

Viljo Puustjärvi:

## TURPEEN TYPEN MOBILISOITUMISESTA JA SEN KÄYTTÖKELPOISUUDESTA SUOMETSISSÄ NEULASANALYYSIN VALOSSA

Turpeen luontaiset pääravinnevarat ovat määrältään yleensä siksi vähäisiä, ettei niillä voimaperäisessä viljelyssä ole sanottavaakaan käytännöllistä merkitystä. Poikkeuksen tästä tekee kuitenkin typpi. Saatavathan muutamien turvelajien typpi-  
varat olla hyvinkin huomattavia. Vaihtelu-  
alue on kuitenkin laaja — vajaasta yhdestä aina runsaaseen neljään prosenttiin (Puustjärvi 1961). Typpi on turpeessa kuitenkin vaikealiukoisina orgaanisina yhdisteinä, joita kasvit eivät pysty hyväkseen käyttämään. Turpeen maatuessa tosin vähäinen osa siitä muuttuu kusveille käyttökelpoiseen muotoon, aluksi ammoniumiksi ja sittemmin nitraatiksi. Tätä erittäin tärkeätä ilmiötä kuvaavat sellaiset termit kuin typen mineraloituminen, mobilisoituminen, ammonifioituminen ja nitrifioituminen — viimeainittu luonnollisesti vain ammoniumin hapettumista nitraatiksi.

Niin tärkeä ja paljon tutkittu ilmiö kuin typen mobilisoituminen onkin, ovat tietomme siitä vielä verraten vähäiset. Tämä aiheutuu typen mitä moninaisimmista reaktiomahdollisuuksista. Niinpä laboratoriossa suoritettut tutkimukset eivät enää ilman muuta vastaa kenttäolosuhteita. Sopivan analyysimenetelmän valinta tuottaakin näinollen vaikeuksia.

Seuraavassa on tutkimusmenetelmänä käytetty neulasanalyysejä. Neulasten typpipitoisuuden on katsottu luonnehtivan turpeessa käyttökelpoisessa muodossa olevan typen määrää. Onhan typen kulkeutuminen neulasiin tapahtunut täysin kenttäolosuhteissa. Luonnonsuhteista on suopokennut vain siinä, että se on kuivattu.

Typpi on puidenkin kasvulle elintärkeä ravinne, usein ilmeisesti vielä minimiteki-  
jä. Turpeen typen mobilisoituminen on näinollen soiden metsittämisenkin kannalta katsottuna ensiarvoisen tärkeä ilmiö, aivan erityisesti nyt, kun suometsien lannoitukseenkin aletaan kiinnittää huomiota.

Neulasanalyyysin käyttökelpoisuus mää-  
rätty luonnollisesti mitä suurimmassa määrässä sen mukaan, kuinka hyvin on-

nistutaan saamaan kokoon tarkoitustaan vastaava aineisto. Neulasten typpipitoisuus vaihtelee kasvukauden mukaan. Wehrmann'in (1959 a) mukaan tulee typpimääritystä varten koottu neulasaineisto Saksan olosuhteissa kerätä syyskuun lopun ja marraskuun loppupuolen välisenä aikana, koska neulasten typpipitoisuus ei tällöin sanottavastikaan vaihtelee. Suomessa tulisi aineisto luonnollisesti koota huomattavasti aikaisemmin. Tutkimatta lähemmin meikäläisissä olosuhteissa neulasten typpipitoisuuden kasvukautista vaihtelua, koottiin aineisto heinäkuun lopun ja elokuun lopun välisenä aikana. Neulaset otettiin kuivatun suokuvion keskimääräistä kuntoa edustavien nuorien, n. 1—2 m mittaisten puiden nuorimmasta neulasadosta. Näytteitä otettiin vähintään 10 puusta, tavallisesti sitäkin useammasta.

Männyn neulasten ohella otettiin myös koivun lehtiä. Analyysien valmistuttua todettiin kuitenkin, että koivun lehtianalyy-  
sit eivät olleet läheskään niin johdonmukaisia kuin männyn neulasanalyy-  
sit. Niinpä seuraavassa käsitelläänkin yksinomaan männyn neulasanalyy-  
sien antamia tuloksia.

Pääosa aineistosta kerättiin Kainuusta ja pohjois-Suomesta kesällä 1959. Sitä täydennettiin vielä vuosina 1960—61.

Neulasanalyyysin, kuten yleensä kaikkien muidenkin vastaavanlaatuisten analyysien antamiin tuloksiin on ymmärrettävästi suhtauduttava tietyin varauksin. Erityisesti neulasanalyyysin osalta on huomattava se, ettei kasvin ottaman tietyn ravinteen paljous määräydy yksinomaan sanotun ravinteen kasvualustassa käyttökelpoisessa muodossa olevan konsentraation mukaan, vaan että sen ottoon vaikuttavat myös useiden muiden ravinteiden määrät. Toisen ravinteen runsaus tai puute saattaa edistää tai vaikeuttaa toisen ravinteen ottoa.

Männyn neulasaineistoa koottaessa on aivan erityisesti varottava kitukasvu-  
mäntyjä, joita varsinkin soilla tapaa runsaasti. Kitukasvu-  
iset puut ovat ilmeisesti

jo ennen kuivatusta saaneet vakavia vaurioita, joista ne myöhemmin eivät enää ole pystyneet toipumaan. Niinpä näytteet otettiin yksinomaan sellaisista puista, joiden ei taimivaiheessa oletettu kärsineen liiallisesta kasvualustan märkyydestä.

Jos kasvi kärsii tasapuolisesti useampien ravinteiden puutetta, on kasvu hidasta, mutta neulasten ravinnepitoisuus saattaa olla normaali. Neulasanalyysi ei tällöin pysty ilmentämään minkään yksityisen ravinteiden puutetta. Tämä saattaa luonnollisesti aiheuttaa aineistossa hajontaa. Useimmiten lienee kuitenkin niin, että jokin pääravinne on muihin verrattuna selvästi minimissä. Neulasanalyysin tulisi siinä tapauksessa pystyä ilmaisemaan tämä minimitekijä.

Useat tutkijat (Ulrich 1943) olettavat, että kullakin ravinteella on kasvissa ns. kriittinen väkevyys, mikä on riippumaton muista kasvutekijöistä. Minimissä olevan tekijän määrän suureneminen noudattaa vähenevän tuoton lakia. Mitä lähempänä siis kriittistä väkevyyttä liikutaan, sitä varmempi on neulasanalyysi sanotun puutteen ilmentäjänä. On hyvin mahdollista, että aivan erityisesti lannoitamattomissa, vähäravinteisissa suometsissä joku ravinne on selvästi minimitekijä, lähellä kriittistä väkevyyttä. Näinollen neulasanalyysi olisi varsin sopiva ilmentämään tätä minimitekijää, mikä usein samalla saattaa edustaa myös kriittistä väkevyyttä. Tämä koskee aivan erityisesti niitä lukuisia suometsiä, joissa lisäkasvu on hyvin vähäistä.

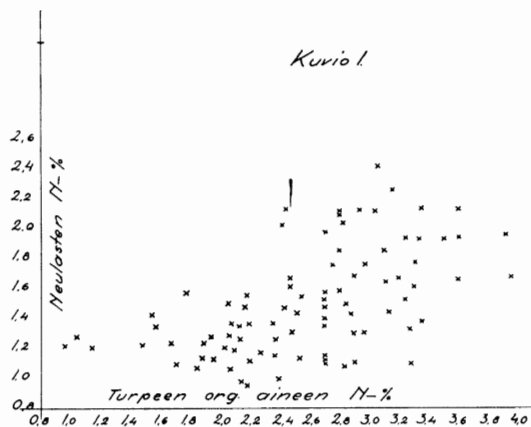
Neulasia analysoitaessa on typpi määritetty Kjeldahl-menetelmällä kokonaisytyppenä. Kalsium ja magnesium on määritetty tuhkasta versanaattititrauksella ja kalium liekkifotometrisesti. Tuhkan alkalisuus on määritetty tuhkan ammoniumnitraattiuutteesta (Puustjärvi 1957).

Turpeen typen mobilisoituminen on varsin monimutkainen ja, kuten edellä jo mainittiin, toistaiseksi vielä pääosaltaan selvittämätön ilmiö. Luonnontilaisessa, määrässä suossa tapahtuu pääosaltaan vain typen sitoutumista. Sitoutuva typpi lienee peräisin ilmakehästä. Kun suo kuivataan, alkaa turpeessa tapahtua hapettumista, turve ts. alkaa maata. Orgaanisen aineen hajaantuessa vapautuu siitä tyyppiä ammoniumina, mitä kasvit pystyvät käyttämään hyväkseen.

Vapautuva ammonium ei turpeessa ole kuitenkaan pitkäikäinen. Vähäinen osa siitä saattaa hapettua edelleen nitraatiksi, mitä kasvit myös pystyvät ottamaan. Ilmeisesti kuitenkin pääosa vapautuneesta ammoniumista kohta muodostuttuaan sitoutuu uudelleen vaikealiukoiseksi orgaaniseksi yhdisteiksi. Voidaan näinollen puhua mobilisoituvan typen brutto- ja nettomäärästä. Brutolla tarkoitetaan tällöin luonnollisesti turpeen maatuessa ammoniummuotoon muuttuvan typen kokonaisuusmäärää ja netolla taas sitä typpimäärää, mikä ei uudelleen sitoudu, vaan todella jää ammoniumiksi tai nitraatiksi kasveille käytettäväksi.

Mobilisoituvan typen bruttomäärä määrytynee lähinnä turpeen orgaanisen aineen tyyppipitoisuuden mukaan. Käsitteellisesti tämä vastaa yleisesti käytettyä C/N-suhdetta, koska turpeen orgaanisen aineen hiilipitoisuuden vaihtelut ovat typen vaihteluun verrattuna varsin vähäiset. Analyytisesti on orgaanisen aineen määrittäminen helpompaa kuin hiilen määrittäminen. Kun luonnontilaisissa turpeissa tuhkapitoisuus on yleensä verraten alhainen ja pääosa tuhkasta jo oksidimuodossa, on ilmeistä, että uunikuivan turpeen tuhkamäärityksestä saadaan verraten luotettava orgaanisen aineen määrä. Tutkimusaineistosta määritettiin myös kolorimetrisesti hiilipitoisuus. Saadut tulokset eivät kuitenkaan sanottavasti poikenneet toisistaan käyttämällä keskimääräistä orgaanisen aineen hiilipitoisuutta.

Orgaanisen aineen tyyppipitoisuuden ohella vaikuttavat typen mobilisoitumisnopeu-



Kuvio 1. Turpeen orgaanisen aineen ja neulasten tyyppipitoisuuden väliset riippuvaisuussuhteet koko tutkimusaineistossa.

teen myös useat muut tekijät, kuten riittävä hapen saanti — siis tehokas kuivatus — ja turpeen pH. Mitä korkeampi pH on, sitä nopeammin orgaaninen aine hajautuu ja siis vastaavasti myös typen mineraloituminen nopeutuu. Vuorottaiset kuivumiset ja kastumiset vaikuttavat samaan suuntaan (Birch 1960).

Osa vapautuvasta typestä sitoutuu turvetta hajoittavan pieneliöstön solujen rakkusaineeksi, osa taas sitoutuu kemiallisesti hajautuneen humuksen muodostamiin uusiin yhdisteisiin. Vapautuvan ja sitoutuvan typen ero, typen nettobilisointuminen, jää siis kasveille käytettäväksi, joten neulasanalyysin voidaan katsoa ilmentävän sen suhteellista suuruutta.

Kuviosta 1 ilmenee turpeen orgaanisen aineen typpipitoisuuden (C/N-suhte) vaikutus neulasten typpipitoisuuteen. Nämä näyttävät olevan keskenään korkeintaan vain hyvin lievässä riippuvaisuussuhteessa. Turpeen C/N-suhteen ohella vaikuttavat siis ilmeisesti ehkä useat muut tekijät typen mobilisointumiseen.

Kuviossa 1 herättää erityisesti huomiota ääriarvojen suuri poikkeaminen toisistaan samalla turpeen orgaanisen aineen typpipitoisuuden arvolla. Olisi mielenkiintoista selvittää, voitaisiinko poikkeamiin löytää mitään säännönmukaisuutta. Tässä mieles-

sä valittiin kuviosta 1 verraten suppea kaista, minkä alueella orgaanisen aineen typpipitoisuuden vaihtelu oli siksi vähäistä, että sitä käytännöllisesti katsoen voitiin pitää muuttumattomana. Tällaisiksi rajoiksi turpeen orgaanisen aineen typpipitoisuudessa valittiin 2.7 ja 2.9 %, koska tälle välille aineistossa sattui verraten lukuisa määrä näytteitä. Tämä aineisto on esitetty taulukossa 1 neulasten typpipitoisuuden mukaisessa järjestyksessä.

Voitaisiin olettaa pH:n ja emäspitoisuuden kohoamisen edistävän typen mobilisointumista. Taulukossa 1 ei kuitenkaan ole ilmiön tämántapaista suuntaa todettavissa. Tutkimusaineistossa on ilmeisesti näiden tekijöiden osuus siksi vähäinen, ettei se joidenkin muiden vaikuttavampien tekijöiden ansiosta pysty lainkaan ilmenemään.

Voidaan ajatella, että typpipitoisuuden ohella myös sen tilavuusyksikössä olevalla määrällä saattaa olla oma osuutensa mobilisoidun typen määrään. Taulukosta 1 nähdään kuitenkin, ettei tämänkään tekijän (N, t/ha) osuus ole niin suuri, että se pystyisi pääsemään esille. Sama koskee myös turpeen tilavuuspainoa, jonka karkeasti voidaan olettaa luonnehtivan turpeen maatumisastetta vähätuhkaisten turpeiden ollessa kyseessä.

Edellä mainittiin jo, että toiset ravinteet

**Taulukko 1.** Neulasten typpipitoisuus alenevassa sarjassa turpeen orgaanisen aineen typpipitoisuuden vaihdella merkityksettömän pienellä alueella (2.70—2.90 %).

Turve						Neulaset			
Org.ain. N %	pH	Sa	Ca	N t/ha	Tilav. pain.	N %	P ppm	Ca	K
		me/100 g						me/100 g	
2.90	5.30	36	47.0	8.3	0.16	2.12	1360	23.0	12.2
2.90	5.31	22	42.0	12.4	0.23	2.11	1250	26.0	9.5
2.82	4.60	25	26.0	7.5	0.14	2.04	1140	26.0	8.0
2.70	4.68	31	22.0	9.2	0.18	1.99	2480	26.0	13.9
2.80	5.35	62	62.0	10.6	0.20	1.85	720	26.4	9.1
2.76	3.90	20	21.0	11.7	0.23	1.75	1090	20.0	7.3
2.90	4.48	25	28.0	16.4	0.32	1.69	1130	37.0	5.2
2.82	4.70	26	31.4	9.9	0.20	1.60	980	30.0	9.3
2.83	4.70	29	64.0	10.1	0.19	1.60	1570	24.0	10.2
2.70	4.98	21	28.0	10.5	0.21	1.58	1390	21.0	11.8
2.70	5.63	32	77.0	10.2	0.21	1.53	770	28.0	9.3
2.83	4.70	33	64.0	10.1	0.19	1.60	1570	26.0	10.2
2.70	4.68	20	22.0	8.5	0.20	1.48	830	26.0	8.4
2.84	4.70	19	29.0	10.5	0.20	1.43	1410	28.0	3.9
2.70	4.28	31	29.0	9.3	0.21	1.41	1020	21.0	7.8
2.70	4.53	15	42.4	12.2	0.26	1.35	1170	30.0	6.0
2.90	4.89	13	20.0	13.0	0.30	1.30	1270	29.0	5.6
2.70	5.10	28	61.0	10.2	0.20	1.16	1210	30.0	7.3
2.70	4.91	30	43.0	8.0	0.17	1.13	680	34.0	8.2
2.70	4.74	21	23.0	9.5	0.21	1.12	1600	27.0	6.8
2.90	4.22	18	16.0	18.3	0.32	1.11	710	35.0	5.2
2.83	4.48	15	28.0	9.0	0.20	1.09	970	26.4	6.8

**Taulukko 2. Neulasten typpipitoisuus alenevassa sarjassa vastaavine suotyyppeineen.**

Neulaset N %	Turve Org.ain. N %	Suotyyppi
2.12	2.90	Rimpiletto
2.11	2.90	— „ —
2.04	2.82	— „ —
1.99	2.70	— „ —
1.85	2.80	— „ —
1.75	2.76	Rimpineva
1.69	2.90	— „ —
1.60	2.82	Rimpiletto
1.60	2.83	Koivuletto
1.58	2.70	Sararäme
1.53	2.70	Lettoräme
1.50	2.83	Koivuletto
1.48	2.70	Sararäme
1.43	2.84	Suursaraneva
1.41	2.70	Sararäme
1.35	2.70	— „ —
1.30	2.90	Koivuletto
1.16	2.70	Warnst. letto
1.13	2.70	Lettoräme
1.12	2.70	Suursaraneva
1.11	2.90	Sararäme
1.09	2.83	Suursaraneva

vaikuttavat tavalla tai toisella toisten ravinteiden ottoon. Taulukossa 1 esitetyistä neulasten kalsium-, magnesium-, kalium- ja fosforipitoisuuksista huomataan, etteivät ainakaan nämä ravinteet näytä noudattavan typen mobilisointijärjestystä.

Yhteenvedona edelläesitetystä on siis todettava, ettei enempää kasvualustan kuin neulastenkaan ravinnepitoisuuksien ja toisaalta typen nettomobilisoinnin välille ole onnistuttu löytämään syy-yhteyttä.

Taulukossa 2 on esitetty taulukon 1 aineisto suotyypin määrityksineen. Huomataan, että neulasten typpipitoisuuden ja suotyypin välillä näyttää olevan erittäin selvä riippuvaisuussuhde — huolimatta siis siitä, että turpeen orgaanisen aineen typpipitoisuus (C/N-suhde) on koko aineistossa suunnilleen sama. Aivan erityisesti rimpiletoilla näyttää typen mobilisointi olevan runsasta.

Typen mobilisointi on ollut vähäisintä sararämeillä ja suursaranevoilla. Kummallekin mainitulle suotyypille on luonteeltaan runsas rakkasammakkasvillisuus.

Toisaalta rimpilettojen ja toisaalta taas Sphagnum-valtaisten sararämeiden ja suursaranevojen välille asettuvat taulukossa 2 sellaiset suotyypit kuin koivuletto, lettoräme ja Warnstorfianumletto. Kaikille näille tyypeille on yhteistä verraten runsas

*Sph. Warnstorfianumin* esiintyminen. Sararämeillä ja suursaranevoilla taas ovat vallitsevia *Sph. recurvum*, *papillosum* ja *cuspidata*-ryhmän lajit.

Nyt herää helposti kysymys siitä, mitä yhteyttä suotyypillä ja typen nettomobilisoinnissa saattaa olla keskenään — ottamatta siis huomioon turpeen C/N-suhdetta? Edellä viitattiin jo siihen, että rimpiletoille ovat tunnusomaisia rakkasammakot ja sarat, kun taas sararämeille ja suursaranevoille ovat tunnusomaisia oligo- ja mesotrofiset rakkasammakot. Sarojen osuus on sararämeissä vähäisempi kuin suursaranevoilla.

Taulukon 2 perusteella näyttää siis siltä, että typen nettomobilisointi suurenee seuraavassa järjestyksessä: rakkasammakot — sarat — lehtisammakot.

Tässä yhteydessä lienee syytä huomauttaa, että taulukossa 2 esitetty näyteaineisto on koottu sellaisilta soilta, mitkä oli kuivattu keskim. ehkä n. 5 vuotta ennen näytteiden ottoa. Pintaturpeessa, mistä juuristo ottaa ravinteensa, oli näinollen mäntyjen kasvuaikana ollut verraten runsaasti heikosti hajautuneita kasvien jäänteitä.

Edelläesitetyn jälkeen herää kysymys, olisiko sarojen ja lehti- sekä rakkasammakkojen koostumuksessa havaittavissa sellaisia eroja, joilla saattaisi olla vaikutusta typen nettomobilisointiin — siis jälleen kasvuaikansa C/N-suhdetta huomioonottamatta. Tätä kysymystä pohdittaessa kiinnittyy huomio ensisijaisesti mainittujen kasviryhmien helposti hajautuvien orgaanisten aineiden määrin. Näitähän pieneliöstöä ensiksi käyttää energian lähteenään sitoen samalla liukoissa muodossa olevaa tyyppiä, lähinnä ammoniumia. Siis mitä enemmän turpeessa on helposti hajautuvaa orgaanista ainesta, sitä tehokkaammin tapahtuvaa typen sitoutumista on odotettavissa.

Helpoimmin pystyy pieneliöstö eri orgaanisista aineryhmistä käyttämään hyväkseen vesiliukoisia orgaanisia aineita, hemiselluloosaa ja selluloosaa. Näiden määrään tulisi siis typen mobilisointia tutkittaessa kiinnittää aivan erityistä huomiota. Otetussa tutkimusaineistossa on orgaanisen aineksen nopein hajautuminen jo tapahtunut ennen näytteiden ottoa. Siitä ei siis enää ollut sanottavaa aihetta määrittää mainittuja orgaanisia aineryhmiä.

Taulukko 3. Eräiden turvetta muodostavien kasvien ja turvelajien orgaaninen koostumus.

Kasvilaji Turvelaji	Kuiva-aineessa %			
	Vesiliuk. aineita	Hemi- selluloosa	Sellu- loosa	Yhteensä
Drep. interm. <sup>1)</sup>	3.58	13.78	20.78	38.14
Sara, juurihuovasto <sup>2)</sup>	3.18	20.86	11.78	35.82
„, elävä osa <sup>2)</sup>	12.56	18.36	28.20	59.06
Sph. Warnstorffianum <sup>1)</sup>	6.02	21.91	28.57	56.50
„ fuscum <sup>1)</sup>	10.11	26.79	28.69	65.59
Saraturve <sup>1)</sup>	2.98	12.32	5.44	20.74
Ruskosammalsarat <sup>1)</sup>	2.77	12.38	0	15.15
Eutrof. rahkasarat <sup>1)</sup>	3.23	12.99	3.97	20.19
Rahkaturve <sup>1)</sup>	7.82	18.15	16.15	42.12

<sup>1)</sup> Kivisen määritys (1934)

<sup>2)</sup> Waksman'in ja Stevens'in määritys (1928)

Tämä ei kuitenkaan tuottanut suurtakaan haittaa, koska kirjallisuudessa on esitetty lukuisia yhtäpitäviä tietoja turvetta muodostavien kasvien ja eri turvelajien orgaanisesta ainekoostumuksesta. Taulukossa 3 on esitetty esimerkkejä tällaisista määrittäyksistä Kivisen (1934) sekä Waksmanin ja Stevensin (1928) mukaan.

Taulukossa 3 on lehtisammalia edustamaan valittu tyypillinen rimpilettojen sammal *Drepanocladus intermedius*. Saroista on esitetty erikseen elävä osa ja juurihuovasto, mikä nimenomaan on tärkeä turpeen muodostajana. Rahkasammalia edustamaan on valittu eutrofinen *Sph. Warnstorffianum* ja oligotrofinen *Sph. fuscum*. Taulukosta huomataan, että *Drep. intermediuksessa* ja sarojen juurihuovastossa helposti hajautuvan orgaanisen aineksen määrä on verraten vähäinen rahkasammaliin verrattuna, olkoon sitten kyseessä *Sph. Warnstorffianum* tai *fuscum*. Tosin *fuscum* tässä suhteessa ylittää huomattavastikin *Warnstorffianumin*.

Taulukossa 3 esitetystä turvelajiesimerkeistä huomataan, että niissäkin helposti hajautuvien orgaanisten aineryhmien määrät noudattavat edelläesitettyjä suuntaviivoja. Vähiten on niitä ruskosammalsaraturpeissa — siis rimpiletoilla — ja eniten rahkaturpeissa. *Sph. Warnstorffianumia* sisältävässä eutrofisessa rahkasaraturpeessa ne ovat jo ennättäneet hajautua.

Taulukkoja 2 ja 3 keskenään vertailemalla voidaan siis todeta, että typen nettomobilisoituminen näyttää noudattavan helposti hajautuvien orgaanisten aineryhmien todennäköisiä määräsuhteita. Aivan erityisesti on syytä panna merkille, että mine-

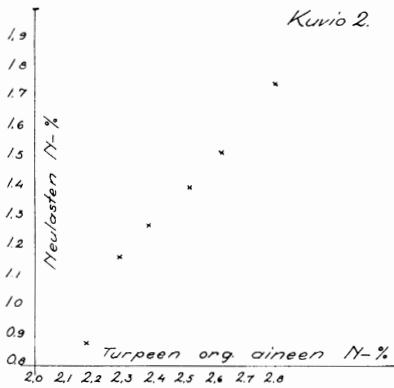
raloituneen typen uudelleen sitoutuminen näyttää olevan sen mobilisoitumisessa huomattavasti tärkeämpi tekijä kuin sen C/N-suhde.

Helposti hajautuvan orgaanisen aineen määrä vähenee verraten nopeasti turpeen maatuessa (Kivinen 1934). Voidaan näinollen olettaa, ettei vapautuneen typen uudelleen sitoutuminen maatuessa turpeessa ole nää yhtä tehokasta kuin mitä se on raa'assa turpeessa — vaikka siis turpeen C/N-suhde kummassakin tapauksessa olisi sama.

Vanhoja kuivatusalueita edustavia näytteitä oli tutkimusaineistossa vain verraten vähän. Niistä onnistuttiin löytämään pari, joilla turpeen orgaanisen aineen typpi-% oli miltei sama. Nuoria kuivatuksia edustavista näytteistä valittiin toiset kaksi, joilla orgaanisen aineen typpi-% oli mahdollisimman lähellä edellisiä. Näytteet on esitetty taulukossa 4. Siitä huomataan, että vanhat ja uudet kuivatukset poikkeavat selvästi toisistaan typen nettomobilisoitumisen suhteen, vaikka turpeen C/N-suhde kummassakin tapauksessa on käytännöllisesti katsoen sama. Vanhoissa kuivatuksissa typen mobilisoituminen on ollut huo-

Taulukko 4. Kuivatuksen iän vaikutus mobilisoituvan typen nettomäärään.

Kuivatuksen ikä	Suotyyppi	Turve org.ain. N %	Neulas- ten N %
Vanha kuivatus	Suursarakalvakkaneva	2.42	2.14
— „ —	Sararäme	2.44	1.68
Nuori kuivatus	Lettoräme	2.39	1.26
— „ —	Sararäme	2.40	1.00



Kuvio 2. Turpeen orgaanisen aineen ja neulasten typpipitoisuuden väliset riippuvaisuussuhteet 6—8 vuotta ennen näytteiden ottoa kuivatuissa lettorämeissä.

mattavasti tehokkaampaa kuin uusissa. Jopa neulasten typpi-% edellisessä on saattanut olla kaksinkertainen jälkimmäisiin verrattuna (taulukko 4). Ilmiön suunta on siis ollut odotetusti teoreettisen tarkastelun mukainen.

Edellä on käsitelty sellaisia tapauksia, joissa helposti hajautuvan orgaanisen aineen määrä on vaihdellut C/N-suhteen pysyessä muuttumattomana. Toisaalta olisi mielenkiintoista käsitellä myös sellaisia tapauksia, joissa C/N-suhde vaihtelee helposti hajautuvan orgaanisen aineen määrän pysyessä muuttumattomana. Tässä mielessä pyrittiin tutkimusaineistosta saamaan suppealta alueelta koottu sellainen osa-aineisto, jossa suotyppi ja kuivatusaika olisivat mahdollisimman tarkoin samat. Tällainen varsin suppea aineisto on esitetty kuviossa 2. Suotyppi on kaikissa esitetyissä tapauksissa ollut lettoräme. Suot oli kuivattu 6—8 vuotta ennen näytteiden ottoa. Mainitut suot ovat olleet osittain Sallassa, osittain Rovaniemen maalaiskunnassa. Ilmasto on näinollen ollut suunnilleen sama kaikissa esitetyissä tapauksissa.

Kun lettoräme on verraten yksikäsitteinen suotyppi, on todennäköistä, ettei turpeen botaaninen ja orgaaninen koostumus eri tapauksissa suurestikaan poikkea toisistaan (*Sph. Warnstorffianumia* on kaikissa esitetyissä tapauksissa esiintynyt verraten runsaasti). Helposti hajautuvien orgaanisten aineryhmien määrän voidaan näinollen karkeasti ottaa olettaa olevan samaa suuruusluokkaa.

Taulukosta 2 huomataan, että siinä esitetyssä aineistossa turpeen orgaaninen aine ja neulasten typpipitoisuus ovat keskenään verraten kiinteässä riippuvaisuussuhteessa. Tämä näyttää siis pitävän paikkansa sellaisessa aineistossa, missä turpeen orgaanisten aineryhmien voidaan olettaa laadullisesti ja määrällisesti vastaavan toisiaan. Tämä on pitänyt paikkansa tutkimusaineistosta valituissa muissakin yhtenäisissä aineistoryhmissä. Niistä on kuitenkin otettu esimerkiksi vain kuviossa 2 esitetty.

Edelläesitetyn perusteella näyttää siis siltä, että suometsissä typen nettomobiloituminen määräytyy lähinnä turpeen helposti hajautuvien orgaanisten aineryhmien ja sen orgaanisen aineen typpipitoisuuden mukaan. Kummatkin mainitut tekijät on siis otettava huomioon turpeen typen käyttökelpoisuutta arvioitaessa.

#### TURPEEN TYPEN RIITTAVYYDESTA SUOMETSISSÄ

Soiden metsittämisessä ei meillä toistaiseksi vielä sanottavastikaan käytetä lannoitusta. Puiden on näinollen tultava toimeen turpeen luontaisten ravinnearvojen turvin. Elintärkeiden valkuaisaineiden rakenneosana on typpi näistä ehkä kaikkein keskeisin. Niinpä puutkin tarvitsevat sitä huomattavia määriä. Soiden metsittämisessä on näinollen syytä kiinnittää aivan erityistä huomiota turpeen typen käyttökelpoisuuteen.

Neulasten typpipitoisuutta puiden kasvukyvyn ilmentäjänä on tutkittu verraten runsaasti. Niinpä Mitchell'in (1934, 1939) astiakokeiden ja Tammin (1956) metsänlannoituskokeiden mukaan puiden suurin mahdollinen tuotto edellyttää vähintään 2 % neulasten typpipitoisuudessa. Käytännössä kuitenkin yleensä vain harvoin saavutetaan näin korkeita typpipitoisuuksia. Niinpä Wehrmann'in (1959 b) tutkimissa 68 metsikössä neulasten typpipitoisuus vaihteli 1.17—2.17 %, ollen useimmiten alle 1.25 %. Tammin (1956) mukaan tyypeä onkin useissa tapauksissa pidettävä puiden kasvua rajoittavana tekijänä.

Kuinka sitten mahtanee olla typen riittävyyden laita suometsissä? Typpivarathan siellä (t/ha, taulukko 1) ovat huomattavasti

tavan suuria. Kuten edellä kuitenkin on todettu, vain pieni osa niistä saattaa muuttua kasveille käyttökelpoiseen muotoon. Edelleen on todettu, että mitä raaempaa, rahkaisempaa ja vähätyppisempää turve on, sitä vähemmän siitä vapautuu tyypeä kasveille käytettäväksi.

Käytännön metsäojituksessa käytetään suotyyppejä metsäojituskelpoisuuden tunnuksina. Pintakasvillisuuden mukaan määritetyn suotyypin voidaan olettaa jossain määrin kuvaavan sekä turpeen orgaanisten aineryhmien määräsuhteita (sama pintakasvillisuus) kuin myös sen C/N-suhdetta (suunnilleen sama maatumisaste). Näinollen saattaa suotyyppi pystyä kuvaamaan myös turpeen tyypin käyttökelpoisuutta. Että asianlaita näyttääkin olevan näin, ilmenee taulukosta 5. Siinä on esitetty vain sellaiset suotyypit, joista aineistossa on ollut vähintään 10 näytettä. Aineisto on tosin suppea, mutta lienee kuitenkin riittävä antamaan käsityksen ilmiön suunnasta.

Wehrmann'in (1959) mukaan on neulasten tyyppipitoisuus verraten kiinteässä riippuvuussuhteessa sekä puiden pituudesta lisäkasvun kanssa. Riippuvuussuhde ei kuitenkaan ole suoraviivainen, vaan Mitscherlich'in käyrän mukainen. Kaikissa hyväkasvuissa metsiköissä (hyvyysluokka I—I½) ylitti neulasten tyyppipitoisuus 1.5 %. Sitävastoin ei ainoassakaan huonokasvuissa metsiköissä (hyvyysluokka III—V) neulasten tyyppipitoisuus sanottavastikaan ylittänyt tätä rajaa.

Taulukosta 5 ja kuviosta 1 huomataan, että — käytettäköönä rajalukuina joko edellämainittuja 1.50 tai 1.75 % — tyyppi näyttää olevan riittävästi, jopa hyvinkin runsaasti useissa soissa. Sitävastoin näyttää taas olevan myös useita soita, jopa kokonaisia suotyyppejäkin (lettoräme, tupasvillaräme), joissa tyyppiä ei ilmeisesti vapaudu riittävästi korkeimpien hyvyysluokkien lisäkasvua silmälläpitäen. Tosin on huomattava, että edellä on käytetty lähinnä Saksasta saatuja rajalukuja sikäläisine metsikön hyvyysluokkineen. Suomesahan rajaluvut saattavat olla hieman toiset.

Taulukosta 5 huomataan, että jo verraten suppeassakin aineistossa neulasten tyyppipitoisuuden vaihtelu samankin suotyypin puitteissa saatta olla huomattavan suuri; esim. sararämeissä 1.05—1.68 % ja

Taulukko 5. Neulasten tyyppipitoisuus erällä suotyypeillä.

Suotyyppi	Näyt- teiden luku	N %	Vaihtelu
Molinianeva	12	2.25	2.11—2.43
Rimpiletto	13	1.88	1.60—2.04
Kalvakkaneva	10	1.63	1.23—2.14
Rimpineva	17	1.61	1.12—2.24
Mol. lettoräme	10	1.32	1.17—1.53
Sararäme	14	1.32	1.05—1.68
Suursaraneva	15	1.27	0.94—1.59
Tupasvillaräme	12	1.26	1.13—1.34
Lettoräme	11	1.04	0.95—1.13

rimpinevoilla 1.12—2.24 %. Aineistoa lähemmin tarkasteltaessa voitiin todeta, että esim. sararämeillä neulasten tyyppipitoisuus oli yleensä sitä alhaisempi, mitä enemmän suolla oli rahkasammalia ja mitä raaempaa turve oli. Sama piti myös paikansa rimpinevojen suhteen. Erityisesti juuri siellä vaihtelu rahkasammalien määrän suhteen olikin laaja. Ilmeisesti juuri tästä aiheutuikin laaja vaihtelu neulasten tyyppipitoisuudessa. Rimpiletoilla ei rahkasammalia ole ollut sanottavasti laisinkaan. Niinpä neulasten tyyppipitoisuus onkin siellä vaihdellut verraten suppealla alueella.

Lettorämeillä on neulasten tyyppipitoisuus ollut yllättävän alhainen. Osittain tämä aiheutunee *Sph. Warnstorffianum* runsaudesta. Sehän lettorämeillä hajautunee alkuvaiheessa verraten nopeasti sitoen runsaasti tyyppiä.

Edellämainittuja tuloksia tarkasteltaessa on koottu verraten nuorilta kuivatuksilta. Typen sitoutuminen on tällöin voimakkaimmillaan. Vanhemmilla kuivatuksilla, kuten edellä on mainittu, typen sitoutuminen on vähäisempää, joten sitä vapautuu runsaammin kasveille käyttökelpoiseen muotoon. Näinollen tutkimusaineisto edustaa sellaista vaihetta, mikä antaa mahdollisimman epäedullisen kuvan typen mobilisoitumisesta.

Täydennyksenä edelläesitettyyn lienee vielä syytä mainita typen eri sitoutumistavoista, koska niillä saatta olla huomattavan suuri käytännöllinen merkitys. Kuten edellä jo mainittiin, sitoutuu vapautunut tyyppi osittain pieneliöstön soluihin, siis biologisesti, osittain taas uusiin yhdisteisiin, lähinnä humushappoihin, siis kemiallisesti.

Pieneliöstön kooltua niiden solut hajautuvat verraten nopeasti, joten biologisesti

sitoutunut typpi vapautuu suhteellisen nopeasti. Erityisesti rahkasammalet sitovat runsaasti typpeä biologiseen muotoon. Humushappojahan rahkasammalista muodostuu vain verraten vähän. Näinollen rahkasammalien maatuessa sama, usein verraten pienikin typpimäärä on verraten vilkkaassa kiertokulussa, kunhan vain olosuhteet ovat suotuisat pieneliöstön toiminnalle. Niinpä erittäin vähätyppinen *Sph. fuscumkin* kirjoittajan kokeissa on ilman typpilisäystä hajautunut suunnilleen yhtä nopeasti kuin runsastyppisetkin turvelajit, kunhan vain pH on kohotettu samalle tasolle muiden turvelajien kanssa. Tällöin on kuitenkin voitu todeta, ettei humushappoja ole muodostunut juuri laisinkaan. Typen kemiallinen sitoutuminen on siis ollut merkityksettömän vähäistä.

Sellaisissa soissa, joissa typen biologinen pidättyminen on voimakasta, mutta sen kemiallinen sitoutuminen vähäistä, on siis typpi jatkuvasti verraten nopeassa kiertokulussa. Vähäisestäkin typpimäärästä saattavat näinollen hidaskasvuiset kasvit — kuten esim. männyt — saada suhteellisen runsaasti typpeä typen kokonaisuutensa verrattuna. Jos typpeä on kohtalaisesti, saattaa puiden typpiravitsemus olla hyvinkin runsasta. Molinianeevoilla tavattava korkea neulasten typpipitoisuus aiheutuu juuri lähinnä tästä. Samaten taas pelkillä rahkasoilla, joissa turpeen ligniinipitoisuus (muodostuvien humushappojen määrä) on alhainen, saattaa verraten pienikin typpilisäys vaikuttaa tehokkaasti, koska lisätty typpi joutuu nopeaan kiertokulkuun. Peltoviljelyssä, missä kasvu on verraten nopeaa ja missä satojen mukana vuosittain viedään maasta pois huomattavia typpimääriä, ei kerran lisätyllä tyvellä rahkasoilla ole jälkivaikutusta. Metsänkasvussa saattaa tilanne olla toisin. Siellähän puiden ottama typpi on jatkuvassa kiertokulussa karikkeiden ja maan välillä.

Typen kemiallinen sitoutuminen on puiden kannalta katsottuna huomattavasti haitallisempaa kuin sen biologinen pidättyminen. Kemiallisesti sitoutuu humushappoihin typpeä erittäin lujasti huomattavia määriä (Puustjärvi 1955). Typen kemiallinen sitoutuminen on sitä tehokkaampaa, mitä enemmän turve sisältää ligniiniä, esim. puuainesta. Humushapot-

han ovat lähinnä ligniinin ja tyypiyhdisteiden johdannaisia, lignoproteidejä.

Lettorämeillä havaittu neulasten erittäin alhainen typpipitoisuus (taulukko 5) saattaa *Sph. Warnstorianumin* ohella aiheutua myös voimakkaasta typen kemiallisesta sitoutumisesta. Siellähän turpeen runsaasta puu- ja varpukasvillisuudesta aiheutuen saattaa olla runsaasti puuainesta, mikä lettorämeiden runsaskalkkisessa turpeessa epäilemättä hajautuu verraten nopeasti humushappoja muodostaen ja samalla typpeä kemiallisesti sitoen. Sama koskee myös sararämettä. Sararämeiden turve on kuitenkin lettorämeisiin verrattuna vähäkalkkista ja hapanta. Turpeen maatumisen ja siis vastaavasti myös typen kemiallinen sitoutuminen tapahtuu siellä ilmeisesti hitaammin kuin lettorämeillä. Niinpä puiden typpitalous sararämeillä onkin edullisempaa kuin lettorämeillä (taulukko 5).

#### LOPPUPÄATELMAT

Ojitettujen suometsien typpitalous on verraten monimutkainen ilmiö. Pääpiirteittäin ottaen voidaan siinä ilmiön teoreettiseen tarkasteluun ja neulasanalyyysien antamiin tuloksiin nojautuen erottaa seuraavia vaiheita.

1. Kuivatuksen vaikutuksesta paranevat turvetta hajoittavan pieneliöstön elin ehdot. Turpeen maatumisen nopeutuu.
2. Turpeen maatumisen nopeutuessa vilkastuu myös typen bruttomobilisointuminen.
3. Mineraloitunut typpi sitoutuu
  - a) pieneliöstön soluihin (biologinen pidättyminen)
  - b) muodostuviin humushappoihin (kemiallinen sitoutuminen)
  - c) loppuosa mobilisoiduneesta types- tä jää kasveille käytettäväksi (typen nettomobilisointuminen).
4. Typen biologinen pidättyminen on sitä tehokkaampaa, mitä enemmän turve sisältää helposti hajautuvia orgaanisia aineryhmiä, lähinnä selluloosaa ja hemiselluloosaa. Turvetta muodostavista kasveista sisältävät näitä lähinnä rahkasammalet. Raa'assa rahkaturpeessa on siis typen biologinen pidättyminen aivan erityisen tehokasta.
5. Typen kemiallinen sitoutuminen on



- sitä tehokkaampaa, mitä enemmän turve sisältää ligniiniä, mikä valkuaisaineiden kanssa muodostaa lignoproteideja, humushappoja.
6. Biologisesti pidättynyt typpi on jatkuvassa kiertokulussa, kun taas kemiallisesti sitoutunut typpi on pidättynyt erittäin runsaasti humushappoihin kuuluen yhtenä aineosana niiden molekyylirakenteeseen.
  7. Mobilisoituvan typen nettomäärä määrätty sen mukaan, paljonko turpeessa on
    - a) helposti hajautuvia orgaanisia aineryhmiä
    - b) ligniiniä ja
    - c) suuriko on orgaanisen aineen typpipitoisuus tai vastaavasti turpeen C/N-suhte.
  8. Neulasanalyysin mukaan on lukuisissa soissa riittävästi käyttökelpoista typpeä korkeimpienkin tuottoluokkien tarpeiden tyydyttämiseksi. Erittäin rimp- ja Moliniasoilla on typpitalanne hyvä. Useilla rämetyy-  
peillä saattaa typpi sitävastoin olla kasvua rajoittava tekijä.
  9. Turpeen botaaniseen koostumukseen nähden ruskosammalet ja sarat ovat osoituksena suotuisasta kun taas rahkasammalet ja puuaines ovat osoituksena turpeen epäedullisesta typpitaloudesta.
  10. Rahkasammalet sitovat typpeä tilapäisesti, kun taas puuaines sitoo sen pysyvästi kasveille soveltumattomaan muotoon. Suometsien typpilannoitustarpeeseen saattaa viimeainittu tekijä vaikuttaa hyvinkin ratkaisevasti.
  11. Typen sitoutuminen turpeeseen on tehokkaimmillaan heti kuivatuksen jälkeen. Vanhoilla kuivatuksilla saavat puut tietyn typpipitoisuuden omaavasta turpeesta huomattavasti enemmän typpeä kuin vastaavan typpipitoisesta turpeesta nuorilla kuivatuksilla. Suometsien typpitalous on näinollen vaikeimmillaan ojituksen jälkeisinä vuosina, jolloin turpeen maatuminen on tehokkaimmillaan.

#### KIRJALLISUUTTA

- BIRCH, H. F. 1960. Humus decomposition and nitrification. *Plant and soil* 11, 262—286.
- KIVINEN, E. 1934. Über die organische Zusammensetzung der Torfarten und einiger Torfkonstituenten. *Agrogeol.* julk. 36, 1—36.
- MITCHELL, H. L. 1934. Pot culture tests of forest soil fertility. *Black Rock Forest. Bull.* 5.
- 1939. The growth and nutrition of white pine (*Pinus strobus*) seedlings in cultures with varying nitrogen, phosphorus, potassium and calcium. *Black Rock Forest. Bull.* 9.
- PUUSTJARVI, V. 1955. On the humic acids of peat soils. *Acta Agriculturae Scandinavica* V: 2—3, 257—279.
- 1957. On the base status of peat soils. *Acta Agriculturae Scandinavica* VII: 2, 190—223.
- 1961. Turpeen C/N-suhteesta ja typen mobilisointisesta kenttäolosuhteissa. (Summary: On the C/N ratio of peat and on its nitrogen mobilisation under field conditions.) *Suo* 2, 28—33.
- TAMM, C. O. 1956. The effects of nitrogen fertilization on tree growth and foliage composition in a forest stand. VI Congress International de la Science du Sol, Paris.
- WAKSMAN, S. & STEVENS, K. 1928. Contribution to the chemical composition of peat: I. Chemical nature of organic complexes in peat and methods of analysis. *Soil Sci.* 26, 113—137.
- WEHRMANN, J. 1959 a. Methodische Untersuchungen zur Durchführung von Nadelanalysen in Kiefernbeständen. *Forstw. Cbl.* 78, 77—97.
- 1959 b. Die Mineralstoffernährung von Kiefernbeständen (*Pinus silvestris*) in Bayern. *Forstw. Cbl.* 78, 129—150.
- ULRICH, A. 1943. Plant analysis as a diagnostic procedure. *Soil Sci.* 55, 1001—112.

#### ON THE MOBILIZATION OF NITROGEN IN PEAT AND ON ITS USEFULNESS IN PEATLAND FORESTS IN THE LIGHT OF NEEDLE ANALYSIS

The investigation deals with the mobilization of the nitrogen in peat as it is reflected by analysis of the needles of coniferous trees. The material has mainly been gathered from bogs drained about 5—10 years prior to sampling.

When the material was treated as one series, there was only slight correlation between the organic matter in the peat (its C/N ratio) and the nitrogen content of the needles. Separate study of the part of the series in which the

A. Sundgren:

## II KANSAINVÄLINEN TURVEKONGRESSI

Toista kansainvälistä turvekongressia valmisteleva komitea kokoontui toisen kerran maaliskuun 27—29 p:nä ja tällä kertaa Leningradissa. Tähän kokoukseen osallistuivat: Mr. H. M. S. Miller (Irlanti), Mr. A. Robertson (Englanti—Skotlanti), tri M. Gordon (Länsi-Saksa), tri A. Løddesøl (Norja), johtaja O. Uddgren (Ruotsi) ja professori A. Sundgren (Suomi), edustaan turvetuottajia ja tutkijoita seuraavista maista: Australia, Tanska, Englanti, Suomi, Ranska, Hollanti, Intia, Irlanti, Islanti, Israel, Italia, Japani, Kanada, Malaiji, Uusi-Seelanti, Norja, Pakistan, Ruotsi, Saksan Liittotasavalta, Uruguai, U.S.A. ja Itävalta. Neuvostoliittoa edustivat seuraavat henkilöt: dosentti C. A. Tsuprov, ins. C. I. Churaiev, ins. S. A. Gusev ja maist. A. A. Sokolov. Neuvostovenäjän tasavaltaa edustivat prof., tri C. C. Dragunov ja prof., tri N. N. Nikonov sekä ins. S. I. Strukov, Ukrainaa prof., tri L. A. Khristeva, Valko-Venäjää prof., tri V. E. Rakovsky, Itä-Saksaa ins. R. Kadner ja Puolaa ins. I. Filipovicz.

Neuvostoliiton turveasioihin liittyvien johtavien piirien taholta oli haluttu korostaa kokouksen merkitystä sillä, että tapaaminen oli järjestetty Nevan rannalla sijaitsevaan erittäin tyylikkääseen ja arvokkaaseen Tieteiden taloon lähellä Talvipalatsia ja Eremitagea.

Kokouksen puheenjohtajana toimi dosentti Tsuprov ja neuvottelu käytiin erittäin ystävällisessä ja rakentavassa hengessä. Neuvottelujen tulokset olivat seuraavat:

1. Vahvistettiin ne periaatteet ja ehdotukset, jotka oli esitetty valmistelevan komitean ensimmäisessä kokouksessa Helsingissä syyskuussa 1960 ja Minskissä marraskuussa 1961 pidetyssä kokouksessa, ja päätettiin lopullisesti, että toinen kansainvälinen turvekongressi pidetään 5—12 päivinä elokuuta 1963 Leningradin kaupungissa Neuvostoliitossa.

2. Vahvistettiin kongressiorganisaatio, jonka muodostavat:

a. *kansainvälinen organisatiokomitea*, johon kuuluu presidentti, neljä varapresidenttiä ja 20 jäsentä edustaan seuraavia eri maita: Tanska, Englanti—Skotlanti, Suomi, Yhdysvallat, Irlanti, Kanada, Norja, Ruotsi, Länsi-Saksa, Itävalta, Bulgaria, Kiina, Puola, Neuvostoliitto (mukaanluetuina Neuvosto-Venäjän tasavalta, Ukraina ja Valko-Venäjä), Tshekkoslovakia, Unkari ja Itä-Saksa.

b. *toimeenpaneva kongressielin*, joka toimii kansainvälisen organisatiokomitean alaisena, ja johon kuuluu puheenjohtajan lisäksi kaksi varapuheenjohtajaa ja 15 jäsentä.

3. Kansainvälisen organisatiokomitean jäseniksi valittiin yksimielisesti tehtyjen

variation in nitrogen content of the organic matter in the peat was negligible (2.7—2.9 %) revealed a distinct effect of the bog type and peat type in the variation of the needles' nitrogen content. The higher the proportion of residues after Bryales mosses and sedges in the peat, the higher was the nitrogen content of the needles, while Sphagnum moss and lignous residues were concomitant with lower nitrogen content of the needles. The phenomenon is considered to be due to the fact that Bryales mosses and sedges contained comparatively little easily decomposable organic substances (cellulose and hemicellulose) and the uptake of mobilizable nitrogen in such peat was therefore slow. In Sphagnum mosses, again, which are rich in cellulose and hemicellulose, mobilizable nitrogen is thought to be transiently

bound in biological form. In peat containing wood substance (lignin) in high quantity the liberated nitrogen is thought to be largely permanently bound in the molecular structure of the humic acids that are formed. If a recently drained bog area and one of long standing had the same C/N ratio, the trees of the latter received nitrogen in considerably greater quantity than those growing on the young peatland. This is thought to be due to the circumstance that in a recently dried bog the binding of nitrogen in biologic and chemical form is more efficient than in peat that has been dried long ago and which is already humified. In such a partial series in which the organic composition of the peat could be considered fairly uniform, the nitrogen content of the needles followed rather closely the C/N ratio of the peat.