

METSÄNTUTKIMUSLAITOS

Metsänhoidon osasto

Kaisaniemenk. 1 A

FOLIA FORESTALIA 6

METSÄNTUTKIMUSLAITOS · INSTITUTUM FORESTALE FENNIAE · HELSINKI 1964

ANTTI REINIKAINEN

KASVILLISUUSTUTKIMUKSIA KIVISUON
RAHKATURVEALUSTAISILLA
LANNOITUSALOILLA

VEGETATIONSUNTERSUCHUNGEN
AUF DEM WALDDÜNGUNGSVER-
SUCHSFELD VON KIVISUO IN
MITTEL-FINNLAND

FOLIA FORESTALIA

Metsäntutkimuslaitos julkaisee Folia Forestalia-nimistä sarjaa jouduttaakseen laitoksen tutkimusten tulosten — ennen kaikkea osatutkimusten ja ennakkotietojen — julkisuuteen saattamista.

Laitos toivoo täten voivansa entistä paremmin palvella etenkin Suomen metsätaloutta.

Metsäntutkimuslaitos

FOLIA FORESTALIA

Skogsforskningsinstitutet utger en serie vid namn Folia Forestalia för att påskynda publiceringen av institutets forskningsresultat — framför allt resultatet av partialundersökningar och av förhandsuppgifter.

Institutet hoppas på detta sätt kunna tjäna i all synnerhet Finlands skogshushållning bättre än tidigare.

Skogsforskningsinstitutet

FOLIA FORESTALIA

The Forest Research Institute of Finland publishes a series called Folia Forestalia in order to hasten the publication of the results of the Institute's investigations — particularly that of partial surveys and advance information.

The Institute hopes by this means to be able to serve Finnish forestry in particular better than before.

The Forest Research Institute of Finland

No 1 Lauri Heikinheimo: Metsätyömiesten ansiotasotaso. Ennakkoselostus.

Level of earnings of forest workers in Finland. Preliminary report.

No 2 Matti Palo: Markkinapuun alueittaiset hankintamäärät v. 1962. Ennakkoselostus.

Removals of commercial roundwood in Finland by district in 1962. Preliminary report.

No 3 Puutavaran mittaus- ja tutkimuksia — Untersuchungen über die Holzmessung.

No 4 Seppo Ervasti — Pentti Hämäläinen: Suomen puun käyttö v. 1962—63 ja katsaus sen kehitykseen v. 1955—63.

Finland's wood utilization in 1962—63 and a review of its development in 1955—63.

No 5 Sulo Väänänen: Yksityismetsien kantohinnat hakkuuvuosina 1955/56—1962/63.

Stumpage prices in private forests during the cutting seasons from 1955/56 to 1962/63.

No 6 Antti Reinikainen: Kasvillisuustutkimuksia Kivisuon rahkaturvealustaisilla lannoitusaloilla.

Vegetationsuntersuchungen auf dem Walddüngungsversuchsfeld von Kivisuo in Mittel-Finnland.

Myynti — Available for sale at: Valtion julkaisutoimisto, Annankatu 44, Helsinki

Merkintä ODC tarkoittaa metsäkirjallisuuden kansainvälistä Oxford-luokitusjärjestelmää

F O L I A F O R E S T A L I A 6

Metsäntutkimuslaitos. Institutum forestale Fenniae. Helsinki 1964

Antti Reinikainen

KASVILLISUUSTUTKIMUKSIA KIVISUON RAHKATURVEALUSTAISILLA

LANNOITUSALOILLA

Vegetationsuntersuchungen auf dem Walddüngungsversuchsfeld von Kivisuo in Mittel-Finnland

SISÄLLYSLUETTELO

	SIVU
1. JOHDANTO	2
2. KOEKENTTÄ JA KOEJÄRJESTELY	2
3. TUTKIMUSMENETELMÄ	4
4. KASVUSTOTYYPIT	4
5. KASVUSTOJEN EKOLOGIAA	8
6. LAJISTON EKOLOGIAA	11
7. TULOSTEN TARKASTELUA	15
KIRJALLISUUSLUETTELO	16
DEUTSCHES REFERAT	17

1. JOHDANTO

Metsien lannoituskokeet ovat avanneet kasvitieteilijöillekin uuden mielenkiintoisen tutkimuskentän. Kokeilutoiminta on kaikkialla vielä nuorta, joten on ymmärrettävää, ettei kasvitieteellisiä tutkimustuloksia vielä ole sanottavasti käytettävissä. Kuitenkin ovat esim. M a l m s t r ö m (1935, 1952), L u k k a l a (1935, 1951) ja H u i k a r i (1951) viitanneet ravinne- ja kasvillisuuden vaikutukseen aluskasvillisuuden muuttajana, ja S a r a s t o (1963) on esittänyt eräitä tuloksia puuntuhkalannoituksen vaikutuksesta lyhytkortin nevan kasvillisuuteen.

Tämän kirjoittaja on saanut Metsäntutkimuslaitoksen suontutkimusosaston johtajalta professori Olavi H u i k a r i l t a tehtäväkseen kasvillisuustutkimuksien suorittamisen mm. Leivonmäen Kivisuon metsänlannoituskoe- ja tutkimuskeskuksella. Työ on tehty suontutkimusosaston tutkimusohjelmaan kuuluvana virkatyönä. Käsikirjoituksen ovat professorit Sakari Saarnijoki ja Olavi Huikari lukeneet ja tehneet siihen joukon parannuksia.

Tämä tutkimus on lyhennelmä myöhemmin sarjassa Communicationes Instituti Forestalis Fenniae ilmestyvästä julkaisusta.

2. KOEKENTTÄ JA KOEJÄRJESTELY

Tässä käsitelty Kivisuon v. 1959 perustettu typpi-, fosfori- ja kalilannoituskoe lienee alallaan maailman suurin ja monipuolisin homogeeniselle kasvualustalle suunniteltu koe. Se on perustettu mahdollisimman tasalaatuiselle ja tehokkaasti kuivatulle (20 m:n sarat ja sarkojen keskellä salaojat) rahkaturpeiselle turpeen kuivatuskentälle. Kenttä oli viisi vuotta turpeen kuivatuskäytössä, jolloin se sai useaan kertaan kesässä huuhtelun samalla turvevedellä, joka tasasi jo alunperinkin vähäisiä ravinne-eroja. Koetta perustettaessa kenttä oli ollut seitsemän vuotta käyttämättömänä. Kentän olosuhteita kasvillisuuden kannalta kuvannee parhaiten se, että tämä laaja turvekenttä oli säilynyt em. seitsemän vuotta käytännöllisesti katsoen kasvipeitteettömänä. Koekentältä, jonka alkuperäinen suotyyppi lienee ollut rahkainen tupasvillaneva, tehdyt ravinteisuusanalyysit osoittavat koekentän homogeenisuuden sekä niukkaravinteisuuden. Pintaturpeen pH-arvot ovat ennen lannoituskoea vaihdelleet rajoissa pH 4.0 - 4.3.

Tälle jokseenkin tasalaatuiselle alustalle on perustettu täysin vaihdeltu typpi-, kali- ja fosforilannoituskoe hajalannoituksena käyttäen kolmea eri N-, P- ja K-lannoitustasoa ja 20 x 40 m:n koeruutuja 12 m:n pituisin lannoittamattomin koealaväleihin. Koe on toistettu kerran ja 0-ruutuja on yhteensä 18. Alueelle istutettiin keuhkavälillä 1959 2 m:n

välein koulimattomat 2-vuotiaat männyntaimet kiilaistutuksena. Koejärjestely, käytetyt lannoitteet ja lannoitustasot sekä männyn taimiston pituuskasvu kesällä 1963 on esitetty taulukossa 1.

	K ₀	K ₁₀₀	K ₂₀₀	K ₄₀₀		
P ₀	N ₀	13.0	12.1	13.9	11.5	P ₀ = ilman fosforilannoitusta
	N ₂₀₀	9.0	18.6	19.7	15.1	P ₂₀₀ = 200 kg/ha hienofosfaattia
	N ₄₀₀	10.6	18.3	19.4	14.8	P ₄₀₀ = 400 " "
	N ₈₀₀	10.0	14.8	17.0	14.4	P ₆₀₀ = 600 " "
P ₂₀₀	N ₀	17.0	29.1	25.9	31.2	K ₀ = ilman kalilannoitusta
	N ₂₀₀	27.1	24.9	25.4	26.5	K ₁₀₀ = 100 kg/ha kalisuolaa (KCl)
	N ₄₀₀	25.8	25.7	24.9	23.8	K ₂₀₀ = 200 " "
	N ₈₀₀	30.5	28.4	22.5	22.2	K ₄₀₀ = 400 " "
P ₄₀₀	N ₀	23.6	25.9	25.4	28.7	N ₀ = ilman typpilannoitusta
	N ₂₀₀	22.3	18.9	25.2	23.5	N ₂₀₀ = 200 kg/ha kalkkiammonsalpietaria
	N ₄₀₀	26.2	24.2	26.1	16.3	N ₄₀₀ = 400 " "
	N ₈₀₀	13.4	22.6	22.2	15.3	N ₈₀₀ = 800 " "
P ₆₀₀	N ₀	23.0	30.8	26.6	26.3	
	N ₂₀₀	11.9	26.1	20.3	28.8	
	N ₄₀₀	12.0	24.5	21.9	24.4	
	N ₈₀₀	21.5	21.4	19.4	15.3	

Taulukko 1. Lannoituskoejärjestely sekä männyn pituuskasvu cm:nä kesällä 1963 eri lannoitusyhdistelmillä.

Tabelle 1. Die Anordnung der Düngerversuche und das Längenwachstum der Kiefer in cm im Sommer 1963 bei verschiedenen Düngerkombinationen. P₀ = ohne Phosphordüngung, P₂₀₀ = 200 kg/ha feingemahlene Rohphosphat, u.s.w. K₀ = ohne Kalidüngung, K₁₀₀ = 100 kg/ha KCl, u.s.w. N₀ = ohne Stickstoffdüngung, N₂₀₀ = 200 kg/ha Kalkammonsalpeter u.s.w.

3. TUTKIMUSMENETELMÄ

Koekentällä lannoituskokeen seurauksena syntyneitä kasvillisuutta on tutkittu ruu-
tuanalyysimenetelmällä käyttäen 1 m²:n ruutuja. Jokaiselta koealalta (148 kpl) tutkittiin
kuusi tällaista ruutua (toistoilta vain neljä) sijoittaen ruudut mittaamalla siten, että
ne joutuivat yhdenmukaisesti oijen kuivatusvaikutuksen minimin piiriin ja olivat kasvilli-
suuden suhteen sattumanvaraisia. Ruuduilta merkittiin muistiin kasvilajien peittävydet
prosentteina- sekä havainnot kukkivista lajeista.

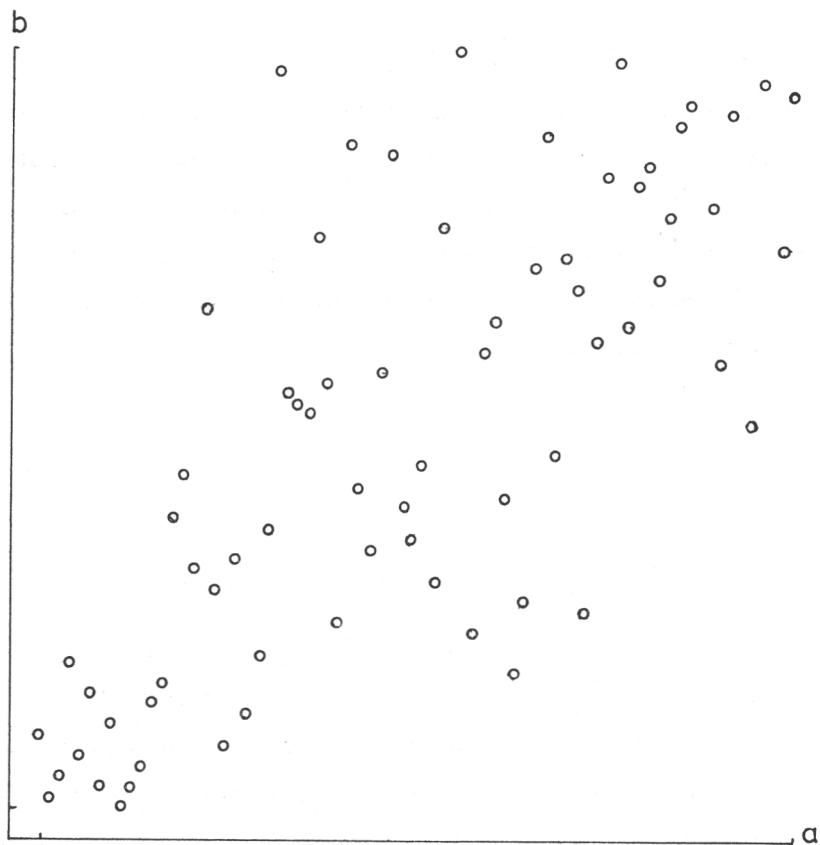
4. KASVUSTOTYYPIT

Aineistoa käsiteltäessä on käytetty hyväksi S ö r e n s e n i n (1948) esittämää
yhtäläisyysverranteiden kaavaa $\frac{100 \cdot 2 c}{a + b}$, jossa a ja b ovat vertailtavien kasvustojen
kasvilajien peittävyksien summat sekä c lajien peittävyksien yhtäpitävien osien summa
(J a l a s 1962). Kaavan avulla on verrattu jokaista perusmateriaalin 74 näytealaa jo-
kaiseen. Perusmateriaali on täten saatu jaetuksi luonnollisiksi kokonaisuuksiksi, jotka
eroavat toisistaan tilastollisesti merkitsevästi, vaikka S ö r e n s e n i n yhtäläi-
syysindeksin raja-arvo voidaankin korottaa 80 %:iin, ennen kuin aineisto hajoaa. Näitä
kokonaisuuksia on oikeus nimittää kasvustotyypeiksi.

Laskennan ulkopuolelle jääneestä toistomateriaalista voidaan kuvan 1 esittämällä
tavalla osoittaa kasvustojen ja kasvustotyyppiin samankaltaisuus perusmateriaalin kans-
sa. Käyttäen hyväksi kasvustotyyppiä erottavia kvalitatiivisia ja kvantitatiivisia omi-
naisuuksia voidaan toistomateriaalin näytealat sijoittaa omiin tyyppihinsä. Saadut kas-
vustotyyppit, jotka on nimetty yhden tai kahden runsaimman lajinsa mukaan, ovat seuraavat:

- I Pohlia nutans - Chamaenerium angustifolium -kasvustot
(33 näytealaa, 20,2 % aineistosta)
- II Pohlia nutans - Polytrichum strictum -kasvustot
(29 näytealaa, 17,8 % aineistosta)
- III Polytrichum strictum -kasvustot
(54 näytealaa, 33,1 % aineistosta)
- IV Aukkoiset Polytrichum strictum -kasvustot
(45 näytealaa, 27,6 % aineistosta)

Taulukosta 2 nähdään kasvustotyyppien ominaisuudet dominanssi- (= keskipeittävyys)
ja frekvenssilukujen valossa.



Kuva 1. Perusmateriaalin (a x-akselilla) ja toistojen b y-akselilla) järjestettyinä Pohlia - Chamaenerium -kasvustoon 76 laskettujen yhtäläisyysverran teiden suurusjärjestykseen ja x, y pisteet näkyviin merkittyinä. Ilmenee kasvustojen samankaltaisuus molemmissa materiaaleissa. (Yhtäläisyysverran sarjojen välinen korrelaatio $r = 0.77$).

Bild 1. Die Probeflächen des Grund- (a) und Wiederholungsmaterials (b) in der Größenreihenfolge nach Pohlia - Chamaenerium -Siedlung 76 berechneten Gleichheitsindexe angeordnet. Korrelation zwischen den Gleichheitsindexserien $r = 0.77$. Man kann eine grosse Gleichheit zwischen den beiden Materialien sehen.

	Pohlia - Chamaenerium -kasvustot		Pohlia - Polytrichum -kasvustot		Polytrichum -kasvustot		Aukkoiset Polytrichum -kasvustot	
	D	K	D	K	D	K	D	K
<i>Betula nana</i>	0.1	30	0.1	62	0.2	48	0.1	42
<i>Calluna vulgaris</i>	+	6	+	14	+	19	0.1	24
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	+	6	+	21	0.1	22	0.1	27
<i>V. myrtilus</i>	-	-	+	10	+	6	+	13
<i>V. uliginosum</i>	0.1	30	0.3	93	0.4	96	0.3	96
<i>Oxycoccus quadripetalus</i>	+	18	0.1	52	0.3	41	0.1	29
<i>Andromeda polifolia</i>	+	21	0.2	69	0.2	69	0.3	71
<i>Chamaedaphne calyculata</i>	+	3	+	10	+	11	+	13
<i>Ledum palustre</i>	-	-	+	7	+	17	0.1	24
<i>Empetrum nigrum</i>	0.9	55	7.7	97	10.4	100	4.6	100
<i>Eriophorum vaginatum</i>	0.9	73	12.2	100	10.4	100	3.5	100
<i>E. angustifolium</i>	+	3	0.3	45	0.4	52	+	4
<i>Dryopteris spinulosa</i>	0.6	94	0.1	41	+	15	+	4
<i>Rumex acetosella</i>	0.6	50	0.2	59	0.1	33	0.1	27
<i>Rubus chamaemorus</i>	3.8	70	4.8	86	3.1	89	1.0	84
<i>Chamaenerium angustifolium</i>	38.3	100	11.4	100	2.7	93	0.4	67
<i>Pinus silvestris</i>	+	10	0.4	38	0.5	56	0.5	53
<i>Picea abies</i>	0.1	30	0.1	52	0.2	72	0.2	87
<i>Betula verrucosa</i>	1.1	61	3.7	100	1.5	91	0.6	84
<i>B. pubescens</i>	1.6	100	4.3	100.	2.8	100	1.0	100
<i>Cicranella cerviculata</i>	3.8	94	4.4	79	2.1	70	4.8	91
<i>Pohlia nutans</i>	64.3	100	28.6	100	11.8	98	1.7	89
<i>Polytrichum strictum</i>	4.7	97	27.0	100	53.7	100	17.1	100
<i>P. commune</i>	4.2	7.6	2.0	72	0.4	7	-	-
<i>Sphagnum fuscum</i>	-	-	-	-	0.1	7	+	2
<i>S. magellanicum</i>	+	15	0.1	28	0.1	35	0.1	29
Lajiluku/Artenzahl	12.9		17.7		15.7		14.5	
Peittävyys/Deckung	127.2		107.2		102.2		36.1	

Taulukko 2. Kasvustotyyppien dominanssi- (D) ja frekvenssiluvut (K).

Tabelle 2. Dominanz- (D) und Frequenzzahlen (K) der Siedlungstypen.

Taulukosta voidaan havaita kasvillisuuden vähälajisuus sekä triviaali luonne. Kasvustotyyppien välillä ei juuri ole lajistollisia eroja, vaan erot ovat kvantitatiivisia. Fysiognomialtaan eri kasvustotyyppien kasvustot poikkeavat selvästi toisistaan (kuvat 2, 3, 4 ja 5).



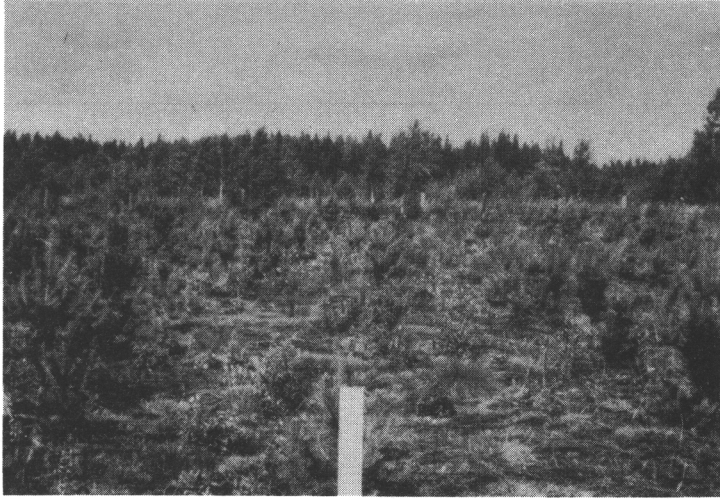
Kuva 2. *Pohlia nutans* - *Chamaenerium angustifolium* -kasvustoa.

Bild 2. Vegetationsbild aus der *Pohlia nutans* - *Chamaenerium angustifolium* -Siedlung.



Kuva 3. *Pohlia nutans* - *Polytrichum strictum* -kasvustoa.

Bild 3. Vegetationsbild aus der *Pohlia nutans* - *Polytrichum strictum* -Siedlung.



Kuva 4. Polytrichum strictum -kasvustoa.

Bild 4. Vegetationsbild aus der Polytrichum strictum
-Siedlung.



Kuva 5. Aukkoista Polytrichum strictum -kasvustoa.

Bild 5. Vegetationsbild aus der lückenhaften Polytrichum
strictum -Siedlung.

5. KASVUSTOJEN EKOLOGIAA

On ilmeistä, että eri tyyppisten kasvustojen syntyminen koekentälle on yhteydessä NPK-tekijäin vaihteluun. Taulukot 3 - 5 havainnollistavat tätä yhteyttä.

	A.				B.			
	K ₀	K ₁₀₀	K ₂₀₀	K ₄₀₀	K ₀	K ₁₀₀	K ₂₀₀	K ₄₀₀
N ₀	IV (III)	III	?	?	IV (III)	IV	IV	IV
N ₂₀₀	III	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV
N ₄₀₀	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV
N ₈₀₀	IV	IV	IV	IV	IV	III	IV	IV
N ₀	III	III	III	III	III	III	III	II
N ₂₀₀	III	III	III	III	III	III	III	II
N ₄₀₀	III	III	II	II	III	III	II	II
N ₈₀₀	III	II	III	II	III	III	II	I
N ₀	III	III	III	III	III	II	III	III
N ₂₀₀	III	III	II	II	III	II	I	I
N ₄₀₀	III	III	II	II	III	II	I	I
N ₈₀₀	III	III	II	I	III	I	I	I
N ₀	III	III	III	III	III	II	II	II
N ₂₀₀	III	III	I	II	III	II	I	II
N ₄₀₀	II	II	I	II	III	I	I	I
N ₈₀₀	II	I	I	I	III	II	I	I

Taulukko 3. Kasvustotyyppien esiintyminen eri NPK-yhdistelmillä. I = Pohlia - Chamaenerium -kasvustot, II = Pohlia - Polytrichum -kasvustot, III = Polytrichum-kasvustot, IV = aukkoiset Polytrichum-kasvustot. A = perusmateriaali, B = toistot.

Tabelle 3. Das Auftreten der verschiedenen Siedlungstypen bei verschiedenen NPK-Kombinationen. I = Pohlia - Chamaenerium -, II = Pohlia - Polytrichum -, III = Polytrichum- und IV = lückenhafte Polytrichum -Siedlungen. A = Grundmaterial, B = Wiederholungen.

	N	P	K
Pohlia - Chamaenerium -kasvustot	5.8	5.5	3.2
Pohlia - Polytrichum strictum -kasvustot	3.5	4.2	2.4
Polytrichum strictum -kasvustot	2.4	3.0	0.9
Aukkoiset Polytrichum strictum -kasvustot	2.3	0.2	1.1

Taulukko 4. Kasvustotyyppien lannoitemäärien keskiarvot satoina kg/na/ha.

Tabelle 4. Durchschnittswerte der Düngermengen bei verschiedenen Siedlungstypen. Die Werte sind hunderte kg/ha.

											\bar{X}					
Pohlia - Chamaenerium -kasvustot	N	6	8	2	4	8	8					6.0				
	P	6	4	6	6	6	6					5.7				
	K	4	4	2	2	2	4					3.0				
Pohlia - Polytrichum strictum -kasvustot	N	4	4	4								4.0				
	P	6	2	2								3.3				
	K	4	4	2								3.3				
Polytrichum strictum -kasvustot	N	2	4	2	2	2	4	8	8	4		2.4				
	P	2	2	4	2	2	2	2	4	4	2	4	4	4	6	2.9
	K	1	1	1	2						1	1	2		0.6	
Aukkoiset Polytrichum strictum -kasvustot	N	2	4	4	8	2	4	8	2	8	2		1.8			
	P												0.0			
	K	1	1	2	2	4	4				2		0.8			

Taulukko 5. Lannoiteyhdistelmät, joilla esiintyvä kasvillisuus on luettu samaan kas.ustotyyppiin sekä perus- että toistomateriaalissa. Arvot satoja kg/ha.

Tabelle 5. Düngerkombinationen, bei welchen die vorkommende Vegetation sowohl auf dem Grund wie auch dem Wiederholungsmaterial denselben Siedlungstyp vertritt. Die Werte sind hunderte kg/ha.

Ilmenee, että kasvustotyyppit ovat osia NPK-ravinteisuusarjasta (mm. Tuomikoski 1942, Heikurainen 1953). Lasketut NPK-keskiarvot antavat viitteitä ravinteisuusarjan luonteesta (taulukot 4 ja 5).

Pohlia nutans - Chamaenerium angustifolium -kasvustot edustavat ravinteisuusarjan parasta päätä. Niitä tavataan vain täyslannoitusruuduilla, vieläpä keskimäärin hyvin korkein N- ja P-määrin käsitellyillä.

Pohlia nutans - Polytrichum strictum -kasvustot ovat jo vaatimattomampia etenkin N- ja P-määrien suhteen. Niitäkin tavataan enimmäkseen täyslannoitusruuduilla.

Polytrichum strictum -kasvustojen NPK-amplitudi on kaikkein laajin. Niitä tavataan sekä O-ruuduilta että eräillä täyslannoitusruuduilla. Merkille pantavaa on, ettei kasvustoja esiinny NK-, N- ja K-ruuduilla (yksi poikkeus). Parhaiten kehittynyttä näyttää tämän tyyppinen kasvillisuus olevan PK-, NP- ja P-ruuduilla.

Aukkoiset Polytrichum strictum -kasvustot eroavat edellisistä merkitsevästi vain fosforivaatimuksensa suhteen. Kasvustoja tavataan näet pelkästään fosforittomilla ruuduilla. Nähdään, ettei NK-, N- ja K-lannoituksella saada

aikaan edes *Polytrichum strictum* -kasvustojen taipaisten vaatimattomien kasviyhdyskuntien syntymistä Kivisuolle. Useimmissa tapauksissa O-ruutujen kasvillisuus on runsaampaa kuin ravinnetasapainoltaan ilmeisen epäedullisten NK-, N- ja K-ruutujen.

Kokonaiskuvana ravinteisuussarjasta voidaan todeta fosforilannoituksen avainasema ja välttämättömyyslunnetäyspeittävään kasvillisuuden syntymisen kannalta. Vasta kun fosforilannoitus on suoritettu alkaa typpi- ja kalilannoituksen edullinen vaikutus kasvillisuuteen näkyä, ja ravinteisuussarjan yläpäässä näidenkin lannoitteiden merkitys on selvästi todettavissa.

6. LAJISTON EKOLOGIAA

Kivisuon lajiston NPK-ekologiaa on tutkittu lähtien taulukon 6 mukaisesta asetelmasta, josta on runsaimpien lajien kohdalla suoritettu varianssianalyysjä, mutta niukempien kohdalla tyydytty pelkkien huomioiden tekoon.

Tutkimuksien perusteella voidaan erottaa kolme ekologisesti erilaista lajiryhmää:

- 1) Kivisuon oloissa NPK-tekijäin suhteen vaateliaat lajit, joiden runsaus korreloi positiivisesti NPK-tekijöihin ja kasvillisuuden ravinteisuussarjaan.
- 2) Vaatimattomimmat lajit, joiden runsaus korreloi negatiivisesti tai ainakin osittain negatiivisesti NPK-tekijöihin ja ravinteisuussarjaan.
- 3) Indifferentit lajit, joiden esiintymisessä ei voida osoittaa merkitseviä korrelaatioita NPK-tekijöihin eikä vaateliaisuussarjaan, vaikka pieniä runsauseroja eri kasvustotyyppien välillä onkin havaittavissa.

Vaateliaitten lajien ryhmään on luettava seuraavat (esimerkki taulukossa 6).

Chamaenerium angustifolium

Eriophorum angustifolium

Dryopteris spinulosa

Betula verrucosa

Betula pubescens

Pohlia nutans

Polytrichum commune

Yleiseltä ekologiselta luonteeltaan nämä ovat oligo- tai meso-oligotrofisia. Kivi-

		A.					B.				
		K ₀	K ₁₀₀	K ₂₀₀	K ₄₀₀	SP	K ₀	K ₁₀₀	K ₂₀₀	K ₄₀₀	SP
P ₀	N ₀	-	-	+	+		-	-	+	-	
	N ₂₀₀	-	+	+	+		+	+	+	2	
	N ₄₀₀	+	1	+	+		-	+	1	2	
	N ₈₀₀	+	1	+	+	5	+	1	+	1	9
P ₂₀₀	N ₀	+	8	3	4		+	1	2	4	
	N ₂₀₀	+	2	3	6		+	5	5	14	
	N ₄₀₀	1	3	11	6		+	2	4	4	
	N ₈₀₀	1	7	2	15	73	1	10	9	35	97
P ₄₀₀	N ₀	1	3	6	6		+	5	7	11	
	N ₂₀₀	1	3	13	10		+	15	31	20	
	N ₄₀₀	1	3	1	20		1	21	9	38	
	N ₈₀₀	+	11	21	39	139	4	38	24	35	260
P ₆₀₀	N ₀	4	2	1	4		+	31	16	29	
	N ₂₀₀	+	2	48	9		2	3	40	19	
	N ₄₀₀	+	10	38	8		2	15	39	30	
	N ₈₀₀	1	27	30	48	233	3	19	23	50	321
SK		11	83	178	176		15	167	211	294	

<u>SN</u>		<u>SN</u>	
N ₀	43	N ₀	107
N ₂₀₀	98	N ₂₀₀	157
N ₄₀₀	104	N ₄₀₀	169
N ₈₀₀	204	N ₈₀₀	254

Taulukko 6. *Chamaenerium angustifolium*: keskimääräinen runsaus (= peittävyysprosentti) eri NPK-yhdistelmillä A. = perusmateriaali, B. = toistot, S = summat.

Tabelle 6. *Chamaenerium angustifolium*: durchschnittliche Deckfähigkeit bei verschiedenen NPK-Kombinationen. A. = Grundmaterial, B. = Wiederholungen, S = Beträge.

suolla ne kuitenkin vaativat runsaina esiintyäkseen täyden NPK-lannoituksen tai PK-lannoituksen, eikä niitä lainkaan tavata fosforilannoittamattomilla ruuduilla. *Chamaenerium angustifolium*in ja *Pohlia nutans*in kohdalla on laskennallisesti osoitettavissa runsauden riippuvaisuus etenkin P- ja K-määristä, mutta myös N-lisäykseen lajit reagoivat positiivisesti (N ja K tehokkaita vain P-lannoituksen saaneilla ruuduilla). Typensuosijana tunnettu (esim. H e s s e l m a n 1917, T a m m 1956) maitohorsmakin näyttää täyteen peittävyyyteen, pituuteen ja fertiliteettiin varttuakseen tarvitsevan Kivisuon oloissa vähintään PK-lannoituksen.

Vaativattomimpien lajien ryhmään on luettava seuraavat (esimerkki taulukossa 7):

Empetrum nigrum + muut varvut

(*Eriophorum vaginatum*)

Polytrichum strictum

Kaikki nämä edustavat puhtaasti oligotrofista ainesta. Kuitenkin nekin näyttävät ravinteisuussarjan alapäässä korreloivan positiivisesti etenkin fosforilannoitukseen. Niiden huono kilpailukyky johtaa siihen, etteivät ne korkeammilla ravinteisuustasoilla pysty kilpailemaan edellisen ryhmän lajien kanssa. *Eriophorum vaginatum* on erikoisasemassa, koska sen runsaudenvaihtelut ilmeisesti ovat kytkeytyneet kasvualustan pieniin kosteuseroihin.

Indifferentit lajit ovat:

Rubus chamaemorus

Rumex acetosella

Dicranella cerviculata

Kuva tästä ryhmästä on perin sekava ja aineisto niukka. Kuitenkin näyttää siltä, että esim. *Rubus chamaemorus* ja *Dicranella cerviculata* kykenevät sietämään ravinnetasapainottomuutta, jossa N ja K ovat runsaita P:n puuttuessa. Lievää positiivista korrelaatiota ravinteisuussarjaan on näidenkin lajien kohdalla havaittavissa.

Verrattaessa tuloksia lajiston ekologiasta männyn istutuskokeesta saatuihin tuloksiin (s. 3 ja H u i k a r i 1961), voidaan todeta, että vaateliaitten lajien ryhmän esiintyminen parhaiten korreloi männyn kasvutuloksiin. Fosforilannoituksen välttämättömyys männyn normaalille kasvulle Kivisuolla käy ilmi taulukosta 1.

Luontaisesti syntynyt männyn taimisto sen sijaan olisi runsausvaihtelunsa perusteella luettava lähinnä vaatimattomimpien lajien ryhmään. Tämä, samoin kuin vaatimattomien lajien positiivinen reagointi NPK-lannoituksen ravinteisuussarjan alapäässä, viittaa siihen, että edellä esitetty ekologinen ryhmäjako ei koske niinkään lajiston suoranaista reagointia NPK-tekijöihin kuin kilpailukykyisyyttä erilaisilla kasvualustoilla. Kasvatuskokeissa useimmat lajit ilmeisesti reagoisivat positiivisesti NPK-lannoitukseen Kivisuon oloissa, mikäli häiritsevät sosiologiset tekijät olisi eliminoitu.

		A.					B.				
		K ₀	K ₁₀₀	K ₂₀₀	K ₄₀₀	SP	K ₀	K ₁₀₀	K ₂₀₀	K ₄₀₀	SP
P ₀	N ₀	29	73	65	11		28	28	+	1	
	N ₂₀₀	9	4	12	1		3	21	+	9	
	N ₄₀₀	56	10	15	7		35	35	3	7	
	N ₈₀₀	19	12	23	4	350	29	41	26	16	299
P ₂₀₀	N ₀	62	46	52	24		30	60	18	23	
	N ₂₀₀	29	56	47	26		70	88	60	8	
	N ₄₀₀	37	39	10	14		55	66	38	26	
	N ₈₀₀	28	13	43	10	536	43	58	24	3	670
P ₄₀₀	N ₀	52	57	72	41		65	43	70	70	
	N ₂₀₀	71	66	21	28		48	45	12	2	
	N ₄₀₀	72	51	13	23		50	53	1	3	
	N ₈₀₀	45	19	10	1	641	58	7	4	1	532
P ₆₀₀	N ₀	58	50	50	33		55	55	50	38	
	N ₂₀₀	9	26	5	7		65	51	13	50	
	N ₄₀₀	25	25	11	27		65	6	8	15	
	N ₈₀₀	6	3	15	+	350	80	41	24	2	618
SK		607	550	464	257		779	706	351	274	

<u>SN</u>		<u>SN</u>	
N ₀	775	N ₀	634
N ₂₀₀	417	N ₂₀₀	553
N ₄₀₀	435	N ₄₀₀	466
N ₈₀₀	251	N ₈₀₀	456

Taulukko 7. Polytrichum strictum: keskimääräinen runsaus (= peittävyysprosentti) eri NPK-yhdistelmillä. A. = perusmateriaali, B. = toistot, S = summat.

Tabelle 7. Polytrichum strictum: durchschnittliche Deckfähigkeit bei verschiedenen NPK-Kombinationen. A. = Grundmaterial, B. = Wiederholungen, S = Beträge.

7. TULOSTEN TARKASTELUA

Tutkimuksessa on voitu osoittaa typpi-, fosfori- ja kalilannoituksen vaikuttavan kasvillisuuden alkukehitykseen paljaalla rahkaturvealustalla tavalla, jossa on todettavissa selvää lannoitusyhdistelmiä noudattelevaa säännönmukaisuutta. Kasvillisuus on vielä nuorta ja sellaisena labiilia. Suureksi osaksi lajisto on yhteistä kuloalueille kehittyvän kasvillisuuden ensimmäisen sukkessiovaiheen kanssa (K u j a l a 1926, S a r v a s 1937, U g g l a 1958, Y l i - V a k k u r i 1958).

Tutkimuksessa todettu ravinteisuussarja ei ilmeisesti ole vaihtelultaan yksisuuntainen, vaan Kivisuon lannoituskentän kasvillisuus muodostanee verkkomaisen vaihtelusarjan, jonka jäsenet ovat sukulaisuudessa toisiinsa useammalla kuin yhdellä siteellä.

Ravinteisuussarjan eri osien vaateliaisuustasoa esim. eri metsätyyppien kuloaloalojen kasvillisuuteen verrattaessa havaitaan, ettei Kivisuon ravinteisuussarja ulotu oligotrofian paremmalle puolelle, vaan rehevinkin kasvillisuus monessa suhteessa vastaa kuivien kankaiden kuloalojen kasvillisuutta.

Tutkimustulokset, jotka suurelta osaltaan ovat vielä tarkempaa selvitystä kaipaavia, kehoittavat vastaisuudessa jatkamaan Kivisuon lannoituskoekentän kasvillisuuden kehityksen selvittelyä.

KIRJALLISUUSLUETTELO - LITTERATURVERZEICHNIS

- H e i k u r a i n e n , L., 1953: Die Kiefern bewachsenen eutrophen Moore Nordfinnlands. Ann. Bot. Soc. "Vanamo" 26.2, 1-189.
- H e s s e l m a n , H., 1917: Om våra skogsföryngrings åtgärders inverkan på salpeterbildningen i marken och dess betydelse för barrskogens föryngring. Meddel. från statens skogsförsöksanstalt 13-14. II.
- H u i k a r i , O., 1951: Havaintoja ojitettujen rimpinevojen taimettumista ehkäisevistä tekijöistä. Suo n:o 1, 1951.
- " - 1961: Koetuloksia metsäojitettujen soiden ravinnetalouden keinollisesta parantamisesta. Metsätal. Aikak.-lehti n:o 5, 1961.
- J a l a s , J., 1962: Yhtäläisyysverranteiden hyväksikäytöstä metsäkasvillisuustutkimuksissa. Luonnon Tutkija 66.1, 3-13.
- K u j a l a , V., 1926: Untersuchungen über den Einfluss von Waldbränden auf die Waldvegetation in Nord Finnland. Metsätiet. koel. julk. 10.5.
- L u k k a l a , O.J., 1936: Neljännesvuosisadan kokemuksia Jaakkoin suon koeojitusalueelta. Metsätietoa II.1.
- " - 1951: Kokemuksia Jaakkoin suon koeojitusalueelta. Comm. Inst. Forest. Fenn. 39.6, 5-53.
- M a l m s t r ö m , C., 1935: Om näringsförhållandenas betydelse för torvmarkers skogsproduktiva förmåga. Meddel. från statens skogsförsöksanstalt 28.6, 571-650.
- " - 1952: Svenska gödslingsförsök för belysande av de näringsekologiska villkoren för skogsväxt på torvmark. Comm. Inst. Forest. Fenn. 40, 4-26.
- S a r a s t o , J., 1963: Ruskosammalia lyhytkortisella nevalia. Suo n:o 3, 1963.
- S a r v a s , R., 1937: Havaintoja kasvillisuuden kehityksestä Pohjois-Suomen kuloaloilla. Silva Fennica 44, 2-63.
- S ö r e n s e n , Th., 1948: A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content. K. Danske Vidensk. Selsk. Biol. Skr. 5:4, 1-34.
- T a m m , C. O., 1956: The response of *Chamaenerium angustifolium* (L.) Scop. to different nitrogen sources in water culture. Physiologia Plantarum 9.
- T u o m i k o s k i , R., 1942: Untersuchungen über die Vegetation der Bruchmoore in Ostfinnland. I Zur Methodik der pflanzensoziologischen Systematik. Ann. Bot. Soc. "Vanamo" 17:1, 1-203.
- U g g l a , E., 1958: Skogsbrandfält i Muddus nationalpark. Acta Phytog. Suecica 41.
- Y l i - V a k k u r i , P., 1958: Tutkimuksia ojitettujen turvemaiden kulotuksesta. Acta Forest. Fenn., 67.

VEGETATIONSUNTERSUCHUNGEN AUF DEM WALDDÜNGUNGSVERSUCHSFELD VON KIVISUO IN MITTEL-FINLAND

DEUTSCHES REFERAT:

Unter Verwendung von herkömmlichen Vegetationsforschungsmethoden hat man in der vorliegenden Untersuchung die Vegetation analysiert, welche auf dem mehr oder weniger völlig wachstumslosen auf oligotrophen Weissmoorboden angelegten früheren Torftrocknungsfelde von Kivisuo in Leivonmäki unter dem Einfluss der Stickstoff-, Phosphor und Kalidüngung (Tab. 1) nach 1959 entstanden war.

Die Ergebnisse können in konzentrierter Form folgendermassen wiedergegeben werden.

Unter Verwendung der Gleichheitsindexmethode von S ö r e n s e n und einiger Anpassungen derselben, wird das Material in vier Siedlungstypen aufgeteilt: (Tab. 2)

- I Die *Pohlia nutans* - *Chamaenerium angustifolium* -Siedlungen
- II Die *Pohlia nutans* - *Polytrichum strictum* -Siedlungen
- III Die *Polytrichum strictum* -Siedlungen
- IV Die lückenhaften *Polytrichum strictum* -Siedlungen

Es wird festgestellt, dass die Unterschiede zwischen die Siedlungstypen in Durchschnitt deutlich sind, dass aber die Variation gradweise vor sich geht.

Die Untersuchung der NPK-Ökologie der Siedlungen (Tab. 3-5) zeigt, dass die Siedlungen in Bezug auf den Nährstoffgehalt eine Variationsreihe bilden, dergestalt, dass sie im Obigen in ihrer Anspruchsvollheitsreihenfolge aufgezählt sind. Es wird festgestellt, dass die I-Siedlungen die Siedlungen der mit grossen Düngermengen behandelten Volldüngerparzellen sind. Die II-Siedlungen fordern ebenfalls fast immer eine Zugabe von allen drei Nährstoffen. Bei den Siedlungen vom III-Typ ist das NPK-Amplitude am grössten, aber in Bezug auf ihre grössere Phosphoransprüche unterschieden sie nicht deutlich von den Siedlungen der IV-Typus, welche Siedlungen der 0-Probeflächen und der Phosphorlosen Düngungsparzellen sind.

Die ökologischen Forschungen der Arten bestätigen die obererwähnten Ergebnisse. Man kann drei ihrer Ökologie verschiedene Gruppen von Arten nachweisen:

- 1) Die Arten, die in Kivisuo anspruchsvoll sind, welche auf den am meisten gedüngten Parzellen auskommen und konkurrenzfähig sind (Tab. 6).
- 2) Die anspruchslosen Arten, die nur auf Böden mit knappem Nährstoffgehalt mit den Arten der ersten Gruppe zu konkurrieren vermögen (Tab. 7).
- 3) Die indifferenten Arten, welche sich um den Nährstoffgehalt des Bodens zu kümmern, dort auftreten, wo geeigneten, konkurrenzfreier Raum vorhanden ist.

