

SUOMEN METSÄTIETEELLINEN SEURA — FINSKA FORSTSAMFUNDET
(SOCIETY OF FORESTRY IN SUOMI — FORSTWISSENSCHAFTLICHE GESELLSCHAFT
IN SUOMI — SOCIÉTÉ FORESTIÈRE DE SUOMI)

SILVA FENNICA

23.

TUTKIMUKSIA KAASUTUHOISTA
IMATRAN VALTIONPUISTOSSA

ESKO KANGAS

*UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE RAUCHSCHÄDEN IM
IMATRA-STAATSPARK*

HELSINKI 1932

Suomen Metsätieteellisen Seuran julkaisusarjat:

ACTA FORESTALIA FENNICA. Sisältää Suomen metsätaloutta ja sen perusteita käsitteleviä tieteellisiä tutkimuksia. Ilmestyy epäsäännöllisin väliajoin niteinä, joista kukin yleensä käsittää useampia tutkimuksia.

SILVA FENNICA. Sisältää Suomen metsätaloutta käsitteleviä kirjoitelmia ja pienehköjä tutkimuksia. Ilmestyy epäsäännöllisin väliajoin. Kukin kirjoitus muodostaa yleensä oman niteen.

COMMENTATIONES FORESTALES. Sisältää muiden maiden kuin Suomen metsätaloutta ja siihen liittyviä aihepiirejä käsitteleviä tutkimuksia ja muita kirjoituksia. Ilmestyy epäsäännöllisin väliajoin. Kukin nide sisältää yleensä vain yhden tutkimuksen.

Finska Forstsamfundets publikationsserier:

ACTA FORESTALIA FENNICA. Innehåller vetenskapliga undersökningar rörande skogshushållningen i Finland och dess grunder. Banden, vilka icke utkomma periodiskt, omfatta i allmänhet flere avhandlingar.

SILVA FENNICA. Omfattar uppsatser och mindre undersökningar rörande skogshushållningen i Finland. Utkommer icke periodiskt; varje uppsats som skilt band.

COMMENTATIONES FORESTALES. Innehåller undersökningar och andra uppsatser rörande skogshushållningen och i samband med denna stående frågor utom Finland. Utkommer icke periodiskt. I allmänhet ingår i varje band endast en avhandling.

SILVA FENNICA

N:o 23 (1932)

TUTKIMUKSIA KAASUTUHOISTA IMATRAN VALTIONPUISTOSSA

ESKO KANGAS

*Untersuchungen über
die Rauchschäden im Imatra-Staatspark*

Sisältö.

	Sivu
Johdanto	2
Tutkimusalueen kuvaus	3
Tuhojen kuvaus	4
Tuhojen syyt ja niiden laatu	4
Tuhojen riippuvaisuus metsikön (puiden) sijoituksesta	8
Tuhojen riippuvaisuus puulajista ja puiden pituudesta	9
Tuhojen seurauksina esiintyvät sairaudet	11
Tuhojen suuruus	15
Vahingon laatu ja määrä	20
Vahingon laatu	20
Vahingon suuruus	21
Tuhojen aiheuttamat toimenpiteet	23
Mikroskooppiset analyysit tuhonäytteistä	25
Kirjallisuutta	31
<i>Deutsches Referat</i>	32
Liite	35
Kartta	37
Kuvat	1—5

Johdanto.

Imatran valtionpuistossa, joka kuuluu Äyräpään hoitoalueeseen, oli asianomainen aluemetsänhoitaja tarkastusmatkallaan keväällä (toukokuun lopulla) 1931 havainnut, että täällä, valtionpuiston rajalla sijaitsevan sähkökemiallisen tehtaan lähellä oli metsä melkoiselta alalta pahoin tuhoutunut, niin että »kaikki männyt ja osa koivujakin on aivan helpeetömät ja lehdettömät ja näyttää metsä aivan siltä kuin latvatuli olisi metsän hävittänyt»¹. Hänen tekemänsä ilmoituksen johdosta, missä hän mainitsee otaksuvansa tuhon syyksi »tehtaasta tulevat myrkylliset kaasut», asianomainen piirikuntakonttori kääntyi metsähallituksen puoleen, esittäen että asiassa ryhdyttäisiin pikimiten lähempiin toimenpiteisiin. Metsähallitus antoiinkin toimittaa asiassa tarkemman tutkimuksen, tarkoituksena selvittää tuhon syy sekä sen määrä ja laatu. Tässä mielessä suoritettiin sitten kyseellisellä paikalla heinäkuun alussa samana vuonna mittauksia ja havaintoja, joihin esillä oleva tutkimus perustuu.

Kun tutkimuksen tarkoituksena oli pääasiassa antaa kuvaus sattuneista tuhoista, ei mitään kokeita siitä, millä tavoin tuhoa aiheuttaneet kaasut vaikuttavat tappamiinsa kasvikudoksiin, ole suoritettu. Kuitenkin on myöhemmin talvella tehty mukaan otetuista tuhonäytteistä eräitä mikroskooppisia analyysejä kesällä tehtyjen havaintojen tarkistamiseksi. Tulokset näistä mikroskooppisista tutkimuksista esitetään sen vuoksi erikseen teoksen lopussa.

¹ Aluemetsänhoitajan asiaa koskevasta kirjeestä.

Tutkimusalueen kuvaus.

Imatran valtionpuistossa sattuneet, lähellä olevan sähkökemiallisen tehtaan poistokaasuista aiheutuneet tuhot ovat rajoittuneet Imatran aseman eteläpuolella oleviin, mainitun tehtaan tehdasalueeseen liittyviin metsiköihin molemmilla puolien rautatietä.

Tehdasalue sijaitsee rautatien varrella, n. ½ km. asemalta etelään. Koska se etelä- ja itäpuolella rajoittuu viljelyksiin, ovat kyseelliset osat valtionpuistoa lähimmät metsänreunat yhdessä lounais- ja pohjoispuolella olevien, valtionpuistoon liittyvien yksityismetsien kanssa. Mainitut metsänreunat, paikoin ainapa 80—100 m. leveästi, muodostavat tuhoalueen, jonka valtion puoleinen osa tekee yli 3 ha. Tämän osan halki menee rautatie siten, että kapeahko kaistale (20—60 m. leveä) jää samalle puolen rautatietä kuin tehdasaluekin, sen, rautatien ja yksityismaan rajoittamana, ja suurin osa toiselle puolen 85—45 m. leveänä kaistaleena pitkin ratavartta, päättyen eteläänpäin mainittuun yksityismaahan (kts. piirrosta). — Koko tuhoalue on n. 5 ha.

Metsiköiden ikä vaihtelee 60—80 vuoteen ja ovat ne mäntyvaltaisia. Sekapuina on pääasiassa koivua (n. 20 %), lisäksi joku haapa ja kuusi sekä leppäpensaikkaa. Rautatien itäpuolella oleva kapea kaistale on miltei puhdasta männikköä. Länsipuolella rautatietä on kapea (n. 20—40 m. leveä) kaistale harvempaa metsikköä (tiheys n. 0.8), missä kuutiomäärä ha:a kohti on n. 200 m³, kun taas sen takana, edempänä rautatiestä oleva, samoinkuin itäpuolellakin rautatietä oleva metsikkö on tiheämpää (tiheys n. 0.8) ja kuutiomääräkin ha:a kohti nousee lähes 270 m³:iin (267 m³).¹

Pintakasvillisuus on varsin rehevä, varsinkin länsipuolella rataa olevissa metsiköissä. Verraten runsaan alikasvospensaikon ohella on korkea ja lajirikas heinä- ja ruohokasvillisuus pääasiassa vallalla, varpuja ja sammalia (paitsi *Hylocomium triquetrumia*) on varsin vähän. Mainitussa harvem-

¹ Koealojen mukaan.

massa metsikössä, aivan ratavarressa, on alikasvospensaikkaa verraten vähän ja — ilmeisesti metsikön valoisuudesta johtuen — myöskin pintakasvillisuus vähemmän rehevää. Samoin on radan itäpuolella sekä länsipuolisten metsiköiden pohjoispäässä, missä maa kohoaa ja muuttuu kivikkoiseksi, pintakasvillisuus jonkin verran kuivemman luontoista, varpuja enemmän. Metsätyyppi vaihtuu siellä ehkä vähän alhaisemmaksi. Pääasiassa on Oxalis-Myrtillus vallitsevana tyyppinä, joskin rehevimmät paikat lähentelevät lehtoja.

Rautatien länsipuolinen osa kyseellisestä alasta valtionpuistoa on aiemmin ollut hakamaana. Nytkin vielä on havaittavissa jonkin verran merkkejä siitä, että metsikkö on entistä hakamaametsää, vaikkakin se on jo melkoisesti ehtinyt »villiäytyä».

Tehtaan ympäristön metsät, joihin edellä kuvatut kuuluvat, tarjoavat nykyisin varsin surkean näyn. Metsän reunasta ja sen läheltä ovat kaikki puut kuolleet ja nekin, jotka kauempana ollen ovat vielä elossa, ovat varsin harsulatvaisia ja osoittavat selvästi kitumisen oireita. Pahimman näköinen on ehkä tehdasalueen pohjoisenpuolinen mäki, jossa osa tehtaan henkilökunnan asuntoja sijaitsee.

Tuhojen kuvaus.

Tuhojen syyt ja niiden laatu.

Tehtaalta saatujen tietojen mukaan sisältävät tehtaan ilmotorvista tulevat poistokaasut kloria, 4 mg. litraa kohti. Sitäpaitsi haihtuu tehtaan savupiipusta kloraatipitoisia nesteitä savun mukana. Tarkempaa tietoa niiden määrästä ei ollut saatavissa. Nämä ovat ainoat poistokaasuissa olevat aineet, jotka voivat tulla kysymykseen mainittujen kaasujen aikaansaamien tuhojen aiheuttajina ympäristön metsissä.

Missä määrin kumpikin mainituista kaasuista on vahingollinen kasvillisuudelle, voitaisiin tarkalleen päättää vasta suoritettujen kokeiden avulla. Jokseenkin helppoa näyttää sen sijaan olevan ratkaista, että pahimman tuhon aiheuttajana ovat olleet savupiipusta tulevat aineet. Ensinnäkin on ilmotorvien kautta tulevan klorin määrä varsin pieni — sehän tekee vain n. 1/600 000 tilavuudesta —, niin että, vaikka klori onkin haitallisempi ja vaikuttavampi myrky kasveille kuin useimmat muut aineet¹, ei nyt k.o. klorimäärä voi ainakaan huomattavampia tuhoja aiheuttaa. Toiseksi

¹ v. SCHROEDER-REUSS, 1883, s. 99. Vert. myös GERLACH, 1925, s. 7.

klori aktiivisena aineena yhtyy ilmassa helposti vesihöyryn kanssa, muodostaen suolahappoa¹ ja tämä taas on jo paljon lievempi kasvien myrkyaine kuin klori.² Kolmanneksi voitiin todeta selviä klorin tahi klorivedyn (suolahapon) aiheuttamia tuhoja vain vähän (vert. myöhemmin). Myöskään tehtaan taholta tehdyn ilmoituksen mukaan ei mainitun klorimäärän ole katsottu olleen tuhojen aiheuttajana. Klorimäärä saakin v. SCHROEDERIN ja REUSSIN (1883, s. 87) mukaan — klorivetyä — nousta 1/15 000 tilavuutta, sen vielä vaikuttamatta, ainakaan huomattavasti, haitallisesti kasvillisuuteen. Kloriin nähden tosin tilavuussuhteen täytyy tietysti olla paljon pienemmän sen suuremman vaarallisuuden mukaisesti.³

Edellämainitusta huolimatta on poistokaasuna tuleva klori kuitenkin hiukan saanut aikaan tuhoa, varsinkin eräissä koivuissa (ja muissakin lehtipuissa) tehdasalueen lähistöllä. Siitä ovat todistuksena varsin tyypilliset tuhon jäljet mainittujen puiden lehdissä.⁴ Koivujen lehdet ovat reunoiltaan ruskettuneet ja kuivuneet (kuva 1), joten puut näyttävät, jos ne ovat pahoin kärsineet, varsin ikävän ja surkean näköisiltä, kuten varsinkin eräs lähellä tehtaan konttorirakennusta oleva koivu. Tällaiset, tosin verraten harvat, tuhotapaukset voivat johtua tehtaasta satunnaisesti tulleista, normaalia suuremmista klorimääristä tai sitten ovat mainitun pienen klorimäärän ajan pitkään aiheuttamia.

GERLACHIN (1925, s. 10) mukaan riittääkin, kroonillisen vaikutuksen kysymyksessä ollen, jo 1/500 000:n vahvuinen konsentraatio, yleensä jotain vahingollista kaasua, aikaan saamaan tuhoja.

Pääasiallisen tuhon aiheuttajana ovat sekä tehtaan taholta lausutun mielipiteen että muiden esille tulleiden tosiseikkojen mukaan savupiipusta haihtuvat kloraatit. Ensinnäkin, koska ilmotorvista tuleva klori ei ole aiheuttanut suurempia vahinkoja, jäävät sattuneet tuhot kloraatien osalle, sillä mitään muita primäärisiä tuhon syitä ei puissa voi havaita. Toiseksi se seikka, että tuho on tapahtunut, kuten on ilmeistä, talven aikana, voidaan parhaiten selittää, kun mainittujen aineiden oletetaan olleen tuhon syynä. Savupiipusta haihtuvat kloraatit ovat arvattavasti imeytyneet talvella puiden oksilla ja neulastossa olevaan lumeen, näin keräytyen siihen. Täten ne ovat tulleet voimakkaammin vaikuttaviksi, saaden aikaan niin

¹ v. SCHROEDER-REUSS, 1883, s. 98—99; SORAUER, 1909, s. 717.

² v. SCHROEDER-REUSS, s. 91—92, 99; SORAUER, kuin alaviite 1.

³ Mikä on minimiraja klorilla, sen vahingoittavaan vaikutukseen nähden, ei liene vielä selvitetty.

⁴ v. SCHROEDER-REUSS, 1883 ss. 88, 90—92 ja Tafl. IV, 14; SORAUER, 1909, ss. 718, 722.

suurta tuhoa kuin on tapahtunut. Että tuho on todellakin pääasiassa talvella tapahtunut, osoittavat useammatkin seikat, m.m. niissä tavattavat hyönteislajit, kuten edempänä tulee esitettäväksi. Tässä yhteydessä erikoisesti mainittakoon, että, kuten paikallisen aluemetsänhoitajan ilmoituksesta käy selville, tuhon jäljet olivat jo keväällä (toukokuun lopulla) nähtävissä, joten siis tuho oli tapahtunut ainakin varsin aikaisin keväällä tahi kevättalvella. Samaa osoittaa, ehkä vielä selvemmin, myöskin se seikka, että tuhosta pahoin kärsineet männyt, jotka keväällä ovat kaikki olleet aivan neulasettomia¹, myöhemmin kesällä kehittivät silmuistansa uudet kasvaimet uusine neulasineen. Talvella tahi alkukevällä sattunut kaasutuho ei ollut ilmeisesti pystynyt hävittämään vahvojen suojakerrosten peittämiä silmuja eikä kuorenalaista jälsikerrosta, vaan ainoastaan vahingoittaville aineille alttiina olevat neulaset, ja kun lumen sulattua tuovaara väheni, kehittivät uudet neulaset jo aivan neulasettomiin puihin. Että kuitenkin puut olivat enemmänkin kärsineet talvella sattuneista tuhoista, osoittaa selvästi se, että monet niistä eivät pystyneet kehittämään juuri lainkaan uusia neulasia tai olivat neulaset ainakin jääneet kesken kehityksensä. Mutta niillekin, joilla neulaset olivat suhteellisen normaalisesti kehittyneet, aiheuttaa vanhempien neulasten täydellinen kato suuren käsvun vähennyksen ja — mikä pahinta — saattaa ne heikontuneena hyönteisvaaralle alttiiksi, mikä taas helposti johtaa puun täydelliseen tuhoutumiseen, kuten edempänä tulee esitettäväksi. Samoin ovat puut heikontuneina alttiita pienillekin kaasumäärille, mitä ne eivät ehkä lainkaan täysin terveinä olisi.²

Männyillä näyttää talvella sattunut tuho kohdanneen siis pääasiassa neulasia. Koivuilla sen sijaan näyttävät silmut usein kärsineen niinkin pahoin, että niistä on vain nimeksi kehittynyt lehtiä.³

Mitä itse tuhotapahtumaan kyseessä olevassa otaksutussa tapauksessa tulee, voitaneen se ajatella suunnilleen seuraavanlaiseksi. Mainitut klooraattit arvattavasti hajautuvat — huokoinen lumi ja mahdollisesti muutkin seikat vielä ehkä edistävät tätä hajautumista — ja tällöin saattaa syntyä vapaita alempia happoja, jotka sitten vaikuttavat tappavasti elävien kasvukudosten soluihin. — Tuho on otaksuttavimmin tapahtunut kevättalvella tahi alkukevällä, kun lumi oksilla ja neulastossa on alka-

¹ Aluemetsänhoitajan ilmoituksen mukaan, mikä on, tutkimusten yhteydessä tehtyjen havaintojen mukaan, täysin paikkansa pitävä.

² GERLACH, 1925, s. 21.

³ Näin ovat siis sekä kaasutuhoiset männyt että koivut helposti tunnettavissa harventuneista latvuksistaan (vert. GERLACH, 1907, ss. 379—380 ja 1925, s. 15).

nut sulaa ja siihen keräytyneet kaasumäärät ovat päässeet kosketuksiin neulaston, silmujen ja oksien kanssa.

Jonkin verran on tuhoa sattunut myöskin kasvuaikana, niin männyillä kuin koivuillakin. Onko se pääasiassa ilmatorvista lähtevän klorin aiheuttamaa, vai ehkä sekin klooraattipitoisten, savun mukana tulevien nesteiden aikaan samaa, on vaikeata varmasti päättää. Joka tapauksessa ovat tuhon merkit poikkeavia edellä kuvatuista klorin aiheuttamista lehtien reunojen ruskettumisesta koivuilla. Männyillä on neulasten kärkipuoli vaalenut, muistuttaen siinä suhteessa kyllä jossain määrin sekä suola- että rikkihapon aiheuttamia tuhoja.¹ Samoin oli muutamissa pienissä kuusissa lähellä tehdasaluetta yksityismaan puolella (tehtaan henkilökunnan asuntojen luona) havaittavissa jonkin verran neulasten ruskettumista samaan tapaan kuin v. SCHROEDER ja REUSS (1883, ss. 84—85 ja Tafl. II, 1—3) sekä BORGMANN (HESS-BECK, 1929, s. 111) ovat savutuhoista kuvanneet. Tässä lienee kuitenkin pääasiallisena syynä mainittuun ilmiöön kyseessä olevien kuusien melko voimakas karsiminen.² Koivuilla taas olivat lehdet likaisen tummanvihreät, poiketen huomattavasti lehtien tavallisesta normaalisen vihreästä väristä (kuva 2). Tällaista oiretta ei kaasutuhoista tietävästi ole kuvattu³ ja kun havupuidenkin (männyin) tuhon merkit jonkin verran poikkeavat edellä vertaukseksi mainituista, on lähellä otaksuttavaa, että mainitut tuhot ovat sittenkin klooraattipitoisten nesteiden aiheuttamat, joista tuhoista ei löydy aikaisempaa kuvausta.⁴ Suoritetut kokeet, joihin ei ole ollut tilaisuutta, voisivat vasta ratkaista kysymyksen. Huomautettakoon vielä, että, kuten mainittiin, eivät viimeksi selostetut tuhot ole kovin suuria, varsinkaan talvella sattuneihin verrattuina.

Missä määrin edellisenä talvena jo on mahdollisesti tuhoja sattunut, ei ole voitu enää saada täysin selville, mutta varmaa kuitenkin on, että jo edellisenä kesänä on ollut jonkin verran kuolleita tai kuivavia puita alueella, minkä voi päätellä jo niissä tavattavista hyönteisistä. Ovatko kyseessä olevat puut kaikki jo edellisenä talvena sattuneiden tuhojen tappamia, ei tietysti ole ehdottomasti pääteltävissä, mutta useat seikat kyllä tuntuvat siihen viittaavan.⁵

¹ v. SCHROEDER-REUSS, 1883, ss. 84—85, 93 ja Tafl. II, 4 sekä Tafl. IV, 8.

² SORAUER, 1911, s. 33.

³ Ei voine olla samaa, minkä SORAUER (1909, s. 718) on kuvannut klorin t. klorivedyn aiheuttamana.

⁴ Vert., mitä myöhemmin mikroskooppisten tutkimusten tuloksina on asiasta mainittu.

⁵ M.m. sellaiset esimerkit kuin myöhemmin (s. 14) esittävistä koeputista N:o 3.

Tuhojen riippuvaisuus metsikön (puiden) sijoituksesta.

Tutkimusalueen kuvauksessa tuli jo mainitaksi, miten metsiköt tuhoalueella ovat sijoittuneet. Mainittakoon lisäksi, että kuten karttapiirroksista selviää, on tuhoalueen pohjoispäässä Imatran voimalaitoksen korkeajännitysjohtojen vuoksi avattu linja, joka 25 m:n levyisenä kulkee poikki tuhoalueen. Alueella on siis metsänreunat, paitsi rautatietä, myös voimalinja-aukkoa vastaan, vaikka aivan tuhoalueen äärimmäisessä päässä.

Edellämainitussa kuvauksessa tuli myös jo mainitaksi, että pahiten ovat metsiköt kärsineet kaasutuhosta juuri metsän reunoilla. Tuho tuntuu leviävän metsän reunalta metsän sisään eri suuressa määrin, riippuen sekä metsikön tiheydestä että metsänreunan etäisyydestä tehtaan savupiipusta. Myöskin näyttää maanpinnan korkeus vaikuttavan asiaan. Metsän reunan ollessa verraten lähellä mainittua kaasulähdettä, on metsikön tiheydellä huomattava vaikutus tuhon etenemisen ehkäisijänä syvemmälle metsään, välimatkan ollessa suuremman, näyttävät vain metsän reunassa olevat puut kärsivän pahemmin, metsän tiheyden tällöin suurestikaan vaikuttamatta tuhon laajuuteen. Metsikön sijaitessa tehtaalle päin viettävällä rinteellä on se kokonaan tuhoalttiuteen nähden samassa asemassa kuin metsän reuna. Aina ylempänä olevat puut ovat, ainakin latvuksensa yläosaan nähden, samanarvoisessa asemassa kuin metsän reunassakin olevat puut. Metsän reunan ollessa pois päin tehdaslaitoksesta suunnattuna, ei se luonnollisestikaan ole sen uhatummassa asemassa kuin metsikön keskukseen samalla etäisyydellä. Sen sijaan ei metsän reunan suunnalla, sen ollessa tuhoalueen säteenkin suuntainen, näytä vielä olevan suurtakaan lieventävää vaikutusta tuhon voimakkuuteen.

Edellä selostetun mukaisesti ovat yksityiset puut siis myös varsin eri tavalla alttiina kaasutuhonille, sen mukaan millainen niiden asema metsikössä on. Harvemmassa asemassa sijaitseva puu metsikön sisässä on samaan tapaan alttiina kaasujen turmioliselle vaikutukselle kuin metsän reunassa olevakin, samoin korkeammalla paikalla kasvava tahi ympäröivää metsikköä huomattavasti pitempi yksilö.

Aiemmin tuli jo mainitaksi, että metsikön tahi puun etäisyydellä kaasulähteestä on huomattava merkitys tämän alttiudelle joutua kärsimään kaasutuhosta. Niinpä lähinnä tehdasta sijaitsevissa metsiköissä on pahoin tuhoutuneen vyöhykkeen leveys metsän reunasta lukien, riippuen metsän tiheydestä, 50—30 m. Etäämpänä kapenee se aina 20—15 m:ksi. Aivan tehtaan pohjoispuolella olevalla mäellä on vastaavan vyöhykkeen leveys paljon suurempi (aina 100:kin m.), paitsi metsikön suhteellisen pienen

tiheyden ja aukkoisuuden vuoksi¹, erikoisesti sen takia, että rinne viettää tehtaalle päin.

Yksityiset puut, jotka ovat kaasutuhosta pahoin kärsineet (tai kuolleet), ovat, kauempana metsän reunassa sijaiten, n. 300 m:n päässä (ja ylikin) tehtaan savupiipusta. Metsän keskellä, syvemmälläkin, ovat puut vielä n. 170 m:n päässä savupiipusta usein pahoin kärsineitä tai kuolleita (etäisyys metsän reunasta n. 70 m.). Lyhimpänä säteenä, jonka takana puut edullisimmassa tapauksessa ovat jotakuinkin varmassa turvassa, voidaan pitää 200 m:ä (tehtaan savupiipusta), edellyttäen olosuhteet sellaisina kuin ne ovat kyseellisellä alueella (lyhin matka savupiipusta metsän reunaan n. 100 m.).

Tuhojen riippuvaisuus puulajista ja puiden pituudesta.

Tuhoalueella on varsin selvänä huomattavissa ero eri puulajien alttiudessa kaasutuhonihin. On jo aiemmin huomautettu männyn kärsineen sangen pahoin tehtaan savupiipusta tulevista kaasusta. Epäilemättä onkin mäntyssä suhteessa arin alueella tavattavista puulajeista. Sitäpaitsi lisäävät männyllä ilmeisen yleisinä ja kaasutuhon seurauksina tavattavat hyönteistuhot kaasutuhon vaarallisuutta varsin suuresti. Erikoisesti herättää huomiota se, että edellä kuvatuissa, maksimietäisyyksillä kaasulähteistä olevissa tapauksissa on aina ollut kysymyksessä mänty. Tämä varsinkin todistaa mainitun puulajin herkkyyttä kaasujen tuhoavalle vaikutukselle. Samoin on mänty paljon syvemmällä metsän sisässä kuin mikään muu puulaji vielä täysin altis kaasutuhonille. Tosin tapaa harvakseltaan mänty-yksilöitä, jotka näyttävät huomattavasti vähemmän kärsineiltä kuin toiset vastaavassa asemassa olevat ja samankokoiset mänty-yksilöt. Tällaista yksilöllistä eroavaisuutta tuhoalttiudessa esiintyi myös muissakin puulajeissa.² Kaikille männynille, voimakkaimmillekin, ovat tehtaasta lähtevät kaasut kuitenkin osoittautuneet varsin haitallisiksi.

Koivu voidaan tuhoalueella täydellä syyllä katsoa lähinnä arimmaksi puulajiksi männyn jälkeen. Tosin se selvästi on aivan eri luokkaa tuhoalttiudessa kuin mänty, mutta on kuitenkin, varsinkin metsän reunoilla, osoittanut kärsivänsä hyvinkin suuresti kaasusta. Syvemmällä metsikön sisässä se sen sijaan näyttää kestävän verraten hyvin, samoin kauempana

¹ Tehtaan henkilökunnan asuntopaikat sijaitsee täällä, kuten on mainittu.

² Vert. SORAUER, 1909, s. 722; 1911, ss. 9, 51—52, 57.

kaasulähteistä. Siinä suhteessa on tämä koivun suurempi kestävyys mäntyyn verrattuna odotettavaa, että kirjallisuudessa yleensä mainitaan asian kaasutuhoihin nähden näin olevan.¹ Tämä tuntuukin varsin luonnolliselta, kun ottaa huomioon, että koivut talvella tuhon kohdatessa ovat olleet lehdettämiä. Sen sijaan on huomattavaa, että koivu yleensä rinnastetaan esim. haavan ja leppän kanssa kestävyudessa ja mainitaan yhdessä niiden kanssa kestäväksi lajiksi², mitä se ei — ainakaan mainittuihin puulajeihin nähden — tuhoalueella ollut. Klorin aiheuttamiin — ja siis kasvukautena sattuneihin — tuhoihin nähden näyttää koivu, kuten useat muutkin lehtipuut tuhoalueella, olevan erempi kuin mänty. Näitä tuhoja esiintyi pienissä taimissakin, kuten eräissä pensaissa ja tehdasalueen lähelle istutetuissa vaahteran taimissa. — Yksilöllinen vaihtelu tuhoalttiudessa näyttää koivulla olevan suurempi kuin männyllä ja yleensä muilla puulajeilla. Vieläpä lähellä tehdasta metsän reunassakin saattoi panna merkille elossa olevia, tosin pahoin kärsineen näköisiä yksilöitä paikalla olevien kuolleiden joukossa.

Muut alueella tavattavat puulajit, kuusi, haapa ja leppä, joista molemmat ensinmainitut esiintyvät vain yksitellen ja leppä taas etupäässä alikasvoksena (pensastona), näyttävät yleensä kestävimiltä. Niistä muutamista kuusi- ja haapayksilöistä (arvopuita, yli 20 cm rinnankorkeudelta, on kuusia 13, haapoja 9), jotka alueella ovat, saa ehdottomasti sen käsityksen, että molemmat puulajit ovat täysin kestäviä kyseessä olevien kaasujen vaikutukselle. Varsinkin on silmiinpistävää parin kolmen lähellä metsän reunaa ja harvahkossa metsikössä olevan, sekä lisäksi aivan vastapäätä tehdasta radan toisella puolen sijaitsevan kuusen täysin terve ja vihreä ulkonäkö, vaikka muu metsikkö ympärillä, varsinkin männyt, ovat perin kehnon näköisiä tahi kokonaan kuolleita. Tämä on sitäkin yllättävämpää, kun kuusi on tunnetusti arka puulaji³ ja erikoisesti myös kaasutuhoihin nähden yleensä mainittu aremmaksi kuin mänty.⁴ Tosin v. Rušnov (1910, s. 12) mainitsee eräiden esimerkkien osoittavan, että kuusi olisi vastustuskykyisempi kuin mänty kaasutuhojen suhteen. Haapa ja varsinkin leppä ovat kirjallisuuden mukaan⁵ erittäin vastustuskykyisiä tahi täy-

¹ GERLACH, 1925, s. 34; HESS-BECK, 1929, ss. 130—131; v. SCHROEDER-REUSS, 1883, ss. 88—89.

² Huom. kuitenkin päinvastainen maininta v. SCHROEDERIN ja REUSSIN teoksessa (1883, ss. 88—89).

³ Esim. metsäpaloihin, puun haavoittamiseen y.m. nähden.

⁴ GERLACH, 1925, s. 34; HESS-BECK, 1929, s. 131.

⁵ v. SCHROEDER-REUSS, 1883, ss. 88—89; GERLACH ja HESS-BECK kuin alaviite 4.

sin kestäviä (rauchhart). Tuhoalueella näyttikin edellämainittuihin nähden asia näin olevan, sen sijaan ratavarressa olevissa pajupensaissa saattoi todeta hiukan vioittumisen merkkejä. Lähellä tehdasta olevan talon pihamaalalla näyttivät myöskin omenapuut jonkin verran kärsineen kaasuista, kun taas marja- ja sireenipensaat eivät.

Viimeksimainittu seikka voi johtua myös kyseellisten pensaiden koosta, sillä puun pituudella tuntui olevan jonkin verran vaikutusta tuhon suuruuteen. Tosin ei tämä eroavaisuus aukealla ja metsän reunassa ollut varsin selvä, mutta kuitenkin sikäli, että pensaat yleensä — samoin kuin pintakasvillisuus — eivät lainkaan osoittaneet kärsivänsä kaasuista, kun sen sijaan esim. 2—3 m:n pituiset männyt metsän reunoilla olivat usein jo hyvin pahoin tuhoutuneet. Metsikön sisällä tuli puun pituuden vaikutus varsin selväksi, kun siellä lyhemmät puut yksinkertaisesti olivat suu-rempien suojaamat, joten ne jo siksi säilyivät tuholta. Metsän reunoilla tosin tuntui myös pituuden vaikutus — puissakin —, mutta ei niin säännönmukaisena.

Tuhojen seurauksina esiintyvät sairaudet.

Mitä ensinnäkin tulee puun terveydentilan vaikutukseen puun vastustuskykyyn, on luonnollista, että heikot ja sairast yksilöt sortuvat ensinnä, kuten jo on tullut mainituksikin (s. 6). Tervarosoisuus männyllä, jota alueella jonkin verran tavattiin, ei kuitenkaan näyttänyt erikoisemmin lisänneen tuhoalttiutta, ellei oteta huomioon jo aivan kituvia puita.

Kaasutuhojen seurauksena on usein mainittu hyönteis- ja sienitaudit.¹ Hyönteisvioista näyttävät varsinkin *Pissodes*-tuhot lisänneen kaasuvahinkojen suuruutta (kuusimetsissä).² Muista kaasutuhojen seurauksena esiintyvistä tuhohyönteisistä mainitaan kaarnakuoriaiset, *Grapholita pactolana* (muuan pikkuperhoslaji), *Nematus abietis*-neulaspistiäinen sekä havukirvat (*Chermes*-lajit), useimmat kuusimetsissä esiintyvinä.³

Myöskin puheena olevalla tuhoalueella, kuten on mainittu, tavattiin kaasutuhojen johdosta puihin tulleina huomattavasti tuhohyönteisiä, useampaakin lajia, ei kuitenkaan muissa puulajeissa kuin männössä. Tavattut lajit olivat: *Evetria (Tortrix) resinella* L., *Acanthocinus aedilis* L.,

¹ SORAUER, 1909, s. 716; GERLACH, 1925, s. 30; HESS-BECK, 1929, ss. 116, 130.

² GERLACH, 1898, ss. 137, 139, 145 ja 1907, ss. 375, 378; SORAUER ja HESS-BECK kuin alaviite 1.

³ GERLACH, 1907, ss. 375, 379; HESS-BECK, 1929, s. 130.

Rhagium inquisitor L., *Xylita laevigata* HELLW., *Hylobius abietis* L., *Pissodes pini* L. ja *piniphilus* HBST., *Blastophagus piniperda* L. ja *minor* HARTIG sekä *Xyloterus lineatus* OLIV.

Tuhojen kannalta ovat edellämainituista tärkeimmät *Pissodes*- (piki-kärsäkäs-) lajit. Varsinkin *P. piniphilus*, mutta myöskin *P. pini*, esiintyvät täysimuotoisina hyönteisinä (imagoina) suhteellisen primäärisinä ja onkin katsottava lähinnä niiden ansioksi, että nekin monet kaasutuhon alaiset männyt, jotka olisivat vielä pystyneet toipumaan, kuitenkin nopeasti ja varmasti tuhoutuvat. Lajit tavattiin kaasutuhosta varsin lievästi kärsineiden, vielä täysin terveennäköistenkin mäntyjen latvaosissa ja oksien kärkipuolilla hyvin yleisinä, nakertelemassa pieniä kolojaan kuoreen. Kituvat, kuolemistilassa olevat männyt tarjosivat niiden sekundäärisille toukille hyvät kehittymismahdollisuudet, joten sikiytymismahdollisuudet olivat hyvät. Tämän vuoksi on syytä pelätä, että lajit pääsevät runsaastikin lisääntymään, jolloin ne voivat tulla primäärisen luonteensa takia (imagoina nim.) vaaraksi vielä täysin terveillekin, kaasutuhoilta säästyneille männyille. *Pissodes piniphilus* on muuten varsin tyypillinen keski-ikäisten ja nuorenpuoleisten mäntyjen tuholainen.¹

Muut tavatut hyönteislajit olivat aivan sekundäärisinä esiintyviä, ilmentyivät puihin vasta, kun ne alkoivat kuivua, lukuunottamatta ytimennävertäjiä (*Blastophagus*), jotka imagoina tunkeutuvat terveidenkin mäntyjen kasvaimiin. Mainituista lajeista tavattiin runkojen alaosissa tavallinen sarvijaakko (*Acanthocinus aedilis*) toukkana, sekä isompi ytimennävertäjä (*Blastophagus piniperda*) toukkana ja kotelona. Vähän ylempanä sitten pienempi ytimennävertäjä (*Bl. minor*), samoin toukkana ja kotelona sekä puukaarnakuoriainen (*Xyloterus lineatus*) imagona (ja toukkana?).² Muut lajit (*Evetria resinella*, *Rhagium inquisitor*, *Xylita laevigata* ja *Hylobius abietis*) tavattiin vain yksitellen.³ Mainittakoon vielä, että *Pissodes pini* ja *Hylobius abietis* tavattiin vain imagoina.

¹ *Pissodes piniphilus*in toukka tavattiin korkeammalla rungossa, ohuen kaarnan alla ja vain kituvissa, kuivumistilassa olevissa männyissä, sekä juuri kuoriutuvia yksilöitä (10. VII.) erästä jo edellisenä kesänä kuolleesta männystä (Vert. muuten TRÄGDH, 1921, s. 283; 1923, ss. 408—412; 1927, ss. 196—202, 211—212.). Terveissä metsiköiden osissa ei lajia alueella esiintynyt.

² Syömäkuvioita, joissa oli imagoja, tavattiin ja oli niissä jo luultavasti toukkiakin (vert. SAALAS, 1919, ss. 278—279).

³ *Evetria resinellan* pinhkapahkula m.m. yli 20 metrisen männyn latvakasvaimesta. Kaksi seuraavaa lajia (*Rhagium* ja *Xylita*) esiintyvät vain eräissä jo edellisenä kesänä kuolleissa männyissä.

Edellä kuvattu, runkojen eri osissa esiintyvä sekundäärinen hyönteiskokoomus osoittaa myöskin puolestaan varsinaisen kaasutuhon tapahtumisaikaa. Varsinkin *Acanthocinus aedilis*-toukkien esiintyminen osoittaa, että puun on jo keväällä täytynyt olla kuivumistilassa, koska laji ankarasti sekundäärinen¹ ei laske muniansa eläviin puihin. Toukkien koko (1—2 cm) osoittaa nim. taas, että ne eivät ole talvehtineita, edellisen vuoden toukkia, joiden sitäpaitsi tällöin pitäisi olla jo, ainakin osittain, kotelokehdoissa tahi valmiina koteloinakin.² Samoin suosivat *Blastophagus*-lajit sikiytymismateriaalinaan kuolleita tai pahoin kituvia puita, eikä *Xyloterus lineatus* myöskään mene tuoreisiin eläviin puihin.³ Näin ollen on tuhon täytynyt tapahtua, ennen kuin puu keväällä on aloittanut kasvautensa. Edellisenä kesänä se ei ole, ainakaan täydellisenä, voinut

Koepuun N:o	Puulaji	Ikk. v.	D l. 3. cm	Pituus, m	Vyöhyke	Tuhoaste (kaasutuhot)	Hyönteistuhot	Huomautuksia
1.	Mänty	79	15.3	15	I	III (vielä tuore, joku vihreä neulanen jäljellä).	Tyvi: <i>Acanthocinus aedilis</i> (toukkia) III. <i>Blastophagus piniperda</i> (toukkia) III. Keskiosa: <i>Xyloterus lineatus</i> (imagoja, syömäkuvioita, toukkia(?)) III. Latvaosa } Oksat } : <i>Pissodes</i> sp. ⁴ (imagoituhoja) III. <i>Blastophagus</i> sp. (imagoituhoja kasvaimissa) II.	Muita vikoja ei. Hyvämuotoinen.
2.	Mänty	68	14.6	13.6	I	II (Neulasto harva, mutta tasainen. Vain ensivuotisia neulasia).	Tyvi: — Keskiosa: — Latvaosa } Oksat } : <i>Pissodes</i> sp. (imagoituhoja ja imagoja) III. <i>Blastophagus</i> sp. (imagoituhoja) II.	Muita vikoja ei. Hyvämuotoinen.

¹ KONTKANEN, 1929, s. 75.

² KONTKANEN, 1929, ss. 71, 73—74.

³ SAALAS, 1919, ss. 210, 217, 276.

⁴ Kysymyksessä ovat molemmat mainitut *Pissodes*-lajit.

tapahtua ennen silmujen valmistumista, koska puissa oli kehityskykyiset silmut.

Hyönteisvaaran lisääntymiseen nähden eivät tuhoutuneet alat vielä antane kovinkaan paljon aihetta pelkoon muiden kuin ehkä *Pissodes*

Koepuun. No	Puulaji	Ikä, v.	D l. 3, cm	Pituus, m	Vyöhyke	Tuhoaste (kaasutuhot)	Hyönteistuhot	Huomautuksia
3.	Mänty	76	20.1	16.5	I	III (Jo täysin kuollut, edellisenä talvena tai kesänä).	Tyvi: <i>Acanthocinus aedilis</i> (toukkia) III. <i>Rhagium inquisitor</i> (toukkia) I. <i>Blastophagus piniperda</i> (toukkia) III. Keskiosa: (<i>Blastophagus piniperda</i> (toukkia) III. <i>Blastophagus minor</i> (toukkia) III. <i>Pissodes piniphilus</i> (koteloheitoja, koteloja, kuoriutuvia imagoja) III. Latvaosa } Oksat } : <i>Pissodes piniphilus</i> (koteloheitoja, koteloita, kuoriutuvia imagoja) III.	Muita vikoja ei. Hyvämuotoinen.
4.	Koivu	n. 60	19.2	14.5	I	II (pahoin tuhoutunut, vain metsän puolella vähän lehtiä).	Ei ole huomattu.	Avoin kylesymä tyvessä. Mutka- ja haararunkoinen.
5.	Mänty	75	20.0	20.5	II	II (kuin koepuu 2.).	Tyvi: — Keskiosa: — Latvaosa } Oksat } : <i>Pissodes</i> sp. (imago tuhoja) III. <i>Blastophagus</i> sp. (imago tuhoja) II. <i>Evetria resinella</i> (toukkia) I.	Muita vikoja ei. Hyvämuotoinen.

piniphilus ja *pinin* suhteen, ensinmainittujen sekundäärisyyden vuoksi. *Blastophagus*-imago tosin ovat, kuten mainittu, tehneet tuhojaan mäntyjen vuosikasvaimissa, mutta niiden suurempaa lisääntymistä ei tapahtuneiden tuhojen johdosta liene odotettavissa.¹

Lopuksi esitetään kaadetuista koepuista saadut tulokset, joiden tarkoituksena on valaista hyönteistuhojen suhtautumista kaasujen tuhoamiin, eri asteisiin puihin.²

Tuhojen suuruus.

Tuhojen suuruuden määrittämiseksi toimitettiin arvopuuluku. Luettiin kaikki 20-senttiset puut ja sitä vahvemmat (rinnankorkeudelta), ja puut jaettiin sen yhteydessä kolmeen luokkaan sen mukaan, miten pahoin ne olivat kaasutuhosta kärsineet. Tuhoasteeseen I on luettu terveet ja tuhoista aivan vähän kärsineet, miltei täyden latvuksen omaavat, (kuva 3.)³ tuhoasteeseen II huomattavasti kärsineet, vielä vihreän, mutta harventuneen latvuksen omaavat (kuva 4.) ja tuhoasteeseen III kuolleet tai vielä tuoreet, kuolevat neulasettomat puut (kuva 5.). Näin ollen on tuhoasteeseen II luetuissa puissa sekä sellaisia, jotka voisivat toipua, jos tuhot eivät jatkuisi, kuin myös sellaisia, joiden toipuminen joka tapauksessa on hyvin kyseenalaista. Nämä viimeksimainitut ovat erikseen pantu muistiin (mainitun jaoutuksen sisällä). Arvopuuluku suoritettiin sitäpaitsi vyöhykkeittäin. Tuhoalue jaettiin nimittäin kolmeen vyöhykkeeseen siten, että vyöhyke I käsitti pahiten tuhoutuneet, pitkin metsän reunaan kulkevat osat (n. 70 % tuhoutuneita [II + III aste] puita), vyöhyke II edellisen takana olevat vähemmän tuhoutuneet alat (n. 30 % tuhoutuneita) ja lopuksi vyö-

¹ Lajien käytävistä tavattiin runsaasti lyhytsiipisiä sekä *Thanasimus*-toukkia. Samoin oli lukuisasti loispistiäisiä (*Cuoeliodes abdominalis*), jotka näyttivät parhailaan laskevan muniaan lajien syömäkuvioidin. (Maist. HELLÉN on näytekäsilöt ystävällisesti tarkastanut.)

² Koepuut ovat kaikki otetut 10. VII. —31. — Vyöhyke- ja tuhoastesarakkeissa numerot merkitsevät seuraavassa kappaleessa (s. 15) selitetyjä metsikön ja puun eri kaasutuhosteita, hyönteistuhossa osoittaa numero runsausastetta: I = yksittäin, II = lukuisia, III = runsaasti.

³ On huomattava, että miltei kaikkien mäntyjen latvukset tuhoalalla olivat menettäneet ainakin osan vanhoista neulasistaan, vaikkakin toiset pystyivät sittemmin kehittämään silmuistaan miltei tai aivan täydellisen uuden (ensivuotisen) neulaston. Useimpien tähän tuhoasteeseen kuuluvien mäntyjen neulasto käsitti siis etupäässä vain ensivuotisia neulasia.

hyke III uloinna olevan alueen, missä siellä täällä vielä voi löytää lieviä tuhon jälkiä.¹ — Edellisen lisäksi otettiin kummaltakin tuhon alaiselta vyöhykkeeltä (I ja II) pieni koala (20×20 m), joiden tarkoituksena oli saada lähempää lisäselvitystä tuhon eri asteiden esiintymisrunsauteen sekä samalla antaa tarkempi kuutiomäärä metsiköille.

Koalojen mukaan on metsiköiden tila (vyöhykkeittäin) seuraava:

Tuhovyöhyke I. Vyöhykkeen leveys 20—40 m. (rautatien länsipuolella), yksityismaan puolella aina 100 m:iin asti (mäkirinne), pinta-ala (valtion maata) n. 1 2/3 ha.

Koala 1. (20×20 m.)

Kuutio ha:lla 201 m³.

Puuluku	k p l.						% : s s a					
	Mänty			Koivu			Mänty			Koivu		
	III	II	I	III	II	I	III	II	I	III	II	I
Vain kaasutuhohoja	7	8	2	2	4	8						
Hyönteisvikoja ²	6	—	—	—	—	—						
Sienitauteja y.m. vikoja	1	2	—	—	2	—						
Yhteensä	14	10	2	2	6	8	53.8	38.5	7.7	12.5	37.5	50.0
Kaikkiaan	26; ha:lla 650			16; ha:lla 400			Puuluku yht. 42. Ha:lla 1050					

Täysin terveitä puita ei koalalla ollut yhtään, vaan olivat kaikki I:n asteenkin puut selvästi kärsineet tuhoista, joskaan ei pahoin. — Kuten nähdään, on tuho männnyissä ollut paljon perusteellisempi kuin koivuissa, joista vain puolet on pahoin kärsinyt (III ja II tuhoaste). M ä n n y i s t ä on näet yli 90 % tuhoista pahoin kärsineitä.

Tuhovyöhyke II. Vyöhykkeen leveys 30—50 m., myös yksityismaan puolella, pinta-ala (valtion maata) n. 1 2/3 ha.

Koalalla oli yksi koivuista kuollut lahon vuoksi. Männnyistä taas oli yksi, jossa tavattiin hyönteisvikoja, sen lisäksi tuulen kaatamana hieman kallellaan, mutta kuitenkin myös kaasutuhosta erittäin pahoin kärsinyt (aste III). — Toisella vyöhykkeellä ovat siis jo kaikki koivut säästyneet

¹ Vert. piirrosta,

² Hyönteisvikoihin eivät sisälly pahimmat, primäärisinä tuhoina tavattavat *Pissodes piniphilus*- ja *pini*- (ja *Blastophagus*-) imagojen aiheuttamat vahingot, koska niitä on miltei mahdoton todeta muuten kuin kaatamalla puut (tuhot esiintyvät nim. latvaosissa).

Koala 2. (20×20 m.)

Kuutio ha:lla 267 m³.

Puuluku	k p l.						% : s s a					
	Mänty			Koivu			Mänty			Koivu		
	III	II	I	III	II	I	III	II	I	III	II	I
Vain kaasutuhohoja	3	3	12	—	—	10						
Hyönteisvikoja ¹	4 (3)	—	—	—	—	—						
Sienitauteja y.m. vikoja (1)	1	—	—	—	—	8						
Yhteensä	7	4	12	—	—	18	30.4	17.4	52.2	—	—	100
Kaikkiaan	23; ha:lla 575			18; ha:lla 450			Puuluku yht. 41. Ha:lla 1025					

pahemmilta tuhoilta. Hiukan niissä kuitenkin saattoi vielä todeta kaasutuhon merkkejä (3 koivua oli lievästi kaasutuhosta kärsinyt). Männnyistä sen sijaan on vielä lähes puolet pahoin kärsineitä ja aivan terveitä on leen tuhoasteeseen viedystä vain 3 kpl.

Koaloilta saadut tulokset osoittavat, paitsi jo aiemmin esitettyä koivun ja männen erilaista kestävyyttä kaasutuhon vastaan, myöskin sekundääristen hyönteisten esiintymisen runsautta kaasutuhon seurauksina.² Samoin antavat ne kuvan muista vikanaisuuksista, jotka eivät ole kaasutuhon seurauksia (sienitaudit — kääpälaho, tervasroso — y.m. viat). Valitettavasti on numerotietojen esittäminen *Pissodes piniphilus*- ja *P. pini*-imagojen tuhoista mahdotonta, koska se, kuten mainittu, olisi vaatinut puiden kaatamista, mutta puhunevat aiemmin kuvatut, summassa valitut koepuut kyllin selvästi näiden pahojen, sattuneiden kaasutuhon johdosta paikalle ilmestyneiden tuholaisten runsaasta esiintymisestä.

Arvopuuluvun yhteydessä kiinnitettiin huomiota vain kaasutuhon suuruuteen. Pari tervasrosan tappamaa mäntyä on tosin otettu mukaan syystä, että kaasutuholla on niihin nähden ollut kuitenkin sikäli osuutta, että ne ovat jouduttaneet puiden — tosin muutenkin varmaa — kuivumista. Muuten ovat vastaavanlaatuiset tapaukset jätetty pois ja

¹ Hyönteisvikoihin eivät sisälly pahimmat, primäärisinä tuhoina tavattavat *Pissodes piniphilus*- ja *pini*- (ja *Blastophagus*-) imagojen aiheuttamat vahingot, koska niitä on miltei mahdoton todeta muuten kuin kaatamalla puut (tuhot esiintyvät nim. latvaosissa).

² Siis III:n tuhoasteen puissa esiintyvien runsautta (*Pissodes*- [ja *Blastophagus*-] imagotuhot eivät niihin siis sisälly).

otettu siis lukuun vain ne, jotka ilman sattuneita tuhoja olisivat arvoiksi kelvanneet.

Vyöhykkeeltä I on arvopuut luettu kahdessa osassa, erikseen kummaltakin puolen rautatietä. Tällöin tuli rautatien itäpuolella luetuksi yhtenä alana koko se osa valtion maata, mikä on voimajohtolinjan eteläpuolella, ja siten yhdistetyksi pieni kulmaus II:en vyöhykkeeseen kuuluvaa alaa kyseessä olevalla alueella pääosana olevaan I:n vyöhykkeeseen alaan. Tämän vuoksi esitetään molemmat tulokset erikseen, vaikka erot eivät olekaan kovin suuret.

Vyöhyke I. Pinta-ala n. $1\frac{1}{3}$ ha. Arvopuuluvun tulokset:

Rautatien länsipuoli.

Arvopuita yht. 85 kpl.

Puulaji	Mänty			Koivu			Kuusi			Haapa		
	III	II	I	III	II	I	III	II	I	III	II	I
Puuluku	34	32 (17)	1	2	8 (5)	4	—	—	4	—	—	—
	yht. 67			yht. 14			yht. 4			yht. —		
%:ssa	50.7	47.8	1.5	14.3	57.1	28.6	—	—	100	—	—	—

Rautatien itäpuoli.

Arvopuita yht. 152 kpl.

Puulaji	Mänty			Koivu			Kuusi			Haapa		
	III	II	I	III	II	I	III	II	I	III	II	I
Puuluku	50 ¹	75 (37)	21	—	2	2	—	—	1	—	—	1
	yht. 146			yht. 4			yht. 1			yht. 1		
%:ssa	34.2	51.4	14.4	—	50.0	50.0	—	—	100	—	—	100

Kuten nähdään, on tuhon suuruus — keskimäärin kummastakin terveitä (I) ja tuhosta kärsineitä (III + II) verrattaessa — mäntyihin nähden jokseenkin sama kuin koealatuloksetkin osoittavat. Koivuun nähden saadaan nyt jonkin verran huonompi tulos, mikä johtuu siitä, että arvopuiden joukosta ovat jääneet pois pienemmät, juuri pienuutensa tähden tuhoilta säästyneet puut, jollaisia mäntyjen joukossa ei paljonkaan ollut.

¹ Mainitusta määrästä 2 tervasarosista, muutenkin kuolevaa (vert. edell. siv.).

Vyöhyke II. Pinta-ala n. $1\frac{2}{3}$ ha. Arvopuuluvun tulokset:

Arvopuita yht. 404 kpl.

Puulaji	Mänty			Koivu			Kuusi			Haapa		
	III	II	I	III	II	I	III	II	I	III	II	I
Puuluku	50	111 (56)	141	2	14 (8)	70	—	—	8	—	—	8
	yht. 302			yht. 86			yht. 8			yht. 8		
%:ssa	16.6	36.7	46.7	2.3	16.3	81.4	—	—	100	—	—	100

Myöskin tällä vyöhykkeellä voidaan havaita samat seikat kuin ensimmäiselläkin, verrattaessa tuloksia koealan lukuihin. Männyn suhteen saadaan lähimiten sama tulos (varsinkin verrattaessa vain terveitä tai melkein terveitä (I) ja tuhoista pahoin kärsineitä (III + II) toisiinsa) ja koivuun nähden, niinkään edellä esitetystä syystä, hieman huonompi tulos.

Erikoisesti saadaan nyt esitetyistä lisäksi varsin selvä kuva siitä, miten todella kuusi ja haapa näyttävät aina jäävän tuhoilta säästyneiksi, olivatpa ne sitten pahemmalla tahi lievemällä tuhoalueella. — Edellä esitetyissä luvuissa on II:n tuhoasteen puista mainittu sulkujen sisällä myös ne määrät, jotka näistä ovat siinä määrin kärsineet tuhoista, että niiden toipuminen on epävarmaa.¹

Mitä tulee mainittuun III:en vyöhykkeeseen, ei sillä suoritettu mitään mittauksia, eikä muita tarkempia tutkimuksia, vaan ainoastaan silmä-määräisiä havaintoja. Myöskin on sen rajoittaminen ulospäin aivan silmä-määräisen arvion varassa ja onkin se tietysti ollut varsin vaikeata. Jo sen ja II:n vyöhykkeen välisen rajan vetäminen on jossain määrin subjektiivinen asia. Kyseessä olevalla vyöhykkeellä ei olekaan sanottavaa merkitystä tuhojen suuruutta kuvattaessa, sillä, kuten on mainittu, tapaa siellä vain satunnaisesti puuyksilöitä, jotka kärsivät kaasutuhoista. Se osoittaakin niin ollen vain rajaa, jonka takana ei kaasun vaikutus, ainakaan vielä, lainkaan tunnu. Kuten nähdään, saattaa tämä raja olla huomattavasti yli 300 m:äkin tehdaslaitoksesta.²

¹ Vert. s. 15.

² Vert. piirrosta.

Vahingon laatu ja määrä.

Vahingon laatu.

Savu- 1. kaasutuhojen aiheuttama vahinko kuvataan kirjallisuudessa tavallisesti varsin monenlaatuiseksi. Esimerkiksi sellaisessa käsikirjassa kuin HESS-BECK: Forstschutz (1929, ss. 129—130) luetellaan jo toistakymmentä erilaista välitöntä sekä lisäksi muutamia välillisiä vahinkoja, joita kaasutuhot aiheuttavat metsänhoidollisessa suhteessa, ja näiden lisäksi vielä muut vahingot, sellaiset kuin esteettiset, metsän elämistööön kohdistuneet y.m.¹ Tällainen tarkka erittely ei liene kuitenkaan käytännössä tarpeen vaatima, vaan riittänee tällöin oleellisten seikkojen huomioon ottaminen ja vähemmän tärkeät voidaan yhdistää toisiinsa tärkeämpiin vahingon laatuihin.

Kysymyksessä olevalla alueella voitaneen hyvällä syyllä puhua metsätaloudellisesta vahingosta ja metsien esteettisen puolen kärsimästä vahingosta. Edellinen on tietysti pääasiallinen ja voidaan se kuvata esiintyväksi seuraavissa muodoissa:

- 1) Kaasujen aiheuttama puiden tuhoutuminen (ynnä kasvutappio).
- 2) Puiden tuhoutumisen aiheuttama hyönteisvahinkojen esiintyminen.
- 3) Maan tuottamattomaksi jääminen.
- 4) Tuhojen estäminen ja korjaaminen.

Tuhoutuneet puut alueella ovat yleensä vielä kaikki kasvuissa. Sellaisille puille, jotka ovat tuhoista kärsineet, mutta pystyvät kasvuaan jatkaamaan, ovat tuhot aiheuttaneet luonnollisesti kasvutappiota kasvun hidastumisen johdosta. Tätä kasvutappiota ei ole arvosteltava varsin pieneksi, sillä tavallisesti kaas- ja savutuhossa esiintyy se, kuten kirjallisuudessa² mainitaan, jo huomattavana, vaikkei tuhon ulkonaisia merkkejä vielä ole lainkaan havaittavissa. Tuhoutuneiden puiden vahinkoa arvioitaessa on huomattava, että jos puut jätetään kaatamatta, kuten myöhemmin tullaan ehdottamaan, ei niistä silloin saada sitäkään, mitä ne ehkä haloiksi hakatuina tuottaisivat. Sitäpaitsi tulee varmaan jossain määrin kuivumaan sellaisiakin puita (mäntyä), joista nyt kaadettaessa vielä voitaisiin saada puutavaraa (sahatukkaa, propsia t.m.s.).

Hyönteisvahingot (pääasiassa *Pissodes*-tuhot) lisäävät suuresti tuhoutuneiden puiden lukua aiheuttamalla kuoleman sellaisille kaasutuhosta kärsineille puille, jotka ilman niitä olisivat voineet tuhoistansa toipua. Sitäpaitsi saattavat ne uhata terveidenkin puiden olemassaoloa.

¹ Vert. myös GERLACH, 1925, s. 27.

² SORAUER, 1909, ss. 717—718; 1911, ss. 9—10.

Kun puut melko huomattavalta alalta ovat suurimmaksi osaksi kuolleet, voitaneen maan tuottamattomaksi jääminen mainita yhtenä vahingon muotona. Sen sijaan ei maan tuottokyvyn mahdollista huonontumista maan aukeaksi jäädessä kannattane lainkaan ottaa huomioon.¹

Tuhojen jatkuminen on ilmeinen tosiasia ainakin toistaiseksi, ellei kaasujen tuloa metsään saada estetyksi. Tämä seikka on tietysti lähinnä teknillistä laatua oleva kysymys ja saattaa kohdata monia vaikeuksiakin. Sen tähden voi tulla välttämättömäksi koettaa estää kaasujen tuhoisa vaikutus metsäkoissa, jos halutaan tuho saada pysähtymään ja sen aiheuttamat jäljet korjatuksi. Tämä taas vaatii kalliita metsänhoidollisia toimenpiteitä, kuten myöhemmin tulee puhe, sekä myös eräitä muita uhrauksia.

Metsien esteettisen puolen kärsimät vahingot ovat tietysti huomattavat, mutta niiden merkitys ei sentään liene vielä kovinkaan suuri, sillä varsinaisille matkailupaikoille asti eivät tuhot vielä ulotu. Kuitenkin on tuhoalue, aivan rautatien varrella olevana, tietysti kaikkea muuta kuin kaunis nähtävyys niinkin suosittu matkailureitin varrella kuin kysessä oleva on.

Vahingon suuruus.

Arvopuuluvun antamista tuloksista näkyy, miten paljon arvopuista kaikkiaan on tuhoalueella puita kuivunut tai kuivumassa (III:n tuhoasteen puut) sekä miten paljon kaasutuhosta huomattavasti kärsineitä (II:n tuhoasteen puut).² Sen mukaan saadaan seuraava yhdistelmä osoittamaan tuhoutuneiden ja tuhoista kärsineiden arvopuiden määrää:

Puulaji	Mänty			Koivu			Kuusi			Haapa			Kaikkiaan		
	III	II	I	III	II	I	III	II	I	III	II	I	III	II	I
Puuluku	134	(110) 218	163	4	(13) 24	76	—	—	13	—	—	9	138	(123) 242	261
kpl.	yht. 515			yht. 104			yht. 13			yht. 9			yht. 641		
%:ssa	26.0	(21.4) 42.8	31.7	3.8	(12.5) 23.1	73.1	—	—	100	—	—	100	21.5	(19.2) 37.8	40.7
Puulajia	80.4			16.2			2.0			1.4			100.0		
%	80.4			16.2			2.0			1.4			100.0		

¹ Tässä yhteydessä on syytä huomauttaa, että maan nykyinen tuottokyky ei varmaankaan ole tyyppiä vastaava, minkä aiheuttanee lähinnä se, että maa on entistä hakamaata.

² Arvopuuluetelo on liitteenä lopussa.

Sulkujen sisään merkityt luvut osoittavat niitä toisen tuhoasteen puita, jotka ovat siksi pahoin kärsineet, että niiden toipuminen on hyvin epävarmaa. Näin ollen saadaan, että t u h o u t u v i a puita (siis viimeksi-mainitut mukaan luettuina) tähän mennessä on tuhoalueella seuraavasti:

	mäntyä	koivua	yhteensä
kpl.	244 ¹	17	261
% puulajin määrästä	47.4	16.3	40.7
% tuhoutuvista	93.5	6.5	100.0

Tuhoista kärsiviä, kuitenkin nyt selvästi toipumiskykyisiä on niin ollen:

	mäntyä	koivua	yhteensä
kpl.	108	11	119
% puulajin määrästä	20.9	10.6	18.6
% toipumiskykyisistä	90.8	9.2	100.0

Huomattakoon, että viimeksiainittu edellyttää, että puissa ei ole muita tuhoja kuin kaasutuhot. Kun muistetaan, miten pahoin tuholaisina alueella pikikärsäkkäät (*Pissodes*-lajit) esiintyvät ja miten muuten toipumiskykyiset männyt juuri niiden takia näyttävät kuitenkin kuolevan, voi suurin osa viimeksiainituista puista vielä tämän tai ensi kasvukauden aikana tuhoutua.

Arvopuiden keskipituudet ja -vahvuudet ovat seuraavat:

	mänty	koivu	kuusi	haapa	yhteensä
keskipituus	18.7	18.3	18.8	18.6	18.6 m.
keski-d 1.3 m ²	27.4	23.1	27.6	28.1	26.7 cm.

Keskikuutio on n. 0.500 m³ (0.496 m³) rungolle.

Hyönteistuhojen aiheuttama vahinko on hyvin vaikeasti arvioitavissa, koska, kuten aiemmin on huomautettu (s. 17), primääristen tuhojen selvittäminen ei ole ollut mahdollista. Mutta kun ne ovat osaksi esiintyneet kaasutuhon seurauksina vasta kuivavissa puissa, ovat tähän men-

¹ Näihin sisältyy myös aiemmin mainitut (s. 17 ja s. 18, alaviite 1) kaksi tervasrosnon tappamaa puuta, jotka siis oikeastaan kuuluvat tämän laskelman ulkopuolelle.

² Laskettuna aritmeettisena keskiarvona.

nessä sattuneet tulleet jo osittain edellä esitettyihin lukuihin sisällytyiksi.¹

Tuhoutuneiden osien maa-alan tuottamattomaksi joutuminen aiheuttaa luonnollisesti jossain määrin vahinkoa korkotappion muodossa, mutta voitaneen sen suuruus katsoa siksi pieneksi, että se ei paljoakaan aiheutuneiden vahinkojen koko suuruuteen vaikuta.

Toimenpiteet, jotka mahdollisesti tullaan suorittamaan tuhojen jatkumisen ehkäisemiseksi, tulevat vaatimaan omat kustannuksensa, jotka voivat olla varsin huomattavatkin, riippuen siitä, minkälaatuista ne ovat. Joka tapauksessa tulevat kustannukset metsän uudistamiseksi tuhoutu-neilla aloilla välttämättömiksi.

Tuhojen aiheuttamat toimenpiteet.

Ajateltaessa niitä mahdollisuuksia, joilla sattuneet tuhot saataisiin loppumaan, on tietysti lähinnä kysymys, miten itse tuhon aiheuttaja voitaisiin täydelleen poistaa. Kuten on jo huomautettu, on tämä ehkä vaikeuksia tuottava kysymys, mutta sikäli kuin tehtaan taholta on ilmoitettu, ei ehkä mahdottomuus. Niinpä lieneekin tehtaalla aikomus lähi-tulevaisuudessa kokeilla jonkinlaisella suojalaitteella tehtaan savupiipussa ja siten koettaa estää sen kautta tulevien vahingollisten kaasujen pääsyä ympäröiviin metsiin. Olisikin luonnollisesti koetettava pyrkiä lähinnä siihen, että asianomaisen tehtaan taholta ryhdyttäisiin toimenpiteisiin tuhojen jatkumisen ehkäisemiseksi.

Edellä on esitetty tuhojen kuvauksen yhteydessä, miten tuhot pääasiassa ovat sattuneet sekä miten ne riippuvat metsikön eri tekijöistä. Tällöin on tullut korostetuksi, että pääasiallinen tuho on sattunut talvis-aikaan — tai ainakin kasvukausien välisenä aikana —, joskin niitä on vähemmässä määrässä sattunut myös kesäaikana. Kuten on esitetty, on näin tapahtuneessa tuhossa ollut lumella varmaankin sikäli merkitystä, että kaasut ovat keräytyneet lumen peittämiin oksiin ja neulastoon, joten lumi on siis näin toiminut jonkinlaisena kaasujen kokoojana. Tämän vuoksi olisi edullista jättää kuivuvat puut pystyyn tuhoalueelle, koska on toivoa, että ne ainakin jossain määrin voisivat ehkäistä kaasujen tunkeutumista edemmäksi metsikköön. On tietysti huomattava, että mainituissa toimenpiteissä on se vaara olemassa, että näin edistetään tuhohyönteisten

¹ Huom. kuitenkin, mitä II:n tuhoasteen puista *Pissodes*-tuhoihin nähden on aiemmin sanottu.

lisääntymistä, ellei voida kyllin valppaasti seurata niiden — pääasiassa siis pikikärsäkkäitten (*Pissodes*) — esiintymistä. Mutta ainakin kaikkiin kuivuviin koivuihin nähden on toimenpide paikallaan, koska tällöin ei ole tuhohyönteisvaaraa pelättävissä, kuten männyn kysymyksessä ollen.

Selostettaessa tuhojen riippuvaisuutta metsiköiden eri tekijöistä kävi selville eri puulajien aivan erilainen suhtautuminen kaasuihin. Se seikka, että mänty näyttää olevan niin huomattavasti paljon arempi kaasujen vaikutukselle kuin muut puulajit, puoltaisi toimenpidettä hankkia metsiköihin joitain muita puulajeja männyn sijalle. Koivu on, kuten on käynyt ilmi, jo melkoisen kestävä puulaji ja voisi ehkä tulla kysymykseen sekapuulajina, mutta erikoisemmin suositeltava ei sekään ole. Sen sijaan ovat kuusi ja haapa — samoinkuin leppäpensaat — osoittautuneet täysin kestäviksi, ainakin niistä, tosin suhteellisen harvoista, yksilöistä päättäen, jotka alueella tavataan. Kuusi kyllä kirjallisuudessa¹ yleensä mainitaan sangen araksi puulajiksi kyseessä olevassa suhteessa, mutta sen sijaan yleensä lehtipuut, erikoisesti haapa¹ ja varsinkin leppä², erittäin kestäviksi. Tuhoalueelle pitäisi niin ollen hankkia kuusimetsikkö — mikä taloudellisestikin olisi edullista, varsinkin kun alue metsätyyppinsä mukaan kuuluu kuusimaihien — lehtipuusekoituksella, tai sitten lehtimetsikkö, haapaa ja leppää (seassa ehkä koivuakin), mitkä kaksi kaiken todennäköisyyden mukaan varmasti ovat vastustuskykyisimpiä puulajeja.

Kun alueella ennestään on jonkin verran haapaa ja leppää, olisi niitä erikoisesti koetettava säästää ja saada lisääntymään. Samoin voitaisiin koivuakin suosia, sillä jos se osaksi tuhoutuukin, ei se silloin kuitenkaan lisää hyönteistuhovaaraa, kuten mänty tekisi. Lopuksi voitaisiin alueelle istuttaa kuusta alikasvokseksi, mieluummin mahdollisimman vanhoina taimina toimenpiteen vaikutusten tuntumisen jouduttamiseksi.

Edellä selostetut toimenpiteet voidaan siis lyhyesti mainittuna esittää seuraavasti:

- 1) kuivuvat männyn poistettava tuhoalueelta aluksi ainoastaan, mikäli ne näyttävät aiheuttavan hyönteistuhovaaraa,
- 2) kaikki — kuivatkin — koivut olisi alueella aluksi säilytettävä,
- 3) tuhoa kestävien puulajien (haapa, leppä, kuusi) säilymistä ja lisääntymistä olisi edistettävä,
- 4) mikäli mahdollista ja metsikön täydentämiseksi sattuneen tuhon

¹ V. SCHROEDER-REUSS, 1883, ss. 88—89; GERLACH, 1925, ss. 33—34; HESS-BECK, 1929, s. 131.

² V. SCHROEDER-REUSS, 1883, s. 89.

jäljiltä tarpeellista on, olisi alueella ryhdyttävä toimenpiteisiin kuusen hankkimiseksi männyn tilalle.

Lopuksi voitaneen vielä esittää, että ellei kaasujen tuloa metsään saada lopetetuksi, on ehkäisytöimenpiteitä ajateltaessa myöskin otettava huomioon, miten pitkälle kaasujen vaikutus ulottuu. Sikäli kuin nyt voidaan päätellä, on sen säteen pituus vähintään 300 m., jonka alalla voidaan metsän vielä katsoa olevan uhattuna, laskettuna siis tehdaslaitoksen kaasuja tuottavista laitteista. Siinäkin tapauksessa, että aiemmin mainitut suojalaitteet tulevat asetettaviksi tehtaan savupiippuun, on edullisinta ryhtyä esitettyihin metsähoitollisiin toimenpiteisiin metsikköjen suojaamiseksi varmemmin mahdollisten ikävien yllätysten varalta.

Mikroskooppiset analyysit tuhonäytteistä.

Aikaisemmin on mainittu klorin aiheuttaneen kesän aikana jonkin verran tuhoja, joiden ulkonaiset tuntomerkit on jo kuvattu. Niin ikään tavattiin alueella merkkejä kesän aikana sattuneista tuhoista, joita ei ulkonaisten tuntomerkkien perusteella varmasti voitu pitää klorin aiheuttamina, vaan ehkä savun mukana haihtuneiden klooraattien aikaansaamina. Kun kunnastakin tuholaadusta otettiin näytteet, on näistä näytteistä sittemmin tehty eräitä mikroskooppisia tutkimuksia ja analyysijä, pääasiassa sen vuoksi, että nähtäisiin, voidaanko täten saada tarkistetuksi ne — osaksi olettamuksiin perustuvat — tulokset ja päätelmät, joihin tutkimuksia suoritettaessa tultiin.

Suoritettujen mikroskooppiset tutkimukset ja analyysit nojautuvat pääasiassa SORAUEERIN (1911) tekemiin mikroskooppisiin analyysihin. Tällöin käytettiin, kuten mainituissa SORAUEERIN kokeissakin, kolmea eri kemialiota, nim. ferrisulfaattia, normaalista natronlipeäliuosta ja kaliumbikromaattia. Sitäpaitsi tehtiin myöskin pelkistä vesipreparaateista mikroskooppiset tutkimukset. Saatuja tuloksia verrattiin sitten edellä mainittuihin SORAUEERIN analyysihin.

Niin paljon kuin savutuhot ovatkin saaneet osakseen mielenkiintoa, varsinkin Saksassa, ovat muut paitsi rikkidioksiidin (SO₂) aiheuttamat tuhot jääneet melkoisen vähäiselle huomiolle, erikoisesti tuhojen aikaan saamisen anatomisten muutosten tutkimukseen nähden. Kuitenkin on klorin (ja suolahapon) vaikutusta kasvukudosten ja -solujen anatomiseen rakenteeseen jonkin verran tutkittu, joten siitä on tietoa saatavissa.

Sen sijaan ei, kuten on aiemmin huomautettu, kirjallisuudessa ole lainkaan käsitelty klooraattipitoisten höyryjen vaikutusta kasveihin.

Ne anatomiset tuntomerkit, joihin tavallisimmin kiinnitetään huomiota k.o. suhteessa, käsittävät sekä soluissa ja niiden sisällössä että kokonaisissa solukudoksissa tapahtuneita muutoksia, jotka mikroskooppisessa tutkimuksessa voidaan saada selville. Nyt suoritetuissa tutkimuksissa on kiinnitetty myös huomiota näihin anatomisiin muutoksiin soluissa ja kudoksissa, vaikkakin päätarkoituksena aluksi oli suorittaa analyysejä vain edellä mainituilla, kemikalioidella. On kuitenkin huomautettava, että, kuten SORAUER (1911, ss. 40, 41, 43, 51, 52) erikoisesti painostaa, heikoissa kaasutuhotapauksissa eivät anatomiset tutkimukset ole ratkaisevia ja että jokaisen neulasen tai lehden yksilöllisyys jo saattaa tällöin vaikuttaa tulokseen.¹

Ennenkuin ryhdytään selvittämään tehtyjä havaintoja tuhojen anatomisista tuntomerkeistä, esitetään saadut tulokset aiemmin mainituilla kemikalioidella suoritetuista mikroskooppisista analyyseistä. Kyseelliset tutkimukset suoritettiin sekä klorituhoisista että otaksutuista klooraattituhoisista koivun lehdistä² ja lisäksi männyn ensi- ja toiskesäisistä neulasista³, joissa esiintyviä tuhoja myös on epäilty klooraattien aiheuttamiksi (s. 7).

Analyysit perustuvat kemikalioiden aiheuttamiin erilaisiin väreihin solu- (varsinkin epidermis-) seinissä ja solun sisällössä. Klorivedyn (klorin) vaikutuksen alaisena olleet kuusenneulasen ovat nim. osoittaneet niiden mikroskooppisessa tutkimuksessa⁴, että niiden solusisältö on tullut sameaan punertavanruskeaksi ja on huomattavasti kokoonvetäytynyt (strangartig zusammengezogen) ja että ilmarakojen sulkusolut ovat usein syvänruskeat sekä epidermisseinät ovat tulleet kellanruskeiksi. Käytettäessä ferrisulfaattia saadaan solun sisältö värjäytymään mustaksi, kun taas ketot jäävät heikosti ruskettuneiksi, joten ero molempien välillä tulee hyvin selväksi. Normaalinatronlipeä-liuos värjää epidermisseinän punaruskeaksi ja kaliumbikromaatti kirkkaan keltaiseksi.

Tutkittaessa edellä esitettyjä seikkoja mainituista neljästä eri tuho näytteestä, saatiin seuraavat tulokset:

¹ Vert. myös WIELER, 1897, ss. 524—25.

² Seuraavassa merkitään näitä lyhykäisyyden vuoksi: koivu I (= edellinen) ja koivu II (= jälkimmäinen).

³ Nämä lyhennetään vastaavasti: mänty I (= edellinen) ja mänty II (= jälkimmäinen).

⁴ SORAUER, 1911, ss. 52—53.

Koivu I (klorituhoinen):

Solun sisältö ruskea (likaisen ruskea) ja usein kasautunut yhteen. Epidermisseinät ja soluseinät ruskeat—ruskeankeltaiset (ehkä punervankeltaisetkin).

Ferrisulfaatissa: solusisältö aivan mustanvihreä—musta, ketot ja epidermis tuskin havaittavasti värjäytyneet.

Norm. natronlipeässä: väri voimakkaan punaruskea.

Kaliumbikromaatissa: väri (ruskean) keltainen. Solujen sisältö värjäytyy sitäpaitsi voimakkaan ruskeaksi.

Koivu II (klooraattituhoinen):

Solun sisältö ruskea tai likaisen tumman vihreä (vihreänruskea).

Epidermisseinät eivät ole värjäytyneet.

Ferrisulfaatissa: kuin tapauksessa Koivu I.

Norm. natronlipeässä: väri ruskea (voimakkaan ruskea), kellanruskea.

Kaliumbikromaatissa: epidermisseinät jäävät hailakankeltaisiksi. Solusisältö värjäytyy nytkin ruskeaksi.

Mänty I (ensivuotiset neulasen):

Solusisältö likaisen (lakastuneen) vihreä. Epidermisseinät värittömät—hailaan kellanvihreät.

Ferrisulfaatissa: Solusisältö likaisen tummanvihreä—mustanvihreä. Epidermisseinät värjäytymättömät.

Norm. natronlipeässä: epidermisseinät kirkkaan kellanvihreät — vaaleanvihreät.

Kaliumbikromaatissa: epidermisseinät värjäytymättömät tai hyvin hailakan keltaiset—ruskeankeltaiset. Solusisältö tumman likaisen vihreä.

Mänty II (toisvuotiset neulasen):

Solusisältö ruskea. Epidermisseinät hailakan keltaiset tai hieman vihertävät (vain joissakin paikoin vaalean kellanruskeat). Sulkusolut enimmäkseen ruskeat.

Ferrisulfaatissa: kuin tapauksessa Koivu I.

Norm. natronlipeässä: epidermisseinät jäävät vihreänkeltaisiksi (vain paikoin ruskeankeltainen vivahdus).

Kaliumbikromaatissa: väri kirkkaan keltainen. Solusisältö värjäytyy voimakkaan ruskeaksi.

Edelläolevista tuloksista voi vetää helposti sen johtopäätöksen, että tapauksessa Koivu I on todellakin selvä klorituhokysymyksessä. Tätä käsitystä tukevat vielä vähän myöhem-

min esitettävät tulokset anatomisista tutkimuksista. Ilmarakojen sulkusolujen väri ei ole mikään erikoinen tuntomerkki¹, kuten myöhemminkin tulee esitettäväksi, vaan riippuu se parkkiaineista, jotka sulkusoluissa esiintyvät.² Näin ollen ei koivun kysymyksessä ollen tarvitse mainittua tuntomerkkiä lainkaan ottaa huomioon.

Toisessa tapauksessa (Koivu II) on taas jokseenkin helppo päätellä, että nyt ei enää ole klorituho kysymyksessä, siksi poikkeavat ovat analyysien tulokset. Samaa on sanottava tapauksesta Mänty I. Viimeisessä tapauksessa (Mänty II) on myös huomattavia poikkeuksia olemassa klorituhon antamista tuloksista, vaikkakin ne suurelta osalta käyvät yksiin. Näiden tuloksien perusteella voisi ehkä ajatella lievän klorituhon olevan kysymyksessä viimeksimainitussa tapauksessa, mutta ei sitä voi kuitenkaan saatujen tulosten perusteella vielä mennä päättelemään.

Yleensä voidaan siis sanoa, että esitetyt analyysit tukevat niitä havaintoja, jotka kesällä tehtiin k.o. tuhojen aiheuttajista, jokseenkin täydellisesti. On siis todennäköistä, että nuo muut tapaukset, ensinmainittua lukuunottamatta, ovat tosiaankin muuta kuin klorituhon. Huomattakoon kuitenkin, että niistä saadut tulokset suoritetuissa mikroskooppisissa analyyseissä eivät ole yhtenäisiä, vaan vaihtelevat melkoisesti. Kuitenkin on niissä sikäli yhteisiä piirteitä, että voidaan ajatella saman tuhon olevan kysymyksessä kaikissa kolmessa tapauksessa, varsinkin kun voidaan ajatella materiaalin erilaisuudesta (koivu, mänty, 1-vuotiset ja 2-vuotiset neulaset) johtuvaksi havaitut poikkeukset. Sitäpaitsi ovat nämä analyysit joka tapauksessa katsottava vain lisätodisteita hankkiviksi, eikä ratkaiseviksi.³

Klorin (klorivedyn) vaikutuksesta kasvikuokseen on SORAUER (1909, s. 718) antanut melko tarkan kuvauksen. Tähän voidaan vielä lisätä ne jo aikaisemmin esitetyt (s. 26) anatomiset muutokset, jotka puheena olleiden mikroskooppisten analyysien ohella on tuhoista kärsineissä kasvisoluissa ja -solukoissa havaittu.⁴ Edellämainitun kuvauksen mukaan on klorin (klorivedyn) aiheuttaman kuoleman seurauksena ensinnäkin, paitsi jo esitetyt ulkonaiset tuntomerkit (lehtireunojen ruskettuminen y.m.), kudosten kokoonkutistuminen, joka erikoisesti suonien välillä (Interkostalfelder) on voimakas. Toisekseen on solujen sisältö jäljellä, useinkin

¹ SORAUER, 1911, ss. 8, 15, 17, 34; WIELER, 1897, ss. 523, 525, 527—29.

² WIELER, 1897, ss. 527—28.

³ SORAUER, 1911, s. 52.

⁴ SORAUER, 1911, ss. 52—53.

kokoon vetäytyneenä (geballt), ja on se väriltään likaisenvihreä—ruskeanvihreä. Vahvikesolukkojen (niinisolujen j.n.e.) sekä epidermiksen ketot ovat värjäytyneet punakeltaisiksi—ruskeankeltaisiksi.¹ Lisäksi on kudosten kokoonkutistumisesta huomautettu, että soluseinät eivät kosketa toisiaan kuten normaalisesti kuolleitten lehtien kokoonpaineissa kudoksissa.² Normaalisesti kuolleiden solukudosten solut ovat SORAUERIN mukaan (1909, ss. 718, 720) aina tyhjentyneet ja hän korostaakin (1909, s. 721), että vain kaikissa äkillisissä kuolemantapauksissa jää soluihin runsaasti sisältöä, kun luonnollisessa kuolemassa sen sijaan suurin osa tulee hengitetyksi. Epidermis jää luonnolliseen korkeuteensa ja tulee korkeintaan himmeän kvittenikeltaiseksi.³

Tutkittaessa klorituhon koivun lehtiä (Koivu I) mikroskooppisesti, havaittiin lehtien ruskeaksi painuneiden osien kudosten todella olevan suonien väliltä huomattavasti kokoonkutistuneita. Tämä ilmeni varsin selvänä, kun lehden poikkileikkauksessa verrattiin ruskeita reuna- ja vihreitä sisäosia toisiinsa. Soluseinät eivät koskettaneet toisiaan noissa kokoonkutistuneissa kudoksissa ja soluissa oli sisältö jäljellä ja oli se, kuten analyysituloksissa on mainittu, väriltään ruskeata ja tavallisesti yhteen kasautunut. Epidermis- ja yleensä soluseinät, kuten on esitetty, olivat painuneet ruskeankeltaisiksi—punertavankeltaisiksi. Tuhoutuneiden lehtien anatomiset tuntomerkitkin osoittavat siis kyseessä olevan tuhon varsin selvästi klorin (klorivedyn) aiheuttamaksi.

Toisen koivu-tapauksen (Koivu II) mikroskooppisen tutkimuksen tulos on melko lailla poikkeava edellisestä. Että kysymyksessä on ollut äkillinen kuolema, on ilman muuta selvää (myöskin solujen täysi sisältö todistaa sitä), mutta mitään kudosten, ainakaan suurempaa, kokoonpaineumista ei voitu havaita, ja oli, kuten on aiemmin esitetty, vain solun sisältö poikkeavan värinen, nim. ruskea—likaisen tummanvihreä.

Männyn neulasten anatomisessa rakenteessa ei myöskään ollut erikoisempia tuntomerkkejä havaittavissa, lukuunottamatta jo esitettyjä värin muutoksia (s. 27). Huomautettakoon kuitenkin, että varsinkin ensivuotiset neulaset olivat jonkin verran kokoon kutistuneita ja että niissä lehtivihreähiukkaset olivat vielä jäljellä, mutta olivat väriltään omituisen haillean likaisenvihreitä, lakastuneen vihreitä voisi ehkä sanoa. Solusisältö oli

¹ Vert. myös mitä värisekoista on aiemmin (s. 26) sanottu SORAUERIN analyysejä selostettaessa.

² SORAUER, 1909, ss. 718, 720.

³ SORAUER, 1909, s. 720.

kaikkialla jäljellä ja saattoivat mainitut lehtivihreähiukkaset usein antaa koko solusisällölle hailean värin. Toisvuotisissa neulasissa esiintyi jo mainittu ruskea väri, paitsi sulk- ja varsinaisen solukon soluissa, myös epidermissoluissa, joiden sisältö oli ruskea. Sulkusolujen ruskea väri ei ole, kuten on mainittu (s. 28), erikoinen kaasutuhojen tai muun sellaisen tuntomerkki, vaan voi sen aiheuttaa useatkin erilaiset häiriöt, kun neulainen valon vaikutuksen alaisena hitaasti kuolee.¹ Vieläpä voi tämä ilmiö esiintyä aivan normaalisessakin kehityskulussa, jos neulainen valon vaikutuksen alaisena alkaa hitaasti kuolla.² Kuten on mainittu, selittää WIELER (1897, ss. 527—28) ilmiön, kuten yleensäkin ruskean värin esiintymisen, riippuvan soluissa esiintyvistä parkkiaineista, ja taas männyn neulasissa ei näitä aineita pitäisi sulkusoluissa esiintyä, vaikkakin toisaalta niiden määrä eri osissa neulasta suuresti vaihtelee.³ Että erikoisesti klori (klorivety) voi aikaansaada sulkusolujen ruskean värin, on kokeellisesti osoitettu, mutta että se ei kuitenkaan useimmassa tapauksessa ilmene, vaikka sen ehtona oleva sulkusolun kuolema onkin tapahtunut, riippuneen jostakin sivuvaikutuksesta, ehkä mainitun aineen erikoisesta kemiallisesta vaikutuksesta.⁴

Kun näin ollen eivät tavatut anatomisetkin tuntomerkit anna varmaa vastausta tuhon laadusta männyn neulasissa, jää olettamukseksi, vaikkakin eräät yksityiset seikat toisvuotisissa neulasissa puhuvat klorituhojen puolesta, että, ainakin ensivuotisiin nähden, tavattujen tuhojen syynä luultavasti ovat olleet nuo kloraattipitoiset höyryt, jotka tulevat savupiipun kautta tehtaasta. Koska myöskin nämä viimeksimainitut tuholaadut ovat yleisimmät kesän aikana sattuneista tuhoista, voitaisiin tästä niin ollen saada yksi lisätodiste siihen, mitä talven aikana (kasvu-kausien välillä) sattuneiden päätuhojen syistä on aiemmin esitetty.

Suoritetut mikroskooppiset tutkimukset eivät, kuten nähdään, riitä selvittämään tuhoalueella ilmeisesti pääasiallisen vahingon aiheuttaneiden kloraattipitoisten höyryjen vaikutusta kasvukudoksiin. Kuten aiemmin on huomautettu, olisi täyden selvyuden saamiseksi tässä suhteessa ollut tarpeen suorittaa suoranaisia kokeita noilla savun mukana savupiipusta tulevilla kaasulla. Tälläisiin kokeisiin ei kuitenkaan ole ollut tilaisuutta, joten tämän kysymyksen täytyy jäädä niiden havaintojen varaan, mitä

¹ SORAUER, 1911, s. 34. Vert. myös WIELER, 1897, s. 528.

² SORAUER, 1911, s. 15.

³ WIELER, 1897, s. 528.

⁴ WIELER, 1897, ss. 525, 527.

edellä on esitetty. Mainittujen kaasujen esiintyminen tuhonaiheuttajina talven aikana on kuitenkin jo aiemmin esitetyn perusteella katsottava ratkaistuksi.

Kirjallisuutta.

- GERLACH: 1898. Beitrag zur Lebensweise unserer beiden Harzrüsselkäfer *Pissodes Harycyniae* und *scabricollis*. Forstlich-naturwissenschaftliche Zeitschrift. VII Jahrgang. Ss. 137—147. München.
- 1907. Einige charakteristische Merkmale und Beweismittel für das Vorhandensein von Rauchscheiden in Fichtenbeständen auf Grunde einiger Beobachtungen und Erfahrungen. Allgemeine Forst- und Jagd-Zeitung. Neue Folge. 83. Jahrgang. Ss. 375—382. Frankfurt am Main.
- 1925. Waldrauchscheiden und ihre Folgen insbesondere an Fichte und Tanne. Neudamm.
- HESS-BECK: 1929. Forstschutz. Fünfte Auflage (herausgegeben von Dr. WILHELM BORGMANN). Zweiter Band. Neudamm.
- KONTKANEN, P.: 1929. Zur Biologie von *Acanthocinus aedilis* L. Suomalaisen eläin- ja kasvitieteellisen seuran Vanamon julkaisuja. 8 osa. N:o 6. Helsinki.
- V. RUŠNOV, PETER: 1910. Über die Feststellung von Rauchscheiden im Nadelwald. Separatabdruck aus »Centralblatt für das gesamte Forstwesen». Wien.
- SAALAS, UUNIO: 1919. Kaarnakuoriaisista ja niiden aiheuttamista vahingoista Suomen metsissä. Acta Forestalia Fennica 10. Helsinki.
- V. SCHROEDER, JULIUS und REUSS, CARL: 1883. Die Beschädigungen der Vegetation durch Rauch und die Oberharger Hüttenrauchscheiden. Berlin.
- SORAUER, PAUL: 1909. Handbuch der Pflanzenkrankheiten. Erster Band. Berlin.
- 1911. Die mikroskopische Analyse rauchbeschädigter Pflanzen. Sammlung von Abhandlungen über Abgase und Rauchscheiden. Heft 7. Berlin.
- TRÄGÄRDH, IVAR: 1921. Skogsinsekternas skadegörelse under 1918. Meddelanden från Statens Skogsförsöksanstalt. Häfte 18. N:o 6—9. Stockholm.
- 1923. Skogsentomologiska bidrag II. Meddelanden från Statens Skogsförsöksanstalt. Häfte 20. Ss. 401—421. Stockholm.
- 1927. Entomologiska analyser av torkade träd. Meddelanden från Statens Skogsförsöksanstalt. Häfte 23. N:r 3. Stockholm.
- WIELER, A.: 1897. Ueber unsichtbare Rauchscheiden bei Nadelbäumen. Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen. 29. Jahrgang. Berlin.

Aluemetsänhoitajan asiaa koskeva kirjelmä Piirikuntakonttorille.

Untersuchungen über die Rauchschäden im Imatra-Staatspark.

Im Frühjahr 1931 wurde im Imatra-Staatspark ein auffallendes Verdorren des dortigen Waldbestandes bemerkt, das, wie man annahm, durch aus der nahegelegenen elektro-chemischen Fabrik abgehende giftige Gase verursacht war. Im Folgenden sollen die Ergebnisse einer diesbezüglich ausgeführten Untersuchung dargestellt werden.

Die im Staatspark von Imatra im J. 1931 beobachteten Rauchschäden beschränken sich auf die Bestände, die an der Grenze des Staatsparks belegene elektro-chemische Fabrik umgeben. Mit seinem Südrand erstreckt sich das angegriffene Gebiet bis an die Eisenbahn, welche letztere dann es im Norden derart durchquert, dass ein Teil vom Staatspark, der ebenfalls unter der Schädigung gelitten hat, ostwärts von der Bahnlinie liegt. Rechnet man den im Privatbesitz befindlichen Teil des Schädigungsgebiets mit, so umfasst letzteres im ganzen etwa 5 ha. Davon kommen auf den Staatspark ein genauer untersuchtes Gebiet von etwa 3 ha. An der Ost- und Südseite der Fabriksanlagen ist der Boden bebaut, so dass sie nur im N (unmittelbar) und W (durch die Bahnlinie geschieden) an Wald angrenzen.¹ In den Beständen dominiert die Kiefer, die Birke kommt als Mischbaum vor (c. 20 %), ausserdem gibt es dann auch noch etwas Espe, Fichte und Erlengebüsch. Das Bestandesalter wechselt zwischen 60—80 Jahr und auch die Dichte des Bestandes variiert einigermassen. In lichterem Teilen des Bestandes beträgt der Kubikinhalt c. 200 m³, an dichter bestanden Stellen c. 270 m³ pro ha. Der Waldtyp gehört vorzugsweise dem Oxalis-Myrtillus-Typ an.

Aus der Fabrik werden die Abgase teils durch Luftröhren teils durch einen Schlot abgeleitet. Durch die Luftröhren geht Chlor (4 mg pro lit.) ab, durch den Schlot verflüchtigen sich zusammen mit dem Rauch chlorathaltige Flüssigkeiten. Der konstatierte Schaden muss hauptsächlich dem letztgenannten Stoffe zugeschrieben werden. Diese Auffassung wird durch verschiedene Umstände gestützt. Die vom Chlor angestiftete Schädigung ist eine nur relativ geringe; sie ist an der charakteristischen Vergilbung der Baumblätter leicht zu erkennen (Abb. 1). Bei den verdunsteten chlorathaltigen Flüssigkeiten, welche mit dem Rauch durch den Schlot abgehen und in die umliegenden Bestände niedersinken, findet der durch dieselben hervorgerufene Schaden allem Anschein zur Winterszeit und zwar vermutlich zurzeit der Schneeschmelze statt. Sie konzentrieren sich an dem, den Ästen aufliegenden Schnee und wenn sie dann nach der Schneeschmelze mit den Baumnadeln und Knospen in Berührung kommen, so werden letztere vernichtet. Doch scheint auch während der Wachstumsperiode eine gewisse Schädigung vorzukommen. —

An Kiefern dürfe der Winterschaden vorzugsweise die Nadeln betroffen haben, da sich aus den Knospen oft neue Nadeln am Baume bilden, selbst wenn letztere im Frühjahr völlig nadellos waren. An den Birken wieder sind die Knospen häufig derart zu Grunde gerichtet, dass sich überhaupt keine Blätter mehr entwickeln können. Infolgedessen bekommen alle Bäume (auch Kiefern) zum mindesten ein schütteres Ansehen, wenn sie nicht ihr Laubwerk gänzlich einbüßen.

¹ Siehe die Karte.

Am intensivsten macht sich die Schädigung im allgemeinen an den Waldrändern — also an den, die Bahn und die Fabrikanlagen umfassenden Waldsäumen, bis hinauf jenseits der im Norden des Schädigungsgebiets verlaufenden elektrischen Kraftleitungslinie geltend, sofern sie nicht in von der Fabrik direkt abgekehrter Richtung verlaufen. Sie setzt sich dann waldeinwärts noch 50—100 m weiter fort, wobei natürlich die Dichte des Bestandes einen ausschlaggebenden Einfluss hat und stets die Entfernung des Waldrandes vom Fabriksbezirk eine grosse Rolle spielt. Liegt der Bestand an einem der Fabrik zugekehrten Hang, so wird der gesamte Bestand in genau gleich intensiver Weise der Schädigung ausgesetzt sein wie sein Saum und dasselbe gilt für über ihre Umgebung hinausragende einzelne Baumindividuen, die mitten im Bestand wachsen. Die um die Fabrik liegenden Bestände sind im allgemeinen in einem 300 m weiten radialen Gebiet gefährdet und auch im günstigsten Falle wird der Wald im Abstand von weniger als 200 m, — vom Fabriksschlot abgerechnet, — vor Rauchschäden nie sichergestellt sein.

Von den im Schädigungsgebiet vorkommenden Holzarten war ohne Zweifel die Kiefer den sich zur Winterzeit geltend machenden Verheerungen am meisten ausgesetzt, dann kommt in zweiter Reihe die Birke, die ebenfalls recht gelitten hatte, wenn sie auch zweifelsohne viel weniger empfindlich als die Kiefer ist. Die anderen auf dem Gebiete angetroffenen Holzarten (Espe und Fichte) schienen durchaus rauchhart gewesen zu sein. — Was nun die Chlorschäden betrifft, so ist wieder die Birke, wie denn überhaupt die Mehrzahl der Laubbäume des Schädigungsgebiets, empfindlicher als die Kiefer.

Die Baumhöhe scheint in bezug auf die Schädigung insofern einzuspielen, als junge Baumpflanzen und Gebüsch, wie denn auch die Bodendecke, überhaupt nicht gelitten hatten, während 2—3 m hohe Jungkiefen (am Waldsaum) bereits sehr oft sogar recht übel mitgenommen waren. Auch im Garten eines benachbarten Gehöfts waren weder die Syringen noch die Beeresträucher angegriffen, wohingegen die Apfelbäume ernstlichen Schaden gelitten hatten. An einigen niedrigeren Laubbäumen, z. B. an einem jungen Ahornbäumchen, waren immerhin auch einige Chlorschädigungen nachweisbar. — Sehr gross war die individuelle Variabilität, die sich bei den einzelnen Holzarten hinsichtlich ihrer Widerstandsfähigkeit gegen die Schädigung geltend machte. Die auf dem untersuchten geschädigten Gebiet wachsenden Kiefern hatten jedoch sämtlich mehr oder weniger intensiv gelitten.

Als eine Folge des Rauchschadens wurden an den Kiefern ansehnliche Insektschädigungen festgestellt. Die angetroffenen Arten sind *Evetria resinella* L., *Acanthocinus aedilis* L., *Rhagium inquisitor* L., *Xylita laevigata* HELLW., *Hylobius abietis* L., *Pissodes pini* L. und *piniphilus* HBST., *Blastophagus piniperda* L. und *minor* HARTIG sowie *Xyloterus lineatus* OLIV. — *Acanthocinus aedilis*, die *Blastophagus*-Arten (als Larven) und *Xyloterus lineatus* traten sekundär d. h. nur an abgestorbenen oder an im Absterben begriffenen Bäumen auf, desgleichen die Larve von *Pissodes piniphilus*; als Imago dagegen war sie in Gemeinschaft mit der Imago von *P. pini* Urheber des Todes einer grossen Anzahl rauchgeschädigter aber noch erholungsfähiger Kiefern und beschleunigte ausserdem das Absterben der vom Rauch am schwersten geschädigten Bäume. An den Jahrestrieben der Kiefern konnten auch von den *Blastophagus*-Imagines herrührende Schädigungen bemerkt werden. Die anderen obengenannten Insektschädlinge kamen immer nur vereinzelt vor.

Behufs Feststellung des Rauchschadenumfanges wurden die Baumhölzer (in Brusthöhe über 20 cm messende Bäume) gezählt und je nach der Intensität der sie betroffenen

Schädigung in 3 verschiedene Klassen eingeteilt: I in gesunde oder nur leicht rauch-
kranke, II in schwer geschädigte und III in bereits abgestorbene oder im Absterben
begriffene Bäume. Das Schädigungsgebiet wieder wurde in Zonen aufgeteilt und zwar
enthielt Zone I die am schwersten betroffenen Gebiete (über 70 % geschädigter Bäume
[II und III Klasse]), Zone II die hinter Zone I belegenen, minder ausgesetzten Gebiete
(über 30 % geschädigter Bäume) und Zone III die äussersten Gebiete des Schädigungs-
komplexes (nur leichte Schädigungen).

Aus dieser zonenweise vorgenommenen Baumholzberechnung lässt sich die unten
stehende Tabelle zusammenstellen, die ein anschauliches übersichtliches Bild des hier
beschriebenen Schädigungsgebiets liefert.

Holzart	Kiefer			Birke			Fichte			Espe			Zusammen					
	III	II	I	III	II	I	III	II	I	III	II	I	III	II	I			
Baumannzahl	134	(110)	218	163	4	(13)	24	76	—	—	13	—	—	9	138	(123)	242	261
Stück	zusamm. 515			zusamm. 104			zusamm. 13			zusamm. 9			zusamm. 641					
in %	26.0	(21.4)	42.8	31.7	3.8	(12.5)	23.1	73.1	—	—	100	—	—	100	21.5	(19.2)	37.8	40.7
Holzart %	80.4			16.2			2.0			1.4			100.0					

Die eingeklammerten Ziffern beziehen sich auf Bäume der II:ten Schädigungsklasse
die vermutlich ausgehen werden. (Siehe auch den Anhang.)

Bei der Bestimmung von Charakter und Umfang der Schadens wurden beachtet
1) die durch den Rauchscha den bedingte Vernichtung und der Zuwachsverlust der
Bäume 2) die Bedeutung der im Gefolge des Rauchscha dens auftretenden Insekten-
schädigungen 3) die durch den Rauchscha den bedingte Inproduktivität des Bodens und
4) die Vorbeugung der Schädigung und die Aufforstung der vernichteten Bestände.

Von den auf dem Schädigungsgebiet wachsenden Kiefern sind etwa die Hälfte
(47.4 %) für immer verloren und etwa $\frac{1}{2}$ (20.8 %) erholungsfähig; für die Birke stellen
sich die entsprechenden Ziffern auf 16.2 % und 10.6 %; der Rest der Bäume wurde der
I:ten Schädigungsklasse zugerechnet. Wie ersichtlich, hatten die Kiefern ganz beson-
ders schwer unter dem Rauchscha den gelitten und hierzu kommen dann noch alle
infolge der *Pissodes*-Verheerung dem Tode verfallende Baumindividuen.

Die zu einer Steuerung des Rauchscha dens auf dem Gebiete notwendigen Mass-
nahmen wären zunächst: 1) für Erhaltung und Vermehrung der widerstandsfähigen
Holzarten (Espe, Erle, Fichte) Sorge zu tragen, 2) aus dem geschädigten Gebiete
die abgestorbenen oder im Absterben begriffenen Bäume zu entfernen jedoch nur in
dem Masse als dies zur Unterbindung einer fortschreitenden Insektenschädigung not-
wendig ist, den Wald aber sonst als eine Schutzzone für die entfernter wachsenden un-
versehrten Bestände stehen zu lassen und 3) die rauchempfindlichen Kiefern entwe-
der durch Fichten oder Laubhölzer (Espe, Erle, eventuell auch Birke) zu ersetzen.

Bei der später (im Winter) ausgeführten mikroskopischen Untersuchung der ent-
nommenen Proben zeigte es sich, dass das Chlor tatsächlich nur in den oben als Chlor-
schäden dargestellten Fällen Urheber der Schädigung gewesen war. Hier konnten
die von SORAUER (1909 und 1911) beschriebenen Symptome nachgewiesen werden. Alle
übrigen, u. a. also alle während des Winters stattgefundenen Schädigungen können
infolgedessen auf das Konto der chlorhaltigen Flüssigkeiten gesetzt werden.

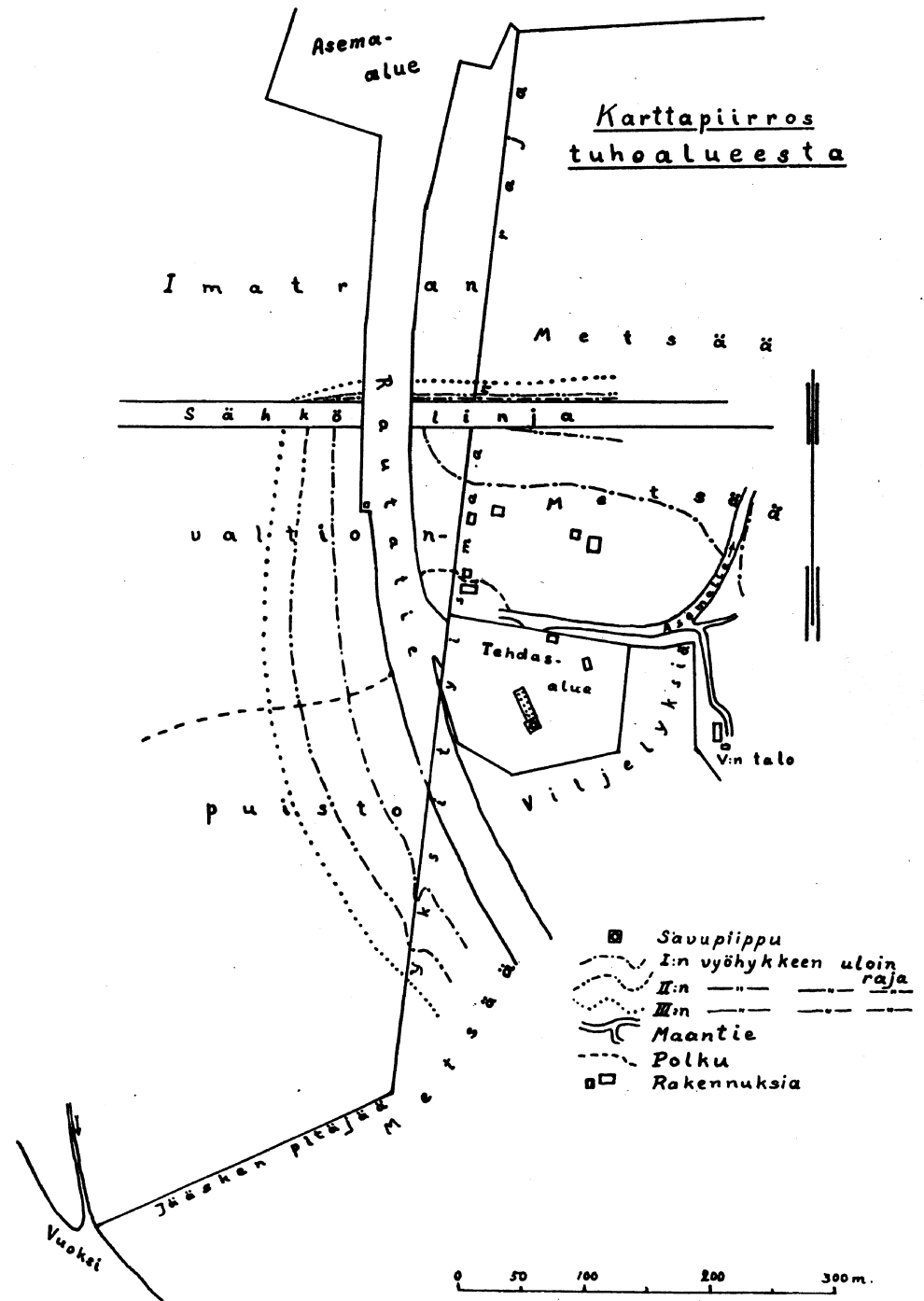
LIITE. — ANHANG.
 Arvopuuluetelo. — Baumholzverzeichnis.

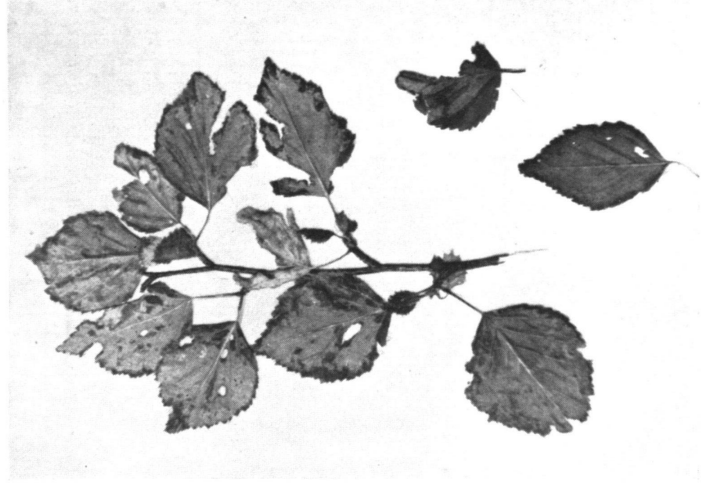
D 1.3 cm.	Mäntyjä — Kiefern			Koivu — Birken			Kuusia — Fichten			Haapola — Espen			Kaikkiaan — Zusammen						
	Tuhoaste — Schädigungsklasse			Tuhoaste — Schädigungsklasse			Tuhoaste — Schädigungsklasse			Tuhoaste — Schädigungsklasse			Tuhoaste — Schädigungsklasse						
	III	II ¹	I	III	II ¹	I	III	II ¹	I	III	II ¹	I	III	II ¹	I				
21	21	(13)	30	19	70	2	(4)	9	44	55	1	1	2	23	(17)	39	66	128	
23	23	(11)	29	18	70	—	(2)	5	14	19	4	4	1	1	(13)	34	37	94	
25	21	(17)	31	26	78	1	(6)	7	8	16	1	1	1	1	(23)	38	36	96	
27	22	(18)	36	27	85	—	—	1	3	4	—	—	—	22	(18)	37	30	89	
29	17	(18)	34	24	75	—	(1)	2	5	7	4	4	1	1	(19)	36	34	87	
31	9	(15)	23	14	46	—	—	—	—	—	—	—	—	1	(15)	23	16	48	
33	11	(9)	18	18	47	1	—	—	—	—	1	1	1	1	(9)	18	20	50	
35	4	(4)	9	6	19	—	—	—	—	—	1	1	2	2	(5)	9	10	23	
37	4	(3)	5	8	17	—	—	—	—	—	1	1	—	4	(2)	5	9	18	
39	2	—	1	3	6	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	1	3	6	
41	—	(2)	2	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	(2)	2	—	2	
Yht. Zus.	134	(110)	218	163	515	4	(13)	24	76	104	13	13	9	9	138	(123)	242	261	641

¹ Sulkujen sisällä olevat luvut osoittavat puita, joiden toipuminen on hyvin epävarmaa. — Die eingeklammerten Ziffern beziehen sich auf Bäume der II-ten Schädigungsklasse die vermutlich ausgehen werden.

ERKLÄRUNGEN ZUR KARTE.

Karttapiirros tuhoalueesta	= Karte über das Schädigungsgebiet
Imatran valtionpuisto	= Imatra-Staatspark
Asema-alue	= Bahnhofsgebiet
Sähkölinja	= Elektrische Kraftleitungslinie
Rautatie	= Eisenbahn
Metsää	= Wald
Viljelyksiä	= Bebauter Boden
Yksityismaan raja	= Grenze des Privatbodens
V:n talo	= Gehöft
Jääsken pitäjää	= Kirchspiel von Jääski
Savupiippu	= Rauchschlot
I:n vyöhykkeen uloin raja	= äussere Grenze der I Zone
II:n » » »	= » » » II Zone
III:n » » »	= » » » III Zone
Maantie	= Landstrasse
Polku	= Fusspfad
Rakennuksia	= Gebäude





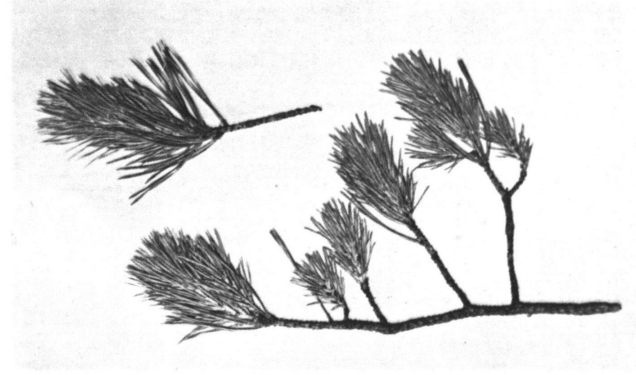
K u v a 1.

K u v a 1. Klorin (klorivedyn) aiheuttamia tuhoja koivun lehdissä. Lehtien reunat ovat ruskettuneet ja kuivuneet. Ruokolahdi, Imatran valtiopuisto. 1931. — *Abb. 1. Durch Chlor verursachte Schädigung an den Blättern einer Birke. Die Blattränder waren braun und dürr geworden. Ruokolahdi, Imatra-Staatspark. 1931.* — Valok. Photo. Esko Kangas.

K u v a 2. Tuhoista kärsineen koivun oksa. Lehdet likaisen tummanvihreitä, osaksi ruskehtavan vihreitä (kloroattipitoisten nesteiden aiheuttama). Ruokolahdi, Imatran valtiopuisto. 1931. — *Abb. 2. Geschädigte Blätter der Birke. Die Blätter sind schmutzig-dunkelgrün bis braungrün (infolge des Einflusses von chlorathaltigen Flüssigkeiten!). Ruokolahdi, Imatra-Staatspark. 1931.* — Valok. Photo. Esko Kangas.



K u v a 2.



Kuva 3.

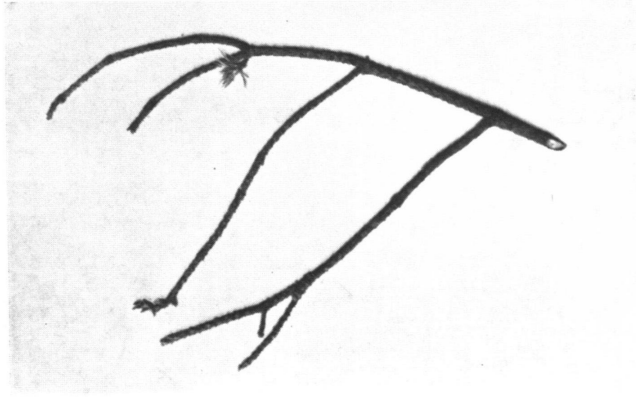
Kuva 3. Männyn oksa (I tuhoaste). Edellisvuotisia neulasia hiukan jäljellä, uudet neulaset hyvin kehittyneet. Ruokolahti, Imatran valtionpuisto. 1931. — *Abb. 3. Kiefernzweig (I Schädig.-Kl.). Etwas ältere Nadeln sind noch vorhanden; die neuen einjährigen Nadeln sind gut entwickelt. Ruokolahti, Imatra-Staatspark. 1931. Valok. Photo. E. Kangas.*



Kuva 4.

Kuva 4. Männyn oksa (II tuhoaste). Edellisvuotisia neulasia tuskin jäljellä, uudet neulaset jääneet enemmän tai vähemmän keskenkasvuiksi, osaksi miltei kokonaan puhkeamatta. Pahempi tapaus. Ruokolahti, Imatran valtionpuisto. 1931. — *Abb. 4. Kiefernzweig (II Schädig.-Kl.). Die einjährigen Nadeln sind nur schwach entwickelt. Schwererer Fall. Ruokolahti, Imatra-Staatspark. 1931. — Valok. Photo. Esko Kangas.*

Kuva 5. Männyn oksa (III tuhoaste). Kaksi silmua vain ollut kehityskykyisiä, niistäkin ainoastaan toiseen tulleeseen tulleet neulasia. Ruokolahti, Imatran valtionpuisto. 1931. — *Abb. 5. Kiefernzweig (III Schädig.-Kl.). Es haben sich so gut wie keine neue Nadeln entwickelt. Ruokolahti, Imatra-Staatspark. 1931. — Valok. Photo. Esko Kangas.*



Kuva 5.

Publications of the Society of Forestry in Suomi:

ACTA FORESTALIA FENNICA. Contains scientific treatises dealing with forestry in Suomi (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 Suomi. 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 Suomi. Published at irregular intervals. Each volume generally contains only one treatise.

Die Veröffentlichungsreihen der Forstwissenschaftlichen Gesellschaft in Suomi:

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 Suomis (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 Suomi. Sie erscheinen in unregelmässigen Abständen. Jeder Band enthält im allgemeinen nur eine Untersuchung.

Publications de la Société forestière de Suomi:

ACTA FORESTALIA FENNICA. Contient des études scientifiques sur l'économie forestière en Suomi (Finlande) et sur ses bases. Parait 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 Suomi. Parait 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 Suomi. Parait à intervalles irréguliers. En général, chaque volume ne contient qu'une étude.

