

SUOTYYPIN MUODOSTUMISEEN VAIKUTTAVISTA TEKIJÖISTÄ

Tiedämme, että ilmaan heitetty kivi putoaa takaisin maahan. Tiedämme myös, että kiven lento tapahtuu tiettyjä luonnolakeja noudattaen. Tosin on niin, että luonnolait noudattavat kiven lentoa. Näin siksi, että luonnon lait ovat ihmisen aikaansaannoksia. Niiden tarkoituksena on ilmentää luonnon ilmiöitä, kuten esim. kiven lentoa.

Kaikki luonnon ilmiöt tapahtuvat tarkkoja säännönmukaisuuksia noudattaen. Toinen asia on sitten se, missä määrin ihminen pystyy tajuamaan ja löytämään nuo säännönmukaisuudet.

Sellaiset perustieteet kuin fysiikka ja kemia ovat selvittäneet useita luonnossa tapahtuvia säännönmukaisuuksia. Nämä säännönmukaisuudet ovat yleispäteviä. Sovelletujen tieteiden tehtävänä on tulkita havaitsemiaan ilmiöitä yleisten lainmukaisuuksien valossa. Tehtävä ei suinkaan aina ole helppo. Tutkija voi kuitenkin olla vakuutunut siitä, että kaikkien luonnon ilmiöiden takana on loogillinen säännönmukaisuus.

Seuraavassa tarkastellaan suotyypin muodostumista fysikokemian valossa. Päämääränä on löytää ne fysikokemian lainmukaisuudet, mitkä ovat suotyypin muodostumisen taustatekijöitä.

Biologisesti katsoen suot ovat turvetta muodostavia kasviyhdyksuntia. Samankaltaisuuden perusteella rajattuja suokasviyhdyksuntia nimitetään suotyypeiksi. Soiden kasvivalikoima on moninainen. Kaikki suolla tavattavat kasvit eivät kuitenkaan ole suokasveja — ne saattavat kasvaa missä tahansa. Varsinaisia suokasveja ovat vain ne, mitkä kasvavat lähinnä vain soilla. Tyypillisimpiä niistä ovat rahkasammalet.

Seuraavassa rajoitutaankin käyttämään vain niitä esille tulevien ilmiöiden tulkinna-

RAHKASAMMALIEN EDELLETTYKSET SUOKASVEINA

Kasvien kasvupaikkavaatimuksia tarkasteltaessa tulee päähuomio kohdistaa paikan vesi-, happi- ja ravinnetalouteen. Soita muodostuu vain kosteille paikoille. Ilmeisesti siis vesi liittyy läheisesti suokasvien kasvuedellytyksiin.

Kostea maa on yleensä ilmatonta. Kasvit joutuvat siinä helposti kärsimään hapen puutetta. Rahkasammalet sitävästoin viihtyvät märällä alustalla, useat lajit jopa silkassa vedessäkin. Ilmeisesti siis rahkasammalien ja korkeampien kasvien välillä täytyy vallita joku eroavaisuus hapen tarpeen suhteen.

Kasvien juuristo tarvitsee ensisijaisesti happea muodostaessaan jatkuvasti uutta juuristoa. Rahkasammalet kasvavat ja lahoavat tyvestään. Niillä ei ole laisinkaan juuristoa eikä siis myöskään juuriston uusiutumisen edellyttämää hapen tarvetta. Niillä on näinollen luontaiset edellytykset viihtyä kostealla alustalla.

Juuriston puuttumisen ohella on rahkasammalilla eräs toinen niiden vesitalouteen liittyvä piirre, niiden rahkasolut. Rahkasolut toimivat vesivarastoina, mitkä pystyvät varastoimaan sammaleen kuivapainoon verrattuna jopa 20-kertaisen määrän vettä. Niiden hygroskooppisuuskin on niin korkea, että ne pystyvät imemään vettä kosteasta ilmasta.

Edellisestä huomataan, että rahkasammalilla on niiden kasvutavan ja anatomisen rakenteen ansiosta mahdollisuus sopeutua laajaan kasvupaikan kosteusvaihteluun. Tosin on niin, että tietyt rahkasammalet ovat erikoistuneet kasvamaan kosteilla, toiset taas kuivilla paikoilla.

Mitkä lajit ovat erikoistuneet millekin kosteusalueelle, ilmenee Viljasen (Lu-

Taulukko 1. Eri sammallajien etäisyys pohjaveden pinnasta.

Table 1. Relationship of moss species with distance from ground-water level.

Sammallaji Moss species	Pohjaveden etäisyys maan pinnasta Depth of ground-water level from soil surface	
	Vaihtelualue, cm Range	Keski- korkeus, cm Average depth
<i>Drepanocladus revolvens</i>	0—2	1.0
<i>Scorpidium scorpioides</i>	+5—13	3.1
<i>Sphagnum subsecundum</i>	+1—10	4.8
<i>Calliergon trifarium</i>	+3—12	5.1
<i>Cinclidium stygium</i>	—1—13	6.9
<i>Catocopium nigratum</i>	—3—11	7.0
<i>Drepanocladus intermedius</i>	0—15	7.7
<i>Bryum ventricosum</i>	—4—14	8.7
<i>Drepanocladus badius</i>	+4—17	9.2
<i>Campylium stellatum</i>	—1—20	10.5
<i>Paludella squarrosa</i>	—4—25	10.8
<i>Sphagnum subnitens</i>	—1—28	12.1
<i>Sphagnum angustifolium</i>	—10—18	14.5
<i>Dicranum Bonjeani</i>	—5—27	14.5
<i>Sphagnum Warnstorffianum</i>	—2—30	16.1
<i>Camptothecium trichoides</i>	—5—30	17.7
<i>Aulacomnium palustre</i>	—13—37	21.1
<i>Sphagnum fuscum</i>	—7—70	31.7
<i>Dicranum Bergeri</i>	—17—54	32.4
<i>Sphagnum acutifolium</i>	—17—72	33.0

miala 1944) tutkimusten mukaan taulukosta 1. Kasvupaikan kosteusasteen mitana on tässä tutkimuksessa käytetty pohjaveden keskimääräistä etäisyyttä suon pinnasta.

Mistä sitten aiheutuu se, että suunnilleen saman anatomisen rakenteen omaavista rahkasammallajeista toiset kasvavat silkassa vedessä, toiset taas kuivilla paikoilla? Tätä kysymystä käsitellään tuonnempana rahkasammalien trofian yhteydessä.

RAHKASAMMALIEN SUHDE KASVUPAIKAN REAKTIOON

Rahkasammalet ilmentävät luotettavalla tavalla allaolevan turpeen reaktiota (Kotilainen 1927, 1933). Toiset lajit viihtyvät happamalla, toiset taas lievemmin happamalla kasvupaikalla. (Taulukko 2).

SUOTYYPPIEN RAVINTEISUUS

Edellä on puhuttu vain vedestä ja happamuudesta suotyyppien muodostumiseen vaikuttavina tekijöinä. Kuitenkin käsitellään yleisesti, että myös ravinteisuus on oleellinen tekijä suotyyppien muodostumisessa. Puhutaan trofiasta. Eutrofisuudella ymmärretään runsasravinteista ja oligotrofisuudella vähäravinteista alustaa. Seuraavassa trofiaa pidetään luonnontilaisen suon tuottokyvyn ilmentäjänä. Määrällisesti tärkeimmät kasviravinteet ovat typpi ja kalium. Fosfori, rikki, kalsium ja magnesium muodostavat seuraavan ja hivenai-

Taulukko 2. Turpeen reaktio eräiden rahkasammalien kasvupaikoilla (Kivinen 1948, Kotilaisen mukaan).

Table 2. pH at growing sites of various *Sphagnum* species (Kivinen 1948, according to Kotilainen).

Rahkasammallaji <i>Sphagnum</i> species	Näytteitä eri pH-luokissa Samples in various pH classes					
	<3.6	3.6—4.0	4.1—4.5	4.6—5.0	5.1—5.5	5.5<
<i>S. fuscum</i>	31	1	—	—	—	—
<i>S. papillosum</i>	6	1	1	1	—	—
<i>S. cuspidatum</i> coll.	4	4	1	1	—	—
<i>S. magellanicum</i>	7	3	2	—	—	—
<i>S. recurvum</i> coll.	11	3	4	1	—	—
<i>S. centrale</i>	—	—	1	3	1	1
<i>S. teres</i>	—	—	—	4	1	1
<i>S. warnstorffianum</i>	—	—	—	—	10	8

neet taas oman ryhmänsä. Ne ravinteet, joista soilla lähinnä esiintyy puutetta, ovat typpi, kalium ja fosfori.

Typpi

Soiden typpi on peräisin ilmakehästä. Sitä tulee sateiden mukana maahan tietty määrä. Mitä nopeampaa uuden orgaanisen aineen muodostuminen on, sitä alhaisemmaksi sen typpipitoisuus jää. Näyttää kuitenkin siltä, että soihin kasautuva typpi ainakin useissa tapauksissa ylittää sateiden mukana tulevan typen määrän. Niinpä oletetaan, että ainakin tietyissä olosuhteissa myös pieneliöt sitovat turpeeseen ilma-kehän tyyppiä. Esim. rimpisoiden korkea typpipitoisuus saattaa osittain olla näin selitettävissä.

Kuten edellisestä huomataan, on typen osuus soissa vasta sekundäärinen ilmiö. Sillä ei näinollen itse suotyypin muodostumiseen voi olla sanottavaakaan merkitystä.

Fosfori

Soiden fosfori on peräisin ympäröiviltä mineraalimailta. Turpeen fosforipitoisuus määräytyy suolle tulevan veden fosforipitoisuuden, turpeen pH:n ja eräiden fosforia sitovien aineiden, kuten esim. raudan mukaan. Oletetaan, että jotkut kasvit, kuten esim. *Saxifraga hirculus* ja *Carex panicea*

Taulukko 3. Eräiden rahkasammallajien boniteettialueet sekä niiden kalsium- ja kaliumpitoisuudet.

Table 3. Site quality ranges of some *Sphagnum* species and their Ca and K concentrations.

Sphagnum-laji	Boniteetti ¹⁾ alue	Kalsium me/100 g	Kalium me/100 g
<i>Sphagnum</i> species	Site quality ¹⁾ range	Calcium me/100 g	Potassium me/100 g
<i>S. fuscum</i>	1—	7.5—26.4	5.9—6.5
<i>S. cuspidatum</i>	1—4	27.0—30.4	11.0—12.3
<i>S. papillosum</i>	1—7	11.6—36.8	4.1—12.0
<i>S. recurvum</i>	1—10	8.2—37.4	8.1—17.0
<i>S. robustum</i>	2—5	34.3—37.5	8.5—10.4
<i>S. girgensohnii</i>	3—6	15.0—57.6	5.8—13.3
<i>S. riparium</i>	4—7	11.6—40.2	9.4—14.4
<i>S. warntorfianum</i>	6—10	48.9—49.4	7.1—11.8

¹⁾ Lukkala—Kotilaisen (1951) mukaan. Accordin to Lukkala—Kotilainen (1951).

suosisivat runsaasti fosforia sisältäviä alustoja. Itse suotyypin muodostumiseen ei alustan fosforipitoisuudella voine olla sanottavaakaan merkitystä.

Kalium

Fosforin tapaan tulee kaliumkin soihin ympäröiviltä kivennäismailta. Mitkään tutkimukset eivät viittaa siihen, että kalium sellaisena korreloisi suotyyppeä. Taulukossa 3 on esitetty eräiden rahkasammalien kaliumpitoisuuksia (kirjoittajan aineistosta).

Kuten taulukosta huomataan, eivät sammallajit ja niiden kaliumpitoisuudet näytä myötäilevän toisiaan. Ilmeisesti ei siis kaliumillakaan ole osuutta suotyypin muodostumisessa.

pH LUONNONTILAISEN SUON TROFIAN ILMENTÄJÄNÄ

Edellä todettiin, että trofia ei ilmennä suon ravinteisuutta. Kalsiumia trofia sitävastoin korreloi. Kyseessä eivät kuitenkaan ole kalsiumin vaikutukset ravintoaineena vaan sen välilliset vaikutukset — sikäli kuin kalsium korreloi turpeen pH:ta.

Kasvit ottavat emäsravinteensa joko vedestä tai maakolloidien pinnoilta. Aktiiviset juurikarvat kuten myös turvekolloidit ovat ulkopinnoiltaan kolloidihappoja, mitkä dissosioivat vetyioneja. Kun juurikarvat ja turvekolloidit joutuvat keskenään kosketuksiin, muodostuu niiden välille sähköinen jännite-ero (E) (Puustjärvi 1959), mikä voidaan laskea kaavasta

$$(1) E = \frac{RT}{nF} \ln \frac{[H^+_{juuri}]}{[H^+_{turve}]},$$

missä R = yleinen kaasuvakio

T = absoluuttinen lämpötila

F = Faradayn vakio

n = kyseessä olevan ionin valenssi

[H⁺] = juuri- ja turvekolloidien pinnoilla olevien vetyionien aktiivisuudet.

E ilmentää ylläolevassa yhtälössä kasvien emäsravinteiden otton tehoa. Mitä korkeampi se on, sitä helpommin kasvit saavat alustastaan emäsravinteita. Kun R, T, F ja n ovat vakioita, määräytyy E:n suuruus

juuri- ja maakolloidien vaihtuvien vetyionien aktiivisuuksien mukaan. Kun kyseessä on tietty kasvi, voidaan sen juurien pinoilla olevien kolloidihappojen voimakkuutta pitää vakiona. E:n arvoon jäljelle jääväksi tekijäksi jää näinollen vain maa- eli tässä tapauksessa turvekolloidien vetyionien aktiivisuus. Turpeen vetyionien aktiivisuutta ilmentää sen pH. Kasvien kyky ottaa turpeesta emäsravinteita, määräytyy siis turpeen luonnontilaisen pH:n mukaan. Näinollen on ymmärrettävää, että soiden trofia merkitsee suurelta osaa samaa kuin sen luonnontilainen pH.

KOSTEUSASTEEN VAIKUTUS SUON TROFIAAN

Jos suon kosteusaste muuttuu, sen vaikutus yhtälön (1) mukaan ilmenee myös E:n arvossa. Jos suo kuivahtaa, siinä oleva vesimäärä vain alenee, jolloin tilavuusyksikössä olevien kolloidien määrä kohoaa. Tällöin H^+ _{turve} suurenee, jolloin E vastavasti pienenee. Tämä taas johtaa kasvien ravinteiden saannin vaikeutumiseen ja samalla siis myös trofian alenemiseen.

Jos suon kosteusaste kohoaa, tilavuusyksikössä olevien kolloidien määrä alenee ja samalla E kaavan (1) mukaan kohoaa. Tämä merkitsee turpeessa olevien emäsravinteiden käyttökelpoisuuden paranemista ja samalla myös trofian kohoamista.

Edellisestä siis huomataan, että trofia samalla suolla on kosteusasteen funktio. Mitä märempi suo on, sitä korkeampi on sen trofia ja päinvastoin. Kun esim. suo ojitetaan, täytyy sen trofian tämän mukaan alentua sitä voimakkaammin, mitä märempi alkuperäinen suotyyppe on ja mitä tehokkaampaa kuivatus on. Vaatelioiden lajien täytyy tehdä tilaa vaatimattomille. Että näin todella luonnossa käy, sen tietää jokainen, joka on joutunut tekemisiin tämäntapaisten asioiden kanssa.

Aikoinaan oli yleistä myös soiden ja varsinkin suoniittyjen vesitys. Kaavan (1) mukaan trofia tällöin kohoaa, kasvien ravinteiden saanti helpottuu, kasvu paranee ja entistä vaativimmat lajit pystyvät viihdyttämään vesitetyllä alueella.

Ylläoleva on otettava huomioon otettaessa käyttöön luonnontilaisia soita. Mitä märempi suotyyppe on, sitä suurempi on kuivatuksesta aiheutuva boniteetin aleneminen.

SUOTYYPIN MÄÄRÄYTYMINEN

Ylläolevan perusteella voidaan todeta, että suotyyppe ensisijaisesti määräytyy alustan

1. kalkkipitoisuuden ja
2. sen kosteusasteen mukaan.

Kalkkipitoisuus sellaisenaan ei määrää suotyypin muodostumista vaan ainoastaan siinä määrin kuin se säätelee turpeen reaktiota. Luonnontilaisen suon pH on siis ratkaisevaa eikä niinkään turpeen kalsiumpitoisuus.

Edellä on myös todettu, että sikäli kuin kosteusaste muuttuu, myös suotyyppe muuttuu. Sama koskee myös pH:n vaikutusta. Jos esim. rahkasuo kalkitaan, se muuttuu letoksi, sikäli kuin kalkitus pystyy kohottamaan märän suon pH-arvoa.

SAMMALLAJIEN MÄÄRÄYTYMINEN TURPEEN KOSTEUSASTEEN MUKAAN

Edellä on todettu, että eri rahkasammallajit viihtyvät erilaisissa kosteusasteissa (taulukko 1), toiset kuivilla, toiset märillä suopinnoilla. On ilmeistä, että eri sammallajien tietyt ominaisuudet myötäilevät alustan kosteusastetta. Kun rahkasammallalla ei ole ravinteidenottoon erikoistuneita juuria, toimivat lehti- ja varsisolut myös juuriston tehtävissä. Tässä mielessä on odotettavissa, että erot eri sammallajien välillä olisivat todettavissa solujen asidoidiluonteessa, lähinnä niiden vaihtokapasiteetissa.

Ilmiön luonteen selvittämiseksi koottiin näyteaineisto, minkä analyysitulokset on esitetty taulukossa 4. Ryhmittäin esitetyt sammalnäytteet on koottu kaltevalta alustalta siten, että niiden etäisyydet toisistaan ovat olleet korkeintaan 1—3 m. Korkeuseroista aiheutuen ovat kosteussuhteet vaihdelleet. Kosteusasteita on merkitty numeroilla 1—3. 1 merkitsee hyvin vetistä, 2 kosteaa ja 3 kuivahkoa alustaa. Kunkin ryhmän sammat ovat vertailtavissa lähinnä vain keskenään.

Taulukosta 4 huomataan, että sammalalen vaihtokapasiteetti kohoaa säännöllisesti kosteusasteen alentuessa. Alustan kuivahtaessa leviää sille sammallaji, minkä vaihtokapasiteetti on kosteammalla alustalla viihtyvän lajin vaihtokapasiteettia korkeampi.

Taulukko 4. Kasvialustan kosteusasteen vaikutus rahkasammalien vaihtokapasiteettiin (T), vaihtuvien vetyionien määrään (H) ja kokonaisemäspitoisuuteen (S).

Table 4. Effect of site moisture content on the exchange capacity (T), concentration of exchangeable hydrogen ions (H), and total base content (S) of *Sphagnum* species.

Sammallaji <i>Sphagnum</i> species	Kui- vuus- aste ¹⁾ Dryness of site ¹⁾	T me/ 100 g	H me/ 100 g	S me/ 100 g
<i>S. Dusenii</i>	1	96	69	27
<i>S. recurvum</i>	2	106	93	13
<i>S. fimbriatum</i>	3	120	105	15
<i>S. resurvum</i>	1	99	68	31
<i>S. recurvum</i>	2	105	85	20
<i>S. robustum</i>	3	129	110	19
<i>S. papillosum</i>	1	98	46	52
„	2	106	77	29
„	3	115	92	23
<i>S. riparium</i>	1	100	76	24
„	2	116	93	23
<i>S. fimbriatum</i>	1	84	64	20
„	2	92	71	21
<i>S. obtusum</i>	1	95	67	28
<i>S. fuscum</i>	3	141	121	20

¹⁾ Viereisten paikkojen kosteusasteen vertailu: 1 = märkä, 2 = kostea, 3 = kuivahko
Dryness of adjacent site: 1 = wet, 2 = moist, 3 = relatively dry

Myös saman lajin vaihtokapasiteetti pystyy jonkinverran suurenemaan alustan kuivahtaessa.

Taulukosta 4 huomataan edelleen, että alustan kuivahtaessa vaihtuvien vetyionien määrä kohoaa. Samalla kohoaa myös vaihtuvien vetyionien osuus koko vaihtokapasiteetista. Tämä on täydelleen sopusoinnussa kaavan (1) kanssa. Alustan kuivahtaessa $[H^+]$ suurenee ja samalla kasvien emäsravinteiden saanti vaikeutuu — oletettuna, että emäspitoisuus pysyy samana. Jotta sammal pystyisi saamaan ravinteita vaikeutuneissakin oloissa, täytyy sen ravinteita ottavan kyvyn suurentua. Tämä

käy yksinkertaisimmin päinsä suurentamalla vaihtokapasiteettia ja vaihtuvien vetyionien määrää. Tällöin $[H^+]$ suurenee ja vastaavasti myös kaavan (1) mukaisesti E suurenee, jolloin sammal taas pystyy ottamaan ravinteita vaikeutuneissakin olosuhteissa.

Taulukossa 4 on laskettu myös S-arvo
(2) $S = T - H$

S tarkoittaa siis sammalen kokonaisemäspitoisuutta. Taulukosta huomataan, että S on yleensä suurempi, mitä märempi alusta on. Tämä käy myös yhteen yhtälön (1) ja sen kanssa, mitä edellä on sanottu kosteusasteen vaikutuksesta suon trofiaan.

KOSTEUSASTEEN VAIKUTUS Ca/K-SUHTEESEEN

Turvekolloidit ovat negatiivisesti varautuneita, joten ne pidättävät pinoilleen positiivisesti varautuneita kationeja. Turvekolloidin vetovoiman vaikutuspiiriin muodostuu näinollen liuosvyöhyke, missä kationien väkevyys on suurempi kuin ulkopuolisessa liuoksessa. Tällaisissa tapauksissa määräytyvät ionisuhteet Donnan'in tasapainoyhtälön mukaan.

$$(3) \quad \frac{K_s}{K_u} = \frac{\sqrt{\frac{Ca_s}{s}}}{\sqrt{\frac{Ca_u}{u}}}$$

missä K ja Ca tarkoittavat kalium- ja kalsium-ioneja, s sisä- ja u ulkoliuosta. Yhtälön (3) vaikutus tulee aivan erityisesti esille silloin, kun laimennussuhde eli turpeen kosteusaste muuttuu. Mitä tämä merkitsee käytännössä, siitä seuraavassa eräs esimerkki.

Rimpisoilta koottiin näyteaineisto siten, että näytteet otettiin sekä rimmestä että viereisestä mättästä. Näytteenottoaikkojen välimatka oli 0.5—1 m. Tulokset on esitetty taulukossa 5. Siitä huomataan, että kalsium pidättyy aivan erityisesti rimpiturpeeseen ja kalium taas päinvastoin jänneturpeeseen. Tämä on juuri se ilmiön suunta, mikä on odotettavissa kaavan (3) mukaan.

Taulukosta 5 huomataan myös, että määrän rimpiturpeen pH-arvot ovat korkeampia kuin viereisten kuivempien mättäiden vastaavat pH-arvot. Tämä käy yhteen kaa-

Taulukko 5. Esimerkkejä viereisten rimpi- ja jänneturpeiden Ca- ja K- pitoisuuksista (me/100 g) sekä tuoreiden näytteiden pH-arvosta.

Table 5. Examples of Ca and K concentrations (me/100 g) and pH values of fresh samples from adjacent rimp and hummock peats.

Rimpi Rimpi				Jänne Hummock			
Ca	K	Ca/K	pH	Ca	K	Ca/K	pH
10	0.09	111	5.36	11	0.13	85	5.17
11	0.42	26	5.19	12	0.56	21	5.11
23	0.14	164	5.60	26	0.24	109	4.97
16	0.18	89	5.05	17	0.23	74	5.17
11	0.23	48	5.24	7	0.34	21	5.02
25	0.14	180	5.39	26	0.29	90	5.19
20	0.11	181	5.48	26	0.15	174	5.22
19	0.08	221	5.27	20	0.21	96	5.26
22	0.07	315	5.38	34	0.19	180	5.27
21	0.22	96	5.22	23	0.25	92	5.05
18	0.17	144	5.32	21	0.27	94	5.15

van (1) kanssa. Asia voidaan sanoa myös niin, että märän rimmen trofia on korkeampi kuin viereisen kuivan mättään.

Kaavan 3 soveltuvuudesta soilla tapahtuvien ilmiöiden tulkintaan voitaisiin esittää lukuisia esimerkkejä, mutta riittääköön tässä yhteydessä jänne—rimpi esimerkki.

KIVENNÄISAINIEN KULKEUTUMINEN TURVEKERROKSEN SYVYSSUUNNASSA

Kivennäisaineet saapuvat soihin vesien mukana ympäröiviltä kivennäismailta. Laajoilla suoalueilla kivennäisaineiden pintamyötäinen kulkeutuminen on epäilemättä häviävän pientä. Pääosaltaan ne nousevat kohtisuorassa suunnassa suon pohjalta sen pintaosiin. Kationien osalta tulee tällöin harkittavaksi kysymys niiden kulkeutumistavasta. Kulkeutuvatko ne diffusienomaisesti vapaasti veden mukana, vaikeo potentiaaligradientin mukaan. 1-arvoisten kationien voidaan ehkä jossain määrin olettaa kulkeutuvan vapaasti veden mukana, mutta jo 2-arvoisten kationien vapaa kulkeutuminen niiden voimakkaasta pidättymisestä aiheutuen on epätodennäköistä.

2-arvoiset kationit saapuvat suon pohja-

osiin pääosaltaan bikarbonaateina. Turvekerrokseen saavuttuaan ne pidätyvät turvehiukkasten pinnoille eivätkä enää pysty liikkumaan vesiliukoisina. Todennäköisimmäksi kulkeutumistavaksi ylöspäin jää tällöin liikkuminen potentiaaligradientin suuntaan kaavan (1) mukaisesti.

Ilmiön selvittämiseksi otettiin suon syvyyssuunnassa turvenäytteet ja määritettiin niiden pH-arvot, mitkä ilmentävät potentiaaligradienttia kaavan (1) mukaan. Tosin kaava tällöin täytyy panna muotoon

$$(4) \quad E = \frac{RT}{nF} \ln \frac{[H^+]_1}{[H^+]_2},$$

missä $[H^+]_1$ merkitsee ylempään ja $[H^+]_2$ alemman turvekerroksen vetyionien aktiivisuutta.

Jos $[H^+]_1 > [H^+]_2$, saa E positiivisen arvon. Tällä edellytyksellä kationit pystyvät kulkeutumaan potentiaaligradientin mukaisesti pohjalta pintaa kohti.

Tämäntapaista tutkimusta tehtäessä on huomattava, että näytteet on tutkittava heti tuoreeltaan, ettei niissä pääsisi tapahtumaan muutoksia. Tässä tapauksessa otettiin näytteet suokairalla, pantiin heti paikan päällä mittaustastiaan ja turvekerroksen pinnalle öljyä, mikä ohuena kalvona esti ilman tunkeutumisen näytteeseen. Tämän jälkeen suoritettiin pH-mittaus heti näytteenotto-paikalla. Mittaukset suoritettiin vain niin määrillä soilla, ettei näytteisiin mittausta varten tarvinnut lisätä ollenkaan tai vain aivan vähän vettä. Veden lisäys luonnollisesti muuttaa alkuperäistä pH-arvoa. Tulokset on esitetty taulukoissa 6 ja 7.

Taulukossa 6 esitetyt näytteet on koottu eri tyyppisiltä nevoilta ja rämeiltä. Mittaukset on tehty 30 cm:n välimatkoin otetuista näytteistä vain 90 cm:n syvyyteen. Tuloksista huomataan, että pohjalta pintaan tultaessa pH säännöllisesti alenee. Samalla E kaavassa (3) suurenee. Samalla myös potentiaaligradientti kohoaa ja kationit voivat näinollen kulkeutua sen suunnassa pohjalta pintaa kohti.

Taulukossa 7 esitetty aineisto on koottu korkean pH:n omaavilta letoilta. Tällaisissa tapauksissa on erittäin vaikeaa saada pH mitatuksi muuttumattomana. Tämä sen vuoksi, että jo pieninkin ilmasta tullut happimäärä hapettaa turpeessa olevaa ferroutrautaa ferrimuotoon, mikä johtaa pH:n

Taulukko 6. Esimerkkejä eräiden nevojen ja rämeiden turveprofiilin happamuussuh- teista.

Table 6. Examples of pH at various depths in open and pine-growing swamp peat profiles.

Suotyyppi Swamp type	Syvyys, m Depth, m		
	0—0.3	0.3—0.6	0.6—0.9
Räaseikkö-korpi — <i>Carex globularis spruce</i> swamp	4.67	4.86	4.91
Sararäme — <i>Sedge pine</i> swamp	4.91	5.00	5.13
Ruoh. sararäme — <i>Herb-sedge pine</i> swamp	4.83	4.95	5.09
”	4.88	4.93	5.46
Rimpineva — <i>Open rimpi</i> swamp	5.11	5.25	5.53
Tupasvillaräme — <i>Eriophorum vaginatum</i> pine swamp	4.20	4.58	5.52
Rimpineva — <i>Open rimpi</i> swamp	5.19	5.59	5.62
Rahk. sararäme — <i>Sphagnum fuscum-sedge</i> pine swamp	5.05	4.95	4.92
Suursaraneva — <i>Open sedge</i> swamp	5.03	5.20	5.60
Kalvakkaneva — <i>Open low-sedge</i> swamp	5.11	5.00	4.80
Molinianeva — <i>Open Molinia</i> swamp	5.30	5.32	5.32

alenumiseen. Tästä huolimatta pH alenee suon pohjalta pintaa kohti tultaessa, joten kationit pystyvät näinkin korkean pH:n alueella kulkeutumaan potentiaaligradientin suuntaan.

Taulukon 7 aineistosta on määritetty myös kalsiumpitoisuudet turpeen kuiva-ainetta kohti laskettuna. Nämäkin näyttävät

Taulukko 7 Esimerkkejä eräiden lettosoiden turveprofiilin pH-arvoista ja kalsiumpitoisuuksista (me/100 g)

Table 7. Examples of pH values and Ca concentrations (me/100 g) in peat profiles of some fen types.

Syvyys Depth m	Letto turvekangas Drained fen		Rimpiletto Rimpi fen		Koivu- letto Birch fen pH
	pH	Ca	pH	Ca	
0 —0.3	5.02		6.04	27	5.53
0.3—0.6	5.11	29	6.07	28	6.20
0.6—0.9	5.22	33	6.42	38	6.24
0.9—1.2	5.43	40	6.83	53	6.36
1.2—1.5	5.41	41	7.34	68	6.75
1.5—1.8	5.63	43	6.58	68	6.97
1.8—2.1	5.70	47			7.25
2.1—2.4	6.41	50			6.98
2.4—2.7	6.64	56			6.68
2.7—3.0	6.46	58			7.03

kohoavan pintaa kohti tultaessa. Näinhän ei välttämättä tarvitse olla, koska määräykset on tehty kuivatusta turpeesta. Se, että tulokset ovat näinkin suuressa määrin ilmiön luonteen mukaiset, aiheutuu turpeen maatuneisuudesta. Tällöinhän tilavuuden muuttumiset kuivattaessa ja jauhettaessa eivät muutu niin paljon kuin heikosti maatuessa turpeessa.

PINTAKASVILLISUUDEN "PUMPPAAVA VAIKUTUS"

Edellä esitetty potentiaaligradientin mukainen kivennäisten kulkeutuminen koskee vain turvekerrosta. Tilanne muuttuu aivan toiseksi, kun seurataan niiden kulkeutusta suon pintaosasta pintakasvillisuuteen. Tällöinhän suokasvien kationien otto tapahtuu yhtälön (4) mukaan. Tämä antaa kasveille mahdollisuuden kuljettaa kationeja potentiaaligradienttia vastaan eli siis ottaa kationeja alemmasta konsentraatiosta ja siirtää niitä korkeampaan. (Ilmiöhän on periaatteessa sama kuin jos siirrettäisiin lämpöä kylmemmästä lämpimämpään.) Täten suokasvit rikastavat itseensä kationeja — ja tässäkin tapauksessa yhtälön (4) mukaisesti aivan erityisen voimakkaasti kaliumia. Kun ilmiö ei kuitenkaan kuulu enää varsinaisesti käsiteltävään aihepiiriin, riittänee tästä pelkkä maininta. Todettakoon vain,

että suokasvisto pystyy ”pumppaamaan” kivennäisiä alemmasta ylempään konsentraatioon.

YHTEENVETO

Todettakoon lopuksi, että suotyyppi määrytyy ensisijaisesti alueen kosteusasteen ja kalkkipitoisuuden tai paremminkin sitä myötäilevän pH:n mukaan. Jos jompikumpi näistä tekijöistä muuttuu, myös suotyyppi muuttuu. Kemian ilmaisutapaa käyttäen voitaisiin ilmiötä nimittää palautuvaksi:

suotyyppi 1 \rightleftharpoons suotyyppi 2

Edelleen voidaan todeta, että suotyypin muodostuminen tapahtuu yleisten luonnolakiin mukaan. Tutkijalle tarjoaa suomaattomat mahdollisuudet tutkimusten tekoon. Hän voi olla vakuuttunut siitä, että kunkin havaitun ilmiön taustalla on mitä suurin tarkoituksenmukaisuus. Hänestä itsestään riippuu, paljastaako luonto hänelle salaisuutensa vai eikö. Luonto ei tunne mystiikkaa, vain tosiasioita.

KIRJALLISUUTTA

- Kivinen, E. 1948. Suotiede, Porvoo.
- Kotilainen, M. J. 1927. Untersuchung über die Beziehungen zwischen der Pflanzendecke der Moore unter der Beschaffenheit, besonders der Reaktion der Torfbodens. Suom. Suovilj.yhd. tiet. julk. 7.
- Kotilainen, M. J. 1933. Zur Frage der pH-Amplitude einiger Moorpflanzen. Suom. Suovilj.yhd. tiet. julk. 13.
- Lukkala, O. J.—Kotilainen, M. J. 1951. Soiden ojituskelpoisuus, Helsinki.
- Lumiala, O. 1944. Über die Beziehung einiger Moorpflanzen zu der Grundwasserhöhe. Extrait des Comptes Rendus de la Société géologique de Finlande N:o 16.
- Puustjärvi, V. 1959. On the cation uptake mechanism of *sphagnum* mosses. Maatal.tiet. aikakauskirja 31.

SUMMARY

FACTORS DETERMINING BOG TYPE

The project has been dealt with the development of bog types from the physico-chemical point-of-view.

The moisture relations and the calcium contents of the water flowing into the area

have been regarded as the factors determining the species composition and thus the bog type. Soil quality is expressed by the pH of the undisturbed bog.