

HAVAINTOJA ERÄÄLLÄ  
MYRSKYTUHOALUEELLA

ERKKI K. CAJANDER

*BEOBACHTUNGEN  
AUF EINEM STURMSCHADENGEBIET  
IN FINNLAND*

**L**okakuun 12 päivänä 1933 raivosi suurimmassa osassa Suomea ankara myrsky, joka sai metsissä paikatellen suuria tuhoja aikaan. Jo 11 päivänä vallitsi voimakas tuuli, joka seuraavan yön kuluessa kiihtyi ollen rannikkoseuduilla 12 päivänä klo 9 aikaan jo 8—9 Beauf. voimainen. Voimakkaimman asteensa tuuli kuitenkin saavutti klo 12 ja 13 välillä, jolloin useilla Ilmatieteellisen keskuslaitoksen havaintoasemilla sen voimaksi mitattiin 9—11 Beauf. Sen jälkeen myrsky nopeasti lauhtui. Myrskyn kovimmillaan ollessa sen suunta Suomenlahden rannikolla oli S-SW, myöhemmin tuuli kääntyi lännemmäksi. Sen metsissä aiheuttamat tuhot tapahtuivat jokseenkin yksinomaan, ainakin etelärannikolla, sangen lyhyen ajan kuluessa, pääasiallisesti klo 12 ja 13 välillä, myrskyn ollessa voimakkaimmillaan. Tästä syystä, niinkuin myöhemmin tulee puhe, tämän myrskyn kaatamien puiden kaatumissuuntaan on tutkimuksessa kiinnitetty erityistä huomiota.

Suurimmat myrskyn metsissä aiheuttamat tuhot ovat sattuneet Itämeren ja Suomenlahden rannikolla sekä maan itärajalla aina Nurmekseen saakka. Näillä seuduilla olevien valtion hoitoalueiden metsistä myrsky kaatoi n. 75—80 tuh. tukkipuuta eli n. 80—90 % kaikista valtion mailla kyseellisen myrskyn aikana kaatuneista tukkipuista.

#### HAVAINTOJEN TEKO.

Edellä selostettu myrsky kaatoi Uudenmaan läänin Lapinjärven (Lappträsk) kunnassa olevan Sjökillan ent. maaherran virkatalon metsämaita, joiden pinta-ala on n. 1500 ha, leimausluettelon mukaan 1846 sahapuurunkoa, joista mäntyjä 377, kuusia 1440 ja koivuja 29

kpl. Kun mainitun virkatalon metsämaat samoihin aikoihin siirtyivät Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen hallintaan, tarjoutui täällä sopiva tilaisuus suorittaa erinäisiä myrskytuhoihin kohdistuvia tutkimuksia. Tutkimusten suorittaminen Sjököllän virkatalon mailla oli lisäksi edullista sen vuoksi, että tutkimuskohteiksi saatiin monen ikäisiä siemenpuualoja, joten kysymyksen valaiseminen tältäkin puolelta kävi mahdolliseksi. Ulkotyöt suoritettiin 23. 11.—2. 12. 1933 välisenä aikana; mittausaika jäi näin lyhyeksi sen vuoksi, että samoihin aikoihin aloitettiin puiden katkominen myyntiä varten.

Vuosilohko-siemenpuualoille, joilla mittauksia suoritettiin, rajoitettiin 1.0—0.20 ha:n suuruinen koeala vuosilohkon keskelle. Kaikista koealaa sisältäneistä, myrskyn kaatamista tai murtamista puista tehtiin seuraavat merkinnät: puulaji, ikä, puun pituus, latvuksen pituus, latvuksen leveys sen leveimmällä kohdalla ja tämän kohdan korkeus rungolla, latvuksen leveys kohdalla, joka on 30 % latvuksen pituudesta latvasta päin lukien ja tämän korkeus rungolla, rungon läpimitta tyvässä, rinnankorkeudella ja 6 m:n kohdalla, vahingoittumistapa (kaatunut, murtunut, jäänyt kallelleen), kaatumisuunta (puut, jotka kaatuessaan ilmeisesti olivat pyörähtäneet, merkittiin erikseen), pystyyn nousseen juuriston laajuus ja syvyys, sekä muistiinpanot latvuksen, juuriston ja maaperän laadusta ja puun kaatumisen ympäristöön aiheuttamista tuhoista. Pystyyn jääneistä puista tehtiin samat havainnot sikäli kuin se oli mahdollista; muistiin merkittiin puulaji, ikä, puun pituus ja latvuksen pituus (hypsometrillä), tyvi- ja rinnankorkeusläpimitat. Sitäpaitsi piirrettiin näiden puiden latvusprojektiot ja latvusprofiilit, jotta saataisiin käsitys niiden latvusmuodoista. — Jokaisesta koealasta merkittiin muistiin vielä metsätyyppi, maastomuodostus, reunametsän etäisyys ja sen laatu ym. myrskytuhoihin vaikuttavia seikkoja.

Kaikkiaan ennätettiin ottaa 16 koealaa 1—13 v. sitten siemenpuustoiksi hakatuista metsäkoista. Koealoilta mitattiin 204 murtunutta tai kaatunutta puuta (113 mäntyä, 64 kuusta ja 27 koivua) sekä 225 pystyyn jäänyttä puuta (163 mäntyä, 27 kuusta ja 35 koivua).

## TUHOJEN RIIPPUVAISUUS ERI TEKIJÖISTÄ.

Koottu tutkimusaineisto on luonnollisesti aivan liian pieni selvittämään käsillä olevaa kysymystä läheskään täydellisesti. Seuraavassa pyritäänkin ainoastaan aineiston tarjoamien viitteiden nojalla esittämään eräitä näkökohtia.

Eri puulajeja oli kultakin koealalta keskimäärin kaatunut seuraavasti:

### Asetelma 1 — *Aufstellung 1.*

Mäntyjä, kaatunut	42 %	jäänyt pystyyn	58 %
<i>Kiefer</i> <i>gefallen</i>		<i>stehen geblieben</i>	
Kuusia	70 »	»	30 »
<i>Fichte</i>			
Koivuja	41 »	»	56 »
<i>Birke</i>			

Männystä ja koivuista oli siis kaatunut vain hiukan yli  $\frac{2}{5}$ , kuusista  $\frac{7}{10}$ . Kuusi on siis paljon huonommin kestänyt myrskyä kuin muut puulajit. Milloin kuusisiemenpuualoilta näin suuri osa siemenpuista kaatuu, joutuu luonnollisesti koko alan uudistuminen kyseenalaiseksi, ja vaikka tuhoja aiheuttanut myrsky olikin voimakkaimpia maassamme tavatuista, voi kuusille siemenpuuhakkauksen soveltuvaisuus usein olla epäilyttävää.

Myöskin maastosuhteilla voitiin todeta olevan selvä vaikutus. Korkeammilla paikoilla kallioiden ja kukkuloiden päällä olevista siemenpuustoista oli kylläkin sangen suuri prosentti kaatunut, suurempi kuin tasaisilla kangasmailla, mutta suhteellisesti eniten oli puuta kuitenkin kaatunut näiden korkeiden paikkojen viereisistä notkoista, varsinkin, jos ne ovat soistuneet. Niinpä kolmelta vierekäiseltä koealalta, joista yksi oli kallion päällä, toinen sen takaisessa, hiukan soistuneessa notkossa ja kolmas viereisellä tasaisella alalla, oli eri puulajeja kaatunut seuraavat suhteelliset määrät:

Asetelma 2 — *Aufstellung 2.*Koeala — *Probefläche*

	kalliolla <i>Hügel</i>	notkossa <i>Talschlucht</i>	tasaisella <i>ebenes Gelände</i>
Mänty <i>Kiefer</i>	47 %	55 %	37 %
Kuusi <i>Fichte</i>	75 »	85 »	53 »
Koivu <i>Birke</i>	33 »	38 »	—

Maastosuhteiden vaikutus puiden kaatumiseen, sellaisena kuin se edellä olevasta selviää, johtunee siitä, että korkeammilla paikoilla kasvavat puut ovat jo ennen siemenpuuhakkausta tottuneet paremmin tuulta kestävämpään, kuin niiden takana suojaisessa notkossa kasvaneet puut. Hakkuun jälkeen jälkimmäiset luonnollisesti ovat myrskyn tuhoille alttiimpia kuin edelliset, mikäli ne eivät ole jatkuvasti ympäröivän metsän suojassa.

Puiden sijaitsevaisuus luonnollisesti vaikuttaa merkittävästi niiden kaatumiseen. Onhan etukäteen selvää, että reunametsä tuulen alla suojelee läheistä siemenpuustoa tai ainakin sen läheimpiä osia huomattavasti. Parilla koealalla suoritettiin eräitä mittauksia siitä miten etäälle tavallisen, melko tiheän, 18—20 m korkean lohko-harsintametsän suojeleva vaikutus ulottuu. Kummankin koealan antamien tulosten mukaan olivat reunametsää lähinnä olevat puut pysyneet pystyssä, ensimmäiset taipuneet (kallellaan olevat) puut olivat 30—35 m päässä reunametsästä ja reunimmaisista kaatuneet puut 45—50 m päässä. Kummassakin tapauksessa nämä reunimmaisista puut olivat, niin kuin odottaa voikin, kuusia, ensimmäiset kaatuneet männyt olivat 5—10 m kauempana. Varsinainen puiden joukkokaatumisalue oli kuitenkin vasta 70—80 m päässä reunametsästä. Mainittujen lukujen mukaan ulottuisi siis siemenpuuston korkeuden reunametsän suojeleva vaikutus kovalla myrskyllä vain 30—40 m päähän.

) 254 (

Siitä, missä määrin siemenpuut suojelevat toisiaan, oli vaikeata enää jälestä päin tehdä havaintoja, niin sekaisin ja ilman järjestystä puut näyttivät kaatuneen. Kuitenkin saattoi siellä täällä todeta myrskyn selvän etenemisen metsikössä. Jos nimittäin metsikön vastareunalla oli ollut heikko puu, oli tämä kaatuessaan saattanut taempana olevan äkillisesti alttiiksi suuremmalle myrskyn voimalle kuin mitä se kesti, ja näin saattoi tuho edetä paikotellen metsikön suojareunaan saakka, ja taas toisin paikoin pysähtyä vastareunaan, jos siellä oli myrskyä hyvin kestävä puuyksilö. — Toisiaan olivat siemenpuut vain sangen harvoissa tapauksissa kaataneet.

Kuten aikaisemmin mainittiin, h a k k a u s a l o j e n i k ä vaihteli 1—13 v. Jos koealat niiden vähälukuisuuden vuoksi yhdistetään luokiksi sen mukaan kuinka monta vuotta siemenpuuhakkauksesta on kulunut, saadaan esim. kolme ryhmää: 1—4, 5—8 ja 9—13 v. Yleinen käsityshän on, että siemenpuiden myrskynkestävyys vuosien kuluessa suurenee ja että sitä sopivilla valmistushakkauksilla voidaan lisätä (vrt. esim. LAITAKARI 1929, DENGLE 1930 ym.). Esitettäköön seuraavassa muutamia lukusarjoja, jotka saatiin käsillä olevien mittaus-ten perusteella. Jos lasketaan kuinka monta prosenttia 6 m:n ja rinnankorkeudelta mitatut läpimitat ovat tyviläpimitasta sekä 6 m:n läpimitta rinnankorkeusläpimitasta, saadaan seuraava asetelma.

Asetelma 3 — *Aufstellung 3.*

Hakkuun jälk. aika, v. <i>Zeit seit dem Hieb, J.</i>	Mänty <i>Kiefer</i>			Kuusi <i>Fichte</i>		
	D 6.0/D 0	D 1.3/D 0	D 6.0/D 1.3	D 6.0/D 0	D 1.3/D 0	D 6.0/D 1.3
1—4	63.2	77.7	81.4	70.7	77.9	90.8
5—8	61.9	77.9	79.4	62.3	77.9	80.1
9—13	58.7	75.4	77.4	—	—	—

Yllä olevat luvut koskevat ainoastaan N-NE-suuntaan kaatuneita puita, joita aineistossa on eniten. Huolimatta siitä, että mittaukset ovat vain kuoren päältä suoritettut, voidaan taulukosta huomata

) 255 (

eräitä seikkoja. Rinnankorkeusläpimitan suhde tyviläpimittaan ei vuosien kuluessa sanottavasti muutu kummallakaan puulajilla. Tämä täytynee selittää johtuvaksi siitä, että kumpikin läpimitta suurenee suunnilleen samassa suhteessa, ts. puun tyviosa vahvistuu ainakin rinnankorkeudelle saakka. Sen sijaan 6 m:n korkeudelta mitattu läpimitta, verrattakoonpa sitä tyvi- tai rinnankorkeusläpimittaan, selvästi pienenee. Puu siis ilmeisesti tyviosassaan vahvistuu hakkuun jälkeisinä vuosina enemmän kuin yleisissä osissaan. Luvut siis viittaavat siihen, mitä yleensä on todettu: puut vahvistavat ennen kaikkea tyveään, jolloin runko muodostuu enemmän keilamaiseksi kuin aikaisemmin. — Ulkotöitä suoritettaessa sattui 29. 11. olemaan melko voimakas tuuli. Tällöin suoritettiin kahdella rinnakkaisella vuosilohkolla, josta toinen oli hakattu siemenpuustoksi 2 v. ja toinen 8 v. sitten, mittauksia rungon varsinaisen taipumiskohtan korkeudesta. Edellisellä vuosilohkolla se oli keskimäärin 1—1.5 m, jälkimmäisellä 4—5 m korkeudella maasta. Tämänkin havainto osoittaa, että puut ovat jälkimmäisellä vuosilohkolla vahvistuneet tyviosassaan. Tästä on luonnollisesti seurauksena se, että puiden taipuminen tuullessa on vanhemmilla siemenpuualoilla paljon pienempi kuin nuorilla, minkä jo silmämääräisesti helposti saattoi todeta.

Puiden vahvistuminen voi kuitenkin tapahtua vain vähitellen ja suhteellisen hitaasti. Sen sijaan pintakasvillisuus siemenpuualoilla toipuu paljon nopeammin. Niinpä HERTZIN (1932) tutkimusten mukaan *Agrostis capillaris* asettuu jo 2—3-vuotisilla siemenpuualoilla yhtenäiseksi tiiviiksi peitteeksi, *Deschampsia flexuosaa* saattaa jo 1—2-vuotisilla siemenpuualoilla tavata taajoina, yhteenliittyneinä tuppaina ja *Calamagrostis arundinacea* muodostaa ainakin 7—8-vuotisilla siemenpuualoilla voimakkaita, yhtenäisiä tupasmuodostuksia, mainitakseni ainoastaan kolme, ehkä tärkeintä lajia. Tällaiset hakkauksen jälkeen voimakkaasti toipuvat ja runsaasti levittäytyvät kasvit luonnollisesti sitovat juurillaan, mättäillään ja toisiinsa punoutuneilla versoillaan maan pintakerroksen erittäin tiiviiksi ja lujaksi peitteeksi, mikä varmasti, ainakin ensimmäisinä vuosina, melkoisesti estää puita juurineen kaatumasta. Kasvien toipuminen ja maan pintakerrosta

sitova vaikutus on luonnollisesti tehokkainta vain paremmilla metsätyypeillä; jo puolukkatyypillä mainitut kasvilajit esiintyvät huomattavasti heikompiina. Eryityisesti siis kuusisiemenpuualoilla pintakasvillisuuden vaikutus puiden myrskynkestävyyteen on varmasti melkoinen.

Pääasiallisesti näistä edellä esitetystä seikoista johtunee se, että vanhemmilla hakkausaloilla kaatuu suhteellisesti vähemmän puita, ts. vain myrskyn kovimmat puuskat pystyvät niitä kaatamaan. Tätä valaisee seuraava asetelma, jossa on ilmoitettu eri puulajien kaatumissuuntien (vrt. siv. 14) lukumäärä eri-ikäisillä hakkausaloilla.

Asetelma 4 — *Aufstellung 4.*

Hakkauksen jälk. aika, v. <i>Zeit seit dem Hieb, J.</i>	Mänty <i>Kiefer</i>	Kuusi <i>Fichte</i>	Koivu <i>Birke</i>
	Kaatumissuuntia keskimäärin <i>Durchschnittliche Anzahl der Fallrichtungen</i>		
1—4	4.75	5.25	4.5
5—8	4.0	3.0	3.0
9—13	3.5	1.0	1.0

Kaikkien puulajien kaatumissuuntien lukumäärä siis selvästi vähennee sen mukaan mitä vanhemmiksi siemenpuualat tulevat. Puut kaatuvat yhä harvempiin ilmansuuntiin ja yhä enemmän vallitsevan myrskyn suuntaan, mikä todistaa juuri sitä, että vain voimakkaimmat puuskat aikaan saavat vanhoilla siemenpuualoilla tuhoa.

Eri-ikäisten siemenpuulojen kaatuneiden ja pystyyn jääneiden puiden keskipituuksia vertailtaessa huomataan selvä suunta: kaatuneiden puiden keskipituus on jokseenkin poikkeuksetta suurempi kuin pystyyn jääneiden. Erotus on eri puulajeilla koko aineistosta keskimäärin seuraava:

männyllä . . . . .	1.4 m
kuusella . . . . .	2.5 »
koivulla . . . . .	2.7 »

Mikään suuri ei erotus siis ole, mutta kun vain kahdella koealalla huomattiin pieni päinvastainen ero, on se kuitenkin selvä. Myöskin on muistettava, että kysymyksessä ovat siemenpuut, joten suurimpien ja pienimpien puiden pituuserot kaiken kaikkiaan eivät ole suuret. — Jos lasketaan erotuksen prosenttinen osuus pystyyn jääneiden puiden keskipituudesta nuoremmilla ja vanhemmilla hakkausaloilla, saadaan seuraava yhdistelmä:

Asetelma 5 — *Aufstellung 5.*

Hakkauksen jälk. aika, v. <i>Zeit seit dem Hieb, J.</i>	Mänty <i>Kiefer</i>	Kuusi <i>Fichte</i>
	Erotuksen %-osuus <i>%-Anteil des Unterschiedes</i>	
1—4	5.9	4.7
5—8	7.1	8.1
9—13	27.7	—

Näistä luvuista päättäen erotus siis ilmeisesti suurenee sen mukaan mitä pitempi aika hakkuusta on kulunut. Ensimmäisinä vuosina, jolloin puut eivät vielä ole sanottavasti vahvistuneet, kaatuu voimakkaassa myrskyssä kaiken pituisia puita, runsaasti myös pienimpiä, joten kaatuneiden ja pystyyn jääneiden puiden pituusero ei tule suureksi. Vanhemmilla siemenpuualoilla taas isommat puut ovat suuremmassa vaarassa kuin pienemmät, jotka melko hyvinkin voivat tuulta kestää.

Myöskin kaatuneiden puiden juuristomuotoihin ja -laajuuteen kiinnitettiin huomiota. Tulokset eivät kuitenkaan missään suhteessa ole vakuuttavia, ennen kaikkea siitä syystä, että pystypuiden juuristoja ei voitu lainkaan tutkia. Myöskin on osa tutkituista puista murtunut (kuusista 16 %, männyistä 6 % ja koivuista 11 %), ja näiden juuristo jäänyt tutkimusten ulkopuolelle. Mainittakoon tässä kuitenkin eräitä tuloksia eri juuristomuotojen yleisyydestä.

Asetelma 6 — *Aufstellung 6.*

Mänty — *Kiefer*

Juuristo aivan litteä, »kuusimainen» <i>Wurzelsystem ganz flach, »fichtenartig»</i> .....	31 %
—»— litteänpuoleinen, kork. 40 sm syvä <i>ziemlich flach, höchst. 40 cm tief</i> .....	13 »
—»— selvästi ja pääasiallisesti vertikaalinen ilman paalujuurta <i>deutlich u. hauptsächlich vertikal, ohne Pfahlwurzel</i> .....	30 »
—»— samoin, mutta epäselvä paalujuuri <i>ebenso, aber undeutlich ausgebildete Pfahlwurzel</i> .....	13 »
—»— samoin, mutta selvä paalujuuri <i>ebenso, aber deutlich ausgebildete Pfahlwurzel</i> .....	6 »
—»— sekava, ilman selvää juurimuotoa <i>ohne deutlich ausgebildetes Wurzelsystem</i> .....	7 »

Kuusi — *Fichte*

Juuristo erikoisen litteä, kork. 15 sm syvä <i>Wurzelsystem sehr flach, höchst. 15 cm tief</i> .....	30 %
—»— litteä, 15—40 sm syvä <i>flach, 15—40 cm tief</i> .....	50 »
—»— myös jossain määrin vertikaalinen <i>ebenso, aber auch etwas vertikal</i> .....	14 »
—»— melko voimakkaasti vertikaalinen <i>ziemlich stark vertikal</i> .....	6 »

Koivu — *Birke*

Juuristo litteä ja horisonttaalinen, kork. 20 sm syvä <i>Wurzelsystem flach und horizontal, höchst. 20 cm tief</i> .....	5 %
—»— pääasiallisesti horisonttaalinen, 20—50 sm syvä <i>hauptsächlich horizontal, 20—50 cm tief</i> .....	57 »
—»— pääasiallisesti vertikaalinen, 50—80 sm syvä <i>hauptsächlich vertikal, 50—80 cm tief</i> .....	33 »
—»— täydellisesti vertikaalinen <i>vollständig vertikal</i> .....	5 »

Edellä olevassa luettelossa kiinnittää ennen kaikkea huomiota se, että kaikkien kaatuneiden puulajien juuristot ovat hyvin suureksi

osaksi horisonttaalisia ja litteitä. Männylläkin matalalla olevien juuristojen osuus on sangen suuri, lähes  $\frac{1}{3}$  kaikista. Paalujuuri ja voimakkaimmat vertikaaliset juuristot luonnollisesti esiintyvät suhteellisen vähälukuisina. Todennäköistä on, että pystyyn jääneillä puilla tällaiset juuristomuodot ovat vallitsevampia. Mäntyjähän oli kaatunut keskimäärin vain n. 42 %, joten yllä olevat luvut antavat vain tukea sille käsitykselle, että litteä- ja pinnanmyötäis-juuristoiset puut helpoimmin kaatuvat. — Sama seikka koskee myöskin koivua. — Kuusia oli sensijaan kaatunut n. 70 % kaikista, joten yllä olevan taulukon perusteella jo paremmin voi päätellä, miten yleisiä aivan litteät, horisonttaaliset juuristot kuusella yleensä ovat. Kaikista kaatuneista puistahan sellaiset oli  $\frac{4}{5}$ :lla.

Minkäänlaista selvää suhdetta juuristomuodon ja maalajin välillä ei saata huomata. Männyllä latteat juuristot ovat yleisimmin esiintyneet hienossa sorassa ja hiekassa, pääasiassa vertikaaliset juuristot karkeassa sorassa, sekä paalujuurelliset juuristot karkeassa ja hyvin suurikivisessä sorassa. Kuusella ovat latteimmat juuristot yleisimmin esiintyneet kallioilla sekä rapakivi- ja hiekkamaassa, vertikaalisuuteen taipuvat juuristot taas karkeassa sorassa. Koivun latteimmat juuristot tavattiin runsaimmin savihiekkamaassa, vertikaalisemmat samoin savihiekassa sekä karkeassa sorassa.

Jonkinlainen suunta siis mahdollisesti voidaan aivan suurin piirtein todeta. Maan vaihtuessa hyvin karkeasta sorasta hiekkaan, juuristo tuntuu muuttuvan vertikaalisemmasta yhä horisonttaalisemmaksi.

Lahovikaisuudesta ei tehty mitään tarkempia tutkimuksia, syystä, että myytäviksi aiottu rungot olisivat lukuisista kairauksista kärsineet. Milloin rungon ulkomuodosta saattoi joitain huomioita lahovikaisuudesta tehdä merkittiin ne luonnollisesti muistiin. — Kuten edellisestä kappaleesta selvisi, oli murtuneiden kuusten lukumäärä sangen suuri (16 %). Ainoastaan parissa tapauksessa saattoi todeta, että murtumisen syynä oli naapuripuun päällekaatuminen, muut olivat ilmeisesti lahon aiheuttamia. Samaten koivulla rungon tyviosan lahoisuus oli suurimpana syynä puiden murtumiseen.

— Männyllä sen sijaan lahovikaisuus oli sangen harvinaista, yhtään vaikeasti tyvilahoista puuta ei tavattu. — Yleensä saatiin lahovikaisuudesta Sjöökullan vuosilohkoilla se käsitys, että kuudessa lahovikaisuus oli sangen yleinen, koivussakin runsaasti esiintyvä, mutta männyissä hyvin harvinainen. — Tätä käsitystä tukee myöhemmin puiden luovutuksessa tehty arvio, jonka mukaan n. 30 %:ssa kuusen tyvitukeista voitiin lahovikaa todeta. Mäntytukit sen sijaan olivat terveitä. Näin yleisesti esiintyvä kuusen lahovikaisuus luonnollisesti heikentää melkoisesti puiden myrskynkestävyyttä.

Latvuksen muodon ja koon vaikutusta selvitellään tässä yhteydessä kaatumissuunnan perusteella. Puiden kaatumissuuntia määrättäessä, tyydyttiin 16-osaiseen ilmansuuntajaoitteluun. Täten saatuihin ilmansuuntiin eri puulajit olivat kaatuneet seuraavasti:

Asetelma 7 — *Aufstellung 7.*

	Kaatumissuunta										
	<i>Fallrichtung</i>										
	N-NW	N	N-NE	NE	E-NE	E	E-SE	SE	S-SE	S	S-SW
	Kaatuneiden %:n osuus										
	% - Anteil der gefallenen Bäume										
Mänty		10.6	49.6	23.0	11.5	4.4					0.9
Kiefer											
Kuusi	7.7	23.0	30.8	20.0	10.9	3.1	1.5	1.5			1.5
Fichte											
Koivu	3.8	18.5	48.0	14.8	11.1				3.8		
Birke											

Yleisin kaatumissuunta on siis kaikilla puulajeilla ollut N-NE eli juuri vallinneen myrskysuunnan mukainen. Tähän suuntaan on männyistä ja koivuista kaatunut noin puolet, kuusista sen sijaan vain noin kolmannes. Samalla huomataan, että kuuset ovat kaatuneet useampiin ilmansuuntiin kuin muut puulajit. Jos jätetään huomioon ottamatta S-SE, S ja S-SW-suuntiin kaatuneet puut, jotka ovat ilmeisesti »vastavedossa» kaatuneet, saadaan kaatumissuuntien luvuksi kuuselle 8 sekä koivulle ja männyille kummallekin 5. Nämä

seikat ilmeisesti viittaavat kuusen pienempään myrskynkestävyyteen. Aikaisemmin, sivulla 9, osoitettiin miten kaatumissuuntien lukumäärä vähenee hakkausalan vanhetessa ja oletettiin sen pääasiassa johtuvan siitä, että vain voimakkaimmat, vallitsevan myrskyn mukaiset puuskat pystyvät puita vanhoilla siemenpuualoilla kaatamaan. Yllä oleva asetelma tukee myöskin tätä käsitystä. Huonommin myrskyä kestävä kuusi (vrt. asetelma s. 5) on kaatunut useampiin suuntiin, ts. myöskin yleensä vallitsevaa myrskyä heikompiin puuskiin. Näiden toteamisten perusteella saattaa ajatella, että kaatumissuuntaa voisi pitää lähtökohtana, tutkittaessa minkälaiset puuyksilöt parhaiten kestävät myrskyä. Tällä perusteella on seuraavassa koetettu selvittää latvuksen osuuden, sen muodon ja koon vaikutusta puiden myrskynkestävyyteen.

Sjökullan virkatalon vuosilohkot on yleensä hakattu ilman valmistus- tai voimakkaita harvennushakkauksia sangen tiheistä metsistä suoraan siemenpuustoiksi. Tästä syystä latvuksen pituuden prosenttinen osuus puun koko pituudesta («latvusprosentti») on yleensä pieni, kaatuneissa puissa keskimäärin

männnyllä . . . . .	40.4 %
kuusella . . . . .	71.1 »
koivulla . . . . .	50.0 »

Latvus on siis kuusella  $\frac{2}{3}$ , männnyllä  $\frac{2}{5}$  ja koivulla  $\frac{1}{2}$  puun koko pituudesta. Tärkeimmillä kaatumissuunnilla on eri puulajien latvusprosentti seuraava:

Asetelma 8 — <i>Aufstellung 8.</i>						
	N-NW	N	N-NE	NE	E-NE	E
Mänty		37.9	41.6	40.4	40.3	33.8
Kiefer						
Kuusi	67.6	69.2	70.0	73.8	80.0	67.3
Fichte						
Koivu		49.6	50.0	44.7	42.6	
Birke						

) 262 (

Mitään erityisen selvää suuntaa puoleen tai toiseen ei saata havaita. Männnyllä ja koivulla latvusprosentti on korkein juuri N-NE:n kohdalla, siis vallinneen tuulen mukaan kaatuneilla, ja pienenee se siitä reunoille päin; samoin kuusella äärimmäiset arvot ovat muita pienempiä.

Kuten aikaisemmin mainittiin, mitattiin jokaisesta kaatuneesta puusta latvuksen leveys sen leveimmällä kohdalla sekä rungon siitä paikasta, joka oli 30 % latvuksen pituudesta latvasta päin lukien. Kun näiden mittauksien sekä mittauskohtien korkeuksien (tyvestä päin) keskiarvot laskettiin erikseen kullakin puulajin eri kaatumissuunnalla, saatiin käsitys latvuksen mittasuhteista sekä latvuksen profiilin pinta-alasta eri tapauksissa. Viimeksi mainittu laskettiin kaavamaisesti, suoritettujen mittauksien antamien tulosten perusteella. Kun kuitenkin eri ilmansuuntiin kaatuneiden puiden keskipituuksissa oli pienet, 1—2 m:n erot, muunnettiin kaikki pinta-alat vastaamaan 20 m:n pituisen puun latvuksen pinta-alaa. Täten saadut latvusprofiilin absoluuttiset ja suhteelliset (suuntaan N-NE kaatuneen puun latvusprofiilin pinta-ala = 1.00) pinta-alat selviävät seuraavasta yhdistelmästä.

Asetelma 9 — <i>Aufstellung 9.</i>						
	N-NW	N	N-NE	NE	E-NE	E
Latvuksen abs. (m <sup>2</sup> ) ja suht. laajuus						
<i>Die absolute (m<sup>2</sup>) u. relative Breite der Krone</i>						
Mänty		20.2	21.0	24.6	23.4	26.1
Kiefer		0.96	1.00	1.17	1.11	1.24
Kuusi	45.9	48.0	44.7	51.0	49.8	53.1
Fichte	1.03	1.07	1.00	1.14	1.11	1.19
Koivu		25.3	25.5	29.7	33.0	
Birke		0.99	1.00	1.16	1.29	

Asetelmästä käy selville, että vallinneen myrskysuunnan mukaan kaatuneilla puilla on melkein poikkeuksetta ollut pienin latvus. — Kun jo aineistoa kerätessä koetettiin välttää sellaisten puiden mittaa-

) 263 (



mista, jotka ilmeisesti olivat kaatuessaan pyörähtäneet, lienee epäsymmetrisen latvuksen ym. vaikutus ainakin suureksi osaksi poistettu. — Myöskin seuraavassa esitettävä laskelma antaa saman suuntaisia tuloksia. Jos aikaisemmin esitettyjen latvusprosenttilukujen avulla lasketaan latvuksen pituus 20 m:n pituisiksi muunnetuille puille ja saaduilla luvuilla jaetaan yllä esitetyt absoluuttiset latvusprofiilin pinta-alat, saadaan tulokseksi jonkinlaiset latvuksen keskimääräistä leveyttä osoittavat luvut. Viimeksi mainitut luvut selviävät seuraavasta yhdistelmästä:

Asetelma 10 — *Aufstellung 10.*

	N-NW	N	N-NE	N	E-NE	E
		Latvuksen »keskimääräinen leveys» »Durchschnittliche Breite» der Krone				
Mänty <i>Kiefer</i>		2.7	2.5	3.0	2.9	3.9
Kuusi <i>Fichte</i>	3.4	3.5	3.2	3.5	(3.1)	3.9
Koivu <i>Birke</i>		2.6	2.6	3.3	3.9	

Latvuksen »keskimääräinen leveys» on siis jokseenkin poikkeuksetta ollut pienin N-NW-suuntaan kaatuneilla puilla (kuusella E-NE-suunnalla tavattava pienempi arvo täytynee laskea aineiston pienuuden tilille). Tähän suuntaan ovat siis kaatuneet puut, joilla on ollut keskimäärin kapein latvus.

Edellä olevat, latvuksen osuutta koskevat tulokset siis viittaavat siihen, että vallinneen myrskyn mukaan kaatuneilla puilla latvus on ollut suunnilleen yhtä pitkä tai hiukan pitempi kuin muihin suuntiin kaatuneilla, mutta samalla se on keskimäärin näillä puilla ollut kapein. Latvuksen painopiste on siis ollut mahdollisimman alhaalla samalla kun tuulta vastustava pinta on keskimäärin ollut pienin. Tällaisia puitahan juuri latvusmuodon perusteella suositellaan siemenpuiksi useistakin syistä (vrt. WAHLGREN 1922, LAITAKARI 1930), joten tulos siis vastaa sitä, mitä yleinen käsitys ja käytännön kokemus

ovat puiden myrskynkestävyydestä todenneet. — Samalla saavutetut tulokset vahvistavat sitä olettamusta, että kaatumissuuntaa suuren aineiston puitteissa mahdollisesti voitaisiin puiden myrskynkestävyyttä tutkittaessa pitää perustana.

## KIRJALLISUUTTA.

- DENGLER, ALFRED. 1930. *Waldbau auf ökologischer Grundlage*. Berlin.
- HEIKINHEIMO, OLLI. 1926. Myrskytuhoista Raivolan lehtikuusimetsässä syyskuun 12 p:nä 1924. (Mit deutschem Referat: Über die Sturmschäden in dem Lärchenwalde bei Raivola am 23 September 1924). *Metsätiet. tutkimusl. Julk.* 12. Helsinki.
- HERTZ, MARTTI. 1932. Tutkimuksia aluskasvillisuuden merkityksestä kuusen uudistumiselle Etelä-Suomen kangasmailla. (Mit deutschem Referat: Über die Bedeutung der Untervegetation für die Verjüngung der Fichte auf den Südfinnischen Heideböden). *Metsätiet. tutkimusl. Julk.* 17. Helsinki.
- LAITAKARI, ERKKI. 1927. Männyn juuristo. [Summary in english: The Root System of Pine (*Pinus silvestris*)]. *Acta Forest. Fenn.* 33. Helsinki.
- 1929. Über die Fähigkeit der Bäume sich gegen Sturmgefahr zu schützen. *Acta Forest. Fenn.* 34. Helsinki.
- 1930. Metsän ilmastolliset vaarat. *Maa ja Metsä IV. Metsätalous II.* Porvoo.
- WAHLGREN, A. 1922. *Skogsskötsel*. Stockholm.

## BEOBACHTUNGEN AUF EINEM STURMSCHADENGEBIET IN FINNLAND.

### REFERAT.

Am 12. Oktober 1933 wütete im grössten Teile Finnlands ein 9—11 Beauf. betragender S—SW-Sturm, der in den Waldungen besonders an der Küste und an der E-Grenze des Landes grossen Schaden anrichtete. Die in dem vorliegenden Aufsatz besprochenen Beobachtungen und Messungen wurden in der Zeit von 23. 11.—2. 12. in den zur Staatsdomäne Sjököulla [Kirchspiel Lapinjärvi (Lappträsk) in der Nähe der Stadt Loviisa] gehörenden Forsten vorgenommen.

Da die Forsten im Untersuchungsgebiet seinerzeit periodenflächenweise zu Schirmschlagstellungen geschlagen worden waren, erbot sich somit eine gute Gelegenheit die Einwirkungen des Windes auf die verschiedenartigen Schirmbaumstellungen zu untersuchen. Für jede jährliche Hiebsfläche wurde eine 1.0—0.2 ha grosse Probefläche abgegrenzt und auf dieser Aufzeichnungen über Holzart, Alter, Höhe, Kronenumfang, Stammesdurchmesser in verschiedenen Höhen, Art der Beschädigung, Beschaffenheit und Ausdehnung des Wurzelsystems, Richtung der Windfälle u.a. der umgestürzten und stehen gebliebenen Bäume vorgenommen. Insgesamt wurden 16 Probeflächen angelegt und auf diesen 204 umgestürzte oder gebrochene Bäume (113 Kiefern, 64 Fichten und 27 Birken) sowie 225 stehen gebliebene Bäume (163 Kiefern, 27 Fichten und 35 Birken) gemessen.

### Abhängigkeit der Schäden von den verschiedenen Faktoren.

Von den verschiedenen Holzarten war, wie aus der Aufstellung 1, S. 5 hervorgeht, die Fichte am häufigsten vom Sturm geworfen worden; im Mittel 70 % pro Probefläche, also ein recht hoher Prozentsatz. Die Anzahl der geworfenen Kiefern war verhältnismässig ungef. die gleiche wie die der Birken.

) 266 (

Betr. die Einwirkung der Terrainverhältnisse wurde die Beobachtung gemacht, dass in Talschluchten verhältnismässig am meisten Bäume gefallen waren, etwas weniger auf Felsen und Hügeln, am wenigsten in ebenem Gelände (vgl. Aufstellung 2, S. 6).

Messungen betr. die Ausdehnung der durch den Randwald geschützten Fläche wurden auf zwei Probeflächen vorgenommen. Danach waren auf einer Schirmschlagfläche in einem 18—20 m hohen Wald die ersten geneigten Fichten 30—35 m und die äussersten umgestürzten Fichten 40—50 m vom Waldrand entfernt. In beiden Fällen lag die Grenze für die vom Sturm angegriffenen Kiefern 5—10 m weiter. Das eigentliche Gebiet, wo die Bäume massenweise geworfen waren, begann jedoch erst 70—80 m vom Waldrand.

Das Alter der Hiebsflächen wechselte zwischen 1—13 Jahren. Die betr. Probeflächen wurden wegen ihrer geringen Anzahl zu ungefähr gleich grossen Gruppen nach der Zeit zusammengefasst, die seit dem Besamungshieb vergangen war. So wurden drei Gruppen erhalten: 1—4, 5—8 und 9—13 Jahre. Wenn in diesen Gruppen der prozentuale Anteil der in 6 m Höhe und Brusthöhe gemessenen Durchmesser am Basaldurchmesser und der entsprechende Anteil des in 6 m Höhe gemessenen Durchmessers am Brusthöhendurchmesser verglichen wird, erhält man die in Aufstellung 3, S. 7 angegebenen Zahlen. Wie man sieht, verändert sich das Verhältnis des Brusthöhendurchmessers zum Basaldurchmesser im Laufe der Jahre nicht wesentlich. Dagegen wird der in 6 m Höhe gemessene Durchmesser sowohl im Vergleich zum Basal- wie zum Brusthöhendurchmesser deutlich kleiner. Die Ergebnisse deuten also darauf hin, dass die Bäume nach dem Hieb im Basalteil wenigstens bis zur Brusthöhe offenbar stärker werden, so dass der Schaft kegelförmiger wird.

Die rasche Erholung und starke Ausbreitung der Untervegetation unmittelbar nach dem Hieb besonders auf besseren Waldtypen, also besonders auf Fichtenschirmschlagflächen erhöht ebenfalls die Windfestigkeit der Bäume in den ersten Jahren nach dem Hieb, wo die Bäume selbst sich noch kaum verstärkt haben.

Diese beiden Gründe bedingen es hauptsächlich, dass auf älteren Schirmschlagflächen verhältnismässig weniger Bäume vom Sturm geworfen werden als auf jüngeren. Die Bestätigung gibt die Aufstellung 4, S. 9, wo die Richtung der Windfälle auf jüngeren und älteren Schirmschlagflächen angegeben ist. Wie die Aufstellung zeigt, verringert sich die Anzahl der Fallrichtungen je älter die Schirmschlagstellungen werden, m.a.W. die Bäume werden nach immer weniger Himmelsrichtungen und immer mehr nach der herrschenden Windrichtung geworfen.

Wenn man die Mittelhöhe der geworfenen und stehen gebliebenen

) 267 (

Bäume miteinander vergleicht, stellt man fest, dass bei allen Holzarten die Mittelhöhe der geworfenen Bäume bedeutend grösser war als die der stehen gebliebenen (bei der Kiefer 1.4, der Fichte 2.5, der Birke 2.7 m). Wenn man den prozentualen Anteil des Unterschiedes an der Mittelhöhe der stehen gebliebenen Bäume auf den jüngeren und älteren Schirmschlagflächen vergleicht, erhält man die in der Aufstellung 5, S. 10 angegebenen Zahlen. Der Unterschied wird also mit den Jahren grösser; er dürfte wohl dadurch bedingt sein, dass auf den jungen Schirmschlagflächen, wo sich die Bäume noch nicht verstärkt haben, mehr Bäume von jedem Durchmesser fallen als auf den älteren.

Die Beschaffenheit des Wurzelsystems der geworfenen Bäume geht aus der Aufstellung 6, S. 11 hervor. Hier fällt in erster Linie in die Augen, dass bei allen Holzarten das Wurzelsystem horizontal und flach ist. Aus den Zahlen geht natürlich nur hervor, dass dies bei den geworfenen Bäumen der Fall war.

Stockfäule wurde bei den Fichten sehr häufig, bei den Kiefern und Birken dagegen nur selten festgestellt. Dass die Bäume, besonders die Fichte so häufig (16 %) gebrochen wurden, ist zum grössten Teil auf Stockfäule zurückzuführen.

Der Anteil der Krone am Windfall wurde auf Grund der Fallrichtung festzustellen versucht. Die Aufstellung 7, S. 13 gibt die prozentuale Anzahl der Windfälle bei den verschiedenen Holzarten nach der Himmelsrichtung an. Die Fallrichtung bei der Kiefer und Birke war danach begrenzter und fiel bei diesen Holzarten mehr mit der herrschenden Windrichtung zusammen als bei der Fichte. Oben wurde schon gezeigt, dass von den verschiedenen Holzarten die Fichte am reichlichsten geworfen war und dass die Anzahl der Windrichtungen mit dem Alter der Schirmschlagfläche abnimmt. Dies legt die Vermutung nahe, dass sich mit einem ziemlich grossen und gut ausgewählten Material auf Grund der Fallrichtung die Bedeutung der Krone und anderer Eigenschaften des Baumes für den Wurf nachweisen liesse. Im folgenden werden einige Ergebnisse der einschlägigen Messungen angeführt. — Der prozentuale Anteil der Kronenlänge an der Gesamtlänge des Baumes bei den verschiedenen Fallrichtungen geht aus der Aufstellung 8, S. 14 hervor. Eine ausgesprochene Tendenz nach der einen oder anderen Richtung lässt sich darin nicht feststellen. Die Breite der Krone wurde an der breitesten Stelle und an einer Stelle, die 30 % der Kronenlänge unterhalb der Spitze lag, gemessen. Indem auf Grund dieser Messungen die Kronenprofilfläche der nach verschiedenen Himmelsrichtungen geworfenen Bäume schematisch berechnet wurde, ergaben sich die in der Aufstellung 9, S. 15 angegebenen Zahlen. Im Mittel war also die Kronenfläche am kleinsten bei den Bäumen, welche in der herrschenden, stärksten Windrichtung gefallen waren. Wenn nun diese

Flächenzahlen durch die entsprechenden, die relative Kronenlänge angebenen Zahlen (Aufst. 8) dividiert werden, erhält man die Werte, welche eine Art durchschnittliche Kronenbreite geben (Aufst. 10, S. 16). Auch diese war somit am kleinsten bei Bäumen, welche in der herrschenden Windrichtung gefallen waren. — Die Ergebnisse zeigen also, dass bei Wüfen in der herrschenden Windrichtung die Eigenschaften der Krone meist den Ansprüchen, die man an gute, sturmfeste Samenbäume stellen muss, entsprachen; sie scheinen gleichzeitig darauf hinzuweisen, dass die Samenbäume, wenn nicht auf ihre Auswahl besondere Aufmerksamkeit gerichtet wird, selbst von schwachem Winde geworfen werden, dass aber richtig gewählte Samenbäume erst bei viel stärkerem Sturme fallen, was darin zum Ausdruck kommt, dass solche Windfälle meist in der herrschenden Sturmrichtung vorkommen.