

SUOMEN METSÄTIETEELLINEN SEURA — FINSKA FORSTSAMFUNDET

SILVA FENNICA

113

ARBEITEN DER
FORSTWISSENSCHAFTLICHEN
GESELLSCHAFT
IN FINNLAND

PUBLICATIONS OF THE
SOCIETY OF FORESTRY
IN FINLAND

PUBLICATIONS DE LA
SOCIÉTÉ FORESTIÈRE
DE FINLANDE

HELSINKI 1963

Suomen Metsätieteellisen Seuran julkaisusarjat:

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

SILVA FENNICA. Sisältää etupäässä Suomen metsätaloutta käsitteleviä kirjoitelmia ja pienehköjä tutkimuksia. Ilmestyy epäsäännöllisin väliajoin.

Finska Forstsamfundets publikationsserier:

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

SILVA FENNICA. Omfattar uppsatser och mindre undersökningar rörande huvudsakligen skogshushållningen i Finland. Utkommer icke periodiskt.

SUOMEN METSÄTIETEELLINEN SEURA — FINSKA FORSTSAMFUNDET

SILVA FENNICA

113

ARBEITEN DER
FORSTWISSENSCHAFTLICHEN
GESELLSCHAFT
IN FINNLAND

PUBLICATIONS OF THE
SOCIETY OF FORESTRY
IN FINLAND

PUBLICATIONS DE LA
SOCIÉTÉ FORESTIÈRE
DE FINLANDE

HELSINKI 1963

Silva Fennica

N:o 113 (1963)

1. Eino Oinonen: Korpi-imarre (<i>Lastrea phegopteris</i> (L.) Bary) -kasvuston rakenteesta	1—25
Summary (On the Structure of Beech Fern (<i>Lastrea phegopteris</i> (L.) Bary) Community)	26—28
2. Eino Oinonen: Sanajalan (<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn.) nektarioiden aktiivisesta toiminnasta	1—15
Summary (On the Active Function of Nectaries of Bracken (<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn.))	16—18
3. Paavo Ennevaara: Suhdanteiden vaikutus puutavaran myynteihin Keski-Pohjanmaalla hakkuuvuosina 1927/28—1931/32	1—55
Summary (The Effect of Market Conditions on Timber Sales in Central Ostrobothnia in 1927/28—1931/32)	56—57
Taulukot	59—71
4. Yrjö Roitto: Suomen sisävesien aluskanta	1—44
Summary (Finnish Inland Waterway Fleet)	45—54
Liitteet	55—80
5. Päiviö Riihinen: Trends in South America's Coniferous Forest Resources Selostus (Etelä-Amerikan havumetsävarojen kehitys)	1—30 31
Taulukot	32—39
6. Metsäalan organisaatiokomitean mietintö	1—14
Summary (The Report of the Forestry Organization Committee)	15
7. B. L. Dzerdzevskii: Study of the Heat Balance of the Forest	1—17

KORPI-IMARRE (LASTREA PHEGPTERIS (L.) BARY)
-KASVUSTON RAKENTEESTA

EINO OINONEN

SUMMARY:
ON THE STRUCTURE OF BEECH FERN (LASTREA PHEGPTERIS (L.)
BARY) COMMUNITY

HELSINKI 1963

Sisällysluettelo

	Sivu
1. Johdanto	5
2. Tutkittu kasvusto	6
3. Suoritetut mittaukset	8
4. Tulokset	9
41. Lehtien tiheys	10
42. Lehtien pituus	10
43. Lehtien pituussumma	12
44. Lehtien suuntautuminen	13
5. Tulosten tarkastelua	17
51. Yleistä	17
52. Korpi-imarre -kasvuston vyöhykkeisyys	18
53. Korpi-imarteen maanalainen rakenne ja kasvuston ominaisuuksien riippuvuus siitä	20
Kirjallisuusluettelo	25
Summary	26

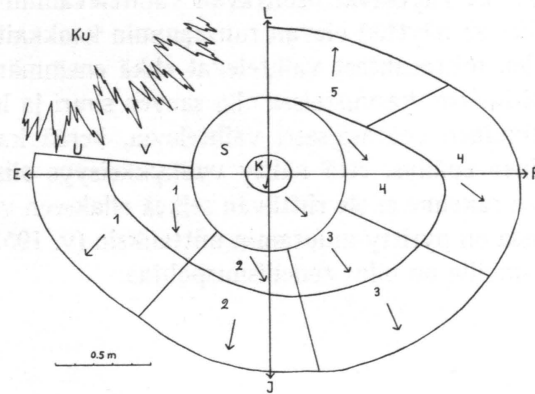
1. Johdanto

Korpi-imarre muodostaa kasvupaikoillaan usein yhtenäisiä, jyrkkäraja-
kasvustoja, kuten sukulaisensa metsäimarre (*Lastrea dryopteris* (L.) BARY; vrt.
KUJALA 1926, ss. 55—57). Laajoissa korpi-marre -kasvustoissa lehtien tiheys
ja mittasuhteet vaihtelevat kasvuston eri osissa tavallisesti epäsäännöllisesti.
Syynä voivat olla muusta kasvillisuudesta johtuvat kilpailulliset tekijät ja kas-
vualustan laadun vaihtelut sekä lisäksi myös kasvuston syntymätapa. Kasvusto
voi olla muodostunut siten, että useat eri itiöistä syntyneet kloonit ovat kasva-
neet yhteen sisäkkäisesti. Jos eri kloonien syntymäkohdat ovat olleet etäällä toi-
sistaan, on yhdistynyt kasvusto rakenteeltaan epäsäännöllinen. Jos taas syn-
tymäkohdat ovat olleet lähekkäin tai jos koko kasvusto on yhdestä ainoasta
itiöstä syntynyt, näyttää tällainen kasvusto joskus kaavamaisen säännölliseltä.
Ulkoreunan lehtien kärjet ovat huomattavalta osalta suuntautuneet ulospäin,
kun taas keskustassa ne näyttävät osoittavan vaihtelevammin eri ilmansuun-
tiin. Reunavyöhykkeessä näyttää olevan runsaammin kookkaita lehtiä kuin si-
sempänä, jossa niiden mittasuhteet vaihtelevat ehkä enemmän. Koska lehtien
tiheys saattaa korpi-imarre -kasvustoissa olla sangen suuri ja lehtien mittasuh-
teet sekä suuntautuminen epätasaisesti vaihtelevia, herää kasvustoja katsel-
lessa helposti sellainen epäily, että nähty vyöhykkeisyys olisikin vain näen-
näistä. Kaavamainen rakenne ei ole riittävän selkeä ollakseen vakuuttava.

Tässä tutkielmassa on pyritty muutamien mittauksin (v. 1953) tarkistamaan,
missä määrin havainnoilla on ollut todellisuuspohjaa.

2. Tutkittu kasvusto

Mittausten kohteeksi valittu kasvusto sijaitsi Lopen pitäjän Hirvijärvellä lehtomaisella hakamaalla, joka kasvoi kuusi-mänty-koivu- harmaaleppä -seka-metsää (ikä n. 50 v., tiheys 0.4). Kasvualusta oli jokseenkin tasalaatuista moreenimaata, jota peitti n. 10 cm vahvuinen lehtomultakerros. Kasvuston lounaisreunalla kasvoi 20-vuotias kuusi, joka maahan saakka ulottuvilla oksillaan varjosti kyseistä reuna-aluetta (vrt. kuva 1). Tämä yksinäinen kasvusto oli mahdollisesti kokonaan samaa kloonina, mutta saattoi myös olla vierekkäin itäneistä itiöistä syntynyt sekakasvusto. Korpi-imarten seuralaisina kasvustossa olivat *Luzula pilosa*, *Melica nutans*, *Lastrea dryopteris* (16 kpl lehtiä/m²), *Maianthemum bifolium*, *Hepatica triloba*, *Anemone nemorosa*, *Fragaria vesca*, *Rubus saxatilis*, *Oxalis acetosella*, *Veronica chamaedrys* ja *Vaccinium myrtillus*. Nämä oli-



Kuva 1. Kaavakuva tutkitusta korpi-imarre -kasvustosta. Nuolet osoittavat lehtien keski-suuntaa kasvuston eri osissa. U = ulkovyöhyke, V = välivyöhyke, S = sisävyöhyke, K = keskus, Ku = kuusi. Numerot ilmaisevat mittauslohkoja.

Fig. 1. A diagram of the beech fern community studied. The arrows indicate the average direction of fronds in different parts of the community. U = outer zone, V = middle zone, S = inner zone, K = centre, Ku = a Norway spruce. The digits indicate measuring-sections. P = North.

vat enimmäkseen pienikokoisia ja heikkokuntoisia, ellei oteta lukuun *Rubus saxatilis*, joka rönsyili kasvuston ylitse. Laikun ulkopuolella kasvillisuus oli karjan pureksimaa, eikä muodostanut maanpäällisillä osillaan merkitsevää estettä ulospäin leviävälle korpi-imarteelle.

Kyseinen kasvusto (kuva 1) oli muodoltaan soikiomainen, suurimmalta halkaisijaltaan 2.6 m ja pienimmältä 1.8 m (pinta-ala 3.7 m²). Sen reunalla oli n. 40 cm levyinen suurikokoisten lehtien yhtenäinen vyöhyke, jossa silmävaraisesti arvioiden myös lehtien tiheys näytti suurimmalta. Keskustassa n. 40 cm säteellä näyttivät lehdet olevan keskimäärin pienempiä, ellei oteta huomioon pientä (500 cm²) tupasta kasvustollisen keskipisteen ympärillä. Lehdet olivat tässä jokseenkin yhtä kookkaita kuin ulkovyöhykkeessä. Ulko- ja keskivyöhykkeiden väliin jäävässä kasvuston osassa lehtien koko näytti olevan epätasaisen vaihteleva. Ulkovyöhykkeen reunalla lehdet kaartuivat ympäröivän kasvipeitteen päälle, ja kasvusto vaikutti siten ikään kuin ulospäin vyöryvältä.

3. Suoritetut mittaukset

Vastaten silmämääräistä kaavakuvaa kasvuston rakenteesta, erotettiin ti-
kuin merkitsemällä 40 cm levyinen ulkovyöhyke ja säteeltään 40 cm laajui-
nen keskusvyöhyke. Näiden väliin jäänyttä kasvuston osaa nimitetään tässä
välivyöhykkeeksi. Ulkovyöhyke jaettiin viiteen mittauslohkoon siten, että kun-
kin lohkon ulkokaaren jänne oli pituudeltaan 1 m. Näiden jänneiden ja kas-
vuston keskipisteen välille asetettiin merkit, jotka ulotettiin leikkaamaan myös
välivyöhykettä. Kullekin ulkovyöhykkeen lohkolle tuli täten vastineensa väli-
vyöhykkeestä, kuitenkin sillä poikkeuksella, että välivyöhykkeen viides lohko
yhdistettiin liian pienen pinta-alansa vuoksi 4. lohkoon (ks. kuva 1). Kasvuston
rakenteellisen keskipisteen ympärillä ollut kookkaiden lehtien tupas ympäröi-
ttiin merkein, ja se sai nimekseen keskus. Keskuksen ja välivyöhykkeen väliin
jäänyttä vyöhykettä nimitetään tässä sisävyöhykkeeksi. Laikun lounaisreuna
(0.7 m²) jätettiin kuusen aiheuttaman poikkeavuuden vuoksi tutkimatta.

Kasvuston merkityn osan kaikkien lehtien pituus mitattiin lohkoittain ja
vyöhykkeittäin sekä kunkin lehden kärjen suunta tutkittiin kompassin avulla.
Lehdet nypittiin yksittäin maasta sitä mukaa kuin ne tulivat mitatuiksi.

4. Tulokset

41. Lehtien tiheys

Lehtien keskimääräinen tiheys oli kasvuston tutkitussa osassa 220 kpl/m².
Vyöhykkeittäin ja lohkoittain olivat tiheydet seuraavat (taulukko 1):

Taulukko 1. Lehtien tiheys kasvuston eri osissa.

Table 1. Density of fronds in different parts of the community.

Sijainti Location	Lehtiä, kpl/m ² — Fronds per sq.m.						
	Lohko n:o — Number of section					Koko vyöhyke Whole zone	
	1	2	3	4	5	Keskim. kpl/m ² Average number per sq.m.	Suht. arvot % Relative values
Ulkovyöhyke Outer zone	124.8	206.4	274.0	182.3	65.6	203.5	53.5
Välivyöhyke Middle zone	86.7	508.0	301.0	316.9	—	354.5	93.3
Sisävyöhyke Inner zone						168.9	44.4
Keskus Centre						380.0	100.0

Taulukon luvuista ilmenee, että ulkovyöhykkeessä, joka silmävaraisesti ar-
vioiden näytti tiheimmältä, onkin vähemmän lehtiä kuin välivyöhykkeessä,
mutta kuitenkin selvästi enemmän kuin sisävyöhykkeessä. Keskuksessa on ti-
heys kaikkein suurin. On kuitenkin huomattava, että välivyöhykkeen 1. lohko
kärsii kuusen läheisyydestä. Lohkon alhainen lehtitiheys alentaa vyöhykkeen
keskiarvoa. Keskusta muihin vyöhykkeisiin verrattaessa on lisäksi huomattava,
että se kuuluu näihin nähden toiseen kategoriaan ollessaan uuden vyöhykesys-
teemin alkuvaihe entisen keskellä. — On ilmeistä, että tiheyden arvioinnissa
lehtien koko oli vaikuttanut harhaannuttavasti.

Kun tarkastellaan taulukon lukuja lohkoittain, voidaan todeta, että lähinnä
kuusta olevat ulkolohkot 1 ja 5 sekä välilohko 1 ovat harvalehtisimmät. Loh-

kot 2, 3 ja 4 ovat välivyöhykkeessä selvästi runsaslehtisemmät kuin ulkovyöhykkeessä. Maksimitiheys on välilohkolla 2, 508 kpl/m². Keskuksen tiheältä näyttänyt tupas on selvästi tätä harvempi. Keskimääräiseen tiheyteen — 220 kpl/m² — verrattuna ovat välilohko ja keskus tiheämpilehtisiä ja ulko- sekä sisävyöhyke harvempilehtisiä. Tiheysarvot heilahtelevat siis vuorojärjestyksessä molemmille puolille keskiarvoa.

42. Lehtien pituus

Lehtien keskimääräinen pituus koko kasvustossa oli 31.2 ± 0.4 cm. Vyöhykkeittäin olivat keskimääräiset pituudet seuraavat (taulukko 2):

Taulukko 2. Lehtien keskimääräinen pituus eri vyöhykkeissä.
Table 2. Mean length of the fronds in different zones.

Sijainti Location	Keskipituus Mean length cm	Vaihteluväli Range cm	Lukumäärä kpl Number	Hajonta St. deviation	Pituuksien suhteelliset arvot, % Relative values of lengths, %
Ulkovyöhyke Outer zone	35.2 ± 0.5	6—52	356	10.13	100.0
Välivyöhyke Middle zone	30.7 ± 0.7	5—54	203	9.80	92.5
Sisävyöhyke Inner zone	23.4 ± 0.8	4—47	77	9.30	70.5
Keskus Centre	32.0 ± 2.1	22—42	19	6.71	96.4

Keskipituuserojen merkitsevyydet t-arvoilla olivat vyöhykkeittäin verrattuna seuraavat (taulukko 3):

Taulukko 3. Keskipituuserojen merkitsevyydet t-arvoilla vyöhykkeittäin.
Table 3. Significance of differences of mean lengths by zones according to t-values.

	Ulkov. Outer zone	Väliv. Middle zone	Sisäv. Inner zone	Keskus Centre	
Ulkovyöhyke Outer zone		<.01	<.001	>.05	P >.05 ei merkitsevä
Välivyöhyke Middle zone			<.001	>.05	P <.05 melkein merkitsevä
Sisävyöhyke Inner zone				<.001	P <.01 merkitsevä
Keskus Centre					P <.001 erittäin merkitsevä

Voidaan siis todeta, että ulkovyöhykkeen ja keskuksen sekä välivyöhykkeen ja keskuksen lehtien keskipituudet eivät eroa toisistaan merkitsevästi. Sitä vastoin muut vyöhykkeet poikkeavat tässä suhteessa hyvin vakuuttavasti toisistaan. Lehtien pituuden vyöhykkeinen, kehäaaltomainen vaihtelu ei siis johtune sattumasta. Keskipituus pienenee ulkokehältä sisäänpäin verraten tasaisesti ja lievästi, mutta nousee sitten keskustassa hypähdysmäisesti samalle tasolle kuin ulkokehällä. Yksityisten lehtien pituuden vaihtelun kannalta keskus on tasaisin, kun taas muissa vyöhykkeissä vaihteluväli on sangen suuri.

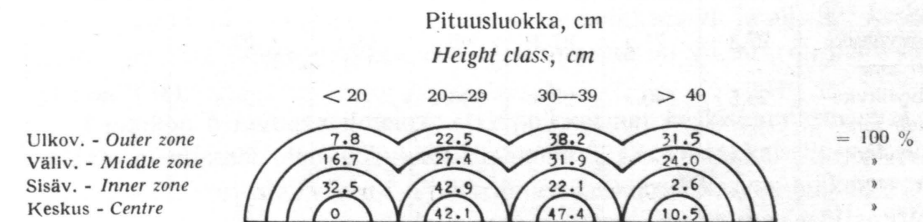
Lohkoittain tarkasteltuna keskipituudet vaihtelivat ulko- ja välivyöhykkeissä seuraavasti (taulukko 4):

Taulukko 4. Lehtien keskipituus kahdessa uloimmassa vyöhykkeessä mittauslohkoittain.
Table 4. Mean length of the fronds in outer zone and middle zone by measuring-sections.

Sijainti Location	Keskipituus, cm — Mean length, cm				
	Lohko n:o — Number of section				
	1	2	3	4	5
Ulkovyöhyke Outer zone	29.9 ± 1.6	34.5 ± 0.7	31.8 ± 1.3	35.9 ± 0.9	28.5 ± 1.8
Välivyöhyke Middle zone	27.1 ± 1.7	27.6 ± 1.3	30.9 ± 1.4	33.5 ± 1.0	—

Taulukon luvuista ilmenee, että vastinlohkot poikkeavat toisistaan vain niukasti (eroavuus on merkitsevä vain lohkoilla 2, merkitsevyyttä huonontaa lohkoittaisessa vertailussa lehtien pieni lukumäärä). Ulkovyöhyke on kuitenkin kaikissa kohdissa hiukan pitempilehtistä kuin välivyöhyke. Sijoittamalla taulukon luvut kuvaan 1 voidaan todeta, että lehtien pituus on keskimäärin suurempi kasvustosoikion kuusesta pois päin olevassa päässä kuin kuusen läheisyydessä.

Lehtien pituuden vyöhykkeiset eroavuudet tulevat esiin varsin selvästi prosenttisesta pituusjakaantumasta, jota havainnollistaa oheinen kaavakuva (kuva 2).



Kuva 2. Lehtien prosenttinen pituusjakaantuma vyöhykkeittäin.
Fig. 2. Distribution to height classes of fronds by zones, in percentages.

Kaavakuvan 2 luvuista nähdään, että pienikokoisimpien lehtien suhteellinen lukumäärä kasvaa tasaisesti ulkovyöhykkeestä sisäänpäin aina sisävyöhykkeeseen asti ja putoaa sitten äkkijyrkästi nolnaan keskuksessa. 20—29 cm:n pituusluokassa on samoin kohoava suunta keskukseen päin, ja itse keskuksessa on tämän luokan lehtien suhteellinen määrä jokseenkin yhtä suuri kuin lähinnä olevassa sisävyöhykkeessä. 30—39 cm:n luokassa on jo päin vastoin aleneva suunta keskusta päin, mutta keskuksessa on tätä lehtiluokkaa eniten. Toisaalta on kuitenkin huomattava, että lehtien lukumäärä keskuksessa on niin pieni, että em. suhdeluvut ovat tämän vyöhykkeen osalta vain suuntaa osoittavia. — Kookkaimpien lehtien luokassa on aleneva suunta ulkokehältä sisäänpäin varsin selvä. Sisävyöhykkeessä on suurimpia lehtiä vain nimeksi. Keskuksessa on koon vaihtelu vähäisin, sisävyöhykkeessä on paino selvästi kahden pienimmän lehtiluokan puolella, välivyöhykkeessä on jakaantuminen kaikkiin lehtiluokkiin tasaisin ja ulkovyöhykkeessä on paino kahden suurimman luokan puolella.

43. Lehtien pituussumma

Seuraava taulukko (5) on koottu siten, että lehtien keskimääräinen pituus on kerrottu kappaleluvulla lohkoittain ja vyöhykkeittäin. Näin on saatu uusi tunnusluku, pituussumma. Tämä on eräänlainen kasvuston tai sen osan elinvoimaisuuden (produktiivisuuden) kuvaaja. — Jotta nämä pituussummaluvut olisivat keskenään vertailukelpoisia, on ne muunnettu ilmaisemaan pituuksien summaa neliömetrin alaa kohden.

Taulukko 5. Lehtien pituussummat eri lohkoissa ja vyöhykkeissä.

Table 5. Length summations of the fronds in different sections and zones indicating productivity in different parts of the community.

Sijainti Location	Pituussumma, m/m ² — Length summation, m/sq.m.					Koko vyöhyke — The whole zone	
	Lohko n:o — Number of section					m/m ² m/sq.m.	Suhteelliset arvot, % Relative values
	1	2	3	4	5		
Ulkovyöhyke Outer zone	27.3	71.2	87.2	65.5	18.7	67.4	55.4
Välivyöhyke Middle zone	23.5	140.4	92.9	106.2	—	108.8	89.4
Sisävyöhyke Inner zone						39.5	32.5
Keskus Centre						121.6	100.0
Koko kasvusto keskimäärin The whole community, mean						68.6	

Koska lehtien pituuserot ovat eri lohkoissa ja vyöhykkeissä suhteellisen pienet, painottavat kertoimina käytetyt tiheysarvot pituussummalukuja siten, että ne tulevat tiheyslukujen kanssa samansuuntaisiksi (vrt. taulukoiden 1 ja 5 suhteellisia arvoja). Taulukosta 5 ilmenee, että pituussummat ovat pienimmät kuusen läheisyydessä, mikä on hyvin ymmärrettävää. Kilpailullinen tekijä voimistuu kuuseen päin.

Eri vyöhykkeiden väliset eroavuudet vaihtelevat vuorottaisesti. Sisävyöhykkeen ja keskuksen välinen eroavuus on erityisen jyrkkä, keskustassahan on n. 3 kertaa suurempi pituussumma. Vaikka ulkovyöhyke näytti silmävaraisesti arvioituna runsaslehtisemmältä kuin välivyöhyke, on lehtien pituussumma jälkimmäisessä vyöhykkeessä selvästi suurempi.

44. Lehtien suuntautuminen

Kuvasta 1 nähdään lehtien kärjen keskimääräinen suunta mittauslohkoittain kahdessa uloimmassa vyöhykkeessä. Koska sisävyöhyke ja keskus tutkittiin kokonaisuuksina, ilman lohkojakoa, on näiden kohdalle voitu merkitä vain koko vyöhykettä koskeva suuntanuoli. Nämä keskisuuntaa ilmaisevat luvut saatiin siten, että etsittiin se suunta, josta laskettujen + ja — -poikkeamien summa on mahdollisimman lähellä 0-arvoa. Voidaan havaita, että suuntaa osoittavat nuolet asettuvat ulkovyöhykkeen kullakin lohkolle lähimain kohtisuoraan lohkon ulkoreunaan vastaan. Vain lohkolle 4 esiintyy lievänlainen poikkeama tästä säännönmukaisuudesta. Välivyöhykkeessäkin on suuntautuminen keskustasta ulospäin selvää, mutta eroavuudet eri lohkojen välillä ovat vähäisemmät, ja koko vyöhykkeen lehdet suuntautuvat pois päin varjostavasta kuusesta. Sisävyöhykkeen lehdille on ominaista samanlainen suuntautuminen. Keskuksen lehtien keskisuunta on sitä vastoin jonkin verran epämääräinen, kasvuston pituusalkaisijaan nähden melkein poikittainen.

Koska kaikissa vyöhykkeissä ja lohkoissa esiintyy yksityisten lehtien osalta huomattavaakin suunnan vaihtelua, on aihetta tarkastella lähemmin em. keskisuuntalukujen ilmaisevuutta ja merkitsevyyttä. Seuraavassa taulukossa (6) on esitetty lohkoittain keskisuunnasta laskettujen poikkeamien keskiarvo ja hajonta sekä kuinka monta prosenttia lehdistä poikkeaa yli ja alle 90° keskisuunnasta (lehdillä joiden poikkeama keskisuunnasta on yli 90°, on päinvastainen yleissuunta).

Taulukon 6 luvuista ilmenee, että poikkeamat keskisuunnasta ovat keskimäärin pienimmät ulkovyöhykkeen lohkolle 3, siis vastakkaisella puolella kasvustoa kuin varjostava kuusi. Poikkeamien keskiarvo kasvaa lohkon 3 molemmilla puolilla kuuseen päin, ja hajonnan mukaan arvosteltuna lehtien suuntautuminen tulee samalla yhä heterogeenisemmäksi. Sama ilmiö tulee selvästi esiin lehtien suhteellisista määristä yli ja alle 90°:een poikkeamaluokissa. Lohkolle 3

Taulukko 6. Lehtien suunta-poikkeamien keskimääräinen suuruus ja suhteellinen lukumäärä.
Table 6. The average amount and relative number of divergencies of the fronds from mean direction.

Vyöhyke ja lohko Zone and section	Keskimääräinen poikkeama keskisuunnasta, kulma-astetta Average divergency from mean direction, angular degrees	Hajonta St. deviation	Poikkeamia — Deviations	
			yli 90° % lehtien lukumäärästä % of the number of fronds	alle 90° % lehtien lukumäärästä % of the number of fronds
Ulkovyöhyke <i>Outer zone</i>				
Lohko 1	63.4	40.2	25.0	75.0
Section 2	35.3	30.0	5.0	95.0
3	24.6	24.2	2.1	97.9
4	35.3	33.0	5.3	94.7
5	38.1	40.3	15.3	85.0
Välivyöhyke <i>Middle zone</i>				
Lohko 1	66.9	32.3	31.3	68.7
Section 2	67.6	46.6	29.6	70.4
3	61.3	43.9	23.6	76.4
4	43.7	34.7	9.0	91.0
Sisävyöhyke <i>Inner zone</i>				
Keskus	50.2	29.8	10.5	89.5
<i>Centre</i>				

on vain 2.1 % poikkeamista yli 90°:een suuruisia, mutta kuusen läheisyydessä niitä on jo huomattavasti, 15 % lohkoilla 1 ja 25 % lohkoilla 5.

Välivyöhykkeessä ovat poikkeamakulmat suuremmat kuin ulkovyöhykkeen vastinlohkoilla. Erityisen selvät ovat erot, kun verrataan keskenään molempien vyöhykkeiden lohkoja 2 ja 3. Hajontaluvut ilmaisevat, että välivyöhykkeen lehtien suuntavaihtelut ovat suuremmat lohkoilla 2 ja 3 kuin ulkovyöhykkeessä, ja yli 90°:een poikkeamia on myös huomattavasti enemmän.

Sisävyöhyke on ymmärrettävästi heterogeeninen jo siitä syystä, että se on rengasmainen kokonaisuus. Suunta-poikkeamien keskiarvo ja hajonta ovat suunnilleen samaa suuruusluokkaa kuin välivyöhykkeessä, mutta yli 90°:een poikkeamia on runsaasti, 36.8 %, joten lehdet ovat varsin hajanaisesti suuntautuneet eri ilmansuuntiin. Keskus on lehtien suuntautumisen kannalta niin ikään hajanainen kokonaisuus. Keskimääräinen poikkeama jää siinä kuitenkin pienemmäksi kuin sisävyöhykkeessä, hajonta on suhteellisen pieni ja yli 90°:een poikkeamia on vähän. Kuusesta poispäin suuntautuminen on selvempää kuin sisävyöhykkeessä.

Kun tarkastellaan kasvustoa kokonaisuutena näiden lukujen avulla, voidaan todeta, että poikkeamat keskisuunnasta ja suuntautumisen hajanaisuus voimistuvat ulkokehältä sisänpäin ja kasvuston koillisosasta kuuseen päin. Keskuk-

sen lehtien suuri keskimääräispoikkeama ja suhteellisen pieni määrä yli 90°:een poikkeamia ilmaisevat, että vain vähäinen osa lehdistä on suuntautunut keski-suuntaan. Todellisuudessa onkin niin, että lehdet ovat asettuneet pikemminkin kahteen keskisuuntaan, keskimäärin 50.2°:een kulmassa poispäin lasketusta keskisuunnasta. Tämä merkitsee sitä, että toinen puoli lehdistä on suuntautunut keskimääräisesti koilliseen, poispäin kuusesta, ja toinen puoli kaakkoon eli kuuseen nähden sivuavasti. — Keskustan lehtien lukumäärä on kuitenkin niin pieni, että lukujen ilmaisuarvo jää heikoksi.

Missä määrin keskisuuntaa ilmaisevat luvut omaavat merkitsevyyttä, nähdään seuraavista asetelmista. Tulosten testauksessa on käytetty Khin neliö-menetelmää.

Ulkovyöhyke Lohko					Välivyöhyke Lohko				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4
Välivyöhyke Lohko 1		**	***	***	**		0	0	**
2			***	***	***			0	0
3				0	***				0
4					***				
5									

Ulkovyöhyke Lohko				
	1	2	3	4—5
Välivyöhyke Lohko 1	0			
2		**		
3			**	
4				0

(0 = ei merkitsevää, * = melkein merkitsevää, ** = merkitsevää, *** = erittäin merkitsevää)

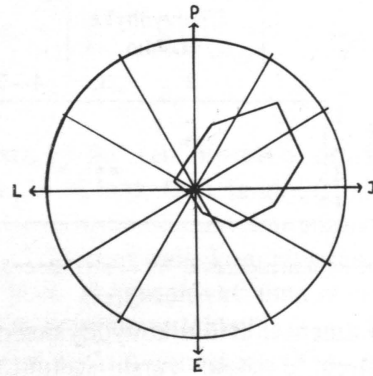
Testauksen tuloksista ilmenee, että ulkovyöhykkeen lohkot poikkeavat lehtien suuntautumisen suhteen toisistaan varsin vakuuttavasti. Vain lohkojen 3 ja 4 lehtien suuntaerot ovat merkityksettömät. Välivyöhykkeen eri lohkojen lehdet ovat taas siinä määrin yhtäläisesti suuntautuneet, että vain lohkojen 1 ja 4 välillä on merkitsevää eroavuus.

Verrattaessa keskenään pareittain ulko- ja välivyöhykkeen vastinlohkoja (ulkovyöhykkeen lohkot 4 ja 5 on tämän vertailun vuoksi yhdistetty) havaitaan, että äärilohkojen 1 ja 4—5 väliset eroavuudet eivät ole merkitseviä, kun taas lohkojen 2 ja 3 erot ovat merkitseviä. Tulosten epätasaisuuteen vaikuttavat tässä osaksi lehtien lukumäärän vaihtelut eri lohkoilla. Verrattaessa tuloksia taulukon 6 antamiin tietoihin voidaan todeta, että suunta-poikkeamat ovat äärilohkoilla 1 ja 4—5 samankaltaisia, kun taas lohkoilla 2 ja 3 on vyöhykkeiden välillä oleellista eroavuutta. Keskus ja sisävyöhyke eivät lehtien suuntautumisen kannalta poikkeaa toisistaan merkitsevästi.

Keskisuuntaa osoittavat nuolet kuvassa 1 viittaavat siihen, että koko kasvustossa olisi vallitsevana lehtien itä-koillinen suuntautuminen. Vyöhykkeittäin laskettuna saadaankin lehtien keskisuunnaksi n. 10—00, kuten nähdään alla olevasta taulukosta (7). Keskus on tässä lehtien pienen lukumäärän vuoksi yhdistetty sisävyöhykkeen kanssa. Näin on menetelty myös siitä syystä, että näiden vyöhykkeiden lehtien suuntaero ei testauksen mukaan ole merkitsevä.

Taulukko 7. Lehtien keskisuunta vyöhykkeittäin.
Table 7. The average direction of the fronds by the zones.

Sijainti Location	Keskisuunta Mean direction	Keskimääräinen poikkeama, kulma-astetta Mean deviation, angular degrees	Hajonta St. deviation	Poikkeamia — Deviations	
				yli — over 90° % lehtien lukumäärästä % of the number of fronds	alle — under 90° %
Ulkovyöhyke Outer zone	10—00	43.6	38.7	13.0	87.0
Välivyöhyke Middle zone	9—30	56.8	42.8	23.3	76.7
Sisäv. + keskus Inner zone + Centre	10—00	64.7	49.3	29.2	70.8



Kuva 3. Kasvuston lehtien suhteellinen suuntajakaantuma.
Fig. 3. The relative directional distribution of fronds in the community.

Kasvustossa ilmenee siis kahdenlaista yleissuuntautumista: keskustasta ulospäin ja kuusesta pois päin. Lehtien keskimääräinen poikkeama keskisuunnasta, poikkeamien hajonta ja yli 90°:een poikkeamien suhteellinen määrä kasvavat ulkovyöhykkeestä sisään päin ja itä-koillis sivulta kasvuston lounaisosaan päin.

— Kuvassa 3 nähdään koko kasvuston lehtien suhteellinen suuntakajautuma. Voitaisiin ehkä ajatella, että lehtien pituuden ja suuntautumisen välillä valitsisi riippuvuussuhde siten, että lyhyet lehdet poikkeaisivat enemmän ja useammin keskisuunnasta kuin pitkät. Suoritetun t-testauksen tulokset osoittivat kuitenkin, että eri pituusluokissa ei ilmene merkitseviä eroja suuntautumisessa.

5. Tulosten tarkastelua

51. Yleistä

On tunnettua, että vaakasuorien juurakkojen avulla keskipakoisesti ympäristöön leviävät saniaiskasvit muodostavat aluksi syntymäpaikkansa ympärille sulkeutuneita, tasalaatuisia kasvustoja. Myöhemmin, kasvuston levitessä yhä laajemmaksi, sen eri osissa alkaa ilmetä eroavuuksia (GAMS 1938). Poikkeuksellisesti voi syntyä myös kehäkasvustoja eli »noidankehii», jollaisia CLUTE (1901) on tavannut *Osmundalla*. Yleensä ei kuitenkaan kasvustojen keskiosissa tapahdu niin täydellistä taantumista, että keskus jäisi kokonaan vaille lehtiä. Tilapäistä autioitumista voi sen sijaan tapahtua, kuten WATT (1940, s. 403) on havainnut sanajalkakasvustoissa (*Pteridium aquilinum* (L.) KUHN.). Seikkaperäisissä tutkimuksissaan WATT (1940, 1943 a, 1943 b, 1945, 1947, 1950, 1954, 1956) on todennut, että sanajalkakasvustoissa ilmenee säännönmukaista vyöhykkeisyyttä kasvuston ulkoreunalta keskustaan päin. Lehtien mittasuhteet ja tiheys, juurakkojen syvyysasema, pitkä- ja lyhytversojen määrä ja keskinäiset runsaussuhteet, juurakkojen pituus ja suuntautuminen, lehtien keväisen ilmestymisen ajankohta ja kasvin elinvoimaisuus ovat eri vyöhykkeissä erilaiset. Joskaan tämä vaihtelu ei aina ole silmin havaittavan selvää, tulee se esille eri ominaisuuksiin kohdistuneissa mittauksissa saatujen keskiarvojen eroavuuksista.

Kuvatunlaista kasvin osien ominaisuuksien riippuvuutta niiden asemasta ja sijainnista kasvustossa WATT nimittää »positio efektiksi». Hän on nimennyt (WATT 1945, s. 175) kasvuston vyöhykkeet (ks. kuva 4) ulkoreunasta keskustaan päin seuraavasti: Pioneer, Building, Mature ja Degenerate. Uloimmassa vyöhykkeessä lehtiä on harvaksen ja ne ovat lyhyehköjä sekä karkearakenteisia. Keskustaan päin lehtien koko kasvaa, ja kasvusto samalla taajenee, saavuttaen maksiminsa kolmannessa vyöhykkeessä. Sitten sekä lehtien pituus että tiheys pienenevät, ja keskusta saattaa olla ohimenevästi kokonaan vaille lehtiä, tai niitä on harvaksen tai hajanaisina ryhminä, ja ne ovat pienikokoisia. Autioituneesta keskustasta voi myöhemmin levitä uusi kasvusto aaltomaisesti ulospäin, alkaen pioneerivaiheelle ominaisesta rakenteesta. Mainittakoon, että

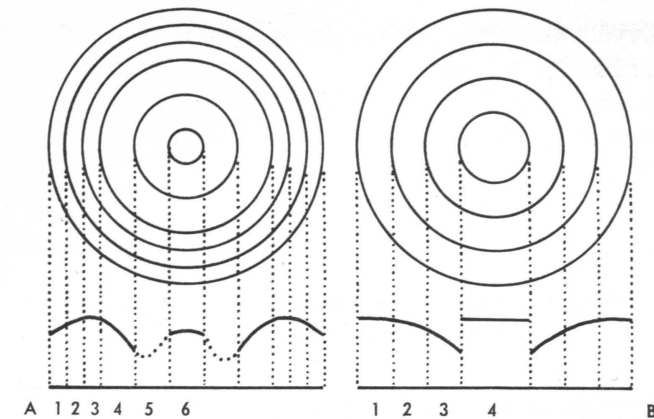
ANDERSON (1961) erottaa tutkimuksessaan vain kolme vyöhykettä, yhdistäen kaksi WATTIN nimeämää ulointa vyöhykettä pioneerivyöhykkeeksi. — WATT (1943, s. 126) huomauttaa, että ne yleistulokset, jotka hän on saavuttanut tutkiessaan sanajalkakasvustojen rakennetta, soveltuvat yleisesti vegetatiivisesti leviäviin kasveihin.

Jotta sanajalkakasvuston vyöhykkeinen rakenne voisi tulla luonnossa selvästi näkyviin, on kasvualustan oltava laajalti yhtäläistä. WATTIN kuvaamissa kasvustoissa (nummimailla Englannissa) tuli taantumisvaihe esiin vasta yli kymmenen metrin etäisyydellä ulkoreunasta. Eheät, kaavamaisesti rakentuneet kasvustot ovat siten ymmärrettävästi harvinaisia. Tapaammekin etupäässä erilaisia katkelmia tällaisista, kun ryhdymme niitä etsimään. Vyöhykkeiden huomattavan suuresta leveydestä johtuu, että kasvustojen rakenteen kaavamaisuutta ei ole helppo silmävaraisesti hahmottaa, ja toisaalta lisäksi monenlainen kirjavuus kasvupaikoissa itsessään häiritsee ja ehkäisee selvän vyöhykkeisyyden muodostumista.

52. Korpi-imarre -kasvuston vyöhykkeisyys

Tässä esitetyistä korpi-imarre -kasvuston rakennetta valaisevista mittauksista on ilmennyt, että vyöhykkeisyys ei ole näennäistä, vaan että se tulee esiin lehtien mittasuhteissa, tiheydessä ja suuntautumisessa. Verrattaessa tutkitun korpi-imarre -kasvuston rakennetta WATTIN esittämään sanajalkakasvuston rakennekaavaan (ks. kuva 4) voidaan todeta, että niiden vyöhykkeisyys ei ole osoittautunut kaikin kohdin vastaavaksi. Korpi-imarre -kasvuston ulkoreuna on jyrkkärainen ja suurilehtinen. Siinä ei ole havaittavissa pioneeri- ja taajenemisvaiheita, vaan uloin reuna-alue on lehtien maksimaalisen koon vyöhyke. — Voitaisiin ehkä olettaa, että karja olisi ympäröivää kasvillisuutta syödessään aiheuttanut kasvuston ulkoreunassa jyrkkärajaisuuden, mutta tällaisesta ei havaittu merkkejä. Kun lisäksi muissa kasvustoissa, jotka eivät olleet karjan vaikutukselle alttiina, todettiin samanlaista leviävän reunan eheyttä ja tasalaatuisuutta, on jyrkkärajaisuuden ja ulkovyöhykkeen lehtien suurikokoisuuden syitä etsittävä muista tekijöistä.

Toisena eroavuutena sanajalkakasvustojen rakennekaavaan nähden on pidettävä sitä, että korpi-imarre -kasvustossa lehtien tiheys saavutti suurimman arvonsa suurimpien lehtien vyöhykkeen sisäpuolella, välivyöhykkeessä. Sanajalkakasvustossahan lehtien maksimaalinen koko ja suurin tiheys sattuvat WATTIN mukaan samaan vyöhykkeeseen (Mature). Toisaalta voidaan myös ajatella, että jakamalla WATTIN maksimaalinen vyöhyke kahteen osaan voitaisiin kenties saada esiin erikseen maksimaalisen lehtien koon ja tiheyden vyöhykkeet. — Korpi-imarre -kasvuston toista vyöhykettä voidaan nimittää lehtien maksimaalisen tiheyden vyöhykkeeksi.



Kuva 4. Sanajalka- ja korpi-imarre -kasvustojen vyöhykejärjestystä ilmaiseva kaavakuva (ei noudata mittakaavaa). Kuvien ala-osassa on suuntaa osoittavasti kuvattu lehtien pituuden vaihtelua. A = sanajalka (WATTIN esitysten mukaan), B = korpi-imarre. A1 = pioneerivyöhyke, A2 = taajenemisvyöhyke, A3 = lehtien koon ja tiheyden maksimaalinen vyöhyke, A4 = taantumisyöhyke, A5 = autioitunut tai hajanaisen esiintymisen vyöhyke, A6 = uusi pioneerivyöhyke, B1 = lehtien maksimaalisen koon vyöhyke, B2 = lehtien maksimaalisen tiheyden vyöhyke, B3 = taantumisyöhyke, B4 = uusi lehtien maksimaalisen koon vyöhyke.

Fig. 4. A diagram showing the zonal order of bracken and beech fern communities (no scale used). Variation in the length of fronds is shown tentatively in the lower parts of the Figures. A = bracken (according to WATT), B = beech fern. A1 = pioneer zone, A2 = zone of increasing density, A3 = zone of maximum size and density of fronds, A4 = degeneration zone, A5 = zone of absence or scant occurrence of fronds, A6 = new pioneer zone, B1 = zone of maximum size of fronds, B2 = zone of maximum density of fronds, B3 = degeneration zone, B4 = zone of new maximum size of fronds.

Kolmas vyöhyke, sisävyöhyke, on selvästi taantumisyöhyke niin lehtien pituuden kuin tiheydenkin puolesta. Keskus on taas tulkittava uuden kasvuston alkuvaiheeksi, sehän on lehtien pituuden ja pituusvaihtelun sekä tiheyden kannalta katsottuna lähinnä samanlainen kuin uloin vyöhyke. Lisäksi sille oli ominaista jyrkkärajaisuus kuten uloimmallekin vyöhykkeelle. Sisävyöhykkeen ja keskuksen välillä ei kuitenkaan ollut lehdetöntä välialaa, vaan uusi »leviämisaalto» seurasi välittömästi taantuvassa vaiheessa olevaa vyöhykettä.

Muiden vyöhykkeiden väliset rajat olivat sangen väljiä, diffuusisia, kuten WATTIN tutkimissa sanajalkakasvustoissa. Vyöhykerajojen merkitseminen oli varsin vaikeata. Uloimman vyöhykkeen leveys, 40 cm, määräytyi kasvuston kaikkien ulkoisten tunnusten, lehtien pituuden, tiheyden ja suuntautumisen arvioinnin perusteella. Sisävyöhyke erotettiin puolestaan siten, että sen leveys rakenteellisesta keskipisteestä lukien tuli yhtä suureksi kuin ulkovyöhykkeen leveys. Väli- ja sisävyöhykkeiden välinen raja jäi siis varsin mielivaltaiseksi. Kasvuston länsi-eteläiselle sivulle ei tätä vyöhykettä jäänyt em. merkintäperusteiden vuoksi lainkaan. Näistä syistä on selvää, että kunkin vyöhykkeen tunnuslukuja huonontavat tuntuvasti erilaiset epäpuhtaudet, diffuusiset ainekset.

Vaikka välivyöhykkeen erottamista sisävyöhykkeestä voidaankin pitää verrattain epämääräisenä, ovat saavutetut tulokset olleet omiaan valaisemaan kasvuston rakenteessa tapahtuvia muutoksia. Mikäli lehtien pituutta ja kuntoa pidetään arvosteluperusteena, voitaisiin toisaalta väli- ja sisävyöhykkeet liittää yhteen ja nimittää tätä kokonaisuutta taantumisyöhykkeeksi. Kumpikin vyöhyke edustaa taantumistapahtuman eri pitkälle edistynyttä vaihetta.

53. Korpi-imarteen maanalainen rakenne ja kasvuston ominaisuuksien riippuvuus siitä

Jotta korpi-imarre -kasvuston maanpäällisten osien ilmaisemaa vyöhykkeitä voitaisiin ymmärtää on tarpeellista tutustua kasvin maanalaisiin osiin. Korpi-imarteella on mustahko, vaakasuoraan maan sisällä suikertava, päältä päin litistynyt juurakko. Sen leveys vaihtelee 1.5—2.5 mm ja paksuus 1.0—1.5 mm. Huopamaisen karvan peittämät haaraiset juuret sijaitsevat yleisimmin juurakoitten alapinnalla ja sivuilla, mutta niitä on myöskin yläpinnalla. Niiden pituus vaihtelee 10—25 cm. Umpimähkäisen näytteen mukaan niitä oli kasvustossa n. 300 kpl juurakoitten juoksumetriä kohden.

Juurakko kasvaa kärjestään ja haaraantuu tavan takaa, vuoroon oikealle ja vasemmalle. Haarojen pituus vaihtelee 3—15 cm. Kuvatussa kasvustossa niiden keskipituus oli kymmenen pistokokeen mukaan 7.2 cm, mutta voi nousta 11.5 cm:iin (mitattu FT:llä, em. kasvuston läheisyydessä). Haarat kasvavat vaihtelevan suuruudessa terävällä kulmassa (30°—60°) juurakosta ja poikkeuksellisesti jopa suorakulmaisestikin. Juurakko on kauttaaltaan verrattain tasa-laatuinen, mutta siinä voidaan kyllä erottaa aljetta erilaistumiseen lyhyt- ja pitkäversoiksi siten, että haarat kokonaisuudessaan ovat lähempänä jompaa kumpaa rakennetyyppejä. Myöskin sama haara voi joskus olla osaksi lyhyt- ja osaksi pitkäversomainen kuten sanajalalla.

Lehdet nousevat juurakon sivuilta, vuorotellen molemmilta puolilta. Kunkin haaran ensimmäinen lehti oli tutkitussa kasvustossa haaran ulkosivulla, siis päinvastaisella puolella kuin sanajalalla. Nivelväli vaihteli 0.5—3.0 cm. Lehtiä on yleensä vain nuorissa haaroissa, mutta poikkeuksellisesti myös vanhemmissa. Nämä lehdet ovat kasvaneet uinuvista silmuista, sillä jälkisilmujen muodostumista ei tällä kasvulla esiinny. Lehtien koko on havaintojeni mukaan suhteessa siihen, kuinka monennesta silmusta — alkaen juurakon kärjestä — se on kasvanut. Toisesta ja kolmannesta silmusta kasvaneet lehdet ovat usein alle 5 cm:n pituisia, kun taas kaikkein suurimmat lehdet (yli 50—60 cm) ovat syntyneet kuudennesta silmusta.

Silmut muodostuvat juurakkojen kärjissä ja niitä oli kasvustossa 2—5 kpl kutakin kasvavaa juurakon kärkeä kohden. Yleisimmin niitä oli 4—5 kpl vihreästä lehdestä juurakon kärkeen päin. Kussakin lehdellisessä haarassa oli sa-

malla kertaa vain yksi lehti ja poikkeuksellisesti kaksi. Tällaisia tapauksia todettiin vain haarautumiskohtien takana, jolloin siis ko. juurakon osan kaksi viimeistä ja nuorinta silmua oli kehittynyt lehdiksi yhtäaikaisesti. Juurakoissa on siis näiden perusteiden mukaan lehdellisiä (aktiivisia) haaroja suunnilleen yhtä monta kuin on lehtiäkin. Kaksi-lehtiset haarat ja vain uinuvan silmun omaavat haarat ovat, kuten jo mainittiin, harvinaisia, ja vaikuttavat vastakkaissuuntaisesti haarojen ja lehtien lukumääriä verrattaessa, joten niillä tuskin on oleellista merkitystä tässä rinnastuksessa. Tarkistuksen vuoksi erään lähistöllä olleen kasvuston reunavyöhykkeestä 30×40 cm:n alta esiin kaivetuissa juurakoissa (yhteensä 470 cm) oli 40 haaraa ja 42 lehteä, 343 lehtiarpea ja 148 silmua. Lehtien keskipituus oli 40.4 cm ja keskileveys 13.3 cm. — Korpi-imarteella on silmuissaan samalla tavoin kuin sanajalallakin moninkertainen varmistus lehtikatoja vastaan.

Osa juurakoitten haaroista on lehtien suhteen mahoja, ts. niiden kaikki silmut ovat jo kasvaneet lehdiksi. Tällaiset juurakon osat kuolevat ensiksi, ja tästä on seurauksena, että haarat itsenäistyvät tytärksilöiksi. Kaivausten yhteydessä tekemiäni havaintojen mukaan kuolleet juurakot ovat kasvustojen reunavyöhykkeen sisäpuolella ja nimenomaan keskiosissa yleisempiä juurakkojen esiintymiskerroksen syvimmissä osissa (3—5 cm) kuin lähempänä maanpintaa olevassa kerroksessa (1—3 cm). Eläviä juurakoita oli reuna-alueilla runsaasti myös niiden esiintymiskerroksen syvimmissä osissa. Tästä voidaan tehdä se johtopäätös, että juurakot kasvavat haaroittuessaan ja itsenäistyessään täyttyvän kasvuston sisäosissa vähitellen yhä lähemmäksi maanpintaa. Syvimmällä olleiden vanhimpien juurakon osien kuollessa kasvuston keskiosien juurakkoverkko tulee siis ajan oloon alkuperäistä pinnallisemmaksi samaan tapaan kuin sanajalkakasvustoissa (WATT 1940).

Samoin kuin haarat, erkanevat myös lehdet yleensä terävällä kulmassa juurakoista. Poikkeuksellisesti tämä kulma voi kuitenkin olla yli 90°:een suuruisen. Joskus lehden kärki on suuntautunut yli 180°:een kulmassa juurakkoon nähden, mutta tämän asennon syynä on ruodin kiertyneisyys pituusakselinsa ympäri. Kiertyneisyyttä esiintyy sekä juurakkoon päin että siitä pois päin. Tällainen ruodin kiertyminen on erittäin yleistä myös sanajalalla. Toisinaan tämä ilmiö johtunees esim. hyönteisten aiheuttamista vioituksista ruodin kasvuvaiheen aikana, mutta useimmiten on ruoti kiertynyt ilman että siinä on havaittavissa mitään vaurioitumisen merkkejä. Erityisen voimakasta kiertymistä ja samalla mutkaisuutta ruodissa aiheuttavat rikkaruohojen torjunnassa käytetyt teko-hormoonit niin korpi-imarteella kuin sanajalallakin.

Koska lehdet ovat vuoroon oikealla ja vasemmalla puolella juurakkoa ja suuntautumisen puolesta keskimäärin samansuuruisessa kulmassa juurakkoon nähden — kuten sanajalalla — osoittaa saman juurakon haaran lehtien ja lehti-arpjen pareittain yhdistettyjen suuntakulmien puolittajien keskiarvo juurakon kasvusuuntaa (vrt. esim. kuusen oksahaara neulasineen). Kun tutkitaan koko-

naisen kasvuston kaikkien lehtien kärjen suunta ja etsitään näiden keskisuunta, ts. se suunta, josta laskettujen poikkeamien summa on mahdollisimman lähellä 0-arvoa, saadaan itse asiassa selville juurakkojen keskeisin kasvusuunta. Tästä toteamuksesta on seurauksena, että tutkiessamme korpi-imarretai sanajalkakasvustoja meidän ei tarvitse välttämättä suorittaa erittäin työläitä kaivauksia saadaksemme yleiskuvan kasvuston juurakkojen kasvusuunnasta, vaan voimme käyttää tulkitsijoina lehtiä.

Kun edellä esitettyjen perusteiden pohjalta tarkastellaan kasvuston rakennetta, voidaan todeta, että erilaisuudet lehtien keskisuunnassa, suuntakulmien hajonta ja vaihteluväli ilmaisevat eroavuuksia kasvuston juurakkoverkossa vyöhykkeittäin ja lohkoittain. Tutkitun kasvuston ulkovyöhykkeen eri lohkojen lehtien keskisuuntien tilastomatematisesti enimmäkseen erittäin merkitsevät eroavuudet osoittavat samalla juurakkojen suuntautumisen oleellisia eroja. Juurakot ovat kullakin lohkolla yleisimmin suuntautuneet kohtisuoraan kasvuston leviävää reunaa vastaan. Tästä suuntautumisestahan juuri on seurauksena kasvuston keskipakoinen leviäminen ympäristöön. Verrattaessa ulkovyöhykettä seuraavaan sisempään vyöhykkeeseen, välivyöhykkeeseen, todettiin, että yli 90°:een poikkeamakulmat lehtien suuntautumisessa olivat ulkovyöhykkeessä selvästi vähälukuisemmat (13.0 % ulko- ja 23.3 % välivyöhykkeessä, taul. 7). Koska siis ulkovyöhykkeessäkin esiintyi yli 90°:een poikkeamia keskisuunnasta, merkitsee tämä, että juurakkojen jatkuva haaraantuminen johtaa jo näinkin kapealla alalla kuin erotettu 40 cm:n vyöhyke on, juurakkojen osittaiseen suuntautumiseen takaisin kasvuston syntymäkohtaan päin. Sisemmissä vyöhykkeissä tämä jatkuvasti tapahtuva haaraantuminen ja alkuperäisten, leviämisvaiheessa voittopuolisesti ulospäin suuntautuneiden juurakkojen kuoleminen aiheuttaa sen, että juurakkojen suuntautuminen tulee keskimäärin yhä hajanaisemmaksi. Sisävyöhykkeessä oli yli 90°:een suuntaupoikkeamia jo 36.8 % (taul. 6).

Uusi leviämiskeskus kasvuston keskellä on vasta alullaan. Sen muodostuminen on mahdollisesti saanut alkunsa vain parista erisuuntaisesta juurakosta, joiden haarautumatkin ovat toistaiseksi vain vähän emojuurakoiden suunnasta poikkeavia. Edellä todettu keskuksen lehtien kahtaalle suuntautunut ryhmittäminen tulisi näin selitettynä hyvin ymmärrettäväksi.

Tämän tarkastelun tuloksena on, että korpi-marre -kasvuston juurakkoverkon suuntautumisesta saatu kuva on pääpiirtein samanlainen kuin minkä WATT (1940) on esittänyt sanajalkakasvustoista. Kääntäen voidaan todeta, että johtuen sanajalan lehtien ja juurakon haarojen vuorottaisesta sijainnista molemmiin puolin juurakkoa ja niiden molemminpuolisesta, tasasuuruudesta ja teräväkulmaisesta suuntautumisesta juurakoista pois päin, myös perusmuotoa olevien sanajalkakasvustojen lehtien suuntautuminen noudattanee samankaltaista vyöhykkeistä vaihtelua kuin minkä todettiin vallitsevan korpi-imarre -kasvus-

tossa. Kasvustojen katkelmissa suorittamieni mittausten mukaan tämä johtopäätös on osoittautunutkin oikeaksi, joten lehtien suuntautuminen voitaisiin ehkä lisätä WATTIN esittämiin vyöhyketunnuksiin. — Korpi-imarre -kasvuston leviämistapaan nähden on oleellisena eroavuutena se, että sanajalalla selvästi erilaistuneet pitkäversot työntyvät kasvuston leviävässä reunassa lehtien rintaman edellä. Näistä pitkäversoista ja harvalukuisista lyhytversoista nousee maanpinnalle vain harvaksen suhteellisen lyhyitä lehtiä. Kasvuston keskustaan päin lehtien tiheys ja koko kasvavat, ja näiden maksimaalinen vyöhyke sattuu useiden metrien päähän leviävän reunan taakse. Korpi-imateella ei ole selvästi erilaistuneita pitkäversoja, jotka kasvaisivat huomattavasti lehtirintaman edellä, vaan ulospäin kasvavissa juurakoissa on lehtiä jo muutaman senttimetrin päässä niiden kärjestä. Juurakot ovat reunavyöhykkeessä pituutensa puolesta maksimissaan, koska kuolemista ja haarojen itsenäistymistä alkaa tuntuvammin esiintyä vasta muutaman kymmenen senttimetrin päässä ulkoreunan takana. Vaikkakaan tässä tutkimuksessa ei tehty järjestelmällisiä mittauksia juurakoitten mittasuhteista kasvuston eri osissa, tehtiin kuitenkin havaintoja siitä, että kasvuston keskiosissa oli runsaasti lyhyitä itsenäistyneitä juurakon katkelmia. Näiden lehdet olivat tavallisesti verrattain pienikokoisia ja ne olivat saaneet alkunsa 2.—4. silmusta. Todettiin myöskin, että osa näistä juurakon pätkistä oli lyhytversomaisia ja että jokunen niistä oli kuollut kärkeä myöten, uutta haaraa muodostamatta. Tällä tavoin tapahtuvaa juurakon haarojen ja siis samalla aktiivisten juurakkojen määrän vähenemistä on todettu myös sanajalkakasvustojen keskiosissa (WATT 1940). — Korpi-imarre -kasvuston reuna-alueen elinvoimaisemmissa juurakoissa oli yleisesti 4—5 silmua lehden edellä, joten lehdet olivat kasvaneet tavallisimmin 5.—6. silmusta.

WATT (1940) on todennut, että sanajalan lehtien koko on riippuvainen juurakoitten pituudesta siten, että suuret lehdet nousevat pitkistä yhtenäisistä juurakoista ja näiden nuorista lyhytversoista, ja lyhyet lehdet itsenäistyneistä lyhyistä juurakoista ja vanhoista lyhytversoista. Vastaavanlainen tulos saadaan keinollisesti aikaan leikkaamalla juurakot esim. lapiolla painaen maan sisällä pätkiksi (OINONEN 1958) tai kylvämällä rikkaruohomyrkkäjä viilloittain maahan, jolloin juurakot myöskin paloittuvat myrkkäyaineen kosketuskohdista (OINONEN 1960). Tästä juurakkojen paloittumisesta on samalla seurauksena lehtien lukumäärän äkillinen ja voimakas kasvu. Millä tavoin juurakoitten leikkaaminen vaikuttaa korpi-imateen lehtien pituuteen, siitä ei ole olemassa selvityksiä, mutta suorittamani myrkytyskokeet ovat tuottaneet lehtien pituuden suhteen samansuuntaisia tuloksia kuin sanajalalla. Lehtien niittäminen ja keväinen pallettuminen johtavat niin ikään niiden pienempään kokoon, kun seuraava nuorempi silmukerta muutaman viikon kuluttua kasvaa lehdiksi. Näin tapahtuu myös sanajalkakasvustoissa.

Se seikka, että korpi-imarre -kasvuston lehtien tiheys saavutti suurimman arvonsa välivyöhykkeessä, johtunee siitä, että tällä on yli 40 cm:n etäisyydellä

ulkoreunasta aktiivisia juurakon haaroja kaikkein runsaimmin. Tällaisten haarojen määrähän on, kuten edellä jo todettiin, jokseenkin sama kuin lehtien.

Kun tarkasteltiin lehtien suuntautumista vyöhykekokonaisuuksien puitteissa, todettiin, että kasvustossa esiintyy paitsi selvää yleissuuntautumista keskustasta ulospäin, myöskin kuusesta poispäin, itä-koilliseen ilmansuuntaan. Voitaisiin ajatella, että kuusta lähinnä olevan lohkon poisjättäminen laskelmista olisi tässä ollut tuloksiin vaikuttavana tekijänä. On kuitenkin huomattava, että tällä hylätyllä lohkolla oli vähän lehtiä ja että ne olivat pienikokoisia, joten niiden mukaanottaminen aineistoon tuskin olisi voinut aiheuttaa oleellisia muutoksia. Lehtien tiheys, pituus ja yleissuuntautumisen selvyys olivat suurimmillaan itäkoillisosassa kasvustoa, mikä merkitsee sitä, että kasvuston elinvoimaisuus oli tässä osassa parhaimmillaan ja että sen leviäminen ulospäin oli siinä yhtenäisintä ja voimakkainta. Tämä suunta oli siis korpi-imarteen kasvun ja leviämisen kannalta paras koko sen kasvupiirissä, ja lehtien yleissuuntautuminen osoittaa, että myös juurakot olivat voittopuolisesti tähän suuntaan kasvavia.

Kirjallisuusluettelo — References

- ANDERSON, DEREK J., 1961. The structure of some upland plant communities in Caernarvonshire. I. The pattern shown by *Pteridium aquilinum*. *J. Ecol.* 49,2.
- CLUTE, W. N., 1901. Fairy Rings formed by *Osmunda*. *Fern Bull.* IX.
- GAMS, H., 1938. Ökologie der extratropischen Pteridophyten. *Manual of Pteridology*. The Hague.
- KUJALA, VILJO, 1926. Untersuchungen über die Waldvegetation in Süd- und Mittelfinnland. I. Zur Kenntnis des ökologisch-biologischen Charakters der Pflanzenarten unter spezieller Berücksichtigung der Bildung von Pflanzenvereinen. A. Gefäßpflanzen. Suomenkielinen selostus: Tutkimuksia metsäkasvillisuudesta Etelä- ja Keski-Suomessa. I. Tutkimuksia kasvilajien ekoloogiabiologisen luonteen määrittämiseksi kasviyhdyskuntien muodostumista silmälläpitäen. A. Putkilokasvit. *Communicationes ex instituto quaestionum forestalium Finlandiae editae* 10. — *Metsätieteellisen koelaitoksen julkaisuja* 10.
- OINONEN, EINO, 1958. Sanajalan torjunnasta. *Metsätaloudellinen aikakauslehti* 6.
- 1960. Alustavia tuloksia eräistä sanajalan torjuntakokeista. *Metsälehti* 49.
- WATT, A. S., 1940. Contributions to the ecology of bracken (*Pteridium aquilinum*). I. The rhizome. *New Phytol.* 39.
- 1943 a. Bracken: the frond and plant, *J. Ecol.* 31,1.
- 1943 b. Contributions to the ecology of bracken (*Pteridium aquilinum*). II. The frond and the plant. *New Phytol.* 42.
- 1945. Contributions to the ecology of bracken (*Pteridium aquilinum*). III. Frond types and the make-up of the population. *New Phytol.* 44.
- 1947. Contributions to the ecology of bracken (*Pteridium aquilinum*). IV. The structure of the community. *New Phytol.* 46.
- 1950. Contributions to the ecology of bracken (*Pteridium aquilinum*). V. Bracken and frost. *New Phytol.* 49.
- 1954. Contributions to the ecology of bracken (*Pteridium aquilinum*). VI. Frost and the advance and retreat of bracken. *New Phytol.* 53.
- 1956. Contributions to the ecology of bracken (*Pteridium aquilinum*). VII. Bracken and litter. I. The origin of ring. *New Phytol.* 55.

SUMMARY:

ON THE STRUCTURE OF BEECH FERN (*LASTREA PHEGOPTERIS*
(L.) BARY) COMMUNITY

In this study the structure of the beech fern community has been clarified by measuring the length (straightened), density and direction of fronds. The results show that the community in its basic form, when examined schematically, consists of zones. These concentric zones cannot be easily delimited ocularly, but they can be demonstrated by means of average frond characteristics (tested statistically).

In the community studied (Fig. 1), the fronds are tallest (Tables 2—3 and Fig. 2) in the 40-cm-wide, outer zone delimited ocularly. In the next zone (20—50 cm) towards the centre of the community — the middle zone — the density of fronds (Table 1) is the greatest, but the mean length is smaller than in the outer zone. Next is the degeneration zone, about 30 cm wide, where both the length and density of the fronds are at their minimum. After this, immediately and sharply, in the centre of the community, a new wave of spread occurs. Here the length of fronds is of the same order as in the outer zone and the length summation of the fronds per area unit is greatest (Table 5).

To elucidate the trend of fronds, the direction of the tip of each frond in the area under study was measured with a compass by measuring-sections and zones. It appeared that the fronds in different sections of the outer zone were, on the average, almost at right angles to the outer border of the section in question (Fig. 1). In the middle zone, too, the outward trend is clear, but the median direction is not at right angles to the outer borders of the sections (except in the NE part of the community), but outwards from a shading spruce in the SW side of the community. The fronds in the centre do not have any noticeable trend.

When we examine the trend of fronds within the zones we can see that divergencies of individual fronds from the average direction, and directional dispersion, grow more pronounced from the outer border inwards and from the NE part of the community towards the shading spruce (Table 6).

The trend within the whole community is E-NE (Fig. 3). Thus, there are

two directional tendencies: outwards from the centre and away from the shading tree.

The horizontal subterranean rhizome of the beech fern branches out at acute angles (30°—60°) and alternately to the right and left at equal angles, on the average. Exceptionally the angle may be obtuse (over 90°). Fronds rise from each side of the rhizome alternately. They too are at acute angles to the rhizome and occasionally from an angle of 180°. Angles larger than 90° are caused by the twisting of the petiole around its vertical axis. It can be concluded on the basis of these observations that the direction of growth of a random branch of a rhizome is determined by the average direction of bisectors of directional angles, combined in pairs, of fronds and frond scars (cf. a spruce twig with its needles). When the directions of all tips of fronds in a community are determined and their average direction computed (i.e. the direction, from which the sum of + and — divergencies is as close to 0 as possible) the median growth direction of the rhizomes in the community is found out. Consequently, a general picture of growth directions of active (frond-bearing) rhizomes can be obtained by measuring the directions indicated by the fronds in the community. In Fig. 1, the arrows showing the median direction of fronds in different parts of the community studied, indicate also the median growth direction of the rhizomes.

The results obtained are compared with the structural pattern of bracken (*Pteridium aquilinum* (L.) KUHN.) communities presented by WATT (1940, 1943 a, 1943 b). Both plant species spread in a similar manner, mainly because of common features in their rhizomes. An essential difference is that the rhizome of the beech fern is not clearly differentiated into long and short shoots, it only has rudiments of them. For this reason the zonal distribution of a beech fern community is different from the structural pattern of a bracken community. There are no such pioneer and intensification zones on the outer edge of a beech fern community as in a bracken community; the long shoots of bracken at the spreading edge of a community advance before the frond front and begin to branch out and form more and more short shoots for several metres from the outer limit towards the centre. While the length and density of bracken fronds reach their maximum in the third zone, it is the outer border zone where beech fern fronds are tallest. The density of fronds increases in the next zone, but their length decreases, whereas in the case of bracken a degeneration zone begins after a common maximum zone of length and density. The length and density of beech fern fronds decline simultaneously in the third zone, beginning from the outer edge. After this a new wave of spread follows immediately and here the length and density of fronds are about the same as in the outer border zone. As regards bracken, degeneration in the centre of a community leads to scattered groups and even temporary barrennes. A beginning of a new community, corresponding to the pioneer phase, may arise in the centre later. It starts spreading centrifugally.

Rhizomes are long and directed outwards in the border zone of a beech fern community. Fronds arise from the fifth or sixth bud, counted from the tip of the rhizome. Behind the border zone rhizomes become divided into independent, shorter segments. At the same time their directions become more scattered. The dwarf-sized fronds, common in the inner parts of a community, rise from the second, third and fourth bud.

In the main, the results are similar to WATT's results from studies on bracken communities, and they confirm, for their part, some of his general conclusions on the vegetative spreading of plants.