische Studien an der Espe. S. hyönt. aikakk. — Ann. ent. fenn. 8. Helsinki.
- 1942 b. Forstentomologische Studien an einigen Laubhölzern. S. hyönt. aikakk. — Ann. ent. fenn. 8. Helsinki.
- 1944. Tärkeimmät puissa esiintyvät sieni- ja hyönteistuhot. Tapion taskukirja. Helsinki.
- Kangas, Yrjö. 1937. Tutkimuksia havupuukantojen hyönteisistä. Käsikirjoitus. Kujala, Viljo. 1935. Kuusen syöpätaudista Korpikylän hoitoalueella. Metsätal. aikakk. Helsinki.
- Lagerberg, Torsten. 1919. Snöbrott och toppröta hos granen. *Deutsches Referat*: Schneebrüche und Gipfelfäule bei der Fichte. Medd. fr. stat. skogsförsöksanst. Häfte 16. Stockholm.
- 1923. Rötornas betydelse för granen och dess avkastning. Skogsvårdsför. tidskr. Stockholm.
- Laitakari, Erkki. 1930 a. Metsän hoito eri metsätyypeillä. Maa ja metsä IV. 2. Porvoo.
- 1930 b. Metsän ilmastolliset vaarat. Maa ja metsä IV. 2. Porvoo.
- 1934. Tuulen huomioon ottaminen metsänhoidossa. Suomen metsänhoitoyhdistyksen vuosikirja IV. Helsinki.
- Liro, J. I. 1924. Tärkeimmät tuhosit. Vanamon kirjoja N:o 22. 2. painos. Helsinki. Metsälehti. 1937. N:o 38. Helsinki.
- Neger, F. W. 1919. Die Krankheiten unserer Waldbäume und der wichtigsten Gartengehölze. Stuttgart.
- Palm, Thure. 1944. För Sverige nya Coleoptera. VIII. Ent. Tidskr. 65. Stockholm.
- Saala, Uno. 1917. Die Fichtenkäfer Finnlands. I. S. Tiedeakat. toimit. Sarja A, nide 8. Helsinki.
- 1919. Kaarnakuoriaisista ja niiden aiheuttamista vahingoista Suomen metsissä. *Deutsches Referat*: Über die Borkenkäfer und den durch sie verursachten Schaden in den Wäldern Finnlands. Acta forest. fenn. 10. Helsinki.
- 1923. Die Fichtenkäfer Finnlands. II. S. Tiedeakat. toimit. Sarja A, nide 22. Helsinki.
- 1924. Suomen metsien tärkeimmät tuhohyönteiset ja niiden torjuminen. Porvoo.
- 1938. Suomen osakirjaajat (Pityophthorus). Luonnon Ystävä. Helsinki.
- Sarvas, R. 1944. Tukkipuun harsintojen vaikutus Etelä-Suomen yksityismetsiin. *Deutsches Referat*: Einwirkung der Sägestamplenterungen auf die Privatwälder Südfinnlands. Helsinki.
- Schimitschek, Ervin. 1929. Tetrogium Gabrieli Weise und Tetrogium fuscum F. Ein Beitrag zu ihren Lebensgeschichte und Lebensgemeinschaft. Zeitschr. f. angew. Ent. 15. Berlin.
- 1942. Zusammenhänge zwischen Kulturmassnahmen und Schädlingsauftreten. Mitteil. der Hermann-Göring-Akademie der Deutsch. Forstwissensch. 2. Jahrg., Band I. Frankfurt am Main.

- Schwerdtfeger, Fritz. 1944. Die Waldkrankheiten. Berlin.
- Sjöberg, Oscar. 1928. Ks. Jansson, Anton und Sjöberg, Oscar. 1928.
- Soraauer, Paul. 1932. Handbuch der Pflanzenkrankheiten. Dritter Band. Zweiter Teil. 5. Auflage. Berlin.
- Tertti (Hertz), Martti. 1937. Kuusimetsien uudistushakkauksista. Metsänhoitajien jatkokurssit 1936, II. *Referat*: Über die Verjüngungshiebe in Fichtenbeständen. Der Fortbildungskursus für Forstmeister 1936, II. *Silva fennica* 42. Helsinki.
- 1939. Näkökohtia kuusimetsän hoidosta. Metsänhoitajien jatkokurssit 1938, IV. *Referat*: Gesichtspunkte betreffend die Pflege der Fichtenwälder. Der Fortbildungskursus für Forstmeister 1938, IV. *Silva fennica* 52. Helsinki.
- Tikka, P. S. 1935. Puiden vikanaisuuksista Pohjois-Suomen metsissä. Tilastollis-metsäpatologinen tutkimus. *Deutsches Referat*: Über die Schadhaflichkeiten der Bäume in den Wäldern Nord-Suomis (-Finnlands). Eine statistisch-forstpathologische Untersuchung. *Acta forest. fenn.* 41. Helsinki.
- Tirén, Lars. 1937. Skogshistoriska studier i trakten av Degerfors i Västerbotten. *Summary*: Forestry historical studies in the Degerfors district of the province of Västerbotten. *Medd. fr. stat. skogsförsöksanst.* Häfte 30. Stockholm.
- Trägårdh, Ivar. 1919. Skogsinsekternas skadegörelse under år 1917. *Deutsches Referat*: Das Auftreten der schädlichen Forstinsekten in Schweden im Jahre 1917. *Medd. fr. stat. skogsförsöksanst.* Häfte 16. Stockholm.
- 1921. Undersökningar över större mörghorren, dess skadegörelse och bekämpande. *Deutsches Referat*: Untersuchungen über den grossen Waldgärtner (*Myelophilus piniperda*). *Medd. fr. stat. skogsförsöksanst.* Häfte 18. Stockholm.
- 1923. Mål och medel inom skogsentomologien. *Deutsches Referat*: Ziele und Wege in der Forstentomologie. *Medd. fr. stat. skogsförsöksanst.* Häfte 20. Stockholm.
- 1925. Entomological analyses of trees. Reprinted from the *Bulletin of Entomological Research*, Vol. XVI., Pt. 2. October, 1925. London.
- 1926. On some Methods of Research in Forest Entomology. III. Internationaler Entomologen-Kongress. Zürich, Juli 1925. Band II. Weimar.
- 1927. Entomologiska analyser av torkande träd. *English summary*: Entomological Analysis of Dying Trees. *Medd. fr. stat. skogsförsöksanst.* Häfte 23. Stockholm.
- 1929. Investigations of the Fauna of a Dying Tree. IV. International Congress of Entomology. Ithaca, August 1928. Volume II. Naumburg a. S.
- 1930. Methods of Investigating the Fauna of Dying Trees. Reprinted from the *Proceedings of the International Congress of Forestry Experimental Stations*, Stockholm 1929. Stockholm.
- 1939. Sveriges skogsinsekter. Andra omarbetade och utvidgade upplagan. Stockholm.
- Wagner, C. 1907. Die Grundlagen der räumlichen Ordnung im Walde. Tübingen.
- Wolff. 1920. Aufforderung zur Mitarbeit an der Erforschung der Biologie des grossen und kleinen Waldgärtners. *Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwes.* 52. Jahrg. Berlin.
- Zolk, K. 1935. Metsakahjurite esinemine Eestis 1934. a. *Deutsches Referat*: Das Vorkommen der Forstschädlinge in Estland im Jahre 1934. *Tartu ülikooli entomoloogia - katsejaama teadaanded* Nr. 35. Tartu.

## ÜBER DIE VERTROCKNUNG DER FICHTENBESTÄNDE ALS WALDKRANKHEITS- UND WALDBAUFRAGE

### Einleitung.

(S. 9—11)

In den 1930er Jahren traten in den Fichtenbeständen Südfinnlands zahlreiche Vertrocknungsfälle ein, die damals auch die allgemeinere Aufmerksamkeit auf sich zogen (Kangas 1935, 1936; Metsälehti 1937) und es notwendig machten, näher an ihre Ursachen heranzutreten. Es wurde darum die Vertrocknung einerseits vom Standpunkt des Bestandes selbst und zweitens von waldbaulichen Gesichtspunkten aus einer Untersuchung unterzogen, um dadurch einen organischeren Zusammenhang mit den waldbaulichen Problemen und Massnahmen zu gewinnen. Gleichzeitig und später eingeleitete Untersuchungen über die Verheerungen von *Fomes annosus* sowie über die Einwirkungen des Krieges auf die Fichtenbestände haben sehr zur Förderung der vorliegenden Untersuchungen beigetragen.

Die Untersuchung konzentriert sich in erster Hand auf zwei Hauptprobleme, nämlich einerseits auf die Vertrocknung selbst und ihre Ursachen und zweitens auf die Vertrocknung der Fichtenbestände als waldbauliche Frage. Von einer biologischen Behandlung der die Vertrocknung verursachenden Faktoren und anderer damit zusammenhängender Fragen ist hier ganz abgesehen worden.

### Untersuchungsmethoden.

(S. 12—14)

Um ein Bild zu gewinnen von dem allgemeinen Zustand der Fichtenbestände und dem Umfang der vor sich gehenden Vertrocknung, wurde für jedes Untersuchungsgebiet auf Grund angestellter Beobachtungen und zweckentsprechender Spezialuntersuchungen eine Gesamtbeschreibung ausgearbeitet. In den genauer untersuchten Waldungen wurde der Verlauf der Vertrocknung im allgemeinen während einer Reihe von Jahren verfolgt und die im Bestand durchgeführten waldbaulichen Massnahmen in ihrer Beziehung zu der Entstehung und dem fortgesetzten Entwicklungslauf der Vertrocknung geprüft. In diesem Zusammenhang sind u.a. auch die Hiebsbuchführung der betr. Untersuchungsgebiete und die mündlichen Angaben des Fachpersonals von Nutzen gewesen.

Zur Beschreibung sowie zur Verfolgung des Vertrocknungsprozesses im einzelnen Baum wurden Spezialuntersuchungen durchgeführt, von denen die wichtigsten den Vertrocknungsprozess selbst und seinen Fortlauf betrafen. Diese Untersuchungen grün-

den sich auf ein besonderes Analysierungsverfahren, die sog. Vertrocknungsanalyse. Dieser wiederum liegt dasselbe Prinzip wie den sog. entomologischen Analysen (Trägårdh 1923, 1927; Golovjanko 1926; Kangas 1934 a) zugrunde, aus welchen sie herausgearbeitet worden ist, indem es galt, ein Bild namentlich von dem Vorgang der Vertrocknung im ganzen und nicht nur vom Auftreten und den gegenseitigen Beziehungen der die Vertrocknung verursachenden Faktoren (Schädlinge) (Kangas 1939, vgl. auch 1942 a und b) zu gewinnen. Dies geschah u.a. durch eine auf eingehende Untersuchungen basierte Kartierung des Rindenmantels, d.h. durch eine sowohl örtliche als zeitliche Lokalisierung der Schäden. Daneben wurden entsprechende Wurzelanalysenergebnisse von gleichzeitig im Gange befindlichen Stockfäuleuntersuchungen (Kangas 1940 a) verwertet und bei Bedarf zu den Vertrocknungsanalysen hinzugefügt.

Die Untersuchungen umfassen eine Zeitspanne von ungef. 10 Jahren, beginnend mit dem Jahre 1934. Ihr Schwerpunkt entfällt auf die Jahre 1935, 1936, 1938 und 1939; die vom Kriege unterbrochenen Untersuchungen konnten erst im Winter 1944—45 zuendegeführt werden.

#### Die Untersuchungsgebiete.

(S. 15—17)

Die Untersuchungen fanden hauptsächlich in den Wäldern der Versuchsreviere der Forstlichen Forschungsanstalt Finnlands statt. Einige von den Untersuchungsgebieten waren jedoch auch in Privat- oder in Gemeinwäldern gelegen. Das eigentliche Hauptuntersuchungsmaterial haben die bedeutenden Kalamitäten der Wälder von Raivola und Ruotsinkylä geliefert. Es sind die folgenden, sog. Hauptuntersuchungsgebiete:

1. Staatsforst Korpikylä-Lintula im Versuchsrevier Raivola, Kirchsp. Kivennapa.
2. Der Lärchenforst von Raivola ebendort (entfällt jedoch auf das Kirchsp. Uusikirkko).
3. Wald des Staatsgutes Sjöskog-Meilby im Versuchsrevier Ruotsinkylä, Kirchsp. Helsinki.
4. Versuchsrevier Ruotsinkylä im Kirchsp. Tuusula.

Ausserdem wurden auch in sog. Beobachtungsgebieten Beobachtungen angestellt und Untersuchungen ausgeführt. Die Vertrocknungsfälle haben hier einen sehr verschiedenen Charakter aufgewiesen und die Untersuchungen sind lediglich auf die Gewinnung von Vergleichsmaterial beschränkt worden. Diese Beobachtungsgebiete sind die folgenden:

- 1—3. Drei private Waldbestände in der Landgemeinde Viipuri.
4. Waldbestand in Oulunkylä, Eigentum der Stadt Helsinki.
5. Die Insel Gråö im Versuchsrevier Solböle, Kirchsp. Bromarv.
6. Versuchsrevier Vesijako im Kirchsp. Padasjoki.
7. Kumpu-Kivalo im Versuchsrevier Kivalo, Landgemeinde Rovaniemi.

Sämtliche Untersuchungsgebiete, mit Ausnahme des Beobachtungsgebietes Kumpu-Kivalo, sind in Südfinnland gelegen. Der überwiegende Hauptteil der den Vertrocknungsprozess selbst, die ihn verursachenden Faktoren sowie das Ingangkommen der Vertrocknung betreffenden Untersuchungen ist im Staatsforst Korpikylä—Lintula ausgeführt worden.

#### Die Vertrockung der Fichtenbestände.

##### Die die Vertrocknung verursachenden Faktoren.

(S. 18—28)

Man findet bei uns in dünnen bzw. vertrocknenden Bäumen im allgemeinen eine recht grosse Anzahl verschiedener Insekten (vgl. Saalas 1917, 1923) und Pilze (vgl. Liro 1924) vor. An diese schliessen sich mehrere andere Faktoren an (mechanische Beschädigungen, Windschäden u.a.), denen ein Anteil am Vertrocknungsprozess zukommen kann. Zur Klärung des Vertrocknungsverlaufs und zumal seiner Anfangsstadien sowie zur Ermittlung der in dieser Phase daran beteiligten Faktoren, d.h. der eigentlichen Urheber der Vertrocknung, ist es notwendig gewesen, Analysen an eben vertrocknenden oder auch an solchen Bäumen auszuführen, bei denen die Vertrocknung eben beginnt, m.a.W., die Analysen sind im allgemeinen lediglich auf lebende Bäume beschränkt worden.

Den Vertrocknungsfaktoren, d.h. den am Vertrocknungsprozess beteiligten und in grösserem oder geringerem Masse zu seiner Förderung beitragenden Faktoren kommt vom Standpunkt der Vertrocknung eine weitgehend verschiedene Bedeutung zu, und ausserdem sind diese Faktoren in ihrem Auftreten sehr wechselvoll, weshalb es schwierig ist, sie nach Massgabe ihrer Wichtigkeit in eine bestimmte Reihenfolge einzuordnen (vgl. Iljinskij 1931 a). In dieser Untersuchung ist ein Versuch gemacht worden, sie nach ihrer höchsten Primärität in zwei Gruppen einzuteilen, nämlich 1) in die vornehmlichen Faktoren, die imstande sind, die Richtung des Vertrocknungsverlaufs wesentlich zu bestimmen und als Urheber der Vertrocknung aufzutreten und dadurch das Auftreten der anderen Vertrocknungsfaktoren zu bestimmen, und 2) in die untergeordneten, die meist auch nicht einmal im Ausnahmefall richtunggebend auf den Vertrocknungsverlauf einzuwirken vermögen, dessenungeachtet aber die Vertrocknung fördernd beeinflussen können. Dieser letzteren Gruppe fällt natürlich eine recht bedeutende Anzahl verschiedener Faktoren zu; hier werden jedoch nur die wichtigsten aufgezählt, die sich bei den vorliegenden Untersuchungen ergeben haben.<sup>1</sup>

Ferner sind auf S. 23 gewisse andere, in Verbindung mit den vorliegenden Untersuchungen angetroffene und bei uns schon früher als Vertrocknungserreger (Saalas 1919, 1923) festgestellte Arten aufgezählt. Der Anteil einiger von diesen wie auch von den im Verzeichnis Erwähnten am Vertrocknungsprozess ist noch als einigermaßen unklar zu betrachten (durch Hakenklammern und Fragezeichen kenntlich gemacht). Ihre Bedeutung ist in Kürze genauer auf S. 24—28 dargestellt. In einigen Fällen sind im Verzeichnis mehrere Arten zu einem gemeinsamen Vertrocknungsfaktor vereinigt worden (in Klammern unter dem Sammelnamen angeführt).

<sup>1</sup> Diese Gruppierung ist auf S. 21-22 zu finden. Erklärung der finnischen Fachausdrücke: 1. Ensisijaiset kuivumistekijät = vornehmliche Faktoren; hyönteiset = Insekten; sienet = Pilzen; muut tekijät = andere Faktoren; tuuli = Wind; mekaniset viat = mechanische Beschädigungen 2. Toissijaiset kuivumistekijät = untergeordnete Faktoren; tikat = Spechte; kuoren palo = Rindenbrand; pihkarakkulat = Harzblasen.

### Die Verrottungstypen.

#### Die Grundlagen der Unterscheidung der Verrottungstypen.

(S. 28—30)

Die Verrottungstypen, d.h. die allgemein vorkommenden Entwicklungsarten des Verrottungsprozesses, sind keineswegs streng fixiert, doch der Verlauf der Verrottung weist in den unter der gleichen Rubrik zusammengefassten Fällen dermassen deutlich die gleiche und eine von den anderen häufig vorkommenden Verrottungsarten abweichende Richtung auf, dass man von besonderen Verrottungstypen sprechen kann. Auch die in diesen Typen auftretenden, den Verlauf der Verrottung wesentlich beeinflussenden Faktoren sind im Bereich je ihres Typs stets die gleichen oder von ähnlicher Wirkung. Natürlich können auch Abweichungen bzw. Übergänge zwischen den einzelnen Verrottungstypen auftreten; einige Spezialfälle werden auch weiter unten einer gesonderten Betrachtung unterzogen.

Auf Grund der vorliegenden Untersuchungen wurde in bezug auf die Fichte schon früher (K a n g a s 1936) für die Zwecke der Praxis eine grobe Typeneinteilung der Verrottungsfälle vorgelegt (vgl. dasselbe bezüglich der Kiefer bei K a n g a s op.c. und 1934 c). Bei den bisherigen diesbezüglichen Typendefinitionen (G o l o v j a n k o 1926; T r ä g ä r d h 1929; I l j i n s k y 1931 a; Z o l k 1935; vgl. auch K a n g a s 1934 b) hat sich die Typeneinteilung, teils in praktischem, teils in wissenschaftlichem Sinne lediglich auf die entomologische Seite beschränkt; vom Standpunkt der Verrottung des Baumes ist es indessen natürlich, sie auf sämtliche feststellbaren Faktoren der Verrottung zu begründen (vgl. K a n g a s 1934 b, 1936, 1939).

Grundlegend für den weiteren Verlauf des Verrottungsprozesses ist der Umstand, wie die Verrottung ihren Anfang genommen hat, d.h., welcher Faktor oder welche Faktoren die sichtbaren Urheber der Verrottung sind. Das ist von wichtiger Bedeutung auch vom Standpunkt des praktischen Waldbaus, und die Unterscheidung der Verrottungstypen lässt sich denn auch am besten auf Grund derjenigen Faktoren durchführen, die als die eigentlichen Urheber der Verrottung auftreten.

#### D e n d r o c t o n u s - G r u p p e.

(S. 31—44)

*Dasyscypha resinarum*, *Dendroctonus micans* und *Armillaria mellea* treten oft entweder neben- oder nacheinander als Urheber der Verrottung bei der Fichte auf, wobei *Dendroctonus micans* als diejenige Art zu betrachten ist, der der wesentlichste Einfluss auf den weiteren Fortlauf des Verrottungsprozesses zukommt. *Dasyscypha resinarum* kann von den dreien als erster Verrottungsfaktor im Baum auftreten, seine Einwirkung ist indessen wahrscheinlich nur lokal beschränkt und daher im allgemeinen wohl nur von geringerer Bedeutung. Der Hallimasch, der sich gleichzeitig mit *Dendroctonus micans* oder bisweilen auch vor diesem im Baum einfinden kann, dessen Anteil an der weiteren Entwicklung des Verrottungsprozesses aber geringer als der des letzteren bleibt, kann von den erwähnten drei Verrottungsfaktoren an den zweiten Platz ge-

stellt werden. Praktisch ergibt sich also *Dendroctonus micans* als der eigentliche Urheber der Verrottung in dieser Gruppe.

Die Verrottung schreitet im allgemeinen sehr träge fort; die Widerstandskraft der Fichte gegen ihre Urheber und insbesondere gegen *Dendroctonus micans* (K a n g a s 1939) ist bedeutend. Ist aber der Prozess einmal in Gang gekommen, so geht der Baum im allgemeinen früher oder später unwiderruflich zugrunde. Es können zwei Phasen der Verrottung unterschieden werden, eine langsame und den Zustand des Baumes verhältnismässig wenig beeinflussende, im allgemeinen sich über mehrere Jahre erstreckende Anfangsphase und die zur endgültigen Verrottung des Baumes führende, gewöhnlich nur zwei bis drei Vegetationsperioden dauernde Endphase (eigentliche Verrottungsphase).

Je nach den Urhebern bzw. der Anfangsphase der Verrottung kann in dieser Gruppe von drei verschiedenen Verrottungstypen gesprochen werden, in deren jedem ihrerseits verschiedene Endphasen auftreten können.

Beim *Dasyscypha - Dendroctonus*-Typ verläuft der Verrottungsprozess am allerträgst. Die verrottungserregende Einwirkung des Fichtenkrebses gewinnt an Bedeutung erst dann, wenn sich *Dendroctonus micans*, durch den Pilz angelockt, im Baum eingefunden und seine Verheerungen begonnen hat. Der Käfer tritt hier also als der eigentliche Urheber der Verrottung auf. Die Analysen 1—3 (S. 33 und 34) geben die Anfangsphasen dieses Verrottungstyps wider (über die verwendeten Zeichen vgl. die Erläuterungen auf S. 32).

In bezug auf den Verlauf der Verrottung mit dem eben geschilderten Typ nahe verwandt ist der *Dendroctonus*-Typ. Der Riesenbarkkäfer tritt hier als der alleinige Urheber der Verrottung auf und erscheint auch als erster im Baum. Andere Verrottungserreger sind während der Anfangsphase im Baum nur wenig oder überhaupt nicht vorhanden. Das Auftreten von *Dendroctonus* ist also durchaus primär, eine Anlockung durch den Fichtenkrebs oder durch sonstige Faktoren braucht nicht notwendig vorzuliegen. Die Anfangsphase dieses Typs ist in den Analysen 4 und 5 (S.36) wiedergegeben.

Die Endphase der beiden oben beschriebenen Typen kann je nach dem Entwicklungsverlauf (der Art und der Zeitdauer) der Anfangsphase verschieden beschaffen sein. Unter denjenigen Faktoren, die die eigentliche Verrottungsphase einleiten, und unter den verschiedenen Erscheinungsformen (Untertypen) dieser Phase steht *Pissodes harcyniae* mit seinen Folgeerscheinungen an erster Stelle (vgl. K a n g a s 1939). Als Begleitarten findet man oft am Stammgrund die *Tetropium*-Arten vor. Als sekundäre Verrottungserreger treten am häufigsten die *Polygraphus*-Arten, *Ips typographus* und *I. duplicatus*, *Pityogenes chalcographus*, *Hylurgops palliatus*, *Monochamus sutor* und *M. rosenmuelleri* nebst anderen auf. Die Verrottungsphase hat dabei gewöhnlich eine Dauer von zwei Vegetationsperioden. Diese Phase der Verrottung veranschaulicht Analyse 6 (S. 38). — Eine zweite ungefähr ebenso träge verlaufende und nicht viel seltener Verrottungsphase ist diejenige, die durch die *Tetropium*-Arten verursacht wird. Unter den dabei in Frage kommenden sekundären Verrottungsfaktoren sind die *Polygraphus*-Arten, *Pityogenes chalcographus*, *Hylurgops palliatus* und die *Monochamus*-Arten die gewöhnlichsten, seltener findet man *Cryphalus saltuarius* und andere. Eine solche Verrottungsphase ist in Abb. 7 (S.39) dargestellt. — Eine dritte, im Vergleich zu den vorigen erheblich raschere Verrottungsphase wird durch *Ips typographus* zustandegebracht. Daneben können, wie beim entsprechenden selbständigen Typ, *I. duplicatus* und *Pityogenes chalcographus* auftreten, und auch der ganze Verrottungs-

nungsprozess nimmt dann einen entsprechenden Verlauf. Analyse 8 (S. 40) veranschaulicht eine solche Phase der Verrottung.

Der dritte Verrottungstyp der vorliegenden Gruppe, der *Armillaria* – *Dendroctonus* -Typ, unterscheidet sich in bezug auf den Verlauf des Verrottungsprozesses nicht viel von den beiden vorhergehenden. Es treten hier jedoch beide in der Typenbezeichnung genannten Verrottungserreger nebeneinander als gleichzeitige und gleichwertige Urheber der Verrottung auf. Analyse 9 (S. 42) stellt die Anfangsphase eines solchen Verrottungstyps dar. — Die eigentliche Verrottungsphase zeichnet sich in diesem Typ insbesondere durch das parallele Auftreten des Fichtenrüsslers und der Fichtenbockkäfer als Auslöser der Verrottung aus; Entsprechendes kann übrigens unter Umständen auch bei den beiden vorhergehenden Typen festzustellen sein. Den wichtigsten und häufigsten sekundären Verrottungsfaktor repräsentieren hier die *Polygraphus*-Arten, ferner *Monochamus sutor* und *M. rosenmuelleri* nebst einigen anderen (vgl. die Analyse 25, S. 121).

Vom Standpunkt der waldbaulichen Massnahmen ist bei den Verrottungstypen der *Dendroctonus*-Gruppe die lange Anfangsphase (2—3 Jahre und mehr) hervorzuheben. Der gesamte Verrottungsprozess dauert im allgemeinen mindestens drei Jahre (die Zeiten schwanken zwischen drei und fünf Jahren). Einen gemeinsamen Zug bildet ferner der Umstand, dass die Verrottung anfangs fleckenweise und gewöhnlich nur auf der einen Seite des Stammes einsetzt, so dass der Baum noch lange einen ziemlich gesunden Zustand beibehält.

Die äusserlich schon in der Anfangsphase sichtbaren Merkmale der Verrottung sind die durch den Riesenbastkäfer, den Hallimasch und den Fichtenkrebs verursachten Harzausflüsse. Verwechslungen können mitunter durch die bei der Fichte vorkommenden Harzbläschen entstehen. Die äusserlichen Kennzeichen der Verrottungsphase sind die gleichen wie beim weiter unten zu besprechenden *Pissodes haryniae* -Typ.

#### F o m e s a n n o s u s — A r m i l l a r i a - G r u p p e .

(S. 44—50)

Die Einwirkung des Wurzelschwamms auf den Verlauf der Verrottung (vgl. die Analysen 3, 5 und 6; desgl. K a n g a s 1939, p. 2003) äussert sich ausserordentlich träge im Zustand des Baumes, und der Pilz wird denn auch als Urheber- und richtunggebender Faktor der Verrottung von rascher wirkenden Verrottungserregern meistens vollständig überholt. Wo die Stockfäule im Baum ganz unzweideutig physiologisch verheerend auftritt, kann es Fälle geben, wo jene rascher wirkenden Faktoren nicht in der Anfangsphase der Verrottung tätig sind, abgesehen vom Hallimasch, der dann zum eigentlichen Urheber der Verrottung wird. Auch sein Auftreten ist anscheinend von demjenigen der Stockfäule abhängig. Der Beginn der Verrottung scheint dabei den erwähnten Faktoren zuzuschreiben zu sein, und die Verrottung kann also als von der Stockfäule und dem Hallimasch gemeinsam verursacht betrachtet werden.

Die Verrottung schreitet auch in dieser Gruppe träge fort, auch in dem Falle, dass ihr eigentlicher Beginn erst mit dem Erscheinen des Hallimasch im Baum angesetzt wird. Es handelt sich um ein weitgehend ähnliches Verhältnis wie das beim ersten

Typ der vorhergehenden Gruppe zwischen *Dasyscypha resinaria* und *Dendroctonus micans* herrschende. Der Verrottungsprozess zerfällt deutlich in eine Anfangsphase und die eigentliche Verrottungsphase. Man findet unter den Fällen dieser Gruppe im allgemeinen nur einen Typ repräsentiert.

Der *Fomes annosus* – *Armillaria* -Typ ähnelt weitgehend zumal dem letzten Typ der vorhergehenden Gruppe, doch mit dem Unterschied, dass hier *Dendroctonus micans* fehlt. Die Anfangsphase dieses Typs ist in Analyse 10 (S. 46) dargestellt.

Die eigentliche Verrottungsphase ist im allgemeinen sehr ähnlich wie beim *Pissodes haryniae* -Untertyp der vorhergehenden Gruppe. Analyse 11 (S. 47) veranschaulicht den Beginn der Verrottungsphase. Als Sekundärfaktoren findet man am gewöhnlichsten die *Polygraphus*-Arten nebst einigen anderen vor. Die spätere Entwicklung der Verrottungsphase zeigt Analyse 12 (S. 48).

Auch für den *Fomes annosus* – *Armillaria* -Typ ist kennzeichnend und vom Standpunkt der Praxis belangvoll, dass die Verrottung einen sehr trägen Verlauf aufweist. Die Anfangsphase erstreckt sich im allgemeinen über 2—3 und sogar 4 und noch mehrere Vegetationsperioden; die Verrottungsphase hat gewöhnlich eine Dauer von zwei Vegetationsperioden. Der Verrottungsprozess im ganzen beansprucht mindestens 3, gewöhnlich 4 bis 5 Jahre. Die Verrottung beginnt stets am Stammgrund und schreitet von dort nach oben hin fort. Vom Standpunkt der Waldpflegemassnahmen kommt der Anfangsphase keine Bedeutung zu, solange sich der Fichtenrüssler noch nicht im Baum eingefunden hat.

Die äusserlichen Merkmale der Verrottung sind in bezug auf den Hallimasch schon in Verbindung mit der vorhergehenden Gruppe angegeben worden; in bezug auf den Fichtenrüssler werden sie bei der nachfolgenden Gruppe zur Sprache genommen.

#### P i s s o d e s h a r c y n i a e - G r u p p e .

(S. 50—59)

Der Fichtenrüssler tritt wohl als der häufigste Verrottungserreger in unseren Fichtenbeständen auf und wurde in sämtlichen vorliegenden Untersuchungs- und Beobachtungsgebieten, in manchen von diesen als wichtigster oder sogar alleiniger Urheber des Verrottungsprozesses festgestellt.

In dieser Gruppe verläuft die Verrottung verhältnismässig rasch. Die Fichte setzt jedoch dem Feind einen so grossen Widerstand entgegen, dass dessen Angriffe sogar noch im zweiten Jahr misslingen können. Immerhin verschlechtert sich der Zustand des Baumes dabei dermassen, dass es selbst völlig sekundären Arten möglich wird, sich im Baum breit zu machen und dessen Verrottung zu vollführen. Das Erscheinen des Fichtenrüsslers, auch wenn seine Angriffe zunächst misslingen, bedeutet im allgemeinen ohne Ausnahme den Untergang des Baumes. Im Verrottungsverlauf kann auch hier meistens eine Anfangsphase nebst der darauffolgenden eigentlichen Verrottungsphase unterschieden werden.

Die Verrottungsfälle dieser Gruppe lassen sich in drei Typen einteilen je nachdem, ob sich der Fichtenrüssler beim Einsetzen der Verrottungsphase fortgesetzt im Baum befindet oder nicht und ob er auch als deren Urheber auftritt oder nicht.

Der vielfältigste von den Typen ist der *Pissodes haryniae* -Typ, der sich im allgemeinen durch einen trägeren Verlauf der Verrottung als die beiden anderen Typen

auszeichnet. Der Fichtenrüssler tritt hier als Urheber sowohl in der Anfangsphase als in der eigentlichen Vertrocknungsphase auf. Die übrigen sich an der Anfangsphase primär beteiligenden Faktoren sind im allgemeinen spärlich oder in untergeordneter Bedeutung vorhanden. Analyse 13 (S. 52) gibt ein Beispiel von der Anfangsphase der Vertrocknung im *Pissodes harcyniae*-Typ. — Der Übergang zur eigentlichen Vertrocknungsphase vollzieht sich in diesem Typ oft so allmählich, dass ein genauer Grenzzeitpunkt zwischen den beiden Phasen nicht angegeben werden kann. Oft erfolgt er jedoch am Ende der zweiten Vegetationsperiode. Die Vertrocknungsphase kann sowohl hinsichtlich ihres Charakters als ihrer Länge variieren. Analyse 14 (S. 54) veranschaulicht den Übergang zur eigentlichen Vertrocknungsphase in diesem Typ.

Der überwiegend häufigste unter den Typen der *Pissodes harcyniae*-Gruppe ist wiederum der *Pissodes harcyniae*-*Polygraphus*-Typ (vgl. Saalas 1923; Kangas 1938). Die Vertrocknung schreitet schon gleich vom Beginn an gleichmässig rasch fort und die richtunggebende Bedeutung des Fichtenrüsslers bleibt, nachdem einmal die Vertrocknung durch seine Einwirkung in Gang gekommen ist, gering. Dagegen erringen sich die *Polygraphus*-Arten dadurch, dass sich ihr Auftreten ausserordentlich rasch im Verlauf der Vertrocknung fühlbar macht, eine ansehnliche Bedeutung. Die Trennung der Anfangsphase und der eigentlichen Vertrocknungsphase ist im Typ schwierig — man könnte sogar vom ersten Beginn der Vertrocknung an vielleicht nur von einer eigentlichen Vertrocknungsphase sprechen. Ein zu diesem Typ gehörender Vertrocknungsfall ist in der Analyse 15 (S. 55) dargestellt.

Der *Pissodes harcyniae*-*Ips typographus*-Typ ist von den Typen dieser Gruppe der seltenste, weist aber andererseits den raschesten Verlauf auf. Hier fällt der Fichtenrüssler gleich beim Beginn der eigentlichen Vertrocknungsphase aus dem Vertrocknungsprozess aus oder verliert wenigstens seinen Einfluss auf denselben, und der Buchdrucker bestimmt allein oder mit seinen eventuellen Begleitarten vollständig den Verlauf der Vertrocknung. Die Anfangsphase und die eigentliche Vertrocknungsphase sind deutlich ausgeprägt und scharf gegeneinander abgrenzbar. Analyse 16 (S. 57) veranschaulicht einen solchen Fall der Vertrocknung.

Für die beiden ersten Typen der *Pissodes harcyniae*-Gruppe wesentlich und vom Standpunkt der Praxis belangvoll ist der Umstand, dass der Fichtenrüssler selbst bis zum letzten Augenblick am Vertrocknungsprozess beteiligt ist, ferner, dass die Vertrocknung im Vergleich zu den vorhergehenden Gruppen rascher verläuft. Die Anfangsphase der Vertrocknung, wo unterscheidbar, dauert im allgemeinen zwei, höchstens drei Vegetationsperioden, während die eigentliche Vertrocknungsphase etwas mehr als eine Vegetationsperiode in Anspruch nimmt. Der gesamte Vertrocknungsprozess erstreckt sich nur über zwei bis drei Jahre, entsprechend drei bzw. vier Vegetationsperioden. Die Vertrocknung schreitet vom Stammgrund nach oben hin fort. Der dritte Typ der Gruppe zeichnet sich durch den äusserst raschen Verlauf der Vertrocknung sowie durch den Umstand aus, dass sich der Fichtenrüssler im allgemeinen nicht mehr an der Vertrocknungsphase beteiligt. Der ganze Vertrocknungsprozess dauert nur etwa anderthalb Jahre (zwei Vegetationsperioden). Infolge der Einwirkung des Buchdruckers setzt die endgültige Vertrocknung des Baumes so gut wie momentan ein.

Die äusserlichen Merkmale der Vertrocknung treten während der Anfangsphase im allgemeinen nur schwach in Erscheinung, sind aber im Hinblick auf die zu ergreifenden praktischen Massnahmen von Belang. Ein reichlicheres Auftreten des Fichtenrüsslers verursacht dünnen, streifigen Harzausfluss an der Rindenoberfläche, in typischer

Ausbildung und am besten bemerkbar oben im Gebiet der dünnen Rinde, unter hingegen wegen der rissigen Borke weniger deutlich hervortretend. Das fortgesetzte Auftreten des Fichtenrüsslers führt ausserdem zu einer Entfärbung der Nadeln.

#### Borkenkäfer-Gruppe.

(S. 59—68)

Der Vertrocknungsverlauf ist von Anfang an vom Auftreten der die Vertrocknung allein auslösenden Borkenkäfer abhängig; der Anteil der übrigen Vertrocknungserreger, falls solche sich am Prozess beteiligen, ist wegen der effektiven und schnellen Wirkung der Borkenkäferangriffe lediglich von untergeordneter Bedeutung. Es kommen am nächsten in Betracht *Ips typographus* und *I. duplicatus*, *Pityogenes chalcographus*, die *Polygraphus*-Arten und *Pityophthorus micrographus*, die einzeln oder in teilweiser Begleitung voneinander als Urheber der Vertrocknung auftreten.

Die Vertrocknung vollzieht sich sehr rasch, im allgemeinen innerhalb einer knappen Vegetationsperiode. In manchen Fällen — bei der durch die *Polygraphus*-Arten verursachten Vertrocknung regelmässig — zieht sie sich über die Vegetationsperiode (den Winter) hinaus. Eine Anfangs- und eine eigentliche Vertrocknungsphase können nicht unterschieden werden. Abwechslungen im Verlauf der Vertrocknung können nur bei den erwähnten langsamsten Fällen in einigem Umfang in Frage kommen.

Je nach den jeweils auftretenden Vertrocknungserregern können im Bereich der Gruppe hauptsächlich drei Vertrocknungstypen unterschieden werden. Den biologischen Ansprüchen ihrer Urheber gemäss verläuft die Vertrocknung bei den jungen, kleinen Fichten im allgemeinen nach einem einheitlichen Typ, dagegen können die älteren, stattlicheren Bäume in dieser Beziehung Unterschiede aufweisen. Zwischenformen kommen ziemlich häufig vor.

Der *Ips typographus*-Typ ist von allen drei Typen unbedingt der wichtigste und bei Grosskalamitäten in ausgewachsenen Fichtenbeständen gewöhnlich der hauptsächlichste oder sogar alleinig vorherrschende Vertrocknungstyp. Die Vertrocknung verläuft im allgemeinen sehr rasch und einheitlich und als ihr Urheber — und auch Vollzieher — tritt *Ips typographus* allein oder zusammen mit *I. duplicatus* auf. Recht oft trifft man im äussersten Wipfelteil und an den Ästen noch *Pityogenes chalcographus* an, als sekundäre Begleitarten wohl auch noch manche andere. Analyse 17 (S. 61) zeigt einen solchen Fall von rascher Vertrocknung. Fügt es sich so, dass die Buchdrucker ihre Angriffe lediglich auf die oberen und mittleren Teile des Stammes beschränken, so dass dieser bis hinauf über die untere Grenze des Geästs unversehrt bleibt, so kann der Baum vermöge der untersten Äste einstweilen am Leben bleiben und geht erst während der zweiten Vegetationsperiode unter.

Die Vertrocknungsfälle der jungen, kleinen Fichten sind durch den *Pityogenes chalcographus* (-*Pityophthorus*)-Typ repräsentiert, der sich durch einen sehr raschen und einheitlichen Verlauf der Vertrocknung auszeichnet. Als Urheber der Vertrocknung und zugleich als einziger vertrocknungserregender Faktor tritt *Pityogenes chalcographus* auf, mitunter, jedoch in Begleitung, von *Pityophthorus micrographus*, der in seltenen Fällen auch als alleiniger Urheber der Vertrocknung auftreten kann. Analyse 18 (S. 63) zeigt einen solchen Vertrocknungsfall. Der Vertrocknungsprozess dauert in seiner Gänze 1—2 Monate. Auch für diesen Typ ist charakteristisch, dass zumal bei stättli-



cheren Jungbäumen mitunter der unterste Stammgrund unberührt bleibt und sich sogar bis in die folgende Vegetationsperiode hinein frisch erhalten kann. — Der Typ kann ausnahmsweise auch bei ausgewachseneren Bäumen in Frage kommen. Die Vertrocknung beschränkt sich dann nach Massgabe der biologischen Ansprüche der Vertrocknungserreger zunächst auf den oberen Teil des Wipfels, während die unteren Teile des Stammes von den Angriffen anderer primärer Vertrocknungserreger, wie z. B. des Fichtenrüsslers und anderer Borkenkäfer, und später von denjenigen völlig sekundärer Vertrocknungsfaktoren getroffen werden. Analyse 19 (S. 64) veranschaulicht eine nach diesem Typ verlaufende Vertrocknung in einem ausgewachsenen Baum. Die Vertrocknung dauert in die zweite Vegetationsperiode hinein fort, und der ganze Prozess nimmt eine Zeit von 1—1½ Jahren, mitunter auch mehr, in Anspruch.

Der *Polygraphus*-Typ vertritt den häufigsten, zugleich aber den langsamsten und wechselvollsten Typ der Gruppe. Sein Auftreten ist oft an bestimmte Standorte oder an bestimmartige Verhältnisse gebunden. Die Vertrocknung schreitet im allgemeinen vom Anfang bis zum Ende ziemlich einheitlich fort. Ihre Urheber sind die *Polygraphus*-Arten (*P. poligraphus* und *P. subopacus*), oft findet man aber neben ihnen auch andere Borkenkäfer und die *Tetropium*-Arten vor. Als sekundäre Folgearten sind u. a. *Hylurgops palliatus*, *Xylechinus pilosus*, *Cryphalus saltuarius* nebst anderen zu verzeichnen. Ein ziemlich einfacher hierhergehörender Vertrocknungsfall ist in der Analyse 20 (S. 66) dargestellt. Die Vertrocknung setzt stets noch in der zweiten Vegetationsperiode fort, wo gewöhnlich die *Polygraphus*-Arten erneut im Baum erscheinen. Die Dauer der Vertrocknung hängt dann ausschlaggebend davon ab, wie weit nach unten hin die Vertrocknung in der Krone fortgeschritten ist.

Vom Standpunkt der Praxis lassen sich die Typen der Borkenkäfer-Gruppe in zwei Gruppen einordnen. Für den *Ips typographus*-Typ überhaupt und den *Pityogenes chalcographus* (—*Pityophthorus*)-Typ in jungen Bäumen ist kennzeichnend und von praktischem Belang der Umstand, dass die Vertrocknung rasch zum Untergang des Baumes führt. Der ganze Vertrocknungsprozess vollzieht sich gleichzeitig im ganzen Baum innerhalb von etwa 1—3 Monaten. In betreff des *Polygraphus*-Typs im ganzen und des *Pityogenes chalcographus* (—*Pityophthorus*)-Typs bei grossen Fichten ist hinwieder vom Standpunkt der Praxis der Umstand hervorzuheben, dass der endgültige Zeitpunkt der Vertrocknung in die folgende Vegetationsperiode verlegt wird, die Urheberarten der Vertrocknung sich aber gleichzeitig bis zum Ende des Vertrocknungsprozesses an diesem beteiligen. Der gesamte Prozess erstreckt sich stets über mehr als ein volles Jahr und die Vertrocknung schreitet von oben nach unten hin fort.

Die äusserlich sichtbaren Merkmale der Vertrocknung, das aus den Gängen der Borkenkäfer herausquellende Frassmehl, zeigen sich in der ersteren Gruppe schon gleich von Anfang an, in der zweiten Gruppe dagegen sind sie, indem die Vertrocknung hoch oben im Wipfel beginnt, schwierig zu entdecken. Die Vergilbung der Nadeln ist vom Standpunkt der Praxis ein allzu spätes Kennzeichen der Vertrocknung.

#### Spezialfälle.

(S. 69—78)

Zu den Übergängen zwischen den einzelnen Typen und den vom Typ abweichenden Formen der Vertrocknung gehört u. a. die durch die *Tetropium*-Arten verursachte Vertrocknung. Die diesbezüglichen Fälle im vorliegenden Material sind indessen weit

zu spärlich an Zahl, um eine endgültige Behandlung dieses Vertrocknungstyps zu erlauben, sie zeigen aber, dass die Fichtenböcke imstande sind, auch allein die Vertrocknung einzuleiten, die dann in ihrer Anfangsphase ziemlich träge zu verlaufen scheint (vgl. Saalas 1923; siehe auch die Analyse 20, S. 66). Auch das völlig primäre Auftreten der Fichtenböcke hat noch nicht ihre endgültige Klärung gefunden (Saalas op.c.; Schimitschek 1929).

Hier sei indessen auf einige Fälle aufmerksam gemacht, die zu Deutungen Anlass geben könnten.

Neben *Fomes annosus* wurden bei den Analysen auch zwei andere Fäuleerreger angetroffen, nämlich *Fomes (Trametes) pini* und *Polyporus (Trametes) odoratus*. Zur Motiwierung ihrer Einreihung bei den vornehmlichen Vertrocknungsfaktoren sind im Text zwei Analysen wiedergegeben.

Analyse 21 (S. 71) veranschaulicht eine durch *Polyporus odoratus* verursachte Vertrocknung. Die Fäule hat im Baum dermassen stark um sich gegriffen, dass der physiologische Zustand des Baumes auch äusserlich sichtbar zu leiden begonnen hat. Am Stammgrund befand sich nur ein 3—5 cm breiter Ring gesunden Splints, und fast bis in die Höhe von drei Metern war die Fäule bei jedem alten Ast bis zur Oberfläche des Stammes vorgedrungen und hatte unter Abtötung der Rinde auf kleiner Fläche ihre Fruchtkörper gebildet. Man erhielt den Eindruck, dass die beginnende Vertrocknung im Geäst eine Folge dieser Umstände darstellte, und ihr weiterer Verlauf schien sich fortgesetzt ziemlich träge zu gestalten.

Ein sehr ähnliches Bild wie der Wurzelschwamm schiene auch die durch den Kiefernbaumschwamm verursachte Vertrocknung darzubieten. Analyse 22 (S. 73) zeigt einen solchem Vertrocknungsfall. Die Fäule war auf mehr als dem halben Umfang des Stammes an die Oberfläche getreten, und es hatten sich der Riesenbarkkäfer nebst dem Hallimasch schon zumindest vor zwei Jahren im Baum eingefunden. Der Anteil des Kiefernbaumschwamms am Vertrocknungsprozess mag eine Deutungsfrage sein. Das Auftreten des Hallimasch datiert sich mutmasslich länger zurück als das des Riesenbarkkäfers, und sein Erscheinen in demjenigen Teil des Stammes, wo die Fäule bis an die Oberfläche vorgedrungen war, schiene darauf hinzudeuten, dass der Kiefernbaumschwamm in der Art des Wurzelschwamms physiologisch verheerend aufgetreten war und so dem Hallimasch den Weg in den Baum geöffnet hatte.

Die Unterbrechung des Vertrocknungsprozesses bei der Fichte ist schon früher (Kangas 1939) behandelt worden. Es kann aber ausserdem zu einem vorübergehenden Stillstand der Vertrocknung kommen, der dessenungeachtet nicht zur endgültigen Rettung des Baumes führt. Von Bedeutung sind dabei insbesondere diejenigen Fälle, wo die Vertrocknung im oberen Teil der Krone eingesetzt hat, dann aber anscheinend, mitunter für mehrere Jahre, unterbrochen worden ist. Diese Fälle benötigen indessen noch eine eingehendere Untersuchung.

Auch Unterbrechungen im zusammenhängenden Auftreten der Vertrocknungserreger können zu Stillständen im Vertrocknungsprozess führen. Dieses Ausbleiben der Vertrocknungsfaktoren kann sich von mehreren Ursachen herleiten, unter denen u. a. Zustandsveränderungen des Baumes eine erhebliche Bedeutung zukommen mag. Eine derartige Unterbrechung des Vertrocknungsprozesses ist in der Analyse 23 (S. 76) dargestellt. Hier hat sich der Fichtenrüssler, nachdem er im Jahre 1936 den Stamm in dessen ganzer Länge recht zahlreich, doch ohne in seinen Angriffen zu gelingen, besiedelt hatte, in der folgenden Vegetationsperiode in dem stark geschwächten Baum nur

an einer Stelle eingefunden, diesmal aber mit Erfolg. Der Stammgrund hatte schon vor dem ersten Angriff des Fichtenrüsslers dermassen zu vertrocknen begonnen, dass mit der Möglichkeit zu rechnen ist, dass die Vertrocknung bereits das dem Fichtenrüssler zusagende Mass überschritten hatte und der Baum dadurch vor dessen weiteren Angriffen erspart geblieben war. Auf jeden Fall war keineswegs das Fehlen eines Fichtenrüsslerbestandes schuld an dem spärlichen Auftreten des Käfers in dem analysierten Baum. Die endgültige Vertrocknung des Baumes in der dritten Vegetationsperiode lag indessen ganz unzweideutig auf der Hand.

#### Der Verlauf der Vertrocknung.

##### Staatsforst Korpikylä-Lintula.

(S. 78—87)

Die Fichtenbestände des Staatsforstes Korpikylä-Lintula sind rein bzw. stark fichtenbeherrscht, reichlich 60—100jährig, relativ gutwüchsig; bei einem Teil hat das Wachstum indessen schon einigermaßen nachgelassen. Ihr Zustand wird ausser durch die aufgetretenen Vertrocknungsfälle noch durch die umfassenden Verheerungen der Stockfäule und des Fichtenkrebses beeinträchtigt. Der Waldtyp liegt durchschnittlich zwischen dem MT und dem OMT. Die Vertrocknungsfälle führen sich bereits zumindest auf das Ende der 1920er Jahre zurück. Im Herbst 1933 wurde durch die Fichtenbestände des Gebietes ein Weg gezogen, vordem haben Abholzungen dort nicht in nennenswertem Masse stattgefunden. Nach dem Aushauen der Wegöffnung erschienen an deren Rändern bald grosse, 50—100 Bäume umfassende Gruppen vertrocknender Fichten, desgleichen konnten weiter vom Wege und sogar auf ganz entlegenen Flächen ähnliche Gruppen festgestellt werden.

Eine genaue Statistik über die Mengen der eingegangenen Bäume sowie über ihren Mengenanteil bei den späteren Abtrieben liegt nicht vor. Eine Übersicht über die im Staatsforst in den Jahren 1934—39 durchgeführten Abholzungen ist in Tab. 1 (S. 82—83) enthalten. Ausser den dort angegebenen toten Stämmen sind vertrocknende Bäume auch unter dem Papier- und Brennholz, dem kleinen Bauholz u.dgl.m. enthalten.

Der hohe Anteil der toten Stämme bei den Abholzungen des Jahres 1936 leitet sich von den Papierholzabtrieben her, die zur Beseitigung der dünnen Fichten in den Beständen des Staatsforstes durchgeführt wurden. Die Vertrocknungsfälle haben dann von Jahr zu Jahr fortgedauert. Die beim Aushieb der Wegöffnung ausgebrochene erste Vertrocknungswelle mässigte sich in Verbindung mit dem erwähnten Papierholzabtrieb allerdings einigermaßen, doch nicht für lange Zeit: im Jahre 1938 setzte eine neue Vertrocknungswelle ein, deren Einwirkungen deutlich schon in den Abtriebszahlen für das Jahr 1939 zutage traten. Die Verheerungen erreichten namentlich in den an die Wegöffnung grenzenden Waldungen zumindest den Umfang der Jahre 1935—36. Die Wirkung der Abtriebe des Jahres 1939, der quantitativ grössten von allen in den besagten Beständen bis dahin durchgeführten Hieben, auf die erneut in Vermehrung begriffenen Schäden blieb infolge eingetretener Zustände ununtersucht. So viel ist jedoch bekannt, dass die Vertrocknung in jenen Gebieten noch in den Jahren 1942—44 in ausserordentlich grossem Umfang fort dauerte.

Im Untersuchungsgebiet waren deutlich zweierlei Arten der Vertrocknung erkennbar: eine langsame, erst im Laufe von Jahren zum Tode führende und eine rasche Vertrocknung, der die aufgetretenen grossen Vertrocknungswellen zuzuschreiben sind und die schon innerhalb des ersten Sommers mit dem Tode des befallenen Baumes endete. In diesen letztgenannten Fällen verlief die Vertrocknung zur Hauptsache nach dem *Ips typographus*-Typ, bei der langsamen Vertrocknung traten die verschiedenen Vertrocknungserreger in folgenden Mengenverhältnissen auf: *Pissodes harcyniae* 75 %, *Dendroctonus micans* 50 %, *Armillaria mellea* 46 %, *Tetropium* spp. 38 %, *Fomes annosus* 29 %, *Ips typographus* 25 %, *Dasyscypha* 21 %, *Pityogenes chalcographus* 21 % und *Polygraphus* spp. 13 %. Von sonstigen Vertrocknungsfaktoren sind als häufigste zu nennen *Monochamus sutor* und *M. rosenmuelleri* nebst *Rhagium inquisitor*. Im ganzen waren hier fast alle im vorhergehenden beschriebenen Vertrocknungstypen vertreten. Besonders verbreitet waren die Typen der *Dendroctonus micans*- und der *Pissodes harcyniae*-Gruppe. Nur der *Polygraphus*-Typ war im Gebiet verhältnismässig selten.

##### Der Lärchenwald von Raivola.

(S. 87—88)

Die Fichtenbestände des Lärchenforstes von Raivola sind auf guten Typen (OMT, OMaT, FT) oder in fruchtbaren Brüchern stehende Fichten-Lärchen-Mischwälder. Die Fichten sind stattlich, etwas überjährig, aber durchaus lebenskräftig. Gelinde Vertrocknung war hier auch früher schon aufgetreten, aber im Jahre 1935 begannen nach einigen im Vorjahr ausgeführten Bauarbeiten, zu denen unentrindetes Fichtenholz benötigt wurde, in einigen Waldungen vereinzelt Bäume bzw. kleine Baumgruppen zu vertrocknen. Die Vertrocknung zeigte fast durchgehends das Bild der *Pissodes harcyniae*-Gruppe mit ihren verschiedenen Typen. Als wichtigste Vertrocknungsfaktoren traten auf *Pissodes harcyniae*, die *Tetropium*- und *Polygraphus*-Arten in Begleitung von einigen anderen Borkenkäfern und als Seltenheit noch *Phaenops cyanea*.

##### Der Wald des Staatsgutes Sjöskog-Meilby.

(S. 88—94)

Die Fichtenbestände des Staatsgutes Sjöskog-Meilby sind z.T. rein, z.T. fichtenbeherrscht. Sie enthalten volljährige, vielleicht etwas kümmernde Fichte, deren Wachstum bereits nachgelassen hat. Vertrocknung der Fichten ist im Gebiet gelegentlich schon früher aufgetreten, und auch Stockfäule ist vorgekommen. Der Waldtyp ist durchgehends OMT.

In denjenigen Fichtenbeständen, in denen sich die Vertrocknung zu einer fort dauernden Erscheinung gestaltete, wurden Abholzungen zum erstenmal im Jahre 1934 durchgeführt. Es handelte sich zur Hauptsache um einen durchgreifenden Lichtungshieb. Bald danach eingetroffene Windwürfe und die Hiebsmassnahmen des folgenden Sommers (1935) haben den Zustand des Waldes bedeutend geschwächt.

Auch hier liegt über die Menge der vertrockneten Bäume keine genaue Kunde vor. Tab. 2 (S. 90—91) gibt auf Grund der Hiebsbuchhaltung eine Zusammenstellung des im Gebiet in den Jahren 1934—40 durchgeführten Hiebe. Etwa  $\frac{2}{3}$  der Schichtholz-

abtriebe der Jahre 1935 und 1936 ist auf die erwähnte Lichtungsschlagfläche, d.h. in das eigentliche Kalamitätengebiet verlegt gewesen, desgleichen ein Teil der Starkholzabtriebe (die Zahlen für das Jahr 1934 in der Tabelle). Nachdem die Verheerungen nach den Hieben des Jahres 1935 eingesetzt hatten, wurde das Gebiet bis zum Jahre 1942 zwecks Beseitigung der von den Verheerungen hinterlassenen Spuren jährlich durchforstet. Die ersten darauf ausgehenden Hiebmassnahmen erfolgten im Jahre 1936, und man versuchte dabei durch Entrinden der vertrocknenden und schon eingegangenen Bäume sowie durch Verbrennen der Rinde den Schäden entgegenzuarbeiten.

Die Schäden dauerten von Jahr zu Jahr an. Die stärkste Vertrocknungswelle hatte sich allerdings nach den im Jahre 1936 durchgeführten Hieben gelegt. Das Kalamitätsgebiet hatte bis zum Jahre 1942 beträchtlich an Umfang zugenommen und der grösste Teil der Bestände war wegen der Schäden fast bis zum letzten Stamm abgeholzt worden. Die Folge davon war, dass man sich schliesslich gezwungen sah, im Winter 1942—43 die gesamte Fläche kahlzuschlagen.

Auch hier hat z.T. eine langsame, z.T. eine rasche Vertrocknung festgestellt werden können, von denen die letztere beim Höhepunkt der Schäden vorherrschend war, vereinzelt aber auch später in Verbindung mit teilweisen oder ganzen Windwürfen und namentlich im Anschluss an Vertrocknungsfälle im Nachbarwald vorgekommen ist. Die langsame Vertrocknung hat zur Hauptsache Fälle vom *Pissodes harcyniae*-Typ umfasst. Als wichtigste Vertrocknungsfaktoren sind bei den chronischen Kalamitäten des Gebietes *Pissodes harcyniae*, die *Tetropium*- und *Polygraphus*-Arten, *Armillaria mellea*, *Fomes annosus* und der Wind, bei der raschen Vertrocknung *Ips typographus*, *I. duplicatus* und *Pityogenes chalcographus* aufgetreten. Von sonstigen Vertrocknungserregern können erwähnt werden u.a. *Cryphalus saltuarius*, *Hylurgops palliatus*, *Mochamus sutor* und *Rhagium inquisitor*.

#### Der Heimwald des Versuchsreviers Ruotsinkylä.

(S. 90—97)

Im Heimwald des Versuchsreviers Ruotsinkylä ist die Vertrocknung der Fichtenbestände in drei verschiedenen Waldungen (den Beständen 1—3) verfolgt worden.

Im Bestand 1 (volljähriger, lebenskräftiger OMT-Fichtenwald) sind vereinzelte Bäume offenbar als Folge von Windschäden eingegangen. Als Vertrocknungserreger sind dabei vor allem *Pissodes harcyniae* und die *Polygraphus*-Arten aufgetreten. — Im Bestand 2 (träge wachsender und in schwachem Zustand befindlicher Kiefern-Fichten-Birken-Mischwald vom MT) sind während der Zeit der Untersuchungen ein paarmal schwache Abholzungen durchgeführt worden. Des ziemlich schwachen Zustandes des Waldes ungeachtet sind jedoch unter den dortigen Fichten, wohl infolge des Mangels an einem genügend starken Bestand der wichtigsten Vertrocknungserreger, nur ganz vereinzelte Vertrocknungsfälle vorgekommen. Als Vertrocknungserreger sind neben der Stockfäule *Dendroctonus micans*, *Ips typographus* und *Pityogenes chalcographus* aufgetreten. — Im Bestand 3 (ungleichaltriger typischer Femelschlagwald) sind während der ganzen Zeit der Untersuchungen und jahrelang zuvor keine Hiebe durchgeführt worden. Die Fichten der Verjüngungslücken waren im allgemeinen 2—4 m hoch und völlig gesund. Während einer Trockenperiode im Sommer 1935 begann ein Teil von ihnen plötzlich einzeln oder in kleinen Gruppen zu vertrocknen; vereinzelte, ähnlicher-

weise in Vertrocknung begriffene Fichten waren auch schon im Jahr zuvor festgestellt worden. Nach den Analysen hat es sich um eine Vertrocknung nach dem *Pityogenes chalcographus* (— *Pityophthorus*)-Typ gehandelt.

#### Die Beobachtungsgebiete.

(S. 97—101)

In den Beobachtungsgebieten wurde die Aufmerksamkeit lediglich gewissen Spezialfragen zugewandt; daneben galt es, aus ihnen notwendige Ergänzungen für das von den eigentlichen Untersuchungsgebieten vorliegende Material zu gewinnen.

Die drei Privatwälder in der Landgemeinde Viipuri waren wüchsige MT-Wälder im mittleren Alter, bestehend z.T. aus reiner Fichte, z.T. aus fichtenbeherrschtem Kiefern-mischwald, sämtliche ziemlich stark durchforstet. Nach den Hieben hatten die Fichten der besagten Waldbestände plötzlich in kleinen, 5—10 Bäume umfassenden Gruppen dermassen zu vertrocknen begonnen, dass sich ein Reinigungshieb alsbald als notwendig erwies. Es hatte sich stets um eine rasch verlaufende Vertrocknung gehandelt. An den Verheerungen eines Bestandes war *Pityogenes chalcographus* schuld, der sich insbesondere in den Hiebsresten stark vermehrt hatte, in den beiden anderen Beständen wiederum traten *Ips typographus* und *I. duplicatus* als Urheber der Vertrocknung auf. Die Einwirkungen des Hiebes auf den restlichen Waldbestand und die dadurch bedingte Vermehrung der Vertrocknungserreger sind offenbar als die Grundursachen der Vertrocknung anzusehen.

Die zwei Waldeigentümer der Stadt Helsinki sind fast reine, ausgewachsene Fichtenbestände vom MT und OMT. Die MT-Bestände sind von der reichlich auftretenden Stockfäule sowie von der durch *Dendroctonus micans* verursachten Vertrocknung geplagt. Die am meisten gelittenen Stämme waren aus dem Bestand entfernt worden. Der gutwüchsige OMT-Bestand befand sich demgegenüber in einem besseren Zustand, auch wenn allerdings Stockfäule und durch die *Tetropium*-Arten verursachte Vertrocknung auch hier in einigem Umfang zu verzeichnen war.

Die fichtenbeherrschten Mischwaldbestände der Insel Gråö waren volljährige, gutwüchsige MT- bzw. OMT-Wälder, deren Gesundheitszustand jedoch durch die Stockfäule, *Dendroctonus micans*, Sturmschäden und in ziemlich grossem Umfang auftretende rasche Vertrocknung beeinträchtigt war. Der Wald hatte bis dahin völlig unberührt dagestanden, die Verheerungen erreichten indessen ein derart bedenkliches Mass, dass man zu Hiebmassnahmen greifen musste. Die langsame Vertrocknung erwies sich derjenigen im Staatsforst Korpikylä-Lintula ähnlich, die rasche Vertrocknung wiederum stand besonders im Zusammenhang mit den Windschäden.

Der Fichtenbestand des Versuchsreviers Vesijako bestand aus fast reinem, etwa 6—10 m hohem und ziemlich träge wachsendem MT-Wald, wo die Bäume stark unter den Angriffen von *Pissodes harcyniae* gelitten hatten. Möglicherweise war der Zustand des Waldes auch durch die recht grosse Bestandesdichte und die zufällig eingetroffene Trockenheit beeinträchtigt worden.

Kumpu-Kivalo ist von allen Beobachtungsgebieten allein in Nordfinland gelegen. Die Fichtenbestände des Gebietes — es sind Vaara-Bergwälder vom Dickmoostyp (HMT) — sind alt und haben schon lange unberührt dagestanden; in letzter Zeit sind jedoch in ihnen Verjüngungshiebe durchgeführt worden. Das Wachstum der Fichten

ist bereits verlangsamt und der Zustand der Bäume ist durch die ziemlich allgemein auftretende Stockfäule und die Vertrocknungsschäden beeinträchtigt. Unter den hier gemachten Feststellungen ist besonders die Ähnlichkeit der raschen Vertrocknungsfälle und die grosse Verschiedenheit der langsamen im Vergleich zu Südfinnland hervorzuheben.

### Die Ursachen der Vertrocknung der Fichtenbestände.

#### Das Ingangkommen der Vertrocknung.

#### Die Ursachen des Ingangkommens der Vertrocknung.

(S. 102—103)

Als Urheber<sup>1</sup> der Vertrocknung haben sich bei den verschiedenen Vertrocknungstypen in Südfinnland gemäss den vorliegenden Untersuchungen folgende Faktoren erwiesen: die *Tetropium*-Arten, *Pissodes harcyniae*, *Dendroctonus micans*, die *Polygraphus*-Arten, *Pityogenes chalcographus*, *Pityophthorus micrographus*, *Ips typographus* nebst *I. duplicatus*, *Dasyscypha resinaria*, *Armillaria mellea*, *Fomes annosus* und der Wind. Die in den Kreis der biotischen gehörenden Faktoren bilden dabei ihre besondere Gruppe, der Wind wird weiter unten getrennt zur Sprache genommen.

#### Die Eigenschaften der das Ingangkommen der Vertrocknung bedingenden Faktoren.

(S. 103—109)

Primärität. — Die Primärität der Vertrocknungsfaktoren, auf Grund ihres Höchstmasses beurteilt, hat den Grund für die schon oben (S. 169 und 21-22) vorgelegte Einteilung der Faktoren in vornehmliche und untergeordnete gebildet. Der Art der Primärität kommt ferner eine Bedeutung vom Standpunkt des Ingangkommens der Vertrocknung zu. Die Primärität (bzw. Sekundärität) der Vertrocknungserreger variiert, bei einigen mehr, bei anderen weniger, d.h. sie können in recht verschiedenem Masse als verschiedenwertige Vertrocknungsfaktoren im Baum auftreten (vgl. z.B. Escherich 1914, p. 197; Trägårdh 1939, p. 433). Zum Teil gerade von dieser Variation der Primärität ist das Erscheinen der Vertrocknungserreger im Baum sowie das Vorhandensein eines Vertrocknungserregerbestandes abhängig. Andererseits kann jene Variation auch die Gegenwart einer selbst grossen Kalamitätengefahr bedeuten, zumal, wo es sich um ihrem Grundcharakter nach sekundäre Vertrocknungsfaktoren handelt.

Art des Auftretens. — Die verschiedenen Vertrocknungserreger treten je nach ihrer allgemeinen Neigung entweder vereinzelt oder gesellig auf, und diese Eigenschaft kann dazu noch innerhalb verschieden weiter Grenzen variieren. Die Art des Auftretens ist

<sup>1</sup> Urheber der Vertrocknung = diejenigen Vertrocknungsfaktoren (-erreger), die im Baum zuerst erscheinen und die Vertrocknung einleiten, auch wenn sie später eventuell gar nicht mehr auf das weitere Fortschreiten des Vertrocknungsprozesses einwirken.

von Bedeutung im Hinblick auf das Ingangkommen der Vertrocknung und speziell ihre Schnelligkeit.

Die Angriffszeit. — Einen äusserst wichtigen Faktor bildet die Angriffszeit, d.h. der Zeitpunkt des Auftretens eines vom Standpunkt des Ingangkommens der Vertrocknung gefährlichen Entwicklungsstadiums eines gegebenen Vertrocknungserregers. Dabei sind sowohl die jahreszeitliche Verlegung als die Dauer dieses Stadiums von Belang, bei den Pilzen im allgemeinen jedoch weitaus weniger als namentlich bei den Insekten.

Die im Zusammenhang mit den vorliegenden Untersuchungen gemachten Beobachtungen über die Primärität sowie die Art des Auftretens und die Angriffszeit der verschiedenen Vertrocknungserreger haben folgendes Bild ergeben.

#### Primärität und Art des Auftretens.

+ bedeutet Schwankung in aufsteigender, — in absteigender Richtung.

	Primärität		Art des Auftretens	
	Normal	Schwankung	Normal	Schwankung
<i>Tetropium</i> spp.	sehr stark	— gross (?)	spärlich	± zieml. klein
<i>Pissodes harcyniae</i>	stark	± sehr gross	wechselnd	± gross
<i>Dendroctonus micans</i>	sehr stark	— klein	spärlich	± zieml. klein
<i>Polygraphus</i> spp.	mässig	± zieml. klein	massenhaft	— mässig
<i>Pityogenes chalcographus</i>	zieml. schwach	+ sehr gross	»	— mässig
<i>Pityophth. micrographus</i>	mässig (?)	± zieml. klein(?)	zieml. wechselnd	± zieml. gross
<i>Ips typographus</i> und <i>I. duplicatus</i>	zieml. schwach	+ sehr gross	massenhaft	— zieml. klein
<i>Dasyscypha resinaria</i>	sehr stark	— gross	einzelne	+ klein
<i>Armillaria mellea</i>	zieml. schwach	+ sehr gross	zieml. spärlich	± mässig
<i>Fomes annosus</i>	(sehr) stark	— gross	»	± »

#### Angriffszeit.

	Mai			Juni			Juli			August			September		
	10.	20.	30.	10.	20.	30.	10.	20.	30.	10.	20.	30.	10.	20.	30.
<i>Tetropium</i> spp.				(+)	+	+	+	+	(+)						
<i>Pissodes harcyniae</i>	(+)	(+)		+	+	+	+	+	+	(+)	(+)				
<i>Dendroctonus micans</i>	(+)	+	+	(+)	?		?	(+)	+	(+)					
<i>Polygraphus</i> spp.							(+)	+	+	(+)					
<i>Pityog. chalcographus</i>		(+)	+	+	+		+	(+)	(+)						
<i>Pityophth. micrographus</i>		?	(+)	+	+		(+)	?							
<i>Ips typographus</i> und <i>I. duplicatus</i>		(+)	+	+	+		(+)								
<i>Armillaria mellea</i> (Hypheninfektion)	(+)	+	+	+	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)
<i>Fomes annosus</i>	Offenbar die ganze Vegetationsperiode hindurch (Hyphen)														
<i>Dasyscypha resinaria</i>													(? Vegetationsperiode)		(?+)

## Das Ingangkommen der Vertrocknung im einzelnen Baum.

(S. 109—127)

Das Erscheinen der Vertrocknungserreger im Baum. — Die Möglichkeiten und Art und ganz besonders die mögliche Ordnungsfolge des Erscheinens der verschiedenen Vertrocknungserreger in einem Baum ist in hohem Masse von ihren oben angeführten Eigenschaften abhängig. Grundvoraussetzung ist natürlich das Vorhandensein der fraglichen Vertrocknungserreger, d.h. die Existenz eines »Vertrocknungserregerbestandes« in der betreffenden Waldung. Auch die Grösse, also die Stärke dieses Bestandes, ist dabei von Belang. Beiden kommt ausserdem eine ausschlaggebende Bedeutung im Hinblick darauf zu, welchen Weg die Vertrocknung einschlägt, d.h. nach welchem Typ sie verläuft, und ihr Einfluss kann sich dementsprechend auch noch in den späteren Stadien der Vertrocknung geltend machen.

Beim Auftreten eines Vertrocknungserregers ist die Primärität, ihr Grad, die wichtigste bestimmende Eigenschaft. Auf der Seite des Baumes hinwieder ist der Zustand — die Lebenskraft, das Entwicklungsvermögen und der Gesundheitszustand (nach Massgabe der auftretenden Schäden) — des Baumes massgebend für die Möglichkeiten des Vertrocknungserregers, den Baum anzugreifen. Als Voraussetzung gilt dann das zeitliche Zusammentreffen eines empfänglichen Zustands des Baumes und der günstigen Entwicklungsperiode des Angreifers. Das Erscheinen gleichzeitig auftretender Vertrocknungserreger im Baum bleibt vom Standpunkt der Vertrocknungserreger abhängig vom Zustand des Baumes, vom Standpunkt des Baumes wiederum von der Primärität der betr. Vertrocknungserreger. Letztere weisen, auch bei übereinstimmendem Grad ihrer Primärität, eine eigene Neigung, ganz bestimmartige Baumindividuen für ihre Angriffe auszuwählen. Das Erscheinen der Vertrocknungserreger im Baum erfolgt indessen nicht ausschliesslich auf den obenangeführten Grundlagen, welche bedeuteten, dass die Vertrocknungserreger und der Baum sich im Prozess lediglich passiv auf die oben aufgezählten Eigenschaften angewiesen fänden. Der wichtigste, das obige Schema über das Ingangkommen der Vertrocknung verwirrende Umstand ist eben die aktive Tätigkeit der beiden Beteiligten am Prozess. Unter den Vertrocknungserregern entwickeln mehrere eine ausserordentlich grosse Aktivität, d.h., sie versuchen, gestützt auf ihre Primärität, wiederholt auch einen ganz gesunden Baum anzugreifen, auch wenn sich ihr späteres Fortkommen (d.h. dasjenige ihrer Nachkommenschaft) im Baum als unmöglich erweisen sollte. Auch der Baum ist aktiv, seine Widerstandskraft wird mobilisiert (vgl. Schwerdtfeger 1944), und er versucht, durch Harzausfluss sich der Eindringlinge zu entledigen. Doch auch bei eventueller Niederlage des Angreifers wird der Zustand des Baumes und damit natürlich auch seine Widerstandskraft immer dermassen geschwächt, dass dem fortgesetzten Eindringen entweder der gleichen oder neuer Vertrocknungserreger der Weg geebnet wird.

Bleibt der Baum im Kampfe gegen den Angreifer Sieger, so beginnt er gleich, durch einen Überwallungsprozess, die entstandene Wunde zu heilen. Darauf gründet sich die Möglichkeit der vollständigen Genesung des Baumes, die offenbar auch bei der Fichte vorliegt (vgl. Trägårdh 1919, p. 68—71; Kangas 1934 b, p. 33—36; 1939, p. 1991—1994, 2001).

Die Aktivität der einzelnen Vertrocknungserreger ist sehr ungleich. Sie erhält ihren besten Ausdruck im Misslingen der Angriffe. Zumal *Dendroctonus micans* und *Pissodes*

*harcyniae* scheinen oft in ihren Angriffen erfolglos zu bleiben und auch der Fichtenkrebs stellt oft sein Wachstum ein. Dagegen sind Misserfolge bei den *Tetropium*-Arten, *Ips typographus*, *I. duplicatus* und *Pityogenes chalcographus* anscheinend sehr selten. In betreff der *Polygraphus*-Arten und *Pityophthorus micrographus* sind die Verhältnisse ungeklärt geblieben. Der Hallimasch und *Fomes annosus* dürften in der vorliegenden Beziehung den anderen kaum an die Seite gestellt werden können. — Von der besagten Aktivität getrennt zu halten ist die sog. zwangsmässige Aktivität, wie sie z.B. beim Massenaufreten von *Ips typographus* entsteht, der in Ermanglung eines geeigneteren Brutmaterials auch gesunde Bäume angeht, wenigstens anfangs jedoch zum grossen Teil im Harzausfluss des Baumes erstickend.

Physiologische Wirkung der Vertrocknungserreger. — Das Verhalten der die Angriffsgebiete der Vertrocknungserreger umgebenden Bast- und Kambiumgewebe zu der durch den Angriff verursachten Zerstörung ist je nach der Art des Erregers recht verschieden und vom Standpunkt des Ingangkommens und namentlich der Schnelligkeit der Vertrocknung von Bedeutung. Es kann sich dabei um eine Reizwirkung in die Gewebe eingedrungener Fremdstoffe (Kangas 1937, 1938), ein natürliches Absterben der Gewebe als Folge von Nährstoff- und Wassermangel, aber auch um weniger bekannte physiologische Reaktionen des Baumes handeln. Wichtig ist auf jeden Fall festzustellen, dass dann die Rinde auch auf grösseren Flächen absterben kann.

Betrachtet man die Einwirkung der Vertrocknungserreger auf die Vertrocknung der Rinde im einzelnen, so spielt von allen anderen Arten *Pissodes harcyniae* hierbei die wichtigste Rolle. Schon ein einzelner Larvengang scheint eine ziemlich starke und weitumfassende vertrocknende Wirkung auf die umgebenden Zellgewebe auszuüben (vgl. die Analysen 2, 3, 13, 14 und 23) und anscheinend schon eine unerwartet geringe Anzahl von Larvengängen genügt, um eine lokale Vertrocknung der Rinde in den Lauf zu bringen. Eine Vertrocknung der Rinde auch ausserhalb der eigentlichen Angriffszone, wie am Stamgrund (Analysen 13 und 23), ist eine offenbare Folge des Angriffs, und zwar wahrscheinlich nicht durch die unmittelbare Wirkung des Angreifers, sondern durch eine allgemeine Störung der Lebensvorgänge des Baumes bedingt. Sie erfolgt indessen relativ langsam, erst am Ende der Vegetationsperiode oder im Laufe der folgenden. — Von den sonstigen Vertrocknungserregern schiene sich *Pityogenes chalcographus* durch eine ähnliche, aber im Vergleich zum Fichtenrüssler viel raschere Wirkung auszuzeichnen. *Dendroctonus micans* nebst *Armillaria mellea* und *Dasyscypha resinaria* verursachen eine ausserhalb des eigentlichen Angriffsgebietes greifende Vertrocknung, die beiden Pilze allerdings in schwächerem Grade als der Riesenbastkäfer (vgl. die Analysen 4, 6 und 10). Auch im Angriffsgebiet des letzteren, bei einem auch nur etwas reichlicheren Auftreten der Frassfiguren, tritt leicht regionale Vertrocknung der Rinde ein, und zwar offensichtlich rascher als im Falle des Fichtenrüsslers. Dagegen lässt sich in Verbindung mit dem Auftreten von *Ips typographus* und *I. duplicatus* und namentlich mit demjenigen der *Polygraphus*-Arten und *Pityophthorus micrographus* kaum ein weiteres Umsichgreifen der Vertrocknung feststellen, und dasselbe gilt auch in bezug auf die *Tetropium*-Arten. — Es scheint, wie wenn die lokale physiologische Wirkung der Vertrocknungserreger den Grund auch für ihren Einfluss auf den ganzen Baum und dessen Zustand bildete. Auch in dieser Hinsicht erscheint die Wirkung von *Pissodes harcyniae* am empfindlichsten und am stärksten. Der Riesenbastkäfer, die *Tetropien* und der Hallimasch können, wie es die Analysen zeigen, selbst zwei bis drei Jahre auf einer recht grossen Rindenfläche auftreten, ehe sich die Folgen ähnlich gestalten.

Oben wurde erwähnt die Neigung mehrerer Vertrocknungserreger, ganz bestimmterartige Baumindividuen für ihre Angriffe auszusuchen. Es erscheint nun wahrscheinlich, dass dies auf irgendeiner physiologischen Eigenschaft des Baumes beruht, und die besagte Neigung wäre somit lediglich als eine feinste Abstufung der Primärität zu deuten. In der Praxis dürfte man, wo es sich um Schädlinge des Bastes und des Kambiums handelt, nicht an dem Primäritätsbegriff in dessen engster Bedeutung (Escherich 1914; Trägårdh 1939) festhalten können, weil eine solche Primäritätsbestimmung vielseitige und nur schwierig ausführbare Untersuchungen u.a. zur Klärung des physiologischen Zustandes des Baumes benötigen würden, was einstweilen wohl doch noch als ziemlich unmöglich anzusehen sein dürfte (Golovjanko 1926). Man dürfte denn auch davon ausgehen müssen, dass als primär alle solchen Schädlinge zu gelten haben, die einen nach gewöhnlichem Ermessen völlig gesunden Baum anzugreifen vermögen. Indem nun dem Obigen gemäss verschiedene primäre Arten unter den zu Gebote stehenden gesunden Bäumen nur bestimmterartige Exemplare angreifen, so führt dies leicht zu dem Gedanken, dass es die je nach dem physiologischen Zustand des Baumes in bezug auf Zusammensetzung und Konzentration verschiedenen Zellflüssigkeiten sind, die nach Massgabe der tunlichst optimalen Vermehrungsbedingungen die Wahl der Angriffsobjekte, d.h. die sog. Neigung der einzelnen Arten bestimmen, m.a.W., die Wahl wäre jeweils durch die momentane chemische Zusammensetzung der Gewebe bedingt (Schimitschek 1929). Die Neigung der Schädlinge wäre dadurch indirekt auf mehreren äusseren Umständen beruhend. Wenn sie sich also bei der Suche nach optimalen Vermehrungsmöglichkeiten mit schlechteren Bedingungen zufrieden geben — also in einen Baum eindringen, der sich in einem vom Standpunkt der günstigsten Angriffsmöglichkeit schwächeren bzw. frischeren Zustand befindet —, nennt sich dies Variation der Primärität; im letzteren Fall — also wenn ein besonders lebensfrischer Baum angegriffen wird — hätte man dann von einem Ausdruck gesteigerter Aktivität zu sprechen.

Die physiologische Einwirkung von *Fomes annosus* auf den Zustand der Fichten ist im Lichte des Obenangeführten zu betrachten, zumal wenn es gilt, das Auftreten des Pilzes als Wegöffner für die anderen Vertrocknungserreger aufzuklären. Analyse 24 zeigt, wie *Dendroctonus micans* gerade dort am Stamgrund des Baumes erschienen ist, wo die Fäule am weitesten gegen die Oberfläche vorgedrungen ist. Eine derartige Wahl des Angriffspunktes seitens des Riesenbastkäfers konnte in mehreren Fällen festgestellt werden. In dem durch die Analyse 25 vertretenen Fall, wo die Stockfäule beiderseits am Stammgrund schon die Oberfläche erreicht hat, hat sich der Riesenbastkäfer das zwischen diesen Stellen gelegene Rindengebiet, wo sich die Fäule wie auch im vorherwähnten Fall 2—4 cm von der Oberfläche befunden hat, zum Angriffspunkt gewählt. Die Stockfäule scheint eine offenbar physiologische Wirkung auf den Baum auszuüben, der zufolge *Dendroctonus micans* (bzw. andere Vertrocknungserreger) zum Angriff auf solche Bäume verlockt werden, trotzdem doch das Auftreten des Riesenbastkäfers in keiner Weise von dem der Stockfäule abhängig ist.

Die Rolle der Vertrocknungserreger beim Vertrocknungsprozess. — Der eigentliche, unmittelbare Anteil der Vertrocknungserreger an dem Fortschreiten der Vertrocknung selbst entspricht oft noch keineswegs der Rolle, die sie im Hinblick auf den Vertrocknungsprozess in seiner Gesamtheit spielen. Manche von ihnen beteiligen sich an und für sich in verhältnismässig bescheidenem Masse an dem Fortschreiten der Vertrocknung, dagegen kann ihnen ein sogar entscheidender Anteil unter denjenigen Faktoren zukommen, die das Erscheinen der übrigen, die eigentliche Vertrocknung des Baumes verur-

sachenden Arten im Baum bestimmen. Im Hinblick auf ihre Rolle beim Vertrocknungsprozess können sie in drei Gruppen eingeteilt werden: 1. Diejenigen Arten, deren hauptsächlichster Anteil am Vertrocknungsprozess darin besteht, das Erscheinen der anderen, die eigentliche Vertrocknung verursachenden Faktoren im Baum zu ermöglichen oder sie zum Angriff zu locken; 2. diejenigen, die ausserdem in erheblichem Masse zur Vertrocknung des Baumes beitragen; 3. diejenigen, die unter Ausschliessung der übrigen den Vertrocknungsprozess selbst zum Abschluss bringen. Auch wenn eine ganz exakte Unterbringung der verschiedenen Vertrocknungserreger auf den obigen Grundlagen nicht möglich ist, lässt die ebenangeführte Gruppierung immerhin einen vom Standpunkt der Praxis wichtigen und seiner Bedeutung nach verschiedenwertigen Zug bei ihnen hervortreten. Der ersten Gruppe fielen am nächsten am nächsten zu *Dasyscypha resinaria* und *Fomes annosus* insbesondere als Heranlocker von *Dendroctonus micans* und *Armillaria mellea*, ferner die beiden letztgenannten und zum Teil auch die Tetropien. Wiederrum der zweiten Gruppe ist als typischstes Beispiel der Fichtenrüssler zuzuzählen, teilweise gehören hierher auch die Tetropien, *Dendroctonus micans* und der Hallimasch sowie hin und wieder die *Polygraphus*-Arten. Die typischsten Vertreter der dritten Gruppe schliesslich sind *Ips typographus*, *I. duplicatus* und *Pityogenes chalcographus*, weiter die *Polygraphus*-Arten nebst *Pityophthorus micrographus*.

Die Bedeutung des Windes. — Dem Winde kommt ausser seiner später zur Sprache kommenden Bedeutung als Voraussetzung für das Ingangkommen der Vertrocknung im Waldbestand auch eine Rolle als direkter Vertrocknungsfaktor zu. Bei der Fichte macht sich der Einfluss des Windes leicht und in mannigfacher Weise im Zustand des Baumes bemerkbar. Unmittelbar ist seine Wirkung bei schlimmeren Windschäden (schiefe Stämme als Folge des Reissens der Wurzeln), mittelbar bei gelinderen (Scheuerwunden, gelindere Wurzelbrüche usw.). Im ersteren Fall wird der Baum gewissermassen in einen Schwächezustand versetzt, sein Zustand, vor allem seine Lebenskraft, ist im Vergleich zum Normalen herabgesetzt und macht ihn empfänglicher für die Angriffe der Vertrocknungserreger. Die Windschäden rufen im Baum offenbar eine ähnliche physiologische Veränderung hervor, wie die Dürre.

Die Rolle der Windschäden beim Vertrocknungsprozess beschränkt sich zur Hauptsache auf das Locken der anderen Vertrocknungserreger zum Angriff. Vom Standpunkt des Fortschreitens der Vertrocknung macht sich ihr direkter vertrocknender Einfluss selten in wirklich belangvollem Masse bemerkbar.

Die Rolle der mechanischen Schäden ist im Hinblick auf das Ingangkommen der Vertrocknung zumeist eine ähnliche wie die des Windes.

#### Das Ingangkommen der Vertrocknung im Bestand.

(S. 127—131)

Weist ein einzelner Baum Anzeichen der Vertrocknung auf, so bedeutet das noch immer nicht, dass die Vertrocknung im ganzen Waldbestand in Gang käme. Diese wiederum scheint von drei Umständen abhängig zu sein: erstens vom Zustand des Bestandes, zweitens von den jeweils auftretenden Vertrocknungstypen und drittens von der Gegenwart genügend starker Bestände der betreffenden Vertrocknungserreger.

Der Zustand des Waldes — seine Lebenskraft und Entwicklungsfähigkeit, sein Gesundheitszustand (auftretende Schäden), seine Hygienität (Menge und Erscheinungsvoraussetzungen der Schädlinge) — ist im Hinblick auf das Ingangkommen der Ver-

trocknung oft von entscheidender Bedeutung. Beim Auftreten vereinzelter Vertrocknungsfälle im Waldbestand, kann auch dem Vertrocknungstyp die entscheidende Bedeutung zufallen. So kündigen insbesondere die Vertrocknungsfälle der *Dendroctonus micans*- und der *Pissodes harcyniae*-Gruppe auch in einem sonst lebensfrischen Walde meistens den Beginn eines trägen und zähen Vertrocknungskampfes an. Das Vorhandensein bzw. das Fehlen betreffender Erregerbestände ist von entscheidendem Einfluss zumal in geschwächten Waldbeständen, doch auch im gesunden Wald kann ein reichliches Auftreten der Vertrocknungserreger dazu führen, dass die Vertrocknung dort in Gang gebracht wird.

#### *Waldbauliche Eingriffe als Ursache der Vertrocknung.*

Der normale Zustand und seine Störung beim geschehenden Eingriff.

(S. 132—135)

Sucht man nach einer Erklärung für die Untersuchungsbefunde in betreff des gegenseitigen Abhängigkeitsverhältnisses der im Waldbestand durchgeführten waldbaulichen Massnahmen und des Ingangkommens der Vertrocknung, so hat man sich die Wirkung der besagten Eingriffe auf den Waldbestand und seine einzelnen Bäume etwa folgendermassen vorzustellen. Der Lebensgang eines unberührten Waldbestandes ist gleichmässig normal, es herrscht in ihm der normale Zustand. Die Bäume haben sich je ihren eigenen Lebensraum gesichert und haben sich in jeder Hinsicht aneinander und an die im Waldbestand herrschenden allgemeinen Verhältnisse gewöhnt, demzufolge zwischen ihren Kronen- und Wurzelsystemen wie auch zwischen den einzelnen Baumindividuen im ganzen ein sowohl physikalischer als physiologischer Gleichgewichtszustand herrscht. Der Zustand eines solchen Waldes variiert natürlich immer einiger Mass, er ist aber dessenungeachtet immer noch als normal zu bezeichnen. Ein solcher Zustand wird aber nur selten, wenn überhaupt, ganz ungestört fort dauern können. Eine solche Störung rufen u. a. die im Waldbestand durchgeführten waldbaulichen Massnahmen hervor. Intensität und Art der Störung bleiben dabei abhängig von der Intensität und Art der Massnahme sowie auch davon, wie plötzlich sie in die Existenz des bis dahin völlig oder während langer Zeiten unberührt dagestandenen Waldbestandes eingreift.

Bei eintretender Störung der gegenseitigen Beziehungen der Bäume und des zwischen ihren Kronen- und Wurzelwerken obwaltenden Gleichgewichtes unterliegt ihre Gewöhntheit an die bisherigen Verhältnisse im betreffenden Waldbestand einer Veränderung, so dass die einzelnen Bäume und damit der ganze Waldbestand aus ihrem normalen Zustand gebracht werden. Eine solche Störung ist bei waldbaulichen Eingriffen nicht zu vermeiden.

Die Einwirkungen der Störung auf den Zustand der Bäume und des ganzen Waldbestandes.

(S. 136—144)

In einem Fichtenbestand scheinen insbesondere die Veränderungen der Beleuchtungs- und Windverhältnisse beeinträchtigend auf den Zustand der Bäume einzuwirken. Eine Störung des zwischen Krone und Wurzelsystem herrschenden physiologischen

Gleichgewichtes, Veränderung der Wurzel- und Lichtkonkurrenz, herabgesetzte Widerstandskraft des Waldes gegen den Wind und auch durch die Hiebsmassnahmen und den Abtransport verursachte Schädigungen sind dabei in Betracht kommende Umstände. Nach dem Eintreten der veränderten Verhältnisse beginnen der Wald und die einzelnen Bäume sich allmählich an dieselben anzupassen, was natürlich eine geraume Zeit erfordert, während welcher die Bäume naturgemäss fortgesetzt unter denselben Faktoren zu leiden haben. Der neue Normalzustand dürfte also keineswegs mühelos zu erlangen sein. Die während der Untersuchungen gemachten Befunde scheinen vorzüglich das Obengesagte zu bestätigen und es erscheint an Hand derselben offenbar, dass zumal in mehr oder minder unberührt dagestandenen Fichtenbeständen durch die Massnahmen eine Periode eingeleitet wird, während welcher der Zustand des Waldbestandes und seiner einzelnen Bäume namentlich anfangs geschwächt ist. Inwieweit daneben auch verlangsames Wachstum auftritt, ist unermittelt geblieben; bei der Kiefer ist solches allerdings festgestellt worden (S a r v a s 1944).

Die während der Anpassungsperiode meistens auftretenden, den Zustand des Waldes fortgesetzt beeinflussenden Faktoren, die als Voraussetzung für das Ingangkommen der Vertrocknung entscheidende Bedeutung erlangen können, sind der Wind und die Transpiration. Sie und die vermehrte Lichtzufuhr zusammen können mit der Zeit zu augenfälligen Veränderungen auch im Kronenbau der Fichten führen (siehe die Abbildungen 4 und 5, S. 139).

Die bei einem Hieb zurückbleibenden Hiebsreste und Baumstümpfe bilden einen indirekt, namentlich aber während der Anpassungsperiode nicht so wenig auf den Zustand des Waldbestandes einwirkenden Faktor, indem sie die Vermehrungsmöglichkeiten der verschiedenen Vertrocknungserreger fördern. Auch sie können also als Voraussetzung für das Ingangkommen der Vertrocknung auftreten.

Die aus den Untersuchungsgebieten gewonnenen Beispiele über die Vertrocknung der Fichtenbestände nach durchgeführten Hiebsmassnahmen haben zu der obigen Erklärung über den Ursachenzusammenhang geführt, der nach gemachten Feststellungen zwischen den waldbaulichen Massnahmen und dem Ingangkommen der Vertrocknung besteht. Von diesen Beispielen werden Fälle aus dem Staatsforst Korpikylä-Lintula, aus dem Walde des Staatsgutes Sjöskog-Meilby sowie aus den eingangs erwähnten Privatwäldern in der Landgemeinde Viipuri erörtert. Diese Fälle haben erwiesen, dass Zustandsveränderungen des Waldes zur Voraussetzung für das Ingangkommen der Vertrocknung werden können.

#### **Die Vertrocknung der Fichtenbestände als waldbauliche Frage.**

*Die Berücksichtigung der Vertrocknungsgefahr bei Waldpflegemassnahmen.*

(S. 145—149)

Ein Fichtenbestand und die Fichte gelten im allgemeinen als verhältnismässig empfindlich sowohl gegen Waldpflegemassnahmen als gegen zustossende Schäden (W a g n e r 1907; C a j a n d e r 1917; H e r t z 1930; L a i t a k a r i 1930 b; u.a.). Die Reaktionsempfindlichkeit den Waldpflegemassnahmen gegenüber ist indessen in hohem Masse abhängig von der Beschaffenheit des Waldbestandes. Alte Bestände scheinen im allgemeinen empfindlicher zu sein, als junge. Einwirkende Umstände sind ferner Dichte

und Holzartenverhältnisse des Bestandes, frühere Eingriffe, der Standort u.dgl.m. Die Vorsicht bei den Waldpflegemassnahmen ist in dem Masse zu erhöhen, auf je empfindlichere Waldbestände sie abgesehen sind. In dieser Weise lässt sich die Beeinträchtigung des Bestandes durch den erfolgenden Eingriff lindern und man wird dadurch auch überhaupt den Anforderungen der Waldpflege hinsichtlich der Behandlung der Fichtenbestände gerecht.

Die Beseitigung der Windgefahr und die Vorsorge für eine erhöhte Hygienität des Waldbestandes schon beim Ausmerken der Bäume gehört zu den wichtigsten, in Verbindung mit den Waldpflegemassnahmen zu beachtenden Umständen zur Vorbeugung der Vertrocknungsgefahr. Ferner ist es bei der Durchführung von Hieben wichtig, dafür zu sorgen, dass den Vertrocknungserregern die Möglichkeiten zu einer effektiven Vermehrung so weit wie möglich entzogen werden. Liegt Vertrocknungsgefahr vor, so sind die Hiebsreste noch vor Ablauf des Fällungstermins, d.h. vor dem 1. Mai, aus dem Bestand zu entfernen oder sie müssen einer solchen Behandlung unterzogen werden, dass sie im Frühjahr möglichst rasch trocknen, ja es kann sogar das Rändern der Stümpfe in Frage kommen.

Die Einbeziehung des ganzen Vertrocknungsproblems der Fichtenbestände in den Kreis der Waldpflegemassnahmen und seine Lösung im Rahmen derselben ist das Ziel, dem in unseren Verhältnissen zuzustreben wäre. Es ist daher notwendig, die Massnahmen sowohl in bezug auf Art als Intensität der Hiebsfestigkeit des Waldbestandes anzupassen, d.h., es muss danach gestrebt werden, die Störungsmöglichkeiten des im Waldbestand herrschenden Normalzustandes zu vermindern und sowohl die Strenge als die Länge der Anpassungsperiode auf das Mindestmass herabzubringen. Es verdient festgestellt zu werden, dass dabei Diskrepanzen zwischen den Gesichtspunkten der Waldschäden und des Waldbaus kaum zu befürchten sind.

#### *Die Anpassung der Waldpflegemassnahmen an den Vertrocknenden Bestand.*

(S 149—152)

Ist die Vertrocknung in einem Waldbestand in Gang gekommen, so kann theoretisch auch davon ausgegangen werden, dass sie mit der Zeit schliesslich von selbst aufhört. Dass solches auch wirklich eintritt, das haben die noch andauernden Untersuchungen über die Kriegsverheerungen in unseren Wäldern erwiesen. Die Vertrocknungsschäden erreichen im allgemeinen rasch — allerdings in Abhängigkeit von den jeweils auftretenden Vertrocknungstypen — ihren Höhepunkt, gewöhnlich schon im zweiten Jahr, wonach sie allmählich nachlassen und nach einigen Jahren vollends erlöschen. Nach dem ersten scheinbaren Rückgang scheint oft eine erneute Welle zu erfolgen, gewöhnlich ist sie aber schwächer als die erste, die Hauptwelle.

Es ist jedoch unter jetzigen Umständen in der Praxis durchaus undenkbar, den Vertrocknungsschäden auch die geringste Gelegenheit zum Umsichgreifen zu geben. Die Fichte verliert bei der Vertrocknung rasch ihre Tauglichkeit als Wertholz und selbst als Papierholz. Auch als Bauholz kann sie dann nur noch zu untergeordneten Zwecken verwendet werden und muss daher entweder ganz oder zum grössten Teil zu Brennholz verarbeitet werden. Die Gewinnung einer möglichst verwendungstauglichen Holzware aus einem vertrocknenden Bestand muss daher als höchstes Prinzip bei der Bewirtschaftung solcher Bestände gelten. Dennoch verursacht die Vertrocknung wald-

wirtschaftliche Verluste, indem sie auf solchen Flächen und zu solchen Zeiten zu Hiebsmassnahmen zwingt, die nicht in den Bewirtschaftungsplan eingehen.

Die Gefährlichkeit der Hiebsmassnahmen in einem vertrocknenden Waldbestand beruht auf mancherlei Umständen. Ohne auf die Einwirkung des Hiebes auf den Normalzustand des Waldes einzugehen, ist nur zu erwähnen, dass zwischen einem gewöhnlichen und einem den Waldzustand und die auftretenden Schäden berücksichtigenden Hieb hinsichtlich der Vorsicht bei der Hiebsdurchführung ein grosser Unterschied besteht, sowie dass ein ordinärer Hieb an sich tatsächlich verhängnisvoll für den vertrocknenden Waldbestand werden kann. In unseren Verhältnissen dürfte aber als Mittel zur Einschränkung oder zur völligen Aufhebung der Vertrocknung wohl fast doch nur der Hieb in Frage kommen, wenn er nur in zweckmässiger Weise geplant wird. Es werden dann mitunter zur Sommerzeit durchgeführte spezielle Gelegenheitshiebsen nötig sein, doch können sie oft auch in die normale Hiebszeit, den Winter, verlegt werden.

Bei solchen Hieben ist schon beim Ausmerken des Bestandes die bei der künftigen Hiebsführung zu beobachtende Vorsicht in Rücksicht zu ziehen. Es gilt dann, vornehmlich solche äusserlich noch gesunden Bäume aus dem Bestand zu entfernen, bei denen sich die Vertrocknung erst in ihren ersten Anfängen befindet. Die schwachen Bäume sind zu merken und insbesondere der Verhinderung von neuen Windschäden ist schon beim Merken Rechnung zu tragen. Die Schalmung ist während der Vegetationsperiode, andererseits aber auch in einem so geringen Zeitabstand vom Hieb wie möglich zu bewerkstelligen. Wird der Hieb als gewöhnlicher Winterhieb durchgeführt, so ist seine Verlängerung über die Vegetationsperiode hinaus der Möglichkeit nach zu vermeiden, und auch die Hiebsreste nebst den Stümpfen sind vor dem Ablauf des Hiebsstermins (vor dem 1. Mai) unschädlich zu machen. Zur Vertilgung der Vertrocknungserregerbestände sind sämtliche vertrocknenden Fichten unmittelbar nach der Fällung vollständig zu entrinden und die Rindenreste entweder zu verbrennen oder in die Erde einzugraben. Die beim Hieb beschädigten Bäume sind, auch wenn sonst noch so gesund, ebenfalls aus dem Bestand zu entfernen.

Wie eingangs schon hervorgegangen ist, ist die Vertrocknung der Fichtenbestände zweierlei: einmal eine langsame, oft gelinde, ihrem Charakter nach chronische, oder auch oft eine stark und plötzlich um sich greifende, akut betonte rasche Vertrocknung (die eigentlichen Grosskalamitäten). Zur Bekämpfung der erstgenannten können Winterhiebsen dienlich sein, während die rasche Vertrocknung im allgemeinen zu bestimmter Zeit ausgeführte Sommerhiebsen erfordert. Die zähe Beharrlichkeit der langsamen Vertrocknung und der Umstand, dass sie leicht zur Ursache akuter Verheerungen werden kann, verursachen es, dass ihr auch bei gelindem Auftreten Aufmerksamkeit zuzuwenden ist. Von den verschiedenen Vertrocknungstypen kommen bei der chronischen Vertrocknung sämtliche Typen der *Dendroctonus*-Gruppe, ferner der *Fomes annosus* — *Armillaria mellea* -Typ, der *Pissodes harcyniae* -Typ, der *Pissodes harcyniae* — *Polygraphus* -Typ und ausnahmsweise auch der *Polygraphus*-Typ in Betracht. Die häufigsten Vertrocknungszeiten ebenso wie die Dauer der Vertrocknung in den verschiedenen Typen, die Beteiligungszeiten der verschiedenen Vertrocknungsurheber sowie die vom Standpunkt der Vertilgung der Vertrocknungserreger möglichen und vorteilhaftesten Fällungszeiten der vertrocknenden Bäume sind aus Tab. 3 (S. 160—161) ersichtlich.

Bei der akuten Vertrocknung handelt es sich, wie erwähnt, oft um eine Grosskalamität. Kennzeichnend für eine solche ist ihr unerwartet plötzliches Aufflammen und der



rasche Verlauf der Vertrocknung. Grosskalamitäten erfordern stets schleunige Massnahmen sowohl zur Rettung des Holzes als zur Vertilgung der Angreifer. Der geeignete Fällungstermin bleibt sehr kurz (höchstens 2 bis 3 Wochen), und es bleibt dann ganz auf der Aufsicht des Waldbestandes beruhen, ob der Hieb noch beizeiten erfolgen kann. Die Aufsicht des Bestandes muss spätestens vor der Mittsommerwende begonnen werden. Die im vorliegenden Zusammenhang in Frage kommenden Typen sind der *Pissodes harcyniae* – *Ips typographus* -Typ und die Typen der Borkenkäfer-Gruppe. In bezug auf die chronologischen Daten der Vertrocknung sei abermals auf Tab. 3 verwiesen.

Bei chronischen Vertrocknungsfällen kann man sich das Entfernen von Bäumen aus dem Bestand auch während mehrerer Winter denken. Bei manchen Vertrocknungstypen beschränkt sich dieser Zeitabschnitt lediglich auf die Anfangsphase der Vertrocknung, bei den Typen der *Pissodes harcyniae* -Gruppe greift er meistens auch auf die eigentliche Vertrocknungsphase über. Eine möglichst frühzeitige Fällung der Bäume gewährt natürlich das beste Resultat. Bei akuter Vertrocknung kann der Hieb, doch nur auf Kosten der Holzqualität und des Umsichgreifens der Vertrocknung, lediglich im *Polygraphus*-Typ in einen späteren Zeitpunkt, mitunter sogar in die folgende Vegetationsperiode verlegt werden.

Die Einteilung in chronische und akute Vertrocknung ist naturgemäss nur eine ganz grobe, und es können neben der einen Gruppe stets auch Typen der anderen vertreten sein, ein Umstand, der bei der Planierung der Hiebmassnahmen gebührend zu berücksichtigen ist. Die Fälle des *Fomes annosus* – *Armillaria mellea* -Typs kommen bei den letzteren nur im Hinblick auf das Ausnehmen der Holzware und die in jenen Fällen (während der Vertrocknungsphase) als Vertrocknungserreger auftretenden Insektenarten in Betracht.

Zur Vorbeugung starker Vertrocknungskalamitäten liesse sich auch der Gebrauch von sog. Fangbäumen denken. Die in Verbindung mit den vorliegenden Untersuchungen eingeleiteten diesbezüglichen Versuche zur Vertilgung von *Dendroctonus micans* wurden vom Kriege unterbrochen.

### Publications of the Society of Forestry in Finland:

- ACTA FORESTALIA FENNICA.** Contains scientific treatises dealing with forestry in Finland and its foundations. The volumes, which appear at irregular intervals, generally contain several treatises.
- SILVA FENNICA.** Contains essays and short investigations in the subject of forestry in Finland. Published at irregular intervals. Each essay appears as a separate volume.
- COMMENTATIONES FORESTALES.** Contains investigations and other essays regarding forestry and other spheres connected with it in other countries than Finland. Published at irregular intervals. Each volume generally contains only one treatise.

### Die Veröffentlichungsreihen der Forstwissenschaftlichen Gesellschaft in Finnland:

- ACTA FORESTALIA FENNICA.** Enthalten wissenschaftliche Untersuchungen über die finnische Waldwirtschaft und ihre Grundlagen. Sie erscheinen in unregelmässigen Abständen in Bänden, von denen jeder im allgemeinen mehrere Untersuchungen enthält.
- SILVA FENNICA.** Diese Veröffentlichungsreihe enthält Aufsätze und kleinere Untersuchungen zur Waldwirtschaft Finnlands. Sie erscheint in unregelmässigen Abständen. Jeder Aufsatz erscheint als besonderer Band.
- COMMENTATIONES FORESTALES.** Enthalten Untersuchungen und Beiträge zur Waldwirtschaft und damit zusammenhängenden Fragen für andere Länder als Finnland. Sie erscheinen in unregelmässigen Abständen. Jeder Band enthält im allgemeinen nur eine Untersuchung.

### Publications de la Société forestière de Finlande:

- ACTA FORESTALIA FENNICA.** Contient des études scientifiques sur l'économie forestière en Finlande et sur ses bases. Paraît à intervalles irréguliers en volumes dont chacun contient en général plusieurs études.
- SILVA FENNICA.** Contient des articles et de petites études sur l'économie forestière de Finlande. Paraît à intervalles irréguliers. Chaque article constitue habituellement un volume.
- COMMENTATIONES FORESTALES.** Contient des études et des articles sur l'économie forestière et les branches connexes dans les pays autres que la Finlande. Paraît à intervalles irréguliers. En général, chaque volume ne contient qu'une étude.