

10/4

Vol. 31
1980, N:o 1

S U O

Julkaisija — Publisher:
SUOSEURA — FINNISH PEATLANDS SOCIETY
Toimituskunta — Editorial board:
Kimmo Tolonen (puh.joht. — chairman), Kimmo
Kolari, Ilkka Koivisto, Eino Lappalainen,
Jukka Laine (päätoimittaja — editor)

Toimitus — Office:
Unionink. 40 B
00170 Helsinki
Finland

Tilauhinta, 35 mk
Subscription price
35 Finnish marks

Kirjoituksia lainattaessa pyydetään mainitsemaan lehden nimi

Pekka Pakarinen & Kimmo Tolonen

Suo 31, 1980 (1): 1—6

RIKIN HUUHTOUTUMINEN PINTATURPEESTA

LEACHING OF SULPHUR FROM SURFACE PEAT

JOHDANTO

Viime vuosina on monissa yhteyksissä kiinnitetty huomiota sadeveden lisääntyvään happamuuteen ja nimenomaan rikkiyhdisteiden todennäköisesti haitallisiin ekologisiin vaikutuksiin. Järviin ja jokiin valuvat happamat vedet ovat aiheuttaneet kala-kuolemia erityisesti eteläisessä Ruotsissa ja Norjassa (Wright & Gjessing 1976). 1950-luvulta lähtien sulfaatin kokonaisvaluma Ruotsin jokivesistöissä on kasvanut vuosittain 3—5 % (Oden 1979) ja myös pohjavesien sulfaattipitoisuudet ovat kohonneet Ruotsin etelä- ja keskiosissa (Aastrup 1979).

Sulfaatin (SO₄) mukana vesistöihin huuhtoutuu ravinnekationeja (esim. Ca, Mg, K, NH₄) ja ilmiön seurauksena maaperän helpoliukoiset tai vaihtuvat kasviravinnevarastot saattavat pitämällä aikavälillä vähetä jopa niin, että puuston kasvu heikkenee (Malmer 1973). Suoranaisia puustokuolemia on havaittu kaupunki- ja teollisuus-

alueilla erityisesti kaasumaisen rikkidioksidin (SO₂) aiheuttamana (Knabe 1976, Huttunen 1977). Brittein saarilla on epäilty haposateiden heikentäneen myös rahkasammalten kasvua (Ferguson et al. 1978).

Karut suot edustavat luonnostaan hyvin hapanta elinympäristöä eivätkä siten liene herkimpiä kohteita ilmentämään happamuuden lisääntymistä (pH:n laskua). Runsaat rikkimäärät voivat kuitenkin vaikuttaa tärkeiden kasviravinteiden kiertoihin, ja toisaalta on ekologista mielenkiintoa sillä seikalla, kuinka suuri osuus rikkilaskeumasta huuhtoutuu pois sulolta vesistöihin.

Tämän kirjoituksen aineisto on kerätty laajemman ravinnetutkimuksen yhteydessä ja pyrkimyksenä on alustavasti kartoittaa rikkipitoisuuksien vertikaalista vaihtelua *Sphagnum fuscum* -valtaisessa pintaturpeessa (0—50 cm) sekä verrata pintaturpeen sisältämiä rikkimääriä vuotuisiin sadeveden mukana tuleviin lisäyksiin.

TUTKIMUSAINEISTO JA MENETELMÄT

Turvenäytteet kerättiin v. 1977 *Sphagnum fuscum* mättäiltä neljältä sulolta:

— Pyhtään Munasuo (kohosuon keskustan rahkaneva, 19. 6. 1977)

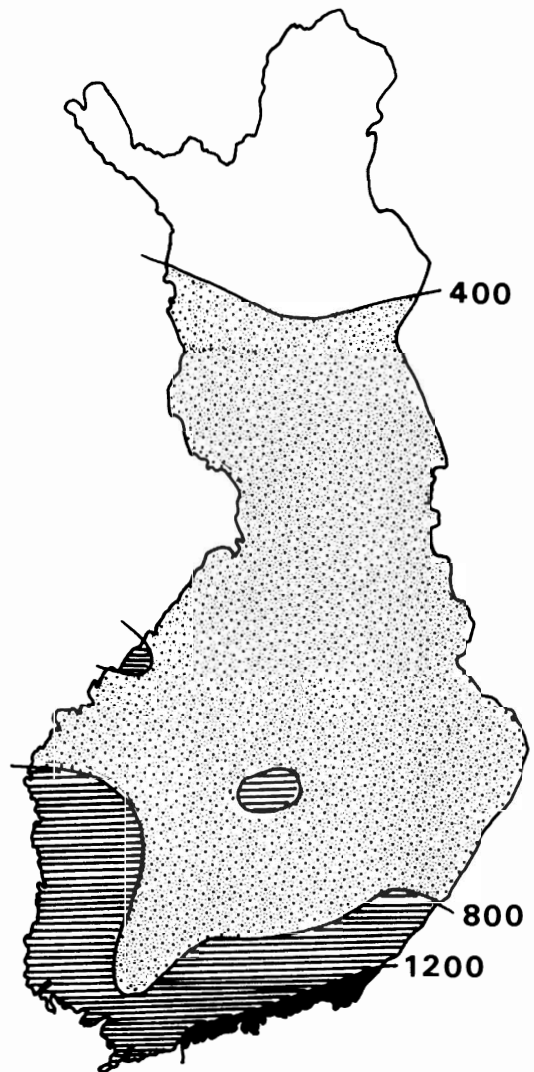
- Janakkalan Suurisuo (reunaosan rahkäräme, 5. 10. 1977)
- Sodankylän, Jänkävuopajanaapa (ombrotr. rahkaneva, 14. 9. 1977)
- Kittilä, Ahvenjärvenvuoma (ombrotr. rahkaneva, 19. 9. 1977)

Ombrotrofisen rahkaturvekerroksen kokonaispaksuus on Munasuolla 5.5 m ja Suurisuolla 2.5 m, mutta Pohjois-Suomen kohteissa pienempi: Jänkävuopajalla 1 m ja Ahvenjärvenvuomassa 1.1 m (vrt. Ruuhijärvi 1963). Näytteet otettiin 50 cm:n pituisella (\varnothing 12 cm) teräslieriöllä ja leikattiin pinnalta lähtien 2.5–5 cm:n osiin, joista kuivattuina (60°C) saatiin tilavuuspainot. Ylin 20 cm:n kerros ajoitettiin määrällällä sammalten vuosikasvaimet (*S. fuscum*, *Polytrichum strictum*) ja kokoonpuristumisen määrä 2.5 cm:n kerroksissa (Pakarinen & Tolonen 1977). Määritykset tehtiin kahdesta lähekkäisestä (< 2 m) turveprofiilista ja näiden keskiarvona saatiin mättään pintakerroksen (0–20 cm) ikä.

Samoista profiileista jauhetuista turvenäytteistä analysoitiin Viljavuuspalvelu Oy:ssä kokonaisrikki. Tällöin $Mg(NO_3)_2$ -hapetuksen ja +500°C polton jälkeen happoliuoksessa oleva rikki saostetaan $BaCl_2$:lla $BaSO_4$:ksi ja sakka suodatetaan, pestään ja punnitaan (Horwitz 1965: method 6.059–6.058).

KEMIALLISTA TAUSTAA

Rikki leviää ilmapvirtausten ja sadeveden mukana eri muodoissa: rikkidioksidina (SO_2), sulfiitteina (SO_3) ja sulfaatteina (SO_4). Hapettuminen sulfaatiksi (tai rikkihapoksi) tapahtuu viimeistään kasvillisuuskerroksessa tai maan pinnassa (Bengtson et al. 1977). Vesihallituksen sadevesimitausasemilla on maan eri osissa 1970-luvulla tutkittu kuukausittain rikin kokonaislaskeuma (Haapala 1977, Järvinen 1978); odotetusti laskeumat ovat merkittävästi suuremmat maan eteläosissa (keskim. suuruusluokka: 1 g S/m²·v) kuin Lapissa (n. 0.5 g/m²·v) (ks. Kuva 1). 1950-luvun loppupuolelta peräisin olevat vertailuarvot (Buch 1960) osoittavat sadeveden rikkilaskeuman 2.0–2.4 -kertaistuneen Etelä-Suomessa (Tvärminne, Punkaharju) ja 1.4-kertaistuneen Pohjois-Suomessa (Sodankylä). Siten ylimääräinen rikki näyttäisi olevan nimenomaan kohosuovyöhykkeen ongelma. Alustavien arvioiden mukaan yli puolet kokonaisrikkelaskeumasta on peräisin maamme



Kuva 1. Sadeveden mukana tuleva kokonaisrikkelaskeuma (mg S/m²·v) Haapalan (1977) ja Järvisen (1978) julkaisemien tulosten mukaan ajanjaksolle 1971–76.

Fig. 1. Total sulphur input with precipitation in 1971–76 (mg m²yr⁻¹) according to data of Haapala (1977) and Järvinen (1978).

rajojen ulkopuolelta (Ottar 1977).

Maaperässä rikki joutuu biologiseen kiertoon. Kasvit käyttävät hyväkseen rikkiä (SO_4), onhan kysymyksessä kasvinravinne, joka on mm. eräiden aminohappojen rakenneosaa (Buckman & Brady 1969). Erään kanadalaisen tutkimuksen mukaan havupuun neulasten rikkipitoisuus on suhteessa typen hyväksikäyttömahdollisuuksiin (Turner et al. 1977). Suo- ja metsäkasvillisuus käyttää ilmeisesti varsin pienen osan saatavilla olevasta rikistä pääosan joko

Taulukko 1. Pintaturpeen keskimääräinen rikkipitoisuus (mg/g), 0—20 cm ja 20—50 cm kerrosten kokonaisrikkimäärä (g/m²) sekä 0—20 cm kerrokseen pidättyvä rikkimäärä (mg/m²·v) suhteessa vuotuiseseen rikkilaskeumaan.

Table 1. Average S concentration in surface peat (mg/g), total S per square m for 0—20 cm and 20—50 cm layers and the estimated annual retention rate of S in the 0—20 cm layer related to the atmospheric S input in the four bogs studied.

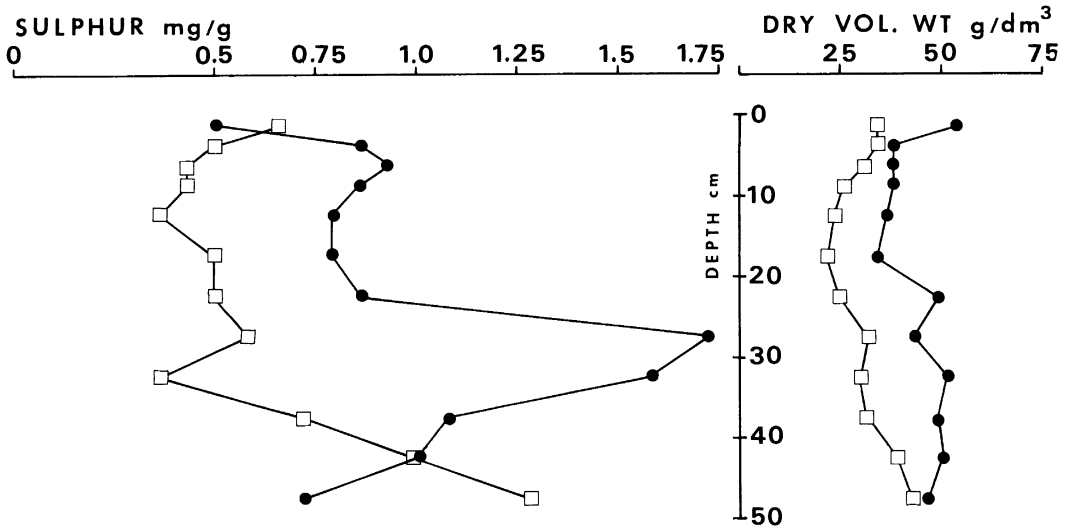
	Etelä-Suomi — S. Finland		Pohjois-Suomi — N. Finland	
	Pyhtää Munasuo	Janakkala Suurisuo	Sodankylä Jänkävuopaja	Kittilä Ahvenjärvi
A. Pintaturpeen rikkipitoisuus (0—20 cm) — Average S concentration in 0—20 cm layer, mg/g	0.79	0.48	0.67	0.56
B. Pintaturpeen (0—20 cm) sis. rikkimäärä — Total S in 0—20 cm layer, g/m ²	6.03	2.57	3.11	3.99
C. 20—50 cm kerroksen sis. rikkimäärä — Total S in 20—50 cm layer, g/m ²	16.80	8.00	5.36	20.07
D. Pintaturpeen (0—20 cm) ikä, v — Age of 0—20 cm peat layer, yr	37	23	45	68
E. Vuotuinen rikkikertymä (0—20 cm kerros), B/D — Retention rate of S in 0—20 cm layer, mg m ⁻² yr ⁻¹	163	112	69	59
F. Arvioitu vuotuinen rikkilaskeuma 1950—75 — Atmospheric S input 1950—75, mg m ⁻² yr ⁻¹	650	600	280	300
G. Vuotuinen rikkilaskeuma 1971—76 (Järvinen 1978) — Atmospheric S input 1971—76, mg m ⁻² yr ⁻¹	1084	798	348	382
H. Rikin pidättymisprosentti (0—20 cm kerros), E/F — Percentage retention of sulphur (0—20 cm layer)	25	19	25	20

huuhtoutuessa pois tai sitoutuessa maaperään (turpeeseen). Turpeessa (tai kangashumuksessa) rikki voi sitoutua orgaanisiin yhdisteisiin (mm. fenoliyhdisteet), sen sijaan positiivisesti varautuneita ”vaihtopaikkoja” on erittäin vähän esim. kivennäismaahan verrattuna (Johnson & Cole 1977). Happamissa suovesissä sulfaatti on suhteellisesti runsain anioni (Pietsch 1976), mutta esim. suomalaisten kohosuovesien absoluuttinen sulfaattipitoisuus (1.5 mg SO₄-S/l, Tolonen & Hosiaislouma 1978) on samaa luokkaa tai alhaisempi kuin järvi- ja jokivesien vastaavat pitoisuudet (Laaksonen 1975). Hapettavien ja pelkistävien olosuhteiden rajakerroksessa SO₄ pelkistyy sulfidiksi S²⁻ rikkibakteeritoiminnan tuloksena (Hallberg & Bågander 1976). Tähän kerrokseen saostuu usein metallisulfideja (esim. FeS). Kaasumaisen rikkidyn (H₂S) muodostuminen edellyttää verrattain korkeaa pH:ta (vähintään 5.5), joten happamissa turpeissa rikkiä tuskin poistuu kaasumaisena (Starkey 1966, Casagrande et al. 1977).

RIKKIPITOISUUKSIEN VERTAILUA

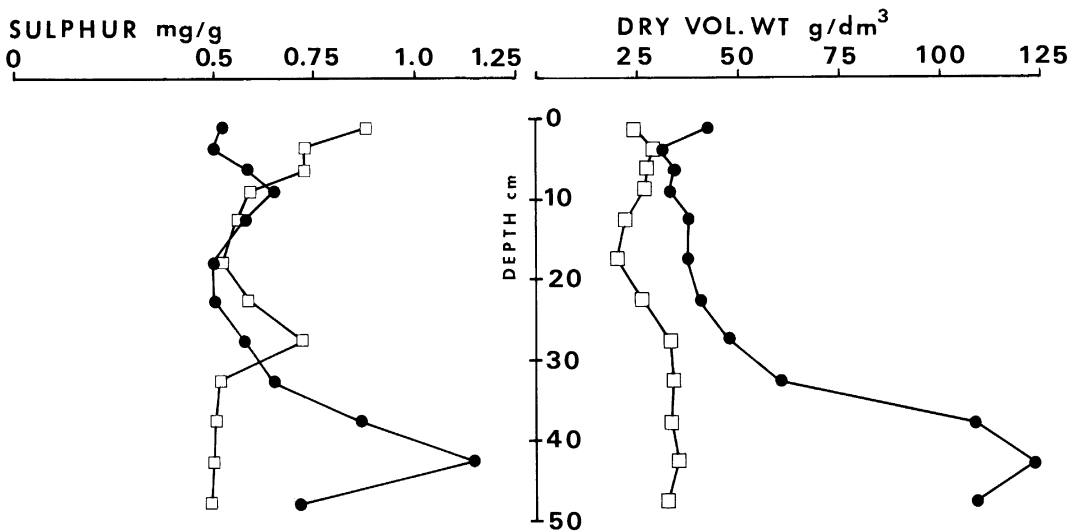
Heikosti maatuneessa rahkaturpeessa rikkipitoisuus on suhteellisen alhainen, tutkit-

tujen neljän suon pintakerroksen (0—20 cm) pitoisuudet olivat keskimäärin 0.5—0.8 mg/g (Taulukko 1) eikä merkittävää eroa etelä- ja pohjoissuomalaisen turpeiden välillä ollut havaittavissa. Kemihaaran karuimpien, ombrotrofisten soiden rikkipitoisuudet ovat samaa suuruusluokkaa (0.72—0.73 mg S/g, Karesniemi 1975, Ruuhijärvi & Kukko-oja 1975), mutta Abiskon palsa-soilla, ilmeisesti maatuneemmissa pintaturpeissa pitoisuudet ovat olleet jonkin verran korkeampia (1.09—1.36 mg S/g, Sonesson 1973). Pohjois-Ruotsin rannikkoalueen soilla on Elvelandin (1976) tutkimissa *Sphagnum fuscum*-turveprofiileissa rikkipitoisuus vaihdellut 0.4—1.7 mg/g; samalla alueella mesotrofisten tai lettomaisten soiden pintaturpeissa pitoisuudet ovat yleisesti korkeampia. Kihniön Aitonevalta on Salmi (1963) julkaissut muutamia rikkianalyyssejä, joiden korkeimmat arvot olivat sara- ja *Phragmites*-turpeissa ja alhaisimmat rahkaturpeissa. Mainittakoon vielä vertailuna, että suomalaisen polttoturpeen keskimääräinen rikkipitoisuus on yleensä 1—2 mg/g (0.1—0.2 ‰), mutta kivihiilen vastaava pitoisuus on kymmenkertainen (1—3 ‰) (T. Pekuri, esitelmä Suoseurassa 1979; vrt. myös Korhonen et al. 1978).



Kuva 2. 0—50 cm turvekerroksen rikkipitoisuus (mg/g) ja kuivatilavuuspaino (g/dm³) kahdella eteläsuomalaisella suolla (neliö: Janakkalan Suurisuo, piste: Pyhtään Munasuo).

Fig. 2. Vertical distribution of sulphur (mg/g) and dry volume weight (g/dm³) in the top 50 cm layer of *Sphagnum peat* in two southern Finnish bogs (square: Suurisuo, dot: Munasuo).



Kuva 3. 0—50 cm turvekerroksen rikkipitoisuus (mg/g) ja kuivatilavuuspaino (g/dm³) kahdella pohjois-suomalaisella suolla (neliö: Sodankylän Jänkävuoapaja, piste: Kittilän Ahvenjärvenvuoma).

Fig. 3. Vertical distribution of sulphur (mg/g) and dry volume weight (g/dm³) in the 0—50 cm layer of *Sphagnum peat* in two northern Finnish bogs (square: Jänkävuoapaja, dot: Ahvenjärvi).

VERTIKAALIJAKAUTUMAT

Kuvien 2—3 rikkiprofiilit osoittavat huomattavaa vaihtelua eri soiden välillä. Ehkä selvimmän tulkittavissa on Munasuon profiili, jossa ”rikastumiskerros” sijaitsee anaerobisen turvekerroksen yläreunassa, n.

30 cm:n syvyydellä. Pitoisuuksien nousua on havaittavissa myös Suurisuoan syvemmissä näytteissä vastaten keskimääräistä pohjavesipinnan tasoa (40—50 cm); valitettavasti rikkianalyysyjä 50 cm:n tason alapuolelta ei ole vielä käytettävissä. Jänkävuoapajanaavan näytteissä rikkipitoisuus on

korkein suon pinnassa ja "rikastumiskerros" puuttuu tai on hyvin heikosti kehittynyt. Ahvenjärvenvuoman profiilissa korkeimmat pitoisuudet ovat pikemmin suhteessa maatumisasteen (tilavuuspainon) nousuun kuin keskimääräiseen pohjavesipinnan tasoon (30—40 cm).

Rikin vertikaalista vaihtelua soilla on tutkittu paljon vähemmän kuin esim. pääravinteiden syvyysjakautumia. Elveland (1976) on todennut rikkipitoisuuden nousua syvemmissä minerotrofisissa turpeissa (rahaturvekerroksen alapuolella). Georgian (USA) *Taxodium*-soilla ei ole havaittu merkittävää rikkipitoisuuksien syvyysvaihtelua (Casagrande et al. 1977). Kivennäismaiden podsolimaannoksissa korkeimmat rikkipitoisuudet ovat yleensä eloperäisessä pinta-kerroksessa (Jauhainen 1977, Bergseth 1978), minkä seikan on päätelty osoittavan rikin voimakasta sitoutumista orgaaniseen aineeseen.

HUUHTOUTUVAN MÄÄRÄN ARVIOINTI

Tutkittujen soiden ylin, heikosti maatunut 20 cm:n turvekerros sisältää 2.57—6.03 g rikkiä (Taulukko 1). Sammalajoitusmenetelmällä vastaavan kerroksen iäksi on saatu 23—68 v. Näiden tietojen pohjalta saadaan

KIRJALLISUUS

- Aastrup, M. 1979: Nederbördens betydelse för klorid och sulfat i grundvatten. — *Vannet i Norden* 12(1):87—96.
- Bengtson, C. L., Grennfelt, P. & Skärby, L. 1977: Deposition av försurande ämnen till vegetation — en litteraturstudie. — *SNV PM 924*: 1—95, Statens Naturvårdsverk, Solna.
- Bergseth, H. 1978: Verteilung von Gesamt-Schwefel und Sulfationen verschiedener Bindungsstärke in norwegischen Waldböden. — *Acta Agric. Scandinavica* 28: 313—322.
- Buch, K. 1960: Zusammensetzung des atmosphärischen Niederschlages in Finnland. — *Soc. Scient. Fenn. Comment. Phys.-Math.* 24(10): 1—26.
- Buckman, H. O. & Brady, N. C. 1969: The nature and properties of soils. — USA, 653 pp.
- Casagrande, D. J., Siefert, K., Berschinski, C. & Sutton, N. 1977: Sulfur in peat-forming systems of the Okefenokee Swamp and Florida Everglades: origins of sulfur in coal. — *Geochim. Cosmochim. Acta* 41: 161—167.
- Elveland, J. 1976: Myrar på Storön vid Norrbottenskusten. — *Wahlenbergia* 3: 1—274.
- Ferguson, P., Lee, J. A. & Bell, J. N. B. 1978: Effects of sulphur pollutants on the growth of *Sphagnum* species. — *Environ. Pollut.* 16: 151—162.
- keskimääräiseksi vuotuiseksi rikkikertymäksi 59—163 mg/m². Suhteuttamalla nämä arvot kyseisen ajanjakson arvioituun vuotuisen rikkilaskeumaan, saadaan rikin pidättymisprosentteiksi eri soilla samaa suuruusluokkaa olevat luvut: 19—25 %. Toisin sanoen, pääosa (75—81 %) suolle tulevasta rikistä jää pidättymättä pintaturpeeseen.
- Taulukossa 1 on laskettu myös 50 cm:n paksuisen pintaturpeen sisältämä rikkimäärä. Etelä-Suomessa (Munasuo, Suurisuo) se vastaa 13—21 v:n rikkilaskeumaa (nykyisellä tasolla) ja enintään n. 40 v:n laskeumaa käyttäen aikaisempien vuosikymmenten arvoja. Koska 50 cm:n turvekerros kyseisillä soilla on vähintään 150—200 v:n ikäinen ja rikin (tai muiden aineiden) joutuminen syvemmälle anaerobisiin turvekerroksiin on epätodennäköistä, viittaavat ylläesitetty tulokset rikin huomattavan heikkoon pidättymiseen rahkasoilla. Huuhtoutunut rikki joutuneekin pääosaksi vesistöihin. Tarkkoja arvioita koko suo-ekosysteemistä huuhtoutuvista rikkimääristä voidaan tehdä vain valumavesien seuranta tutkimuksilla.
- Kiitämme Maj ja Tor Nesslingin Säätiötä tutkimukseen myönnetystä apurahasta.
- Haapala, K. 1977: Vattenstyrelsens observationer 1971—1976: diffuse vannförensningar. — Nordforsk, Miljövärdsssekretariatet publ. (1977): 2: 151—160.
- Hallberg, R. & Bågander, L. E. 1976: Svavlets kretslopp och geomikrobiologi. — *Kretslopp, Naturvetenskapliga forskningsrådets årsbok 1976/77*, pp. 73—91, Lund.
- Horwitz, W. (ed.) 1965: Official methods of analysis of the Association of Official Agricultural Chemists. — 965 pp., Washington, D. C.
- Huttunen, S. 1977: Havupuut ja ilman saastuminen. — *Suomen Luonto* 36: 264—269.
- Jauhainen, E. 1977: Some trace elements of podzol profiles in southeastern Norway and western Denmark. — *Commentationes Biol.* 86: 1—15.
- Johnson, D. W. & Cole, D. W. 1977: Sulfate mobility in an outwash soil in western Washington. — *Water, Air, Soil Pollut.* 7: 489—495.
- Järvinen, O. 1978: Rain water quality in Finland 1971 to 1976. — *Vannet i Norden* (1978), 1: 89—92.
- Karesniemi, K. 1975: Kemihaaran altaan suo- ja turvetutkimus. — *Vesihallitus, Tiedotus* 86: 1—138. Helsinki.
- Knabe, W. 1976: Effects of sulfur dioxide on terrestrial vegetation. — *Ambio* 5: 213—218.

- Korhonen, J., Nyrönen, T. & Lehtovaara, J. 1978: Turpeen rikkipitoisuuden määrittäminen lyijy (II)-selektiivisen elektrodin avulla. — *Suo* 29: 75–80.
- Laaksonen, R. 1975: Vesistöjen veden laadun muutoksista vuosina 1962–73. — *Vesientutkimuslait. julk.* 12: 1–64. Helsinki.
- Malmer, N. 1973: Om effekterna på vatten, mark och vegetation av ökad svaveltilförsel från atmosfären. — *SNV PM* 402: 1–125, Statens Naturvårdsverk, Solna.
- Oden, S. 1979: The sulphur budget of Sweden during this century. — *Nordic Hydrology* 10: 155–170.
- Ottar, B. 1977: International agreement needed to reduce long-range transport of air pollutants in Europe. — *Ambio* 6: 262–269.
- Pakarinen, P. & Tolonen, K. 1977: Pintaturpeen kasvunopeudesta ja ajoittamisesta (On the growth-rate and dating of surface peat). — *Suo* 28: 19–24.
- Pietsch, W. 1976: On the relation between the vegetation and the absolute and relative ion content of mire waters in Middle Europe. — *Proc. 5th Int. Peat Congress, Poznan, September 21–25, 1976, Vol. 2:* 62–72.
- Ruuhijärvi, R. 1963: Zur Entwicklungsgeschichte der nordfinnischen Hochmoore. — *Ann. Bot. Soc. Vanamo* 34(2): 1–40.
- Ruuhijärvi, R. & Kukko-oja, K. 1975: Kemihaaran allasalueen luonto. — *Vesihallitus, Tiedotus* 87: 1–170. Helsinki.
- Salmi, M. 1963: On the influence of geological factors upon plant nutrient content of peats. — *Maatal. Aikak.* 35: 1–18.
- Sonesson, M. 1973: Some chemical characteristics of the Stordalen site. — *Swedish Tundra Biome Project, Techn. Report* 14: 31–43. Stockholm.
- Starkey, R. L. 1966: Oxidation and reduction of sulfur compounds in soils. — *Soil Sci.* 101: 297–306.
- Tolonen, K. & Hosiainluoma, V. 1978: Chemical properties of surface water in Finnish ombrotrophic mire complexes with special reference to algal growth. — *Ann. Bot. Fennici* 15: 55–72.
- Turner, J., Lambert M. J. & Gessel, S. P. 1977: Use of foliage sulphate concentrations to predict response to urea application by Douglas-fir. — *Can. Jour. For. Res.* 7: 476–480.
- Wright, R. F. & Gjessing, E. T. 1976: Acid precipitation: changes in the chemical composition of lakes. — *Ambio* 5: 219–223.

SUMMARY:

LEACHING OF SULPHUR FROM SURFACE PEAT

Four ombrotrophic *Sphagnum fuscum* peat profiles (0–50 cm) were analyzed for total sulphur. The study sites include two bogs from southern Finland (Munasuo and Suurisuo, 60–61°N) plus two bogs from northern Finland (Jänkävuoja and Ahvenjärvenvuoma, 67°N). Sulphur was determined gravimetrically with BaSO₄-method (Horwitz 1965).

Sulphur concentrations and their vertical distributions are indicated in Figs. 2–3. In the top layer (0–20 cm) the S content is low, between 0.5 and 1.0 mg/g dry weight. In the southern Finnish sites, higher values were found near the transition from aerobic to anaerobic conditions: in Munasuo at ca. 30 cm level and in Suurisuo at 45–50 cm level (Fig. 2). In northern Finnish sites, especially in Ahvenjärvenvuoma, the S concentrations of *Sphagnum* peat seem to be related to the dry volume weight (degree of humification) (Fig. 3), but further material will be needed to

establish the commonness of "enrichment layer" of sulphur in these peats.

The sulphur amounts per square meter for 0–20 cm and 20–50 cm layers are indicated in Table 1. In the 0–20 cm layer, which was in all sites weakly humified, it was possible to apply the moss dating method (Pakarinen & Tolonen 1977). Using the ages obtained for the top 20 cm layer (23 to 68 years), the annual accumulation rates of sulphur were found to range from 59 to 163 mg/m² (Table 1). The estimated atmospheric sulphur deposition rates in the corresponding areas varied from 280 to 650 mg/m² (according to data of Buch 1960, Haapala 1977, Järvinen 1978). Thus the retention % of S was estimated at 19 to 25 for the surface peat layer (0–20 cm), and it was concluded that the main part of the atmospheric S deposition is leached to deeper peat layers or more probably outside the mire ecosystem.