



RES TERRAE

Publications of the Department of Geosciences University of Oulu
Oulun yliopiston geotieteiden laitoksen julkaisuja

Ser. A, No. 30
2010

Kauko Holappa

Pohjois-Pohjanmaan, Kainuun ja Koillismaan suotyyppien
suksessio, turpeiden ominaisuudet ja suokasvien ekologia



Pohjois-Pohjanmaan, Kainuun ja Koillismaan
suotyyppien suknessio, turpeiden ominaisuudet ja
suokasvien ekologia

Kauko Holappa

Esitetään Oulun yliopiston luonnontieteellisen tiedekunnan
suostumuksella julkisesti tarkastettavaksi Linnanmaan salissa
GO101, 4. kesäkuuta 2010 klo 12.00

Kansi: *Vuossoivan rinnesuo Savukoskelta, kesällä 1982. Kuva: Kauko Holappa*

Kauko Holappa

Pohjois-Pohjanmaan, Kainuun ja Koillismaan suotyyppien sukessio, turpeiden ominaisuudet ja suokasvien ekologia

Res Terrae, Ser. A, No. 30, OULU, 2010



RES TERRAE - Publications of the Department of Geosciences,
University of Oulu, Oulun yliopiston geotieteiden laitoksen julkaisuja

Ser. A, Contributions

ISSN 0358-2477

Ser. B, Raportteja - Reports

ISSN 0358-2485

Ser. C, Opetusjulkaisuja - Teaching material

ISSN 0358-2493

Editorial board - Toimituskunta:

Dr. Pekka Tuisku, Päätoimittaja - Editor-in-Chief
Prof. Vesa Peuraniemi

Dr. Aulis Kärki, Toimitussihteeri - Sub-Editor

Julkaisu ja levitys - Published and distributed by:

**Oulun yliopisto, geologian osasto - University of Oulu, Department of
Geology, P.O. Box 3000, 90014 University of Oulu, Finland**

Telephone: 08-5531430, International tel: +358-8-5531430

Telefax: 08-5531484, International fax: +358-8-5531484

E-mail: pekka.tuisku@oulu.fi

www: <http://cc.oulu.fi/~resterr>

Pohjois-Pohjanmaan, Kainuun ja Koillismaan suotyypien sukessio, turpeiden ominaisuudet ja suokasvien ekologia

TIIVISTELMÄ

Tässä työssä tutkittiin Pohjois-Pohjanmaan, Kainuun ja Koillismaan soiden suotyyppejä ja niiden turvekerrostumia. Suot sijaitsevat 64° - 66° pohjoisten leveyspiirien ja 24° - 30° itäisten pituuspiirien rajaamalla alueella, joka on keski- ja pohjoisboreaalisten kasvillisuusvyöhykkeiden vaihettumisaluetta.

Suurin osa rannikkoalueen soista on primääristä alkuperää. Tutkimusalueella lähes puolet soiden turpeen paksuudesta muodostui ennen kuusen (*Picea*) tuloa seudulle. Sen jälkeen kehittyi länsiosiin paikoin koko turvekerrostuma. Suot alkoivat voimakkaasti rahkoittua suurilmaston viileessä ja muuttuessa kosteammaksi. Turvestratigrafiasta tunnistettujen eri suotyypivaiheiden sukcession dynaamisuus on selitettävissä turpeiden vesipitoisuuksien ja pH-arvojen avulla. Suon kehityshistoria rakentuu jopa seitsemästä eri suotyypivaiheesta.

Tutkimusalueella esiintyy useita kymmeniä suotyyppejä, joista ekologisesti samankaltaiset resentit ja subfossiiliset suotyypit yhdistettiin 15 eri tyyppikerrostumaksi. Niiden keskimääräinen botaaninen koostumus, turpeiden fysikaaliset ominaisuudet sekä turpeen tuhkan alkuainepitoisuudet ja korrelaatiot poikkeavat toisistaan verrattaessa eri kerrostumia.

Turpeen maatuessa kasvijäänöksien suhteelliset osuudet pienenevät, jolloin turpeeseen muodostuu amorfista < 0,125 mm kasvimassaa, joka korreloi lineaarisesti v. Postin (1922) maatumisasteiden kanssa (r^2 0,99). Vastaavasti erittäin hitaasti maatuvien ja vielä tunnistettavissa olevien suokasvien suhteellinen osuus nousee pitkälle maatuneissa turpeissa. Kasvijäänöksien kertymät turpeeseen ja maatumisaste noudattivat tiettyjä malleja, kun tiedetään turvenäytteestä eri kasvien suhteelliset osuudet (%) ja v. Postin maatumisaste. Myös syvyyden ja eri turvetekijäin välillä on selkeä riippuvuus. Meso- ja eutrofisissa reunavaikutteisissa suotyypeissä on keskimääräistä korkeammat kuivatheydet.

Reuna- ja keskustavaikutteisuudesta kuin myös suoalueen kallioperän erilaisuudesta johtuen suotyypien fysikaaliset ominaisuudet ja turvetuhkan geokemialliset pitoisuudet vaihtelevat laajalla vaihteluvälillä. Myös ombrotrofia erottuu minerotrofiasta turpeen geokemiassa Fe-, Ca-, Mg-, Al- ja P-pitoisuuksien osalta. Nykyisten suotyypien pintaturpeissa on korkeammat alkuainepitoisuudet kuin samaan suotyypikerrostumaan kuuluvassa pohjaosassa. Reunavaikutteisiin suotyyppeihin konsentroituu selvästi suuremmat alkuainepitoisuudet kuin keskustavaikutteisiin.

Maa- ja kallioperän vaikutusta soihin sekä suotyypien ekologiaan ilmentävät eri kasvilajit tarkemmin kuin kasviheimo tai -ryhmä, jotka ovat pääasiassa keskiravinteisia ja indifferenttejä. Makrosubfossiilien avulla sekä kasvisolukoista tunnistetuille turvetta muodostaneelle lähes 200 eri kasvilajille on määritelty ensimmäistä kertaa suon ja turpeen ekologiaa kuvaava keskimääräinen bioindikaatioarvo, ns. ekologinen lokero (kuiva-kg/m³, v%, H₁₋₁₀, amorf. %, org. %, T %, pH, mV, Al, Ca, Mg, K, Na, P, Fe, Mn, Cu, Pb, Zn).

Erytisesti turpeiden tuhkien geokemia ja Cu-, Zn-, Pb-pitoisuudet antavat viitteitä myös malminetsintään, koska korkeat pitoisuudet rajoittuvat selkeästi tietyille alueille. Tuloksien perusteella tutkimusalueella on useita kohteita, joissa turpeissa esiintyy poikkeuksellisen korkeita raskasmetallipitoisuuksia.

Tutkimustuloksia voitane soveltaa erilaisiin suoekologiaan jatkotutkimuksiin, suoympäristön laadun ja tilan arvioimiseen, kasvillisuushistorian tutkimuksiin sekä malminetsintään.

Avainsanat: soistuminen, suotyyppi, sukessio, maatuminen, trofia, reuna-keskustavaikutus, turpeen ominaisuus, bioindikaattori

ABSTRACT

Succession of mire types, peat qualities and ecology of mire plants in the areas of Pohjois-Pohjanmaa, Kainuu and Koillismaa, Northern Finland

Mire types and peat stratification in the mires of Pohjois-Pohjanmaa, Kainuu and Koillismaa were studied. The mires are located between 64° - 66° northern latitude and 24° - 30° eastern longitude, which area coincides with the transitional boundary of the mid- and northern boreal vegetation zones.

Most coastal mires are of primary origin. Nearly half of the peat layer thickness in the study area developed before the spruce (*Picea*) came into the region. In some westernmost parts of the area, the whole peat layer developed after that. When the macroclimate became cooler and more humid, the bogs became significantly dominated by Sphagnum. The dynamic succession of mire types, which can be identified based on peat stratigraphy, is explained by the water content and pH values of peats. The successional history of a mire may consist of as many as seven mire type stages.

There are tens of different mire types in the study area. Of these, the ecologically similar recent and subfossils mire types were combined into 15 typological strata, which differ in their average botanical composition, the physical quality of peats, and the element concentrations and correlations of peat ash.

As peat decomposes, the relative proportions of plant residues decrease, and the peat begins to contain amorphous (< 0.125 mm) vegetative pulp, which correlates linearly with the decomposition stages of v. Post (1922) (r^2 0,99). Correspondingly, the relative proportion of very slowly decomposing and still identifiable mire plants increases in peats of advanced decomposition. The accumulation of plant residues in peat and the decomposition stage follow certain models, when the relative proportions of different plants in a peat sample as well as the v. Post decomposition stage are known. There is also a clear correlation between depth and the different peat factors. Meso- and eutrophic mires with margin effect have higher than average dry densities.

Due to differences in the margin vs. centre effect and the bedrock, the physical qualities of mire types and the geochemical concentrations of peat ash vary widely. Ombrotrophy is also differentiable from minerotrophy in peat geochemistry based on the concentrations of Fe, Ca, Mg, Al and P. The surface peats of recent mire types have higher element concentrations than the bottom parts of the same mire type stratum. Mire types with margin effect have clearly higher element concentrations than mires with centre effect.

The effects of soil and bedrock on mires and the ecology of mire types is reflected by plant species better than plant families or groups, which are mostly mesotrophic and indifferent. For the first time, using macrosubfossils, the nearly 200 plant species whose tissues were identified as components of peat were defined average bioindicator values descriptive of mire and peat ecology, i.e. ecological niches (dry-kg/m³, v%, H₁₋₁₀, amorph. %, org. %, T %, pH, mV, Al, Ca, Mg, K, Na, P, Fe, Mn, Cu, Pb, Zn).

Especially the geochemistry and the Cu, Zn and Pb concentrations of peat ashes are also useful in ore prospecting, because high concentrations are limited to clearly defined areas. Based on the results, it was possible to identify several parts of the study area where the heavy metal concentrations of peat were exceptionally high.

The results of this study can be applied to more advanced mire ecology research, evaluation of the quality and status of bog environments, studies of vegetational history and ore prospecting.

Key words: paludification, mire type, succession, decomposition, trophy, margin-centre effect, peat quality, bioindicator

Pohjois-Pohjanmaan, Kainuun ja Koillismaan suotyyppien sukkessio, turpeiden ominaisuudet ja suokasvien ekologia

SISÄLLYS	
TIIVISTELMÄ	2
ABSTRACT	3
1. JOHDANTO	5
Soistuminen	5
Soiden luokittelu	7
Soiden geokemia	11
Soiden trofia (ravinteisuus)	13
2. TUTKIMUSALUE	16
3. TUTKIMUSMATERIAALI JA -MENETELMÄT	20
Kenttätutkimukset	20
Laboratoriomenetelmät	22
<i>Suotyyppistratigrafia ja makrosubfossiilianalyysit</i>	22
<i>Fysikaaliset ja geokemialliset analyysit</i>	24
<i>Tulosten käsittely</i>	25
4. TULOKSET	26
Tutkimusalueen soistuminen, suotyyppistratigrafia ja -sukkessio	26
Turpeiden muodostuminen	36
<i>Suokasvien maatuminen</i>	36
<i>Amorfisen aineksen osuus turpeissa</i>	41
Suon pohjan vaikutus turvekerrostumiin	46
<i>Fysikaaliset ominaisuudet</i>	46
<i>Geokemialliset ominaisuudet</i>	46
Eri suotyyppikerrostumien ominaisuudet ja niiden väliset korrelaatiot	51
<i>Fysikaaliset ominaisuudet</i>	51
<i>Geokemialliset ominaisuudet</i>	51
<i>Orgaaninen aines ja kuivatiheydet</i>	56
<i>Eri ominaisuuksien väliset korrelaatiot</i>	57
<i>Suotyyppien turvekerrostumat</i>	60
Kasvien suoekologiset indikaatiot turpeessa	75
<i>Vesipitoisuus</i>	75
<i>Kuivatiheys</i>	76
<i>Maatumisaste, amorfisen ja orgaaninen aines</i>	78
<i>Tuhkapitoisuus</i>	78
<i>Geokemia</i>	79
5. TULOSTEN TARKASTELU	82
Tutkimusalueen soistuminen, suotyyppistratigrafia ja sukkessio	82
Turpeiden maatuminen	85
Turpeiden orgaaninen aines ja kuivatiheys	87
Turpeiden botaanisen koostumuksen määrittäminen	88
Suotyyppien fysikaaliset ominaisuudet	90
Suotyyppien geokemia	90
Suokasvien ekologinen lokero	94
Tutkimusalueen malmikriittiset kohteet	96
6. YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET	97
7. KIITOKSET	102
8. KIRJALLISUUS	104
Liitteet	1-10

1. JOHDANTO

Tämän tutkimuksen tavoite on saada tietoa Pohjois-Pohjanmaan, Kainuun ja Koillismaan alueiden soista ja niiden suotyypeistä: 1) Millainen on suotyyppien sukessiokulku? 2) Millaisia luontevia ekologisia ryhmiä saadaan yhdistämällä nykyistä ja turpeeksi muuttunutta suokasvillisuutta toisiinsa? 3) Miten tämä yhteensovittaminen sopii nykyisen ja turpeeksi muuttuneen suokasvillisuuden fysikaalisten ja kemiallisten ominaisuuksien kanssa? 4) Miten näin saatua tietoa voidaan käyttää turpeen maatumisasteen ja koostumuksen määrittämiseen? 5) Mikä vaikutus on suon pohjan laadulla turpeen eri ominaisuuksiin? 6) Millainen ekologinen lokero saadaan turpeen fysikaalisten ja geokemiallisten ominaisuuksien avulla näytteistä tunnistetuille suokasveille? 7) Mitkä ovat turvekemian mahdollisuudet malminetsinnässä?

Geologiassa nykyisyys on menneisyyden avain – tämän päivän geologisia prosesseja tutkimalla avautuvat luonnon aikaisemmat kehityskulut. Birks & Birks (1980) mukaan kehityskulun ja sen aikana tapahtuneiden prosessien selvittämiseksi kuvataan geologiset kerrostumat ja kerrosyksiköt tai organismit sekä rekonstruoidaan johtofossiilien avulla populaatioiden ja menneen ajan ympäristö.

Soiden nykyistä suokasvillisuutta ja sen ekologista tietämystä on tässä tutkimuksessa käytetty menneisyyden avaimina, soiden kehityksen turvegeologisina avaimina. Resentin suotyypin kasvillisuus ja siitä kerrostunut turve suolla edustavat kunkin suon suotyyppisukcession viimeisintä vaihetta.

Soistuminen

Pohjois-Suomen aapasuoloonto erityispiirteinen on maailmanlaajuisesti ainutlaatuinen luonnonperintö, josta edustavimmat ja parhaiten säilyneet aapasuot liitettäne tulevaisuudessa Unescon maailmanperintöluetteloon ns. Fennoskandian vihreään vyöhykkeeseen (www.environment.fi Tiedote 22.1.2004. Ympäristöministeriö).

Suomi kuuluu sirkumpolaariseen boreaaliseen biomiin, jota leimaavat havumetsät ja suot. Arktisen vyöhykkeen eteläpuolella kulkeva yhtenäinen taigametsien vyöhyke jakautuu

Suomen alueella pohjois-, keski- ja eteläboreaaliseksi vyöhykkeiksi. Noin 90 % koko maapallon soista on Fennoskandiassa, Venäjällä ja Kanadassa (Maltby & Proctor 1996, Immirzi *et al.* 1992). Humidi ilmasto ja laakea maasto edistävät boreaalisen alueen soistumista. Taiga-alueella suot ovat pääasiassa aapasoi - märkiä nevoja, erilaisia korpia ja rämeitä. Tundran rajoilla esiintyy monin paikoin palsasoi. Keidassoita on boreaalisen alueen etäläosissa, mutta ei mantereisilla alueilla (Havas 1999). Soistuminen on yleisintä keskiarctisella ja boreaalisella vyöhykkeellä (Eurola 1992).

Soistuminen alkaa turpeen muodostumisesta, kun hajoamistilassa olevat kasvit sedimentoituvat epähomogeeniseksi orgaaniseksi kerrostumaksi. Suokasvien jäännöksistä maatumisen tuloksena muodostuu eloperäinen maalaji, joka on kerrostunut muodostumispaikalleen. Siinä orgaanisen aineen pitoisuus on vähintään 75 % kuivamassasta (Virtanen *et al.* 2003). Toisaalta turve on määritelty orgaaniseksi materiaaliksi, joka sisältää osittain hajonnutta kasvimassaa yli 65 % märkápainosta ja tuhkapitoisuus on 20 - 35 % välillä. Lisäksi turpeessa on vettä 88 - 97 %, 2 - 10 % kuiva-ainetta sekä 1-7 % kaasuja (Charman 2002; Clymo 1983; Heathwaite *et al.* 1993a).

Mannerjäätikön vetäytyttyä noin 10000 cal BP sitten läntinen puoli Suomesta oli veden peitossa. Jäätikön sulamisen jälkeen ja maankohoamisen myötä veden alta paljastunut vetinen mineraalimaa alkoi primäärisesti soistua, jonkin verran myös jääjärvien rannoilla merivaiheen koskemattomalla supra-akvaattisella alueella. Perämeren rannikolla maa kohooa keskimäärin 8 mm/v ja itärajan tuntumassa noin 5 mm/v (Eronen 1983; Winterhalter *et al.* 1981).

Heti jääkauden jälkeen supra-akvaattiselle meriveden koskemattomalle maalle kehittyneistä soista primäärisen suomuodostumisen osuus oli 40 %, joskin metsämaa soistui 6900 - 5900 cal BP lähtien voimakkaammin (50 %) ja osa vesialtaista soistui umpeen pinnanmyötäisesti (10 - 20 %) 5900 - 3200 cal BP (Huikari 1956; Korhola & Tolonen 1998). Itämeren Ancyclus- järvivaiheen jälkeen alava veden alta paljastunut Pohjois-Pohjanmaan rantalakeus alkoi laaja-alaisen primäärisen soistumisen (osuus 60 %). Kivennäismaalle levinneestä vetiseen ympäristöön sopeutuneesta kasvillisuudesta muodostuivat suon ensimmäiset turvekerrostumat. Metsämaan soistumisen (35 %, 3200 - 1250 cal BP) ja soistuvien vesistöjen osuus (5 %, 5900 - 3200 cal BP) jäi vähäisemmäksi. Koko jääkauden jälkeisen ajan turvetta on kerrostunut vaihtelevassa määrin suurilmaston,

rannansiirtymisten, metsäpalojen, paikallisen topografian, maankohoamisnopeuden ja vesien laskusuhteissa tapahtuneiden muutosten seurauksena (Huikari 1956; Korhola 1995, 1996; Korhola & Tolonen 1998). Vanhimmat suot sijaitsevat Pohjois-Suomessa 150 - 300 m korkeudella merenpinnasta ja nuorimmat Perämeren rannikolla (Mäkilä & Muurinen 2008). Koko maan turpeen keskimääräinen kerrostumisnopeus on 0,32 mm/v, aapasuoalueella 0,25 mm/v ja keidassuoalueella 0,59 mm/v (Mäkilä & Toivonen 2004).

Soiden luokittelu

Suomi jaetaan alueellisesti soiden suotyyppien kasvilajiston ja suoyhdistymätyyppien esiintymisen perusteella keidassoihin, aapasoihin ja palsasoihin (Ruuhijärvi 1960; Eurola 1962). Suotyypeiksi erotetaan noin 80 erilaista suokasviyhteisöä (Eurola & Kaakinen 1978; Eurola *et al.* 1995). Suometsätieteellisessä luokituksessa suotyyppejä on 32 (Laine & Vasander 1990, 2005). On kehitelty myös yhteispohjoismaisia suoluokituksia (Kaakinen 1980; Vegetationstyper i Norden, 1994; Tuominen, *et al.* 2001). Laitinen *et al.* (2007) esittävät suomalaisten soiden luokittelumallia (Combines Finnish Mire Typology – CFMT), joka yhdistää Cajanderin (1913) esittämän suokompleksikäsitteen ja ilmastollisen, vyöhykkeellisen suokompleksikäsitteen. Edellisen ohella esitetään myös boreaalisten, vyöhykkeellisten suosysteemien vedenvirtaustyyppittely (Mire Water Flow Typology – MWFT).

Cajanderin (1913) tekemä suotyyppijako: korpi, räme, neva ja letto, on ollut perustavaa laatua oleva työ myöhemmille suotutkimuksille. Auer (1923, 1924) selvitti siitepölystön avulla soiden kehityshistoriaa alueellisesti hyvin laajalti. Eri puolelta Suomea on tutkittu soiden ja turpeiden kehittymistä sekä koostumusta eri menetelmin (Herlin 1896; Andersson 1898; Lindberg 1901, 1910; Kujala 1924; Waren 1924; Metsävainio 1931; Aario 1932; Lukkala 1920, 1920, 1933; Backman 1919, 1935, 1935; Brant 1948; Heikurainen & Huikari 1952; Ruuhijärvi 1960; Havas 1961; Vasari 1962; Aartolahti 1965; Tolonen 1967; Päivänen 1969, 1973; Lappalainen 1970; Korhola 1990, 1995; Tikkanen & Korhola, 1993; Berglund *et al.* 1996; Laine *et al.* 1996; Mäkilä 1997; Mäkilä *et al.* 2001; Mäkilä & Moisanen 2007). Radiohiiliajoituksilla on saatu tietoa soistumisen ja yksittäisten soiden kehityskulusta (Mäkilä & Muurinen 2008, Mäkilä *et al.* 2009). Turpeen erilaisen jalostuksen ja hyötykäytön kannalta on soiden turpeen määrän

inventointien lisäksi ollut tärkeää selvittää soiden turvelajit, turpeen maatumisaste ja tuhkapitoisuus sekä fysikaaliset ja kemialliset ominaisuudet (Zailer & Wilk 1907; Salmi 1950, 1955, 1958; Mäkilä 1980, 1984, 1994; Sillanpää 1972, 1975; Tolonen 1974, 1977, 1984; Tolonen & Hosiainluoma 1978; Pakarinen & Tolonen 1977; Elomaa 1981; Urvas 1980; Westman 1981; Yliruokanen 1980). Geofysikaalisilla mittausten menetelmillä saadaan kolmiulotteisia rakennekuvia tutkituista soista (esim. Hänninen & Lappalainen 1987; Hänninen 1992).

Soistumisen ja muodostuvan turpeen välillä on selvä yhteys suoveden ravinnepitoisuuksiin, koska turpeen paksuuntuessa ravinteiden nousu ylempiin pintaturpeisiin vähenee (Ramann 1895). Seurauksena on suon ravinnetalouden köyhtyvä kehitys eutrofiasta ombrotrofiaan (Weber 1902; Melin 1917; Kotilainen 1927), jolloin suokasvillisuudelle tärkeä typen saatavuus on vähäisempää seisovissa, lähes hapettomissa suovesissä kuin viettävien soiden pintavesissä (Hesselman 1924; Olsen 1921). Soiden vesitalous on useissa tutkimuksissa todettu keskeiseksi tekijäksi soistumiprosessissa (Moore & Bellamy 1974; Clymo 1983; Ingram 1983). Hydrotopografisten suotyyppien kuvaamisessa tulisi Malmerin (1975) mukaan kuvata soiden mikrotopografia, reuna- ja keskiosat, ombrotrofisten ja minerotrofisten suotyyppien sarja sekä etäisyys merestä. Rybníček (1985) pitää suon kehittymiskulussa tärkeimpänä ulkoisena tekijänä suoveden laatua ja määrää. Suopohjan geologisen laadun merkitys jää epäsuoraksi. Kerrostuvan turpeen laatu ja rakenne riippuvat turvetta muodostavan kasviyhteisön laadusta, erityisesti typen (N) ja fosforin (P) sitoutuessa jo ennen suon seuraavaa kehitysvaihetta. Tämä johtaa suon luonnolliseen sukkessioon, jolloin suoyhteisö tuhoaa ja muuttaa itseään.

Suoyhteisöillä on laaja maantieteellinen yhteys, endeemejä lajeja on hyvin vähän ja monilla soilla esiintyvillä putkilokasveilla on hyvin laaja sopeutuvuus trofian suhteen. Pelkästään johtokykymittauksilla on todettu turpeiden elektrolyyttipitoisuuksien vaihtelua suon eri pinnoilla sekä alueellisestikin (Havas 1963, Puranen *et al.* 1999).

Walker (1970) on selvittänyt 159 tutkimuspisteeseen perustuvan aineiston avulla Britannian soiden progressiivista kehitystä. Hän erottaa 12 erilaista kasviyhteisöä suon kehittyessä avoimesta vedestä kohosuoksi. Kehityskulun aikana suotyypit muuttuvat hyvin lyhyen kerrostumisen jälkeen melkein miksi suotyypiksi tahansa. Paleobotaniikkaan perustuva malli (Rybníček & Rybníckova 1974) suosukcession

kehityksestä antaa 8 eri vaihetta vesikasvillisuudesta kuivaan rämekasvillisuuteen. Toisessa stratigrafisiin analyysiin perustuvassa tutkimuksessa on saatu 7 geneettistä turvekerrostumatyyppiä (Lishtvan *et al.* 1982).

Vetisestä nevasuosta tilastollinen klusterointi (vuorottelevat ryhmät) antaa 11 eri kehitysvaihetta. Blytt (1886) selitti suon sukkessiokehitystä suurilmaston muutoksilla, jota mallia Sernander (1890) täydensi makrosubfossiilien avulla. Mangerud *et al.* (1974) esittivät Blytt-Sernanderin termistön säilyttäen pohjoisten alueiden kvartääristratigrafian kronozoonien radiohiiliajoitukset (C^{14}). Pohjoisilla alueilla ilmaston lämpöoptimi sijoittuu 6900 – 4900 cal BP ja sen jälkeen viileneminen Blytt-Sernanderin mallin mukaisesti noin 3800 cal BP (Seppä 1995).

Soiden luokittelussa on erityyppisiä lähestymistapoja, kuten floristiikka, kasvien rakenne ja fysiognomia, suon morfologia, hydrologia, stratigrafia, turpeen fysikaalinen tai geokemiallinen ominaisuus. Useimmat edellä mainitut luokitustavat liittyvät toisiinsa. Turpeen kerrostumisprosessien sekä soiden ja turpeen kuvaamiseen ja luokitteluun voi käyttää kaikkia em. lähestymistapoja tai muita menetelmiä. Useimmiten turpeen luokittelu perustuu kasvijäänteisiin ja maatumaisuuteen (Moore 1984b; Lappalainen *et al.* 1984). Floristinen jaottelu perustuu keskieuropalaiseen kasvijärjestelmään (Grosse-Brauckmann 1974b, 1976). Tämä ns. fysikokemiallinen järjestelmä luokittelee suokasviyhteisöjä suon hydrologian, turpeen fysikokemiallisten reaktioiden ja kationipitoisuuksiin pohjautuvan ravinnetason perusteella, soiden reuna- ja keskustavaikutuksilla sekä suon pien- ja suurtopografialla. Tämä kaksoisjärjestelmä voisi olla myös suokasvillisuusluokittelun perustana (Huttunen 1984). Kaikki mainitut tekijät vaikuttavat turpeen botaaniseen koostumukseen eli turvetta muodostavien kasvien esiintymiseen, maatumisasteeseen ja trofiaan.

Kanadalainen soiden luokittelujärjestelmä (Canadian Wetland Classification System, CWCS) soveltuu Wells & Zoltain (1985) käsityksen mukaan koko pohjoiselle pallonpuoliskolle, koska kasvilajisto ja ekologinen sekä morfologinen suotyypinimistö on hyvin samantyyppinen kuin Suomessa ja Venäjällä. Boelter (1969) määrittelee kuituisen turpeen päämassan yli 0,1 mm karkeaksi fraktioksi. Sneddon *et al.* (1971) mukaan kuituisen turpeen rakeisuus on yli 0,15 mm. Runsaasti ligniiniä sisältävien kasvien maatuessa syntyy hitaasti hajoavia aromaattisia fragmentteja sisältäviä

humushappoja ja vähäligniinisistä kasveista hiilihydraatti- ja proteiinipitoisia humushappoja. Näistä aromaattiset ovat suhteellisen stabiileja maatumiselle ja kerrostumiselle (Lishtvan *et al.* 1982).

Ravinteiden liikkumisesta ja ilmastovaihteluista johtuvista syistä kehittyi eniten Luoteis- ja Keski-Euroopan soihin rajapintoja, ns. rekurrenssipintoja (Grenzhorizont, black peat – white peat) (Weber 1911; Granlund 1932; Schneekloth 1965, 1968). Frenzelin (1983) mukaan eri suotyyppejä ei voida käyttää suoraan paleoilmanstom rekonstruointiin. Toisaalta Heathweite *et al.* (1990) esittävät, että on melkein mahdoton erottaa ilmastovaikutuksen osuutta suon autogeenisiin muutoksiin ja suon kehitysvaiheisiin hydrologiassa, geokemiassa sekä suoluonnossa.

Wheeler & Proctor (2000) ovat ehdottaneet, että Luoteis-Euroopan soihin sovellettaisiin päävaihtelugradienteiksi minero-ombrotrofia, hapan / emäksinen -suhde, ravinteisuus, vedenpinnan taso, lithotrofia / mereisyys, reuna-keskustavaikutus, turpeen paksuus ja lähteisyys, luhtaisuus sekä ilmastolliset ja muut tekijät. Vastaavasti Økland *et al.* (2001) mukaan suoekologiassa on kaksi yleisesti tärkeää päägradienttia (niukkaravinteisuus-runsasravinteisuus ja veden pinnan taso), kaksi alueellista päägradienttia (avoin suo – rämeinen suo sekä fosforin ja ravinteiden saatavuus, tuottavuus) ja viisi paikallisesti tärkeää gradienttia (lähteisyys/tulvaisuus/soistuneisuus, suolaisuus, turpeen tuottamiskyky, mikrotopografia, lumipeitteen stabiilisuus).

Useimmat soista ja turpeista esitetyt luokitukset ovat luonteeltaan geneettisiä, paitsi Troels-Smithin (1955) kehittämä turveluokitus, joka on ensimmäinen laaja-alainen deskriptiivinen kenttäkuvausjärjestelmä, jolla hän luokittelee ominaisuuksiltaan hyvin monitahoisia orgaanisia sedimenttejä. Suokerrostumat ovat toistuvasti eri turvetekijöiden sekoituksia (Birks & Birks 1980). Suomalainen turveluokitus noudattaa pääpiirteissään kuitenkin IPS:n (International Peat Society) turveluokitusta (Kivinen 1976; Lappalainen *et al.* 1984).

Soiden geokemia

Normaaleissa maaperäoloissa orgaaninen aines on yleensä negatiivisesti varautunut samoin kuin mangaanioksiditkin (Rose *et al.* 1979, Heikkinen 2000). Suuremmalla varauksella esiintyvät ionit sitoutuvat herkemmin ja tehokkaammin kuin alhaisen varauksen omaavat ionit (Alloway 1992). Oksihydroksiin liukeneminen on pelkistävässä oloissa tärkein metallien vapautumiseen liittyvä tekijä. Pelkistävässä oloissa ioneilla on pienemmät varaukset kuin hapettavissa oloissa, jolloin niiden liukoisuus nousee ja sitoutuminen vähenee (Chuan *et al.* 1996, Heikkinen 2000). Kationit pidättyvät hapettavissa ja neutraaleissa tai emäksisissä oloissa, anionit vastaavasti hapettavissa ja happamissa oloissa. Pelkistävässä ympäristössä suurin osa metalleista on sitoutuneita tai rikin kanssa sulfidisaostumina (Rose *et al.* 1989). Organometallikompleksit ja kelaatit ovat pysyvämpiä kuin epäorgaanisten yhdisteiden ja metalli-ionien muodostamat kompleksit (Harmsen 1977; Plant & Raiswell 1983; Yong *et al.* 1992; Heikkinen 2000). Alle + 400 mV olosuhteissa rauta ja mangaani ovat kaksiarvoisessa muodossa (Sikora & Keeney 1983). Rauta ja mangaani käyttäytyvät hyvin samantapaisesti, mangaani pelkistyy helpommin mutta hapettuu vaikeammin kuin rauta (Lindholm 2005; Mackereth 1966). Rauta/mangaani-suhdetta voidaan käyttää hapetus-pelkistyssuhteiden arvioimiseen. Vesistöissä suhteen nousu indikoi rehevöitymistä, jolloin olosuhteet muuttuvat pelkistävään suuntaan (Lindholm 2005; Myllymaa & Murtoniemi 1986; Heikkilä 1999). Rautapitoisissa turpeissa esiintyy myös runsaasti liukoista uraania. Liukeneminen veteen pH 7,5-7,8 on ollut 2-3 kertaa suurempi kuin pH:ssa 5,5 (Kochenov *et al.* 1965). Soiden mineraalisaostumat sisältävät useimmiten rautaa, jonka minerologiassa vaihtelee sideriitti (FeCO_3), götiitti ($\text{FeO}\cdot\text{OH}$) tai vivianiitti ($\text{Fe}_3(\text{PO}_4)\cdot 8\text{H}_2\text{O}$) (Virtanen 1994, Bgatov *et al.* 1986).

Maaperän happamuus vaikuttaa voimakkaasti alkuaineiden sorptio-ominaisuuksiin (Heikkinen 2000; Bourg 1988; Salomons 1995; Chuan *et al.* 1996) ja soiden peittämän emäksisen kallioperän vaikutus näkyy myös turpeen pH-arvoissa (Salmi 1958). Kupari, sinkki ja lyijy muuttuvat maaperässä liukoiseen muotoon sekä emäksisissä että happamissa olosuhteissa (Kabata-Pendias & Pendias 1992; Alloway 1995a; Wilson & Bell 1996; Heikkinen 2000). Pohjavesivyöhykkeessä vallitsevat pelkistävät olosuhteet ja vettyneissä kerrostumissa hapen osuus vähenee ja siten redox-potentiaali pienentyy (Heikkinen 2000).

Humusaineet (humiini, humushapot, fulvohapot, polysakkaridit, proteiinit, peptidit, aminohapot) ja epäorgaaniset kloridi-, fosfaatti- ja karbonaatti-ionit sisältävät reaktiivisia ryhmiä (-COOH, -OH, -OCH, -NH₂, =N, -SH, -C=O) (Yong *et al.* 1992, Heikkinen 2000). Orgaaninen aines muodostaa metallien kanssa etupäässä sisäkehän komplekseja. Fulvohapot sisältävät runsaimmin reaktiivisia karbonaattiryhmiä ja ovat siten erittäin tehokkaita kompleksin muodostajia (Schnitzer 1978; Hartikainen 1996; Heikkinen 2000). Orgaanisten kompleksien pysyvyyteen vaikuttavat atomien kemiallinen luonne ja lukumäärä, renkaiden määrä kelaatissa, metallin kemiallinen luonne, pH-luku, hapetuspelkistysolot, ioninvaihtuvuus ja maaperän mikrobitoiminta (Harmsen 1977; Schulin *et al.* 1995; Heikkinen 2000).

Kelaatit ovat kaikkein pysyvimpiä organometallikomplekseja (Rose *et al.* 1979; Yong *et al.* 1992; Heikkinen 2000). Yhdisteiden määrä riippuu alueen maa- ja kallioperän ominaisuuksista ja sadeveden koostumuksesta. Rannikon maavedessä esiintyy runsaasti kloridi- ja sulfaatti-ioneja (Moore & Bellamy 1974; Lahermo *et al.* 1990; Heikkinen 2000). Metallien kiinnittyminen kolloideihin ja siten myös kulkeutuminen niiden mukana riippuu mm. kolloidien ja veden määrästä maaperässä, happamuudesta ja hapetuspelkistysoloista sekä turpeen tai maaperän vedenläpäisevyydestä (Heikkinen 2000). Osittain götiitiksi muuttunut pyriitti on yleisin moreenissa esiintyvä sulfidimineraali. Turpeessa on paikoin tavattu pyriittiä, kuparikiisua, kovelliinia ja metallista kuparia (Lett & Fletcher 1980).

Epäorgaanisia aineita suhteessa tilavuuteen on turpeessa vähemmän kuin mineraalimaassa (Sillanpää 1975). Useimmat raskasmetallit pidättyvät maaperään parhaiten neutraaleissa tai emäksisissä oloissa ja muuttuvat pH:n laskiessa liukoiseen muotoon (Kabata-Pendias & Pendias 1992; Alloway 1995; Wilson & Bell 1996; Heikkinen 2000). Kallioperän kalkkikivijuonet riittävät kohottamaan yllä olevan turpeen pH:n lähes neutraaliksi (Salmi 1958, 1967).

Mineraalit liukenevat osittain pohjaveteen ja humuksesta muodostuviin orgaanisiin happoihin, jolloin veden mukana kulkeutuneet alkuaineet edelleen haihtumisen vaikutuksesta rikastuvat kasveihin. Joihinkin kasveihin kertyy helpommin tiettyjä alkuaineita, esim. sinkkiä orvokkiin (*Viola calaminaris*) sekä hetevarstasammaliin (*Pohlia*

wahlenbergii) (Jonasson *et al.* 1983) ja kultaa peltokortteeseen (*Equisetum arvense*) (Salmi 1955). Korkeasta pohjavesitasosta johtuen turvekerrostumassa happea on niukasti kasvien käytettävissä. Eurolan (1992) mukaan suo- ja rantakasvit kestävät aerenkyymsolukon ansiosta suurempia ferrorautamääriä maaperässä kuin aidot maakasvit. Esimerkiksi suopellon maaperässä näkyy lannoituksen aiheuttama muutos Timotei - heinän (*Phleum pratense*) alkuainekertymissä vielä 13 vuoden jälkeen (Erviö 1989). Samoin metsien uudistusalueiden kynnöksen uomassa ja kyntämättömällä alueella useimpien alkuaineiden pitoisuudet varpukasveissa (*Vaccinium vitis-idaea*, *V. myrtillus*, *V. uliginosum*, *Empetrum nigrum* coll.) esiintyvät epäsäännöllisinä määrinä, paitsi rautaa ja alumiinia kertyy enemmän vaon pohjalla ja penkan ylimmissä osissa kasvaviin varpuihin (Sepponen 1989). Ilmasta sateiden mukana tulevat raskasmetallilaskeumat aiheuttavat muutoksia maaperän geokemiaan (Kubin 1989), josta syystä kasveihin kertyneet alkuainemäärät voivat olla normaalia korkeampia. Suokasvilajien alkuainepitoisuuksia on tutkittu myös Jämtlannin soista (Malmer & Sjörs 1955). Kanadassa on havaittu korkeita kuparipitoisuuksia nuokkuvarstasammalista (*Pohlia nutans*) ja kinnassammalista (*Scapania*) (Beschel 1959; Fraser 1961). Liuenneesta rautahydroksidista muodostuneita framboidaalisia pyriittikiteitä on havaittu rahka- (*Sphagnum*) ja pystylehväsammalista (*Mnium*) (Papunen 1966).

Soiden trofia (ravinteisuus)

Minero-ombrotrofia -käsitteet esiintyvät suotutkimuksien yhteydessä jo 1950-luvulla (Viro 1955; Ruuhijärvi 1960; Eurola 1962) Suomessa, Keski-Euroopassa ja Ruotsissa jo viime vuosisadan alkupuolelta lähtien (ks. esim. Ruuhijärvi 1960). Ravinteisuustasojen vastaava määrittely vaihtelee eri maissa (taulukko 1). Jos Ca/Mg-suhde on < 1.0 , suo muuttuu minerotrofisesta virtaavan veden vaikutteisesta suosta ombrotrofiseksi, ei koskaan virtaavan veden vaikutuksessa olevaksi (Moore & Bellamy 1974). Suhde ei aina ole näin pieni ombrotrofisessakaan turpeessa vaikka tätä esiintyykin Fennoskandian sisemmissä osissa, mikä voi johtua ihmistoiminnan aiheuttamasta kalsiumin rikastumisesta tai voi olla myös luontainen pitoisuus (Sonesson 1970). Ombro- ja minerotrofisten soiden erilaisesta geokemiallisesta koostumuksesta huolimatta soissa pintakerroksissa saattaa esiintyä ympäristöeroista ja sekundaarihäiriöistä johtuvia korkeita Ca, Mg, Fe, Al ja Si-pitoisuuksia (Mörnsjö 1968).

Ravinteisuus on siis turpeen fysikaalis-kemiallisten kasvutekijöiden summa. Kasvutekijät voidaan määrittää ja niihin kuuluvat mm. ilmastotekijät, happamuus, johtokyky (elektrolyyttipitoisuus), eri ravinteiden määrät eriteltyinä, turpeen paksuus sekä luonnontilaisilla soilla myös vesien liikkuvuus (ravinnelissä) ja vedenkorkeus. Trofia ilmaisee, miten helposti kasvit saavat ravinteita. Tähän vaikuttaa happamuus, sillä happamalla alustalla kasvavien lajien vaihtokapasiteetin täytyy olla korkea. Happamuuteen vaikuttaa turpeen vesi- ja kalkkipitoisuus. Käytännössä trofian mittareina käytetään kasveja ja näiden muodostamia suokasvivyhdyskuntia eli suotyyppejä. Trofiatasojen väliset erot happamuudessa, suoveden sähkönjohtavuudessa ja turpeen kalsiumpitoisuuksissa ovat taulukossa 2 (Eurola & Kaakinen 1978; Tolonen & Hosiaislouma 1978; Eurola *et al.* 1995; Tahvanainen 2004; Eurola & Huttunen 2006). Ratcliffen (1964) mukaan Skotlannin oligotrofisissa turpeissa pH on alle 5 ja Ca-pitoisuus alle 30 mg/100g⁻¹ (suovedessä pH-luku alle 5,7; Ca-pitoisuus alle 4 mg l⁻¹). Vastaavat arvot mesotrofisissa turpeissa ovat 5-6 mg ja 30-300 mg (suovedessä 5,7-6,5; 4-10) sekä eutrofisissa turpeissa yli 6 ja yli 300 mg (suovedessä > 6,5; > 10).

Tutkimuksissa pintaturvekerroksista tehdyissä analyyseissä ombro- ja oligotrofia eivät juuri eroa, pohjaosassa ero on selvempi. Niiden ero meso- ja eutrofiaan on useimmissa tapauksissa selvä. Meso- ja eutrofia erottuvat parhaiten toisistaan pH-arvon, Al-, Mg-, Ca- ja Fe-määrien puolesta. Näin ollen ombrotrofia-käsite rajoittuisi pelkästään suovesikemialliseksi, turvekemiassa sitä ei voisi rajata. Koska kasvit ottavat ravintonsa suovedestä, ombrotrofia tulee tätä kautta selväpiirteiseksi vaihtelusuunnakseen; se näkyy sekä kasvillisuudessa että kasvutuloksissa (ks. Vasander 1981 a ja b, 1983; Lindholm & Vasander 1979; Eurola & Holappa 1984).

Taulukko 1. Trofiatasojen määrittely eri maissa. Om = ombrotrofia, Ol = oligotrofia, Me = mesotrofia, Eu = eutrofia, Min = minerotrofia

pH	Weber 1907 K-Eurooppa	Ruuhijärvi 1960 Suomi	Sjörs 1971 Ruotsi	Jeglum 1971 Kanada	Bradis & Adrienko 1972 Ukraina	Neuhäusl 1972 K-Eurooppa	Pollet 1972 Newfoundland	Elpatievsky 1972 Venäjä	Pakarinen 1975 Suomi	Moore & Bellamy 1974 Englanti	Tolonen 1974, Tolonen & Hosiaislouma 1978 Suomi
4	Om	Om	Om	Very Ol	Ol	Om	Om	Dys-trofia	Om	Om (bog)	Om
		Poor fen	Me	Ol				Ol	Weakly Min (Ol)		
	Me	Mine-rotrofic (Min) fen	Mod-erately rich fen		Me	Solige-nous	Weakly Min.	Me-Ol		Min (fen) Reo-trofia	Ol
		Rich fen			Eu			Me	Modera-tely Min		
5	Eu			Eu			Eu-	Eu	Me-Eu	Stronlly	
		Extremely rich fen		Extre-mely Eu	Alkali -trofia		Min		Min (Eu)		

Taulukko 2. Eri trofiatasojen turpeiden happamuus (pH-luku), sähkönjohtavuus (mS/m) ja kalsiumpitoisuus (mg/kuivaturvelitra) sekä suovedessä (Eurola & Kaakinen 1978; Tolonen & Hosiaislouma 1978; Eurola *et al.* 1995; Tahvanainen 2004; Eurola & Huttunen 2006)

	pH /turve	mS/m/turve	Ca mg / kuivaturvelitra	Ca mg/l
suovettä				
Eutrofia	> 6	> 40	> 5000	> 5000
Mesotrofia	< 5	< 40	< 5000	> 2000
Oligotrofia	< 4	< 26	< 4000	< 2000
Ombrotrofia	< 4	< 10	< 2000	< 1000

Reuna- eli lisäravinnevaikutuksellinen ekosysteemi saa jatkuvasti ravinnelisää muista systeemeistä. Keskustavaikutteinen, omavarainen kasvillisuus elää sadeveden ja turpeen omien ravinteiden varassa, paitsi keväällä ympäristön lumensulamisvesien mukana tulee lisäravinteita. Siten ombrotrofisesta kasvillisuudesta puuttuvat minerotrofiset lajit ja

ombrotrofia on aina keskustavaikutteista. Minerotrofinen kasvillisuus voi olla joko keskusta- tai reunavaikutteista. Reunavaikutuksen eri vaihtelusuuntia ovat korpisuus, luhtaisuus, lähteisyys sekä sulamisvesivaikutus. Reuna- ja keskustavaikutuksella sekä suotyyppien ojituskelpoisuudella on selvä riippuvuus. Parhaita ojitettavia ovat korpityypit ja vain yksi keskustavaikutteinen tyyppi, ruohoinen sararäme, joka Westmannin (1981) mukaan on lievän luhtaisuuden ja lähteisyyden leimaama. Reunavaikutteisilla tyypeillä alkuainemäärät ovat yleensä korkeammat, sen sijaan happamuus vaihtelee säännöttömästi (Eurola & Holappa 1984).

Laskettaessa vuotuiset ravinteet esim. pinta-alayksikölle ja vastaavasti suoveden ravinteet oletettua elävää kerrosvahvuutta (15 cm) kohti saadaan ombrotrofia paremmin esiin. Tämä kerrosvahvuus ei kuitenkaan riitä kaliumin ja ammoniakkitypen sadevettä suurempiin arvoihin minerotrofisilla soilla. Ravinnemääriin vaikuttaa myös valunta ja mahdollisesti haihtuminen (Eurola & Holappa 1984).

2. TUTKIMUSALUE

Tämän tutkimuksen suot sijaitsevat pohjoisella Pohjois-Pohjanmaalla, Kainuussa ja Koillismaalla, 64° - 66° pohjoiset leveyspiirien sekä 24° - 30° itäisten pituuspiirien rajaamalla alueella (kuva 1). Se on osa keskeistä aapasuovyökettä, jonka keski- ja pohjois-boreaaliset kasvimaantieteelliset vyöhykkeet jakavat kahdeksi osa-alueeksi. Kohdealueella suhteelliset topografiaerot vaihtelevat enemmän länsi-itä suunnassa kuin pohjois-etelä suunnassa. Rannikko on tasaista, loivasti kumpuilevaa maastoa, mutta keskiosissa on pohjois-eteläsuuntainen selännejakso sekä ruhjelaaksojen muovaama vaaramaisema Etelä-Lapissa ja Kainuussa (Fogelberg & Seppälä 1986). Tutkimusalueen läntinen keskiosa alkoi voimakkaasti soistua noin 9800 – 5800 cal BP (Mäkilä & Muurinen 2008).

Maa kohoaa rannikolla noin 8 mm/v ja itärajan tuntumassa 5 mm/v. Itämeren Ancyclusjärvi- kehitysvaiheen (10800 – 9000 cal BP) korkeimmat rantamuodostumat sijaitsevat yli 200 m m.p.y. Lyhytaikaisen Mastogloiavaiheen jälkeen meriveden suolapitoisuus nousi ja sen jälkeen 9000 - 5000 cal BP sitten alkaneen Litorinavaiheen

ylimmät rannat ulottuvat lähes 100 m korkeudelle nykyisestä merenpinnan tasosta (Eronen, 1983, Eronen *et al.* 2001; Winterhalter *et al.* 1981).

Tutkimusalueen kallioperä koostuu enimmäkseen myöhäisarkeisista happamista graniittisista kivistä. Graniittisen alueen keskellä kulkee etelä-pohjois suuntainen Puolangan liuskejakso. Samansuuntainen on kapeahko Kainuun liuskejakso graniittialueen keskiosissa. Pienempiä emäksisiä kiviesiintymiä on myös tutkimusalueen luoteisosissa Ranuan sekä Kemi-Tornion seuduilla että koillisessa Kuusamon ympäristössä. Tutkimusalueen pohjoisosissa on arkeinen Pudasjärven graniittigneissikompleksi. Länsipuoleinen gneissivyöhyke kulkee yhtenäisenä tutkimusalueen luoteis- ja kaakkoisosiin, joissa on paikoin myös emäksisiä syväkivilajeja. Myös Peräpohjolan liuskejakso sekä Muhoksen jotunisedimenttialuetta ympäröivä Pohjois-Pohjanmaan liuskejakso ovat osa proterotsooista svekokarjalaista kallioperää (Laajoki 1983, Simonen 1990).

Paksuimmat maaperämuodostumat sijaitsevat rannikolla. Moreeni kattaa pääosan tutkimusalueesta (Johansson & Kujansuu 2005). Siinä on erotettu useita eri-ikäisiä päällekkäisiä moreenipatjoja (Aario & Forström 1979; Kujansuu & Niemelä 1984). Perämeren rannikon korkeimmilla alueilla on drumliini- ja peitemoreenitopografiaa ja laaksoissa Rogen- ja muun tyyppisiä kumpumoreenialueita sekä glasifluviaalisia, usein rantavoimien tasoittamia muodostumia. Paikoin alueella esiintyy kaariksi muotoutuneita mäkiä, joissa on yleisesti myös glasifluviaalisia osia. Koillismaalla ja Kainuussa, valtaosin supra-akvaattisella alueella esiintyy peitemoreeneja ja aktiivisen jäätikön drumliinikenttiä, alavammilla alueilla kuolleen jään kumpumoreeneita ja jäätikkökielekkeiden välisiä saumamuodostumia (Aario 1984; Kujansuu & Niemelä 1984). Myös viime jäätiköitymisvaihetta edeltäneitä interglasiaalisia tai interstadiaalisia turve- ja liejuckerrostumia on havaittu (Korpela 1969). Glasiaali- ja glasifluviaalisedimentit muodostavat pääosan länsipuoliskon alangon pinnanmuodoista, kalliopaljastumilla on vähäinen merkitys. Voimakkaan maankohoamisen seurauksena rantavalleja on jäänyt kauas nykyisestä rannikosta. Rantavoimat ovat tasoittaneet alueen harjuja ja muita hiekkamuodostumia. Painanteiden topografia on soiden tasoittama.

Köppenin (1931) ilmastoluokituksen mukaan tutkimusalueella vallitsee kosteaa koivuilmasto. Etelä-pohjoinen ulottuvuus on n. 250 km, jolloin kevään ja kesän osuus

vuodesta on eteläosassa n. 3 viikkoa pitempi. Vastaavasti syksyllä pohjoisessa terminen kasvukausi päättyy 2 – 3 viikkoa aikaisemmin kuin tutkimusalueen eteläosassa. Ilmastoeroihin perustuvan kasvillisuusjaon mukaan alueen länsipuoli on pääpiirteissään keskiboreaalista, Kuusamon seutu hiukan oseaanista pohjoisboreaalista ja näiden kahden vyöhykkeen välinen alue indifferenttiä pohjoisboreaalista vyöhykettä (Hämet-Ahti & Jalas 1968). Eurola ja Vorren (1980) määrittelevät Kuusamon alueen kuuluvan eteläiselle pohjoisborealiselle vyöhykkeelle, joskin tutkimusalueen pohjoispuoli pääosin sijaitsee keskiborealisella vyöhykkeellä. Sen länsipuolella on kaista eteläistä keskiboreaalista vyöhykettä Oulujokilaakson alueella ja vain kapea Perämeren rantakaista edustaa eteläistä boreaalista vyöhykettä.

Suurilmaston vaikutuksesta johtuva soiden kehittyminen keidas- ja aapasoiksi näkyy myös mätäs-, väli- ja rimpipintojen alueellisena vaihteluna siten, että mätäspinnan suhteellinen osuus kasvaa keidassuoalueella ja rimpipinnat aapasoilla. Laajat välipinnat ovat alueen nevojen yleisin taso suovedenpinnan suhteen. Evapotranspiraation ja lämpösummien vaihtelut peilautuvat hyvin suoyhdistymätyyppien pintatopografiaan (Eurola *et al.* 1984). Pitkäaikaistilaston mukaan vuotuinen sademäärä tutkimusalueella on keskimäärin 500 - 600 mm, paikoin lähes 700 mm/v (www.fmi.fi/saa/tilastot_146.html). Bailey (2003) väittää, että ekosysteemien alueiden kanssa korreloi ns. ekologinen ilmastoluokitus, joka ei perustu pelkästään keskilämpötiloihin ja keskisademääriin.

Kasvimaantieteellisesti tutkimusalue sijaitsee laajan boreaalisen taigametsän länsipäässä, sen keski- ja pohjoisvyöhykkeiden vaihettumisalueella, jossa kuivat mäntyvaltaiset kangasmetsätyypit ovat yleisimpiä. Kuusta esiintyy runsaimmin koillisessa ja idässä sekä Oulujärven ympäristössä. Koivu on yleisimmillään alavalla rannikolla. Suomen kasvimaantieteellisessä aluejaossa keskiboreaalien eteläosat luetaan Pohjanmaa-Kainuuseen, jossa viihtyvät eteläiset ja pohjoiset kasvilajit ja kasvillisuustyypit (Kalliola 1973). Eurolan (1962) ja Ruuhijärven (1960) mukaan tutkimusalueen suot kuuluvat Pohjanmaan ja Peräpohjolan aapasuovyöhykkeisiin. Pohjanmaan aapasoista voidaan edelleen erottaa soiden kasvipeitteen vaihteluiden perusteella osa-alueiksi Pohjois-Pohjanmaan aapasuot, Pohjois-Pohjanmaan eutrofiset aapasuot ja Kainuun aapasuot. Kuusamon rannesuot luetaan Peräpohjolan aapasuoalueen osa-alueeksi. Melkein vastaava aluejako on saatu metsä- ja suokasvien yleisyyden perusteella valtakunnan metsien kolmannessa linja-arviossa (Kujala 1964). Sen perusteella tutkimusalue sijaitsee Pohjois-

Pohjanmaan, Keski-Pohjanmaan, Kainuun ja Perä-Pohjolan sekä Kuusamon alueilla, osin myös Suomenselän vedenjakaja-alueella. Kasvillisuuden ja puuston kehityshistoriasta on sekä alueellisia (esim. Vasari 1962, 1963b, 1964b, 1966, 1974) että koko Pohjois-Suomen kattavia laaja-alaisia tulkintoja perustuen siitepöly- ja makrosulfosiliineistoihin (Siren 1961; Donner 1965; Magnerud *et al.* 1974; Vasari 1974; Eronen 1979, 1983, 1996; Eronen & Zetterber 1996; SILMU-1996, Hicks *et al.* 1996; Seppä & Hammarlund 2000). Havas (1961) ja Vartiainen (1980) ovat tutkineet Perämeren rantakasvillisuuden ensivaiheiden sukkessiokehitystä.

Soita tutkimusalueella on suhteellisesti enemmän kuin muualla Suomessa (Virtanen *et al.* 2003; Raunio *et al.* 2008). Rehevimmät suot rajoittuvat purojen ja vesistöjen varsille sekä emäksisten kivilajien alueille. Alueella lämpöolojen vaihtelu, valunnan erilaisuus, kosteuserot, mereisyys ja mantereisuus, topografia sekä kallio- ja maaperän vaihtelu antavat suotuisan lähtökohdan aapasoiden runsaudelle ja erilaisten suotyyppien esiintymiselle. Pohjanlahden rannikkotasangolla soita on paikoin yli 60 % maa-alasta. Soiden nevaiset keskiosat ovat usein rimprien halkomia. Kalvakkanevoja on huomattavan paljon, samoin tupasvilla-, pallosara- ja nevarämeitä. Korpia on vähän. Lettoja on runsaimmin Oulunjokilaaksossa. Myös niin sanotussa Lapin kolmiossa Torniojoen - Kivaloiden välisessä maastossa aapasuot peittävät jopa yli 60 % maa-alasta. Koivulettoja on yleisesti kuten myös lettorämeitä ja rinesoita. Tasaisille alueille kehittyy rimpilettoja. Karelidien alueella Kainuussa letot eivät lajistoltaan yllä Tornion seudun tai varsinkaan Kuusamon lettojen lajirikkauteen. Ojittamattomia lettoja on arvioitu olevan jäljellä n. 10 % (Kaakinen & Kukko-oja 1981) koko tutkimusalueella. Yleisimpiä ovat tupasvilla-, isovarpu- ja nevarämeet ja korpityypeistä kangaskorvet sekä varsinaiset korvet. Lähteiset rinesuot ovat yleisiä Kuusamon vaaroilla ja oligotrofiset rimpinevat ovat puolestaan tyypillisiä laaksoissa, mutta tupasvilla- ja pallosararämeitä on vähän. Kuusamon vaaroilla kuitenkin rahkoittuneet pallosararämeet eli räjäseiköt ovat yleisiä (Paasovaara 1986).

Heikuraisen (1960) tutkimusten mukaan yleisimpien suotyyppien osuus (%) ja sijainti maa-alasta tutkimusalueella on ollut ennen laajamittaista suo-ojitusta seuraava: tupasvillaräme (TR 6,1 - 15 %, Kainuu); kangasräme (KgR 3,1 - 15 %, tutkimusalueen länsipuoliskolla); saraneva (SN 6,1 - 12 %, länsi-koillinen); isovarpuräme (IR 4,1 - 12 %, itäinen); rimpineva (RiN 5,1 - 10 %, länsi - koillinen); kangaskorpi (KgK 0,1 - 10 %, yleisesti); varsinainen sararäme (VSR 5 - 9 %, yleisesti); lyhytkortinen neva (LkN 7,4 %,

yleisesti); korpiräme (KR 0,1 - 6 %, yleisesti); varsinainen korpi (VK alle 5 %, Kainuu); lettoräme (LR 0,1 - 5 %, Tornio, Kuusamo); nevakorpi (NK 4,1 %, Tornio, länsi); ruohokorpi (RhK 1,1 - 4 %, länsi); varsinainen letto (VL 0,1 - >4 %, Tornio, Kuusamo); räaseikkökorpi (RäK 0,1 - >2,6 %, Tornio, Kuusamo); lettokorpi (LK 0,1 - 2 %, Tornio, Kuusamo).

Suo-ojituksien kohdistumisesta eri suotyypeille täsmentyi tutkimuksissa (Eurola *et al.* 1991) kymmenen yleisimmän suotyypin joukkoon aapasuoalueelta: tupasvillaräme (TR) 11.8 %, pallosararäme (PsR) 7.9 %, kangasräme (KgR) 6.6 %, mesotrofinen rimpineva (MeRiN) 5.6 %, pallosarakorpiräme (PsKR) 5.5 %, varsinainen sararäme (VSR) 4.2 %, varsinainen lyhytkorsinevaräme (VLkNR) 4.2 %, varsinainen isovarpuräme (VIR) 3.7 %, mustikkakorpi (MK) 3.3 % ja varsinainen korpiräme (VKR) 3.3 % (yht. 56.1 %).

Yleistäen suopinta-alasta Pohjanmaalla rämeiden osuus on suurin 60 %, nevojen 34 % ja korprien vain 6 % sekä lettojen alle 0,5 % (Parikka *et al.* 1999).

3. TUTKIMUSMATERIAALI JA -MENETELMÄT

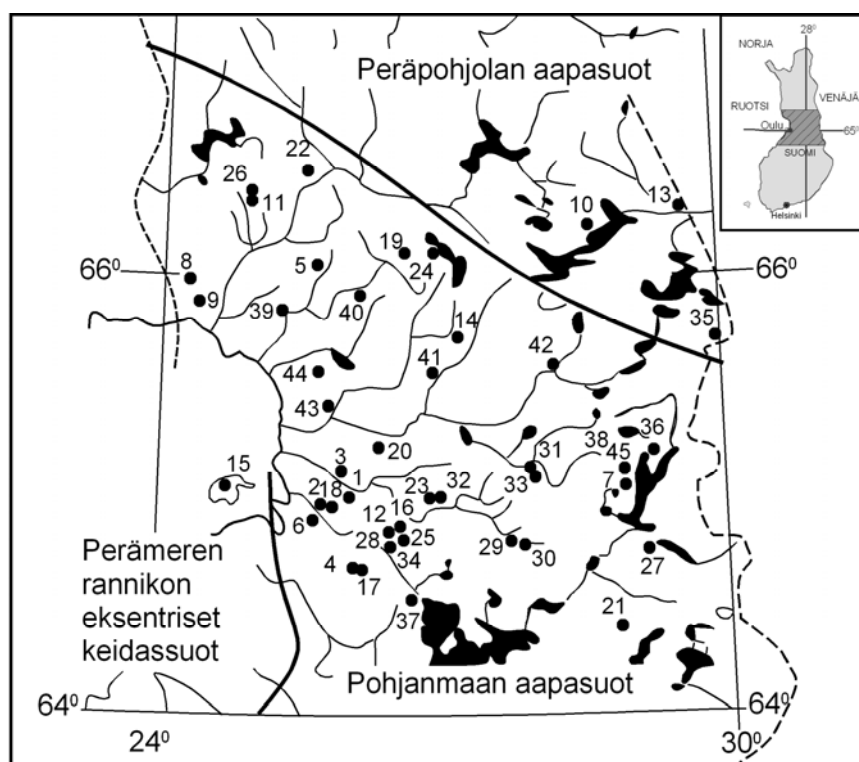
Kenttätutkimukset

Tämän tutkimuksen suokohteet sijaitsevat lähes kaikki (Kuva 1) Pohjanmaan aapasuoalueella (Ruuhijärvi 1960; Eurola 1962). Oulun Pilpasuosta (No 2 kuvassa 1) on yhteensä 11 turveprofiilia (Rehell 1985) ja 5 näytesarjaa Ylikiimingin Takasuosta (No 1) ja Kiimingin Ruostesuosta (No 3). Lisäksi otettiin eri suotyypeiltä turvenäyteprofileja koko tutkimusalueelta, jolloin saatiin yhteensä 71 näytesarjaa 45 luonnontilaisesta suosta. Pilpasuosta makrosubfossiilitiedot ovat Rehellin (1985) tutkimuksesta, lisäksi tiedot Hailuodon Kiimisuosta (No 15) Röntgenin (1985), Utajärven Järvenpäänsuosta (No 12) Holapan (1976) ja Kuusamon Purkuputaansuosta (No 13) Miettisen (1983, 1985) tutkimuksista.

Turvenäytteet otettiin ns. venäläisellä suokairalla. Pintaturpeista näyte leikattiin veitsellä tai ohutseinäisellä teräslieriöllä, jonka halkaisija on noin 11 cm. Näytteet otettiin 10 cm:n välein, joitakin myös 5 ja 15 cm välein, mikäli kairatussa näyteprofilissa oli selkeä

turvekerrostumien raja. Turpeen redox-potentiaali ja pH -arvo mitattiin suoraan tuoreesta näytteestä maastossa tai välittömästi laboratorioissa (Taulukko 3).

Kaikki soista otetut turvenäyteprofiilit ulottuvat suon pinnasta pohjamaahan saakka, paitsi Posion Riissuon mesotrofisesta saraneva, josta puuttuu osa syvimmistä kerroksista (MeSN, kuva 1. kohde no 10). Alle 30 cm paksut näyteprofiilit ovat ns. biologisia soita, joissa suokasvillisuutta on > 75 % peittävydestä. Osalla lettosuokohteista suokasvillisuus on hyvin monipuolista (Kaakinen & Kukko-oja 1981).



Kuva 1. Tutkimusalue, suokohteet, niiden sijainti ja näytemäärä suluissa (kpl): 1. Takasuo (143); 2. Pilpasuo (261, Rehell 1985); 3. Ruostesuo (47); 4. Päijännesuo (19); 5. Rautuojanaapa (24); 6. Länsisuo (10); 7. Säkkisuo (14); 8. Vaarajänkkä (18); 9. Karsilonmaa (19); 10. Riissuo (49); 11. Ristivuoma (11); 12. Järvenpäänsuo (30, Holappa 1976); 13. Purkuputaansuo (12, Miettinen 1985); 14. Posonpalo (10); 15. Kiimisuo (27) (Rönkä 1985); 16. Väliahonsuo (17); 17. Reikäsuo (12); 18. Kehäsuo (29); 19. Paloaapa (8); 20. Arosuo (9); 21. Mustinsuo (40); 22. Ternuvuoma (8); 23. Olvassuo (20); 24. Hiisusuo (15); 25. Kivisuo (17); 26. Kilsiaapa (9); 27. Säynäjäsuo (25); 28. Heinäsuo (3); 29. Rytisuo, Parola (18); 30. Pihlajavaara (4); 31. Lomasuo (4); 32. Kärkäs (2); 33. Rytisuo, Sikavaara (5); 34. Käkiperä (5); 35. Matosuo (66); 36. Ulkupuro (27); 37. Siirasoja (7); 38. Siikavaara (2); 39. Simoskanaapa (4); 40. Näätäaapa (5); 41. Saarisuo (5); 42. Siekkisensuo (8); 43. Sarvisuo (5); 44. Iso-Hirvineva (4); 45. Lahnaletto (15). Yht. 1095 näytettä. Soiden aluejako Ruuhijärven (1960) ja Euroolan (1962) mukaan (musta viiva).

Taulukko 3. Tutkimusalueen soista otetut turvenäytteet ja erilaisten analyysien lukumäärät.

Suokohteita 45 kpl, Eri suotyyppeiden turvekerrostumia 213 kpl	Analyysejä
Näytteitä kpl	1095
Liejunäytteitä	7
Kosteus, liukkaus, sarat, tupasvilla, muovailtavuus, tahraavuus, puuaines, väri; (1-5)	1079
Kuituisuus %	812
mV	767
w %, kg/m ³	1077
H ₁₋₁₀	1090
Amorfinen < 0,125 mm aines	535
Orgaaninen aines %	1076
Tuhkapitoisuus %	1078
pH	1088
P	767
Na	1031
K, Zn	1043
Ca	1037
Al, Mg, Fe	1042
Mn	1036
Cu	1044
Pb	1040

Kenttätutkimuksissa arvioitiin **turpeen kosteus** kädessä seuraavasti: 1 ilmakeiva, 2 jonkin verran kuivunut, 3 normaalin kostea, 4 vetinen, 5 enimmäkseen vettä. Turpeen **karkeuden** määrittelyssä käytettiin asteikkoa: 1 erittäin karkea, 2 karkea, 3 karkeahko, 4 hieman liukas, 5 erittäin liukas. Vastaavasti tehtiin **sarojen juurien, tupasvillakuitujen, puiden** osuuksien määrittely: 1 puuttuu, 2 vähän, 3 kohtalaisesti, 4 runsaasti, 5 pääasiassa ko. aineesta. Turpeen **muovailtavuus** jaoteltiin siten, että 1 ei muovailtavaa, 2 hiukan muovailtavaa, 3 jokseenkin muovailtavaa, 4 helposti muovailtavaa, 5 erittäin helposti muovailtavaa ja turpeen **tahraavuus** (käsissä) käyttäen asteikkoa 1 ei tahraa, 2 hiukan tahraava, 3 tahraa, 4 melko tahraava, 5 erittäin tahraava.

Laboratoriomenetelmät

Suotyypistatigrafia ja makrosubfossiilianalyysit

Mikä on paras tapa tehdä stratigrafisia alajakvoja, sitä ei ehkä olekaan (Gordon & Birks 1972). Tässä tutkimuksessa erotettiin turveprofileista suotyypikerrostumat niiden kasvilajikoostumuksen perusteella (ks. Eurola & Kaakinen 1978; Eurola *et al.* 1995). Lisäksi kerrostumien erottelussa käytettiin apuna turpeiden fysikaalisia ominaisuuksia

sekä alkuainepitoisuuksia (Al, Mg, Fe, Ca, K, Na, Fe, Mn, Cu, Pb, P) ja niiden suhdelukuja (Ca/Mg, Fe/Mn, Ca/K, Na/K, Fe/P, Cu/Zn). Laboratoritutkimukset suoritettiin eri vaiheineen kuvan 2 kaavion mukaisesti.

Ekologialtaan ja kasvilajikoostumukseltaan lähellä olevat suotyypit yhdistettiin samaksi suotyypiksi (taulukko 4). Kasvilajit tunnistettiin kasvijäännöksistä, siemeniä ja solukkopreparaatteja verrattiin resenteihin näytteisiin sekä käytettiin apuna määrityskirjallisuutta (Arnell 1981; Beijerinck 1947; Berggren 1969; Eurola & Kaakinen 1978; Katz *et al.* 1977; Nyholm 1975, 1979, 1981; Paasio 1963). Jotta suokasvijäännökset pystyttiin tunnistamaan, maatuneimmista turvenäytteistä poistettiin hienojakoinen humus typpihapolla (HNO₃:H₂O 1:2) (Paajala *et al.* 1981) ja pesuseulottiin 1 ja 0,25 mm:n seuloilla käsivaraisesti niin kauan, kunnes läpi mennyt vesi oli kirkasta. Seuloille jääneestä fraktiosta ja turvenäytteestä arvioitiin silmämääräisesti ja mikroskooppisesti tunnistettujen kasvilajien suhteelliset osuudet (%).

Suotyypikerrostumien kasvilajikoostumus eli turvetekijöiden suhteelliset osuudet arvioitiin seuraavasti:

1. Pintasuotyypien akrotelmaan muodostuvan turpeen koostumus laskettiin suotyypien pintakasvillisuudesta tehdyistä (Ruuhijärvi 1960) kasvilajien tai -heimojen peittoisuuksista (%) suhteutettuna ko. suotyypien koko kasvilajistoon (taulukko 10).
2. Resenteistä sekä kerrostuneista subfossiileista suotyypeistä yhdistettyjen suotyypien turpeen kasvijäänteiden suhteelliset prosenttiosuudet arvioitiin sekä makro- että mikroskooppisesti. Kolme runsaimmin esiintynyttä kasvilajia/-ryhmää suoraan % - osuuskien suuruusjärjestyksen mukaisesti muodostavat turvelajin, jonka päätekijä on viimeisenä turvekaavassa.
3. Eri trofiatasoisten turpeiden botaaninen koostumus määritettiin Eurolan ja Kaakisen (1978) tekemän jaon mukaan.
4. Turpeeseen maatuessa muodostuu täysin hajonnutta rakeisuudeltaan alle 0,125 mm kasvimassaa, ns. amorfista ainesta (A). Suotyypien turpeiden koostumus määritettiin ottamalla amorfinen aine kasvijäänteiden kanssa yhdeksi turpeen muodostajaksi: a) kun amorfista ainesta on < 25 %, turpeessa, se on kuituinen (ei amorfinen) ja tällöin turvekaavaan ei tule A, b) kun amorfista ainesta 25 - 50 %, jolloin turvekaavaan tulee (A) *amorfinen-* lisänimi, esim. amorfinen saraturve (AC), c) amorfista ainesta > 50 %, jolloin

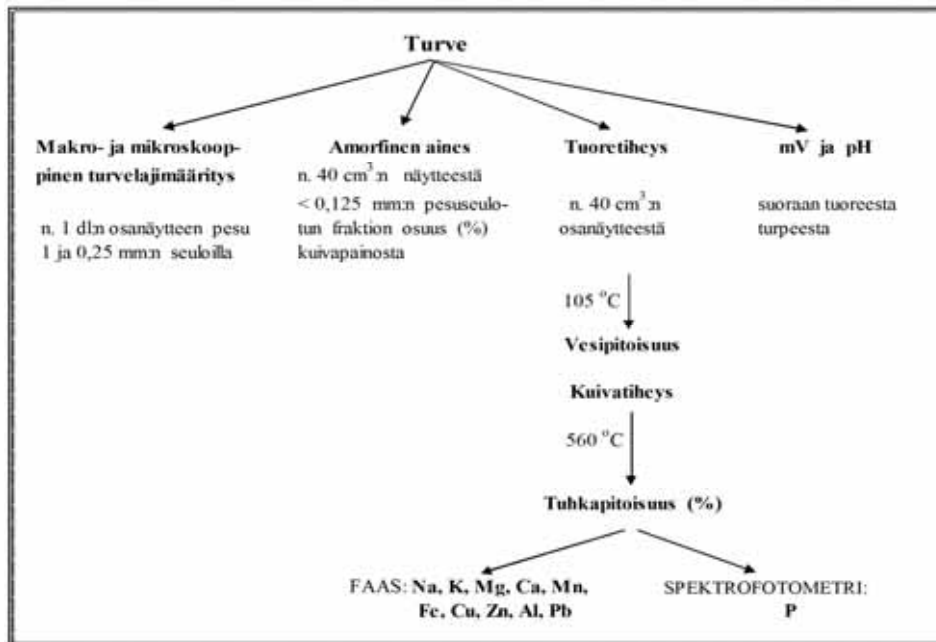
amorfinen aines on turpeen pääkomponentti ja siten viimeisenä turpeen päätekijä, esim. sarainen amorfinen turve (CA).

Suurilmaston vaikutusta soistumiseen ja kuusen yleistymistä tutkimusalueelle selvitettiin eri tutkijoiden julkaisemien tuloksien avulla (60 kpl, liite 1). Niiden lisäksi tehtiin siitepölyanalyysit 19 eri suosta (liite 2 ja 3). Kuusi on lähes varmasti paikalla, kun sen osuus siitepölytöissä on n. 10 % (Hicks 1977, Hicks *et al.* 1996).

Fysikaaliset ja geokemialliset analyysit

Amorfisen aineen määrittäminen perustui esikokeen tuloksiin, jossa seulottiin eri suotyyppien turvenäytteitä (93 kpl) käyttäen 4, 2, 1, 0,5, 0,250, 0,125 ja 0,074 mm seuloja. Seulonta osoitti, että alle 0,125 mm:n turvefraktio oli erittäin pitkälle maatonutta kasvijäännettä, josta mikroskooppisesti oli mahdollista tunnistaa vain piileviä, siitepölyjä ja itiöitä. Siten < 0,125 mm aineksen kuivapainon % -osuus (pesuhävikki, kuva 2) täsmälleen yhtä painavan homogenisoidun rinnakkaisnäytteen kuivapainosta vastaa turpeen amorfisen aineksen määrää.

Laboratoriossa näytteistä määritettiin vesipitoisuus, märkä- ja kuivatiheydet sekä tuhkapitoisuus. Orgaanisen aineksen kertymä saatiin vähentämällä kuivatiheydestä tuhkan osuus. Alkuainemäärityksissä liuotettiin n. 100 mg turpeen tuhkaa 5 ml:aan väkevää HCl. Seokseen lisättiin 5 ml 2 N HNO₃ ja jäännöstä sekoitettiin, sitten suodatettiin kuuman tislattun veden avulla 100 ml:ksi. Liuoksesta analysoitiin atomiabsorptiospektrofotometrillä (FAAS) seuraavat alkuaineet (suluissa ko. aineen analyysitarkkuus ppm): Al (30), Ca (1), Cu (3), Fe (6), K (3), Mg (0,3), Mn (2), Na (0,2), Pb (10) ja Zn (1). Fosfori (P) määritettiin siten, että tuhka liuotettiin HCl:lla, kuivattiin ja liuotettiin HNO₃:lla ja lisättiin tislattua vettä määrättilavuuteen saakka. Fosfori kompleksoitiin ammoniummolybdaatilla (NH₄)₂MoO₂. Määrittäminen tehtiin kolorimetrisesti aallonpituudella 700 nm puolen tunnin kuluttua siitä, kun näyteliuokseen oli sekoittaen lisätty 10 % sitruunahappoliuosta 0,75 ml, natriumvetysulfiittiliuosta 2 ml, ammoniummolybdaattiliuosta 4 ml ja metoliliuosta 5 ml. Laite kalibroitiin tislattulla vedellä ja KH₂PO₄-liuoksilla.



Kuva 2. Turpeiden ominaisuuksien määrittelykaavio.

Tulosten käsittely

Tutkimustuloksia käsiteltiin Excel tietokoneohjelmalla ja tuloksia tarkastelu perustuu keskiarvoihin ja niiden keskihajontaan sekä korrelaatioanalyysihin. Tilastollisten tunnuslukujen laskemiseen riittää Lokin (1980) mukaan 25 - 30 havaintoa normalisoimaan keskiarvo ja -hajonta, jos alkuperäisen satunnaissuureen jakauma on kutakuinkin symmetrinen. Tulosten kuvat ja kaaviot on tehty pääasiassa Excel-ohjelmalla. Siitepölydiagrammit tulostettiin Tilia-ohjelmalla.

Ilmakehän ^{14}C -pitoisuus vaihtelee ja sen vuoksi perinteisellä tavalla lasketut radiohiilivuodet voivat poiketa kalenterivuosista huomattavasti, jopa yli 1000 vuotta. Radiohiili-iat on kalibroitu käyttäen cal Online ohjelmaa.

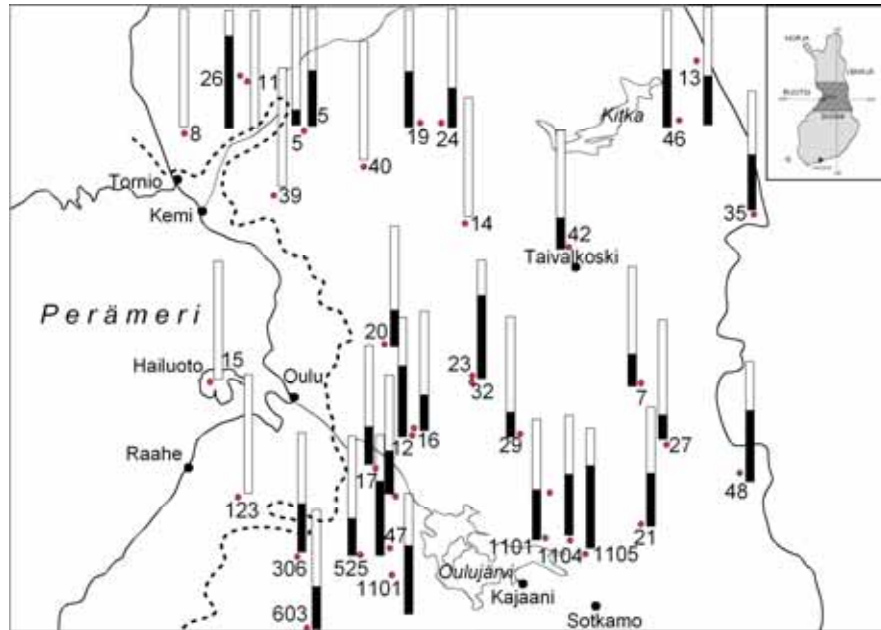
4. TULOKSET

Tutkimusalueen soistuminen, suotyyppistratigrafia ja -sukessio

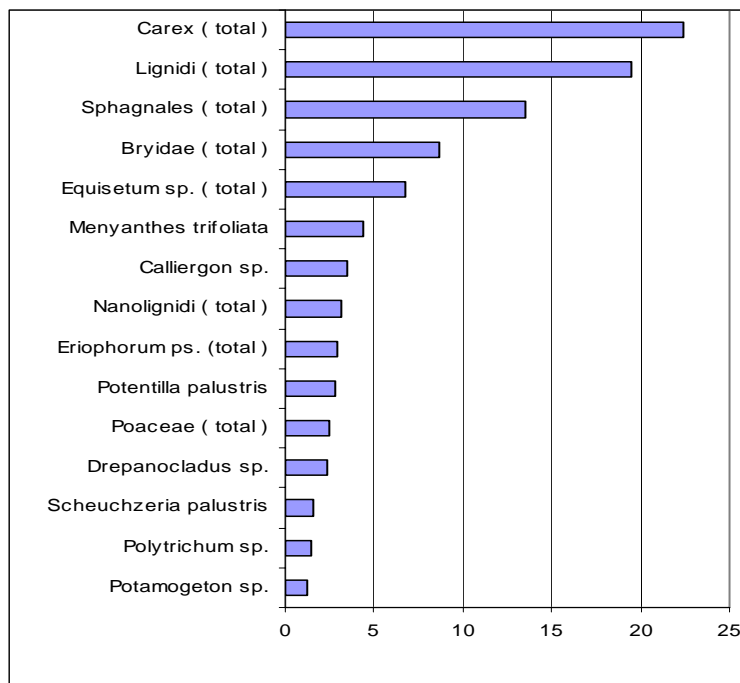
Kuusi saapui ensin Kuusamoon (liite 1, ajoitukset tekstissä kalibroitu korjatut) noin 5500 - 5750 cal BP (Hicks 1975, 1985; Seppälä & Koutaniemi 1985), Kainuuseen (Reynaud ja Hjelmroos 1976; Keskitalo 1982) ja keskiosiin vajaan 5120 cal BP (Holappa 1976; Hicks 1977; Reynaud & Hjelmroos 1980) (kuva 3), kaakkois- ja eteläosiin (Keskitalo 1982; Vuorela 1990; Vuorela & Kankainen 1991) sekä rannikolle ja Tornion Lappiin vaara-alueille (Hicks 1988 a ja b) jonkin verran myöhemmin. Alava rannikkoalue ja keskiosa ovat soistuneet pääasiassa kuusen saapumisen jälkeen. Aineiston nuorimmat rannikolla sijaitsevat karut ombro-oligotrofiset suot ovat lähes kokonaan rahkavaltaisia. Sammalien ja itiökasvien osuus on suuri suhteessa ruohokasveihin ja varpuihin. Rehevillä soilla ruohot ovat vallitsevina. Kuusen ilmestymisen aikoihin varpukasvillisuus on runsaimmillaan soiden pintaturpeissa (liitteet 2 ja 3).

Soistumisen alkaessa sarakasvit (*Carex*) ovat suurin turpeen muodostaja (>20 %, kuva 4), seuraavaksi puuaines (Lignidi) ja rahkasammalet (*Sphagnum*) (10 - 20 %), ruskosammalia (Bryidae) ja kortteita (*Equisetum*) on myös jonkin verran. Ruohojen sekä lisätekiöiden osuus on alle 5 %. Metsäisen suon pohjaturpeissa esiintyy usein puiden juuristossa esiintyvää sientä (*Cenococcum graniforme*).

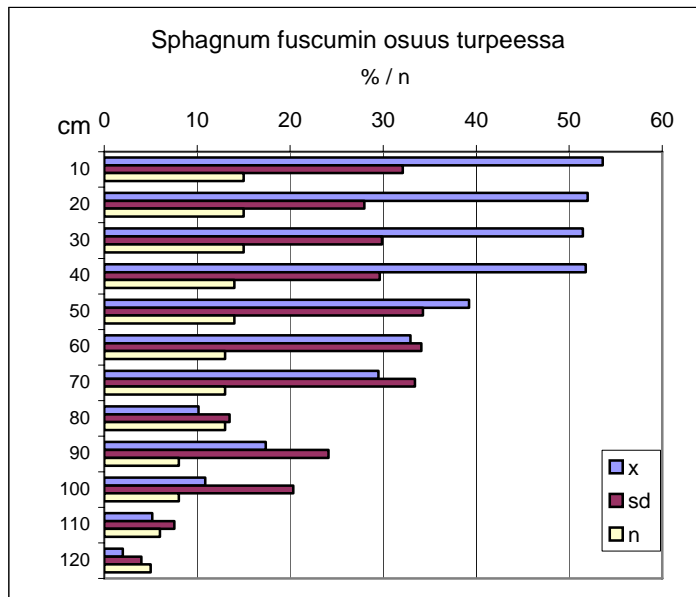
Ruskean rahkasammalen (*Sphagnum fuscum*) osuus turpeessa kasvaa nuorten ombro- ja oligotrofisten soiden pintaturpeissa n. 120 cm:n syvyydeltä ylöspäin (kuva 5). Tutkimusaineiston perusteella näyttäisi rahkasammalta (*Sphagnum*) kertyneen turpeeseen lähes 20 % myös vanhojen soiden pohjaosiin soistumisen alkuvaiheissa (kuva 6).



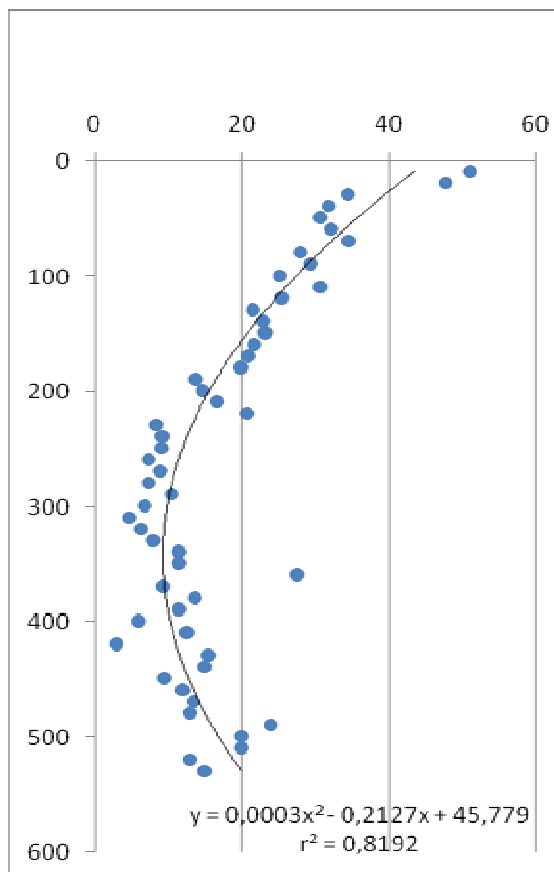
Kuva 3. Tutkimusalueen soistuminen ennen ja jälkeen kuusen (*Picea*) yleistymisen. Pylvään musta ala-osa on kerrostuman osuus (%) turpeen koko paksuudesta, kun kuusi ei ollut metsäpuustoa. Vastaavasti valkea pylvään yläosa kuvaa sitä osaa turpeesta, joka kerrostui kun kuusi oli yleistynyt alueelle. Suokohteet: 5 – 42 kuva 1, liite 2/1-10; 50 (Seppälä & Koutaniemi 1985); 306 – 1105 (Keskitalo 1982); 47 (Okko 1955); 48 (Virkkala & Valovirta 1957). Katkoviiva on rannan asema silloin, kun kuusi saapui meren äärelle (Lukkala 1933).



Kuva 4. Soistumisen alkaessa vallitseva pohjaturpeiden (5-10 cm) keskimääräinen botaaninen koostumus (%).



Kuva 5. Ombro-oligotrofisten soiden pintaturpeita muodostavan *Sphagnum fuscum* rahkasammalen keskimääräinen osuus (x) turpeissa, keskihajonta (sd) ja näytteiden lukumäärä (n) syvyyden suhteen.



Kuva 6. *Sphagnum* -sammalien keskimääräiset osuudet (%) soissa eri syvyydellä laskettuna koko aineistosta. Rahkasammalien osuuksien ja syvyyden (cm) välistä yhteyttä kuvaa polynomifunktio ja selitysaste (r^2).

Turpeissa eri kasvijäännösten suhteellisten osuuksien ja suon syvyyden (x cm) välinen riippuvuus ja selitysaste (r^2) olisivat seuraavien yhtälöiden mukaiset, kun suokasvien jäännöksiä on turpeessa vähintään 1 % (näytettä n = 1086):

<i>Potentilla sp.</i> (n = 117)	$y = 0.03521x + 1.6423$	$r^2 = 19.1$
<i>Lignidi</i> (314)	$y = 0.06528x + 16.360$	$r^2 = 9.3$
<i>Bryidae</i> (545)	$y = 0.03185x + 13.439$	$r^2 = 5.7$
<i>Scheucheria palustris</i> (301)	$y = 0.01344x + 14.795$	$r^2 = 2$
<i>Equisetum sp.</i> (513)	$y = 0.00689x + 10.772$	$r^2 = 0.6$
<i>Menyanthes trifoliata</i> (454)	$y = 0.00450x + 13.863$	$r^2 = 0.3$
<i>Eutrofic Sphagnales</i> (357)	$y = -0.000197x + 10.370$	$r^2 = 0$
<i>Carex</i> (907)	$y = -0.01586x + 31.272$	$r^2 = 0.9$
<i>Eriophorum vaginatum</i> (327)	$y = -0.02451x + 24.521$	$r^2 = 1$
<i>Nanolignidi</i> (722)	$y = -0.02276x + 17.050$	$r^2 = 3.5$
<i>Sphagnum acutifolia</i> -ryhmä (311)	$y = -0.13065x + 35.282$	$r^2 = 10.6$
<i>S. cuspidatum</i> -ryhmä (271)	$y = -0.06057x + 20.346$	$r^2 = 13.9$
<i>Sphagnales</i> (867)	$y = -0.08396x + 38.393$	$r^2 = 14.2$
<i>S. papillosum</i> (139)	$y = -0.08752x + 25.819$	$r^2 = 17.4$
<i>S. fuscum</i> (133)	$y = -0.25055x + 56.579$	$r^2 = 18.6$

Kairattujen näytesarjojen pintasuotyyppien ja fossiilisten suon kehityskulkuun kuuluneiden varhaisempien suotyyppien aineistojakauma on taulukossa 4. Kasvilajien ja fysikaaliskemiallisten analyysien perusteella rajattujen eri suotyyppien turpeita sekä liejuisia turpeita on yhteensä 217 kpl. Niistä fossiilisia suotyyppettä on yhteensä 146 kpl ja veteen kerrostuneita limnisiä turpeita 6 kpl. Ekologisesti lähellä olevista suotyypeistä muodostettiin 14 erilaista yhdistettyä suotyyppiä ja näiden lisäksi veteen kerrostunut (limninen) turvekerrostuma (Vkt). Suotyyppiryhmissä näytettä jää alle kolmenkymmenen vain seuraavissa tyypeissä: varsinaiset korvet (VK), isovarpurämeet (IR), luhdat (Lu), oligotrofiset yhdistymätyypit (OY) ja veteen kerrostuneet turpeet (Vkt).

Kun tutkimusaineisto luokitellaan Cajanderin (1913) mukaan, neva- ja lettotyypeillä on paksuimmat turvekerrostumat. Letoilla hajonta on keskiarvoa suurempi (taulukko 5), koska Kuusamon rimpiletossa on poikkeuksellisen paksu turvekerrostuma (Matosuo, RiL, 6,55 m + 1,75 m liejua). Jos ko. tutkimuspiste jätetään pois, lettosoiden keskipaksuus on 1,25 m. Kuvassa 7 esitetään tutkimusaineistosta yhdistettyjen suotyyppien ja liejukerrostumien keskipaksuudet sekä minimi- ja maksimiarvot.

Eri suotyyppien sijainti suossa vaihtelee, poikkeuksena rantaveteen kerrostuneet ns. limniset turpeet (Sauramo, 1940; Nilsson 1952; Donner 1978). Sama suotyyppikerrostuma toisessa suossa ei ole välttämättä muuttunut toiseksi tyyppiä vaan

muodostunut kerrostuma ulottuu pohjasta pintaan saakka. Tällöin kuvassa 8 a esitettyä suotyyppivaihetta kuvaava viiva kulkee suon pohjasta (0:sta) pintaan saakka (100 %). Kuvista 8a ja 8b näkyy progressiivinen sukkessio turpeen paksuuskasvun myötä luhtaisuudesta ja minerotrofiasta ombrotrofiseen kasvillisuuteen. Reunavaikutteiset suotyypit ja niiden muodostamat turpeet ovat ohutturpeisia (kuvien laidoilla), keskustavaikutteisuus kasvaa kuvion sisäosaan päin. Sama suotyyppi voi esiintyä jossakin toisessa suossa eri syvyydessä, suon turvekerrostuman keski- tai pintaosissa. Tavallisesti soiden pohjaosissa vallitsevat reunavaikutteiset luhtaiset suotyypit ja pintaosissa karut oligo-ombrotrofiset suotyypit. Turpeen kerrostumisen alkamisesta lähtien ruohokorvet ja eutrofiset yhdistymätyyppit (lettokorvet ja -rämeet) ovat pysyvimpiä suotyyppijä, ts. kerrostuma ulottuu pohjasta pintaan saakka. Toista ääripäätä ovat viimeisimpien sukkessiovaiheiden suotyypit, kuten rahkarämeet, isovarapurämeet ja tupasvillarämeet (Kuva 8 a ja b). Ne eivät ole suoraan suopohjan kallioperän tai mineraalimaiden vaikutuksen alaisia. Se näkyy myös suotyyppien asemassa eri sukkessiovaiheissa siten, että reunavaikutteisilla ohutturpeisilla suotyypeillä on suossa 1-2 kehitysvaihetta, keskustavaikutteisilla paksuturpeisilla tyypeillä keskimäärin 3-4, ja rahkaräme on maksimissaan suotyyppisarjaan 7. vaihe (kuvat 9 a ja 9 b). Sukkessioaste (suon kehitysvaihetta kuvaavat vaiheet 0-n) vaihtelee samallakin suotyypillä riippuen soiden turpeiden paksuudesta, soistumistavasta ja suon iästä. Veteen kerrostunut limninen turve on luokiteltu sukkessioasteeksi 0. Suurilmaston ja paikallisista pintavesien liikkeistä sekä ravinteisuuden johtuvat vaihtelut näkyvät myös soiden turpeen koostumuksessa ja turvelajien stratigrafiassa.

Suotyypit voidaan ryhmitellä happamuuden (pH) ja vesipitoisuuden perusteella (kuva 10). Ombrotrofisen pääasiassa sadevedestä ravinteensa saavan rahkarämeen (RR) pH on < 3,5. Ombro-oligotrofisissa tyypeissä, kuten isovarapuräme (IR), ombro-oligotrofinen neva

(OmOIN), tupasvillaräme (TR), varsinaiset korvet (VK), korpirämeet (KR) ja oligotrofiset yhdistymätyyppit (OY), pH on välillä 3,5 – 4,5. Vastaavasti mesotrofiset nevat (MeN) ja -yhdistymät (MY) sijoittuvat pH 4,5 – 5 välille. Eutrofisten luhtaisten suotyyppien turve on lievästi hapan, joten pH on 5 – 6 luhtanevoissa sekä luhdissa

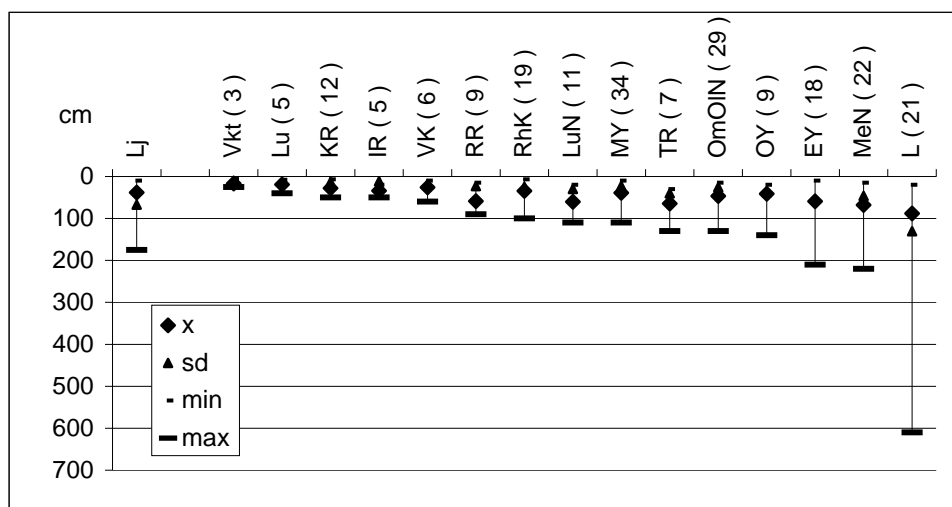
Taulukko 4. Taulukosta nähdään pintasuotyypit ja suoprofiileista kasvillisuuden perusteella tunnistetut subfossiiliset suotyypit, näytteiden lukumäärä (n) sekä yhdistetyt suotyypit (= ekologisesti toisiaan lähellä olevat pintasuotyypit ja subfossiiliset suotyypit).

Suotyypit	Eri suokoh-kohteita	Pinta-suotyyppi	Subfos-siili suotyyppi	Turve-kerrostumia yht.	Näytteitä		Yhdistetty suotyyppi
	n	n	n	n	n	%	
Rahkaräme (RR)	8	9		9	62	100	Rahkarämeet (RR)
Isovarpuräme (IR)	4	5		5	19	100	Isovarpurämeet (IR)
Tupasvillaräme (TR)	6	3	4	7	46	100	Tupasvillarämeet (TR)
Ombrotrofinen lyhytkorsineva (OmLkN)	2		2	2	9	6,4	Ombro-oligotrofiset nevat (OmOIN)
Oligotrofinen lyhytkorsineva (OILkN)	3	2	1	3	13	9,3	
Minerotrofinen lyhytkorsineva (MILkN)	3		3	3	13	9,3	
Lyhytkortinen kalvakkaneva (LkKN)	1	1		1	2	1,4	
Oligotrofinen kalvakkaneva (OIKN)	3	1	2	3	16	11,4	
Karurimpinen kalvakkaneva (KaRiKN)	4	2	2	4	30	21,4	
Oligotrofinen rahkainen rimpineva (OlSphRiN)	2	1	1	2	6	4,3	
Kalvaka saraneva (KSN)	2	1	1	2	5	3,6	
Varsinainen saraneva (VSN)	6	1	8	9	46	32,9	
Mesotrofinen saraneva (MeSN)	7	4	9	13	103	66,9	
Drepanocladus rimpineva (DrRiN)	2		2	2	17	11,0	
Mesotrofinen ruopparimpineva (MeRuRiN)	4	3	1	4	20	13,0	
Mesotrofinen rimpineva (MeRiN)	2	1	1	2	10	6,5	
Mesotrofinen rahkainen rimpinevaräme (MeSphRiNR)	1		1	1	4	2,6	
Lettoneva (LN)	1	1		1	5	2,7	Letot (L)
Campylium st. Drep. Intermedius letto (CamIntL)	5	5		5	33	17,9	
Drepanocladus rimpiletto (DrRiL)	2		2	2	8	4,3	
Scorpidium rimpiletto (ScRiL)	4	2	2	4	28	15,2	
Lähteinen rimpiletto (LäRiL)	1		1	1	5	2,7	
Rimpiletto (RiL)	5	1	4	5	74	40,2	
Luhtaletto (LuL)	1		1	1	5	2,7	
Lähdeletto (LäL)	2		2	2	22	12,0	
Warnstorffii letto (Wal)	1		1	1	4	2,2	
Oligotrofinen rimpinevaräme (OIRiNR)	3		3	3	6	25,0	
Oligotrofinen Drepanocladus rimpinevaräme (OIDrRiNR)	1		1	1	2	8,3	
Oligotrofinen sararäme (OISR)	1		1	1	3	12,5	
Lyhytkorsinevaräme (LkNR)	2	1	1	2	7	29,2	
Varsinainen sararäme (VSR)	2		2	2	6	25,0	
Mesotrofinen sarakorpi (MeSK)	1	1		1	5	3,3	Mesotrofiset yhdistymät (MY)
Mesotrofinen sararäme (MeSR)	6		7	7	28	18,7	
Mesotrofinen rimpinevaräme (MeRiNR)	2		2	2	14	9,3	
Tupasvillakorpi (TK)	1		1	1	2	1,3	
Luhtainen sarakorpi (LuSK)	1		1	1	11	7,3	
Nevakorpi (NK)	9	1	13	14	61	40,7	
Luhtainen nevakorpi (LuNK)	6	1	7	8	29	19,3	
Lettoräme (LR)	6	2	4	6	25	22,3	
Lettokorpi (LK)	8	6	3	9	34	30,4	Eutrofiset yhdistymät (EY)
Koivuletto (KoL)	3		4	4	53	47,3	
Kangasaräme (KgR)	3		3	3	3	8,6	Korpirämeet (KR)
Pallosararäme (PsR)	5	4	1	5	19	54,3	
Pallosarakorpiräme (PsKR)	5	1	4	5	13	37,1	
Mustikkakorpi (Muk)	1	1		1	1	6,3	Varsinaiset korvet (VK)
Metsäkortekorpi (Mkk)	3	1	2	3	6	37,5	
Muurainkorpi (Mrk)	2	2		2	9	56,3	
Lehtokorpi (LhK)	1	1		1	2	2,6	
Luhtainen ruoho- ja heinäkorpi (LuRhK)	6	1	9	10	35	46,1	Ruohokorvet (RhK)
Lähteinen ruoho- ja heinäkorpi (LäRhK)	1		1	1	4	5,3	
Ruoho- ja heinäkorpi (RhK)	7	5	2	7	35	46,1	
Luhtaneva (LuN)	7		10	10	58	100	Luhtanevat (LuN)
Luhta (Lu)	3		7	7	13	100	Luhdat (Lu)
Veteen kerrostunut turve (Vkt)	3		6	6	10	100	Veteen kerrostuneet turpeet (Vkt)
Total		71	146	217	1099		Total

(LuN, Lu), letoissa (L), runsaravinteisissa eutrofisissa yhdistymissä (EY), veteenkerrostuneissa limnisisä turpeissa (Vkt) sekä ruohokorvissa (RhK). Kaikkien suotyypin ja veteen kerrostuneen turpeen (Vkt) keskimääräiset vesipitoisuudet sijoittuvat 85 – 92 % välille.

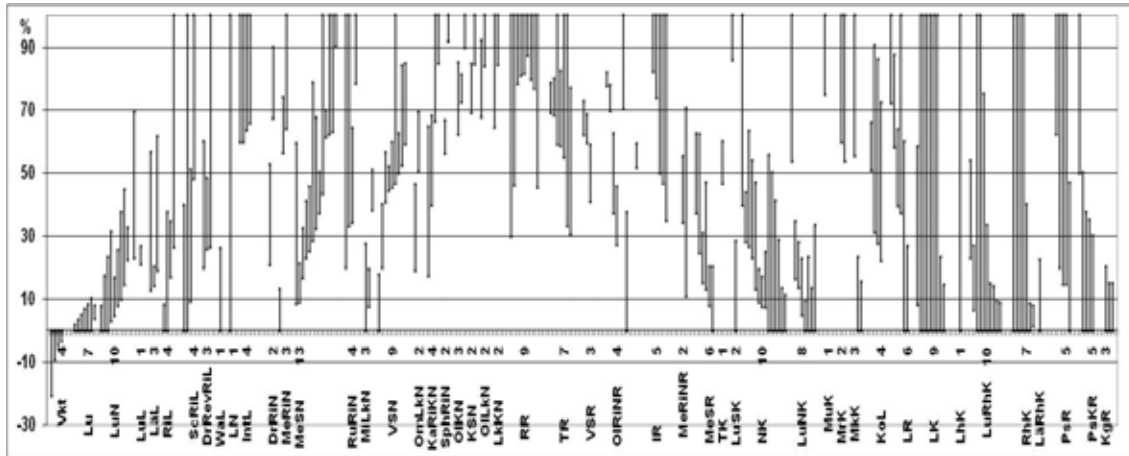
Taulukko 5. Tutkimusaineiston keskimääräiset turvepaksuudet (x, cm) ja hajonnat (sd) eri suotyypiryhmissä ja nykyisillä pintasuotyypeillä. Suluissa olevat arvot ovat ilman Matosuota saadut syvyydet.

Suotyyppi	Turpeen keskipaksuus cm		Nykyisten pintasuotyypin turvekerrostumien keskipaksuus cm	
	n	x	sd	Sd
Korvet	11	56	40	41
Rämeet	22	151	128	54
Nevat	18	215	127	61
Letot	8	191 (125)	198	133 (64)
Yhdistymät	12	97	95	43
Total	71	148		61

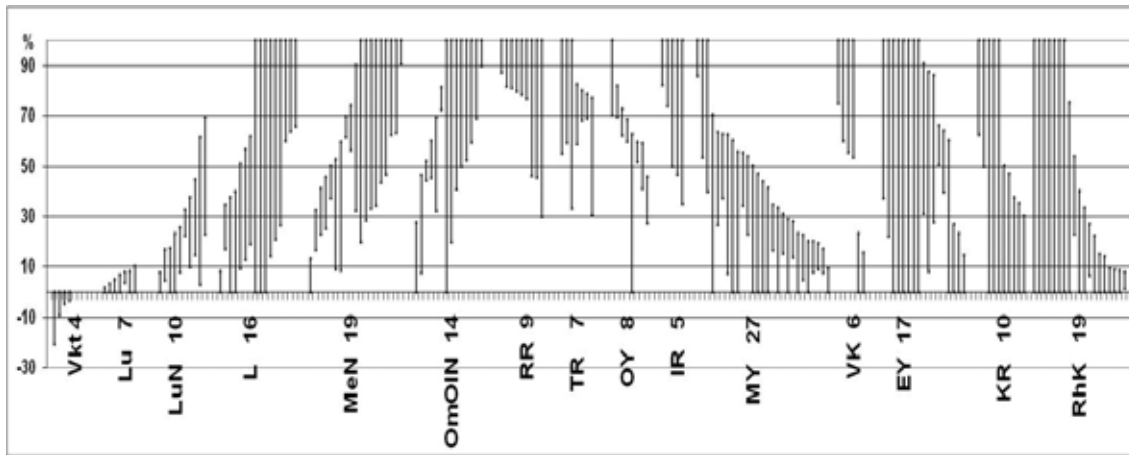


Kuva 7. Liejakerrostumien (Lj) ja yhdistettyjen suotyypin turpeiden paksuuden keskiarvot (x, cm), keskihajonta (sd) sekä minimi- ja maksimiarvot. Kohteiden lukumäärä on suotyypin nimen jälkeen suluissa.

a



b

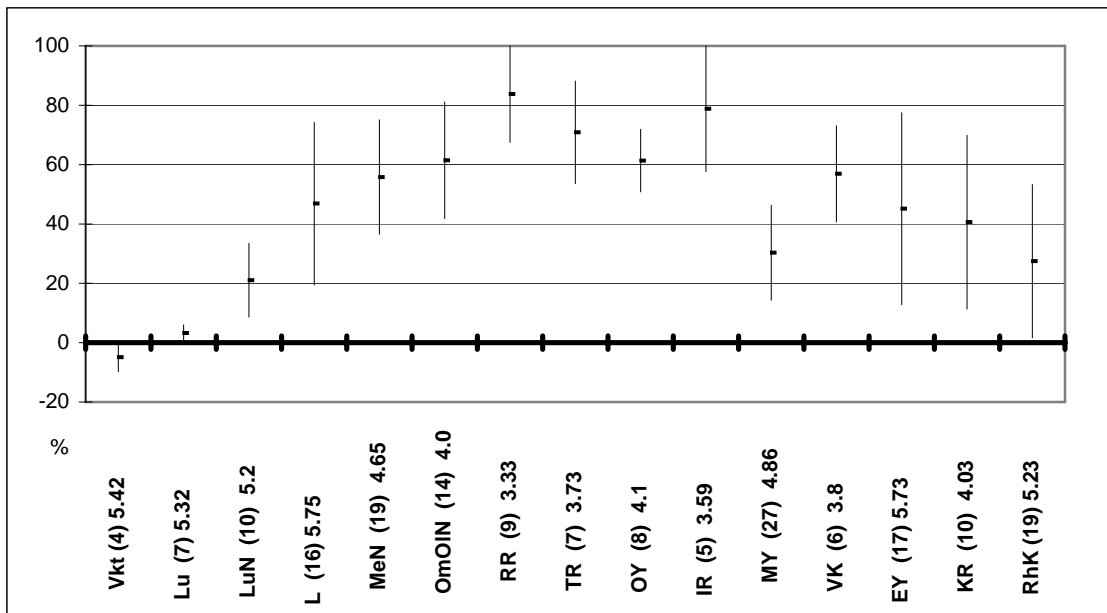


Kuva 8. Yläkuvassa (a) on koko aineistosta (71 suoprofiilia) turpeen kasvilajikoostumuksen ja geokemian perusteella rajatut suotyypikerrostumat ja niiden suhteelliset % - osuudet sekä sijainti suoprofiilissa. Lukema nimen perässä tarkoittaa eri tutkimuspisteistä kertyvien ko. suotyyppejä edustavien turvekerrostumien yhteismäärää. Alakuvassa (b) on yhdistettyjen suotyyppeiden stratigrafia. Selitys: **a)** Vkt = Veteen kerrostunut turve, Lu = Luhta, LuN = Luhtaneva, LuL = Luhtaletto, LäRiL = Lähteinen rimpiletto, RiL = Rimpiletto, ScRiL = Scordidium rimpiletto, DrRevRiL = Drepanocladus revolvens rimpiletto, DrRiNR = Drepanocladus rimpinevaräme, WaL = Warnstorfia letto, LN = Lettoneva, IntL = Intermedius letto, DrRiN = Drepanocladus rimpineva, MeRiN = Mesotrofinen rimpineva, RiRiN = Ruopparimpineva, MiLkN = Minerotrofinen lyhytkorsineva, VSN = Varsinainen saraneva, OmLkN = Ombrotrofinen lyhytkorsineva, KaRiK = Karurimpinen kalvakkaneva, SphRiN = Sphagnum rimpineva, OIKN = Oligotrofinen kalvakkaneva, KSN = Kalvaka saraneva, OIKN = Oligotrofinen lyhytkorsineva, LkKN = lyhytkortinen kalvakkaneva, RR = rahkaräme, IR = Isovarpuräme, TR = Tupasvillaräme, VSR = Varsinainen sararäme, OIRiNR = Oligotrofinen rimpinevaräme, LkNR = Lyhytkorsinevaräme, MeRiNR = Mesotrofinen rimpinevaräme, MeSR = Mesotrofinen sararäme, TK = Tupasvillakorpi, LuSK = Luhtainen sarakorpi, NK = Nevakorpi, LuNK = Luhtainen nevakorpi, MuK = Mustikkakorpi, KoL = Koivuletto, LR = Lettoräme, LK = Lettokorpi, LuRhK = Luhtainen ruohokorpi, RhK = Ruohokorpi, MrK = Muurainkorpi, MhK = Metsäkortekorpi, LäRhK = Lähteinen ruohokorpi, PsR = Pallosararäme, PsKR = Pallosarakorpiräme, KgR = Kangasräme; **b)** Vkt = Veteen kerrostunut turve, Lu = Luhta, LuN = Luhtaneva, L = Letto, MeN = Mesotrofinen neva, OmOIN = Ombro-oligotrofinen neva, RR = Rahkaräme, TR = Tupasvillaräme, OY = Oligotrofinen yhdistymä, IR = Isovarpuräme, MY = Mesotrofinen yhdistymä, VK = Varsinainen korpi, EY = Eutrofinen yhdistymä, KR = Korpiräme, RhK = Ruohokorpi

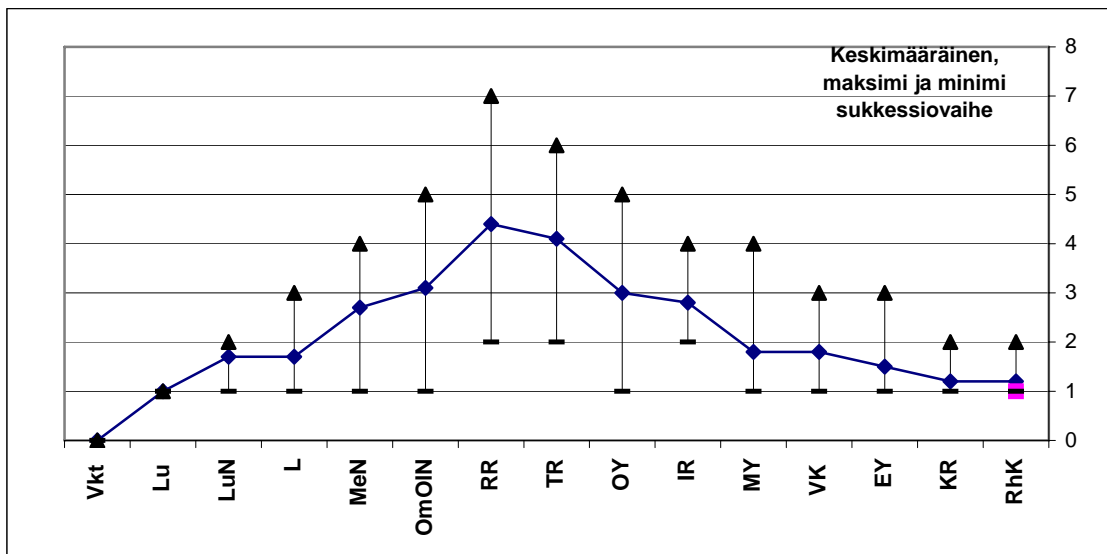
Sukcession kehitysvaiheiden valtaväylä kulkee korpisuudesta toisiin mesotrofisiin yhdistymätyyppiin ja nevoihin sekä edelleen karuihin nevoihin ja rämeisiin. Suon hydrologisista ja ravinteisuusvaihteluista johtuen esiintyy vaihettumista lettoisuudesta ja luhtaisuudesta mesotrofiaan ja päinvastoin. Korpisuus edustaa kuivimpia suotyyppiejä. Vastaavasti nevaiset, lettoiset ja luhtaiset suot ovat vetisimpiä. Limnisisissä turpeissa korkea mineraaliainepitoisuus alentaa vesipitoisuutta, johon vaikuttaa suuresti myös se miten huolellisesti näyte on otettu maastossa ja preparoitu laboratoriossa.

Kuvassa 10 esitetään aapasoiden suotyyppien sukcessiokulku eri vaiheineen. Tutkimuskohteiden valtaosassa soiden kehityskulku etenee progressiivisesti runsasravinteisuudesta niukkaravinteisuuteen päin, vettymisvaiheiden osuus on vähäisempi. Kunkin suotyypin sukcession dynaamisuutta kuvaa täksi suotyyppivaiheeksi kehittyvien eri suotyyppien tulemiset (+) ja edelleen kehityskulussa uudeksi suotyyppivaiheeksi muuttumiset (-) välinen tase. Tase on negatiivinen veteen kerrostuneessa turpeessa, luhdassa, yhdistymätyypeissä, korpirämeessä ja ruohokorvessa, eli nämä suotyypit näyttäisivät olevan dynaamisia, voimakkaasti muuttuvia reunavaikutteisia suotyyppiejä. Niillä tulevien ja lähtevien vaiheiden välinen suhdeluku on < 1 . Eri ravinnetasoisilla nevoilla on positiivinen kate - ko. suotyyppiksi kehittymistä tapahtuu enemmän kuin muuttumista sukcessiokulun seuraavan kehitysvaiheen suotyyppiksi. Korkein positiivinen kate on oligo-ombrotrofisilla rämeillä sekä mesotrofisilla nevoilla. Näillä suotyypeillä tulevien ja lähtevien vaiheiden suhdeluku on < 10 .

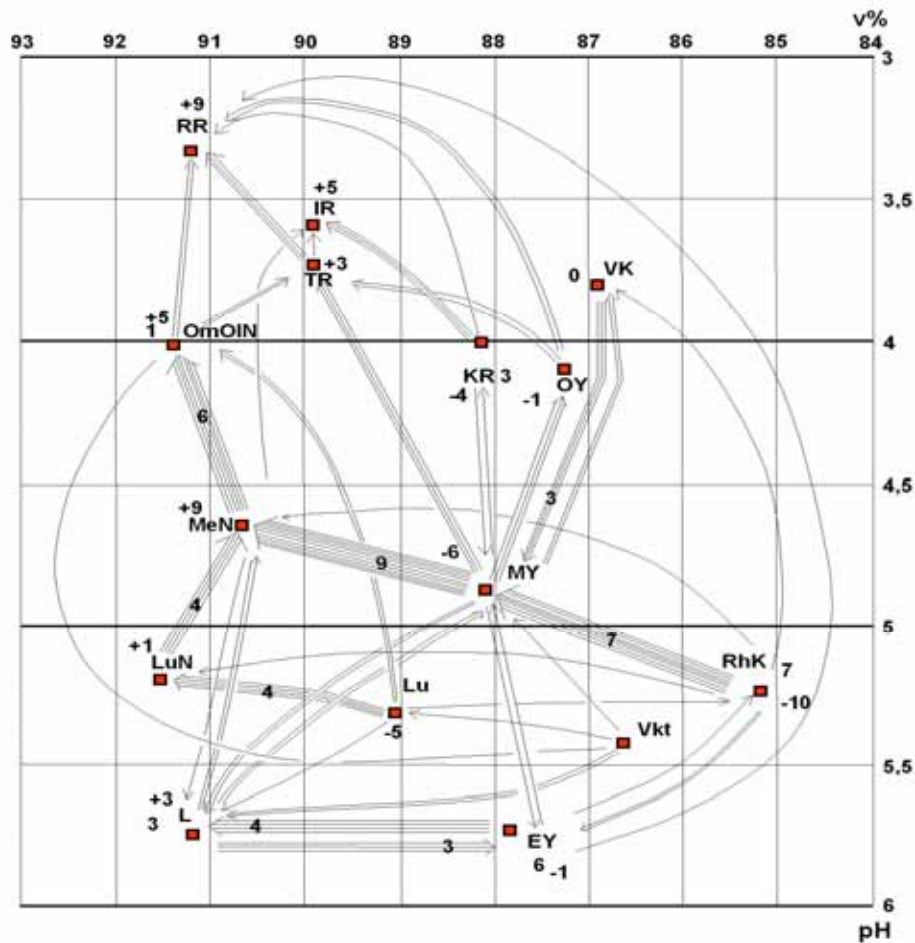
a



b



Kuva 9. Yläkuvassa (a) näkyy suotyyppien turvekerrostumien syvyyden keskiarvopiste, mini- ja maksimiarvot (%). Suon pohja on 0 % ja pinta 100 %. Suotyyppien nimen jälkeen on lisätty kohteiden lukumäärä ja turpeen keskimääräinen pH-arvo. Alakuvassa (b) esitetään stratigrafiaan perustuva yhteenveto suotyyppien sukkessiovaiheista, keskiarvo (viiva), suurin (▲) ja alhaisin (—) sukkessiovaihe.



Kuva 10. Soiden stratigrafian kehityskulku vesipitoisuuden (v %) ja happamuuden (pH) suhteen, kun suotyypit vaihtuvat toisiksi suotyypeiksi. + suotyypiksi kehittymisvaihe, - suotyypin muuttuminen seuraavaksi suotyypivaiheeksi. Resenttien suotyypikerrostumien määrä on numerona suotyypilyhenteen perässä. Esim. RhK 7, -10 (resentejä ruohokorpia 7; + 2 = ruohokorveksi kehittyviä, -12 ruohokorprien muuttumisia uudeksi suotyypivaiheeksi, tuleva-uudeksi muuttuminen tase on negatiivinen, -10).

Turpeiden muodostuminen

Suokasvien maatuminen

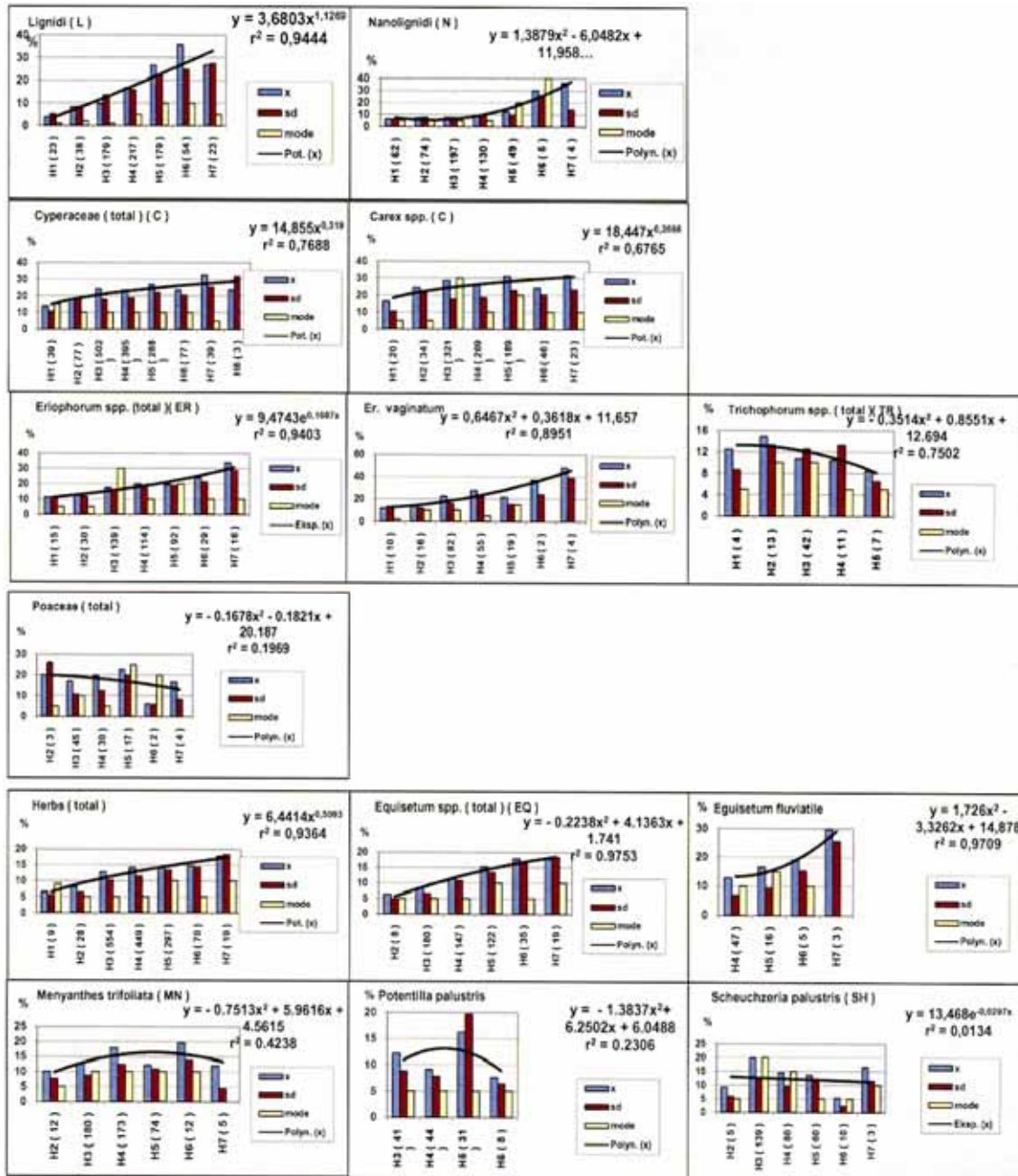
Rahka- ja saraturpeiden kerrostuminen tapahtuu toisistaan poikkeavalla tavalla ja vastaavasti niiden tietyn hetken maatuneisuus on erilaisen mekanismin tulos (Laine & Vasander 1986; Mäkilä 1994). Turpeen maatuessa kasvien rakenne tuhoutuu ja tunnistettavissa olevien jäännösten osuus vähenee myös suhteessa turpeen

kuivamassaan. Eri suokasvien maatumisen eteneminen eli mikroskooppisesti varmistettujen tunnistettavissa olevien suokasvien suhteelliset osuudet v. Postin (1922) maatumisasteiden suhteen (%) nähdään liitteestä 4 sekä kuvista 11 ja 12, joista taulukkoon 6 kerätyt funktiot kuvaavat suokasvien maatumisen etenemistä.

Taulukko 6. Suokasvien maatumista kuvaavat funktiot. y = suokasvin / -kasvien osuus (%) turpeessa, x = maatumisaste (v. Post 1922), r^2 = korrelaatiokerroin.

<i>Lignidi</i> (L)	$y = 3.6803 x^{1.1269}$	$r^2 = 0.9444$
<i>Nanolignidi</i> (N)	$y = 1.3879 x^2 - 6.0482 x + 11.958$	0.9505
<i>Cyperaceae</i> (C) (total)	$y = 14.855x^{0.319}$	0.7688
<i>Carex spp.</i>	$y = 18.447x^{0.2666}$	0.6765
<i>Eriophorum spp.</i> (total)	$y = 9.4743 e^{0.1687x}$	0.9403
<i>E. vaginatum</i>	$y = 0.6467 x^2 + 0.3618 x + 11.657$	0.8951
<i>Trichophorum spp.</i> (total)	$y = - 0.3514 x^2 + 0.8551 x + 12.694$	0.7502
<i>Poaceae</i> (total)	$y = - 0.1678 x^2 - 0.1821 x + 20.187$	0.1969
<i>Herbs</i> (total)	$y = 6.4414x^{0.5093}$	0.9364
<i>Equisetum sp.</i> (total)	$y = - 0.2238 x^2 + 4.1363 x + 1.741$	0.9753
<i>E. fluviatile</i>	$y = 1.726 x^2 - 3.3262 x + 14.878$	0.9709
<i>Menyanthes trifoliata</i>	$y = - 0.7513 x^2 + 5.916 x + 4.5615$	0.4238
<i>Potentilla palustris</i>	$y = - 1.3837 x^2 + 6.2502 x + 6.0488$	0.2306
<i>Scheuchzeria palustris</i>	$y = 13.468 e^{-0.0297x}$	0.0134
<i>Sphagnum spp.</i> (total)	$y = 42.194 e^{-0.3468x}$	0.9437
<i>S. angustifolium</i>	$y = 43.408 e^{-0.4044x}$	0.9342
<i>S. fallax</i>	$y = 37.568 e^{-0.478x}$	0.9244
<i>S. fuscum</i>	$y = - 5.1799 x^2 + 17.411 x + 39.449$	0.8798
<i>S. magellanicum</i>	$y = - 0.5618 x^2 + 1.8952 x + 12.683$	0.9293
<i>S. papillosum</i>	$y = 66.925 e^{-0.4576x}$	0.8502
<i>S. riparium</i>	$y = 85.807 e^{-0.6505x}$	0.9614
<i>S. teres</i>	$y = - 0.7116 x^2 + 2.1423 x + 8.893$	0.8973
<i>S. warnstorffii</i>	$y = 6.7914 x^2 + 42.371 x + 69.999$	0.9152
<i>Bryidae</i>	$y = - 0.6926 x^2 - 4.6641 x + 3.5315$	0.48
<i>Calliergon spp.</i> (total)	$y = - 0.0689 x^2 - 0.3029 x + 11.37$	0.8233
<i>C. cordifolium</i>	$y = - 0.6948 x^2 + 3.9928 x + 1.1891$	0.6518
<i>Drepanocladus spp.</i> (total)	$y = 0.4541 x^2 - 6.21 x + 24.249$	0.9623
<i>Polytrichum spp.</i> (total)	$y = - 0.098 x^2 - 0.6368 x + 11.002$	0.8751
<i>Pleurozium schreberi</i>	$y = - 0.6786 x^2 - 9.0357 x + 25.857$	1
<i>Straminergon stramineum</i>	$y = - 1.4908 x^2 + 10.938 x - 6.9947$	0.6651

Kuvasta 11 näkyy, että puiden (*Lignidi*) ja varpujen (*Nanolignidi*) osuus selkeästi kasvaa kun turpeen maatumiste v. Postin (1922) asteikon mukaisesti nousee. Sarojen (*Carex*) keskimääräinen osuus turpeissa kasvaa maksimiin noin 30 %:n tasolle H_5 :ssä, sitä maatuneimmissa turpeissa suhteellinen osuus laskee noin 20 %. Tupasvillan (*Eriophorum vaginatum*) jäänteiden osuus kasvaa melko tasaisesti H_3 - H_7 välillä noin 15 %. Myös kortteiden (*Equisetum*) suhteellinen osuus kasvaa turpeen maatumisasteen noustessa.



Kuva 11. Puuaineksen (Lignidi, Nanolignidi), saramaisten kasvien (Cyperaceae), heinien (Poaceae) ja ruohojen määrä v Postin (1922) maatumisasteiden suhteen (keskiarvo x, keskihajonta sd, moodi) sekä keskiarvojen ja maatumisasteiden välinen korrelaatio kuvaaja ja funktio selityksasteineen (r^2).

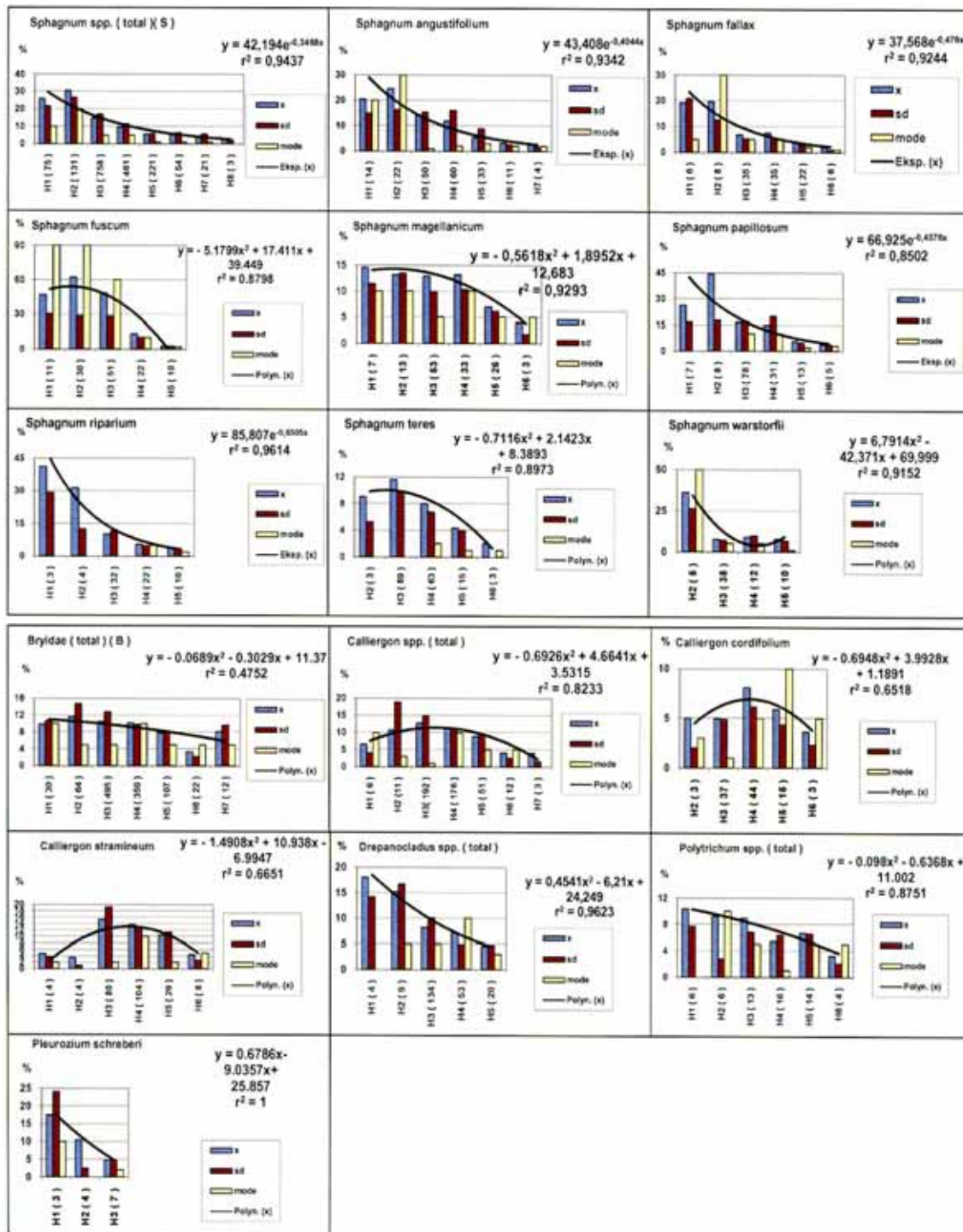
Heinien (Poaceae) ja luikkien (*Trichophorum*), raatteen (*Menyanthes*), suokurjenjalan (*Potentilla palustris*) ja leväkön (*Scheuchzeria*) osuudet vähenevät maatumisuuden noustessa. Ruohoista vain raatetta (*Menyanthes trifoliata*) kertyy vähän maatumiseisiin turpeisiin H_1 - H_4 noin 10 %:iin, josta osuus laskee 4 %:iin maatumisaste H_6 :ssa. Suokurjenjalan (*Potentilla palustris*) suhteellinen osuus on vain pari prosenttia maatumisasteiden H_3 - H_6 välillä. Leväkön (*Scheuchzeria*) jäännöksen määrä vaihtelee 10

– 20 % välillä, mutta laskee hieman maatumisen edetessä. Eutrofisissa turpeissa mähkää (*Selaginella selaginoides*) on erittäin vähän vain maatumisaste H₃:ssa, kuten myös jäkälien (Lichenes) osuus on hyvin pieni.

Kuvan 12 vähiten maatuneissa turpeissa rahkasammalien arvioitu suhteellinen osuus on runsaat 60 %, josta se laskee alle 7 % jo maatumisaste H₅:ssä. Ruskean rahkasammalen (*Sphagnum fuscum*) ja *Acutifolia*- ryhmän sammalilla suhteellinen osuus on maksimissaan 22 - 32 % vähiten maatuneissa H₁₋₃ turpeissa, pitemmälle maatuneissa turpeissa osuus laskee nopeasti. Samoin eutrofit ja *Cuspidata*- ryhmän rahkasammalet sekä *Palustria*-ryhmään kuuluva kalvakka rahkasammal (*Sphagnum papillosum*) vähenevät. Niiden maksimikin on alle 10 % ja maatumisasteiden H₅₋₆:n jälkeen sammalet ovat heikosti tunnistettavissa. Heikuraisen ja Huikarin (1952) mukaan rahkasammalet ja varvut säilyvät hajoamatta ja ovat siten tunnistettavissa maatumisasteessa H₁₀. Tämän tutkimuksen tuloksien mukaan rahkasammalet häviäisivät jo lähes kokonaan maatumisaste H₈ tasolla.

Tunnistettavissa olevien aitosammalien (Bryidae) keskimääräinen suhteellinen osuus on suurimmillaan 10 - 12 % maatumisaste H₂₋₃:essa, josta osuus laskee alle 5 %:iin pitkälle maatuneissa turpeissa (kuva 12). Kuirisammallajit (*Calliergon*) rikastuvat H₄:n asti 7-12 %:iin, kuitenkin maatuneissa turpeissa osuus jää alle 2 %. Karhunsammalien (*Polytrichum*) ja kynsisammalien (*Dicranum*) osuus maksimissaankin on alle 2 % myös vähän maatuneissa turpeissa. Lehväsammalien (*Pseudobryum*), kerrossammalen (*Hylocomium*) ja kilpisammalien (*Rhizomnium*) osuus on hyvin pieni (< 0.5 %).

Kun aineisto on normalisoitu näytemäärien suhteen, saadaan lasketuksi turpeen maatumisaste (x), kun tiedetään kasvijäännösten (turvetekijän) suhteellinen osuus (%) turpeessa. Vastaavasti lasketaan turvetekijän suhteellinen % -osuus turpeessa (y), kun tunnetaan turpeen maatumisaste (taulukko 7).



Kuva 12. Rahkasammalien (Sphagnales) ja ruskosammalien (Bryidae) määrä v Postin (1922) maatumisasteiden suhteen (keskiarvo x, keskihajonta sd, moodi) sekä keskiarvojen ja maatumisasteiden välinen korrelaation kuvaaja ja funktio selityksasteineen (r^2).

Edellä esitettyjen tuloksien perusteella voidaan aineistosta laskea eräiden yleisten turvetta muodostavien kasvien korrelaatiot maatumisasteiden suhteen. Rahkasammalilla on suurin negatiivinen korrelaatio ja selitysaste 25,5 %, ruskealla rahkasammalalla (*S. fuscum*) selitysaste nousee 28 %:iin. Eutrofien ja *cuspidata*-ryhmän sammalilla selitysasteet ovat alhaisemmat. Maatumisen edistyessä turpeeseen kertyvillä hitaasti hajoavilla puuainesjäännöksillä (Lignidi) selitysaste nousee yli 22 %.

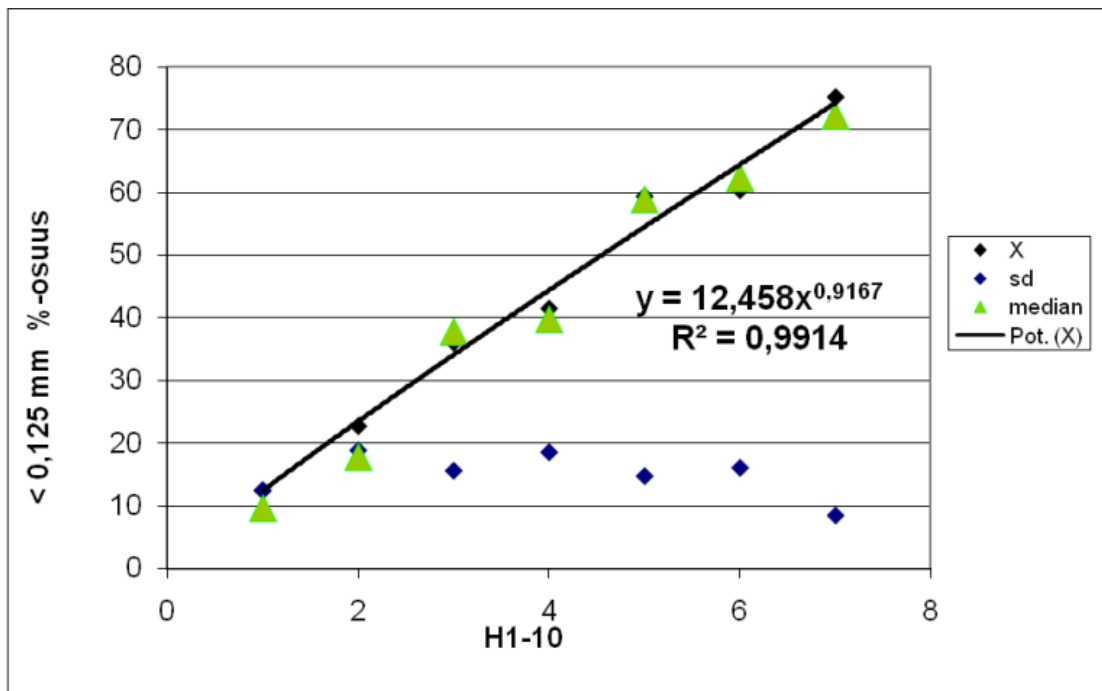
Taulukko 7. Näytemäärien suhteen normalisoidun aineiston perusteella kasvijäännökset maatuvat seuraavien yhtälöiden mukaisesti. x = maatumisaste v. Postin (1922) asteikolla ja y = ko. turvetekijän suhteellinen % -osuus turpeen koostumuksesta (tilavuudesta) tiettyssä maatumisasteessa, sd = standardipoikkeama, n = näytemäärä, r^2 = selitysaste.

	n	Selitysaste		H1-10 Turvetekijä %		Regressioyhtälöt	
		r^2	x sd	y sd	x	y	x
<i>Lignidi</i>	314	22,1	4 1,28	24,25 23,51	$x = 0,02568y + 3,3805$	$y = 8,6283x - 10,293$	
<i>Nanolignidi</i>	722	10,5	3,59 1,2	14,03 14,78	$x = 0,02628y + 3,2227$	$y = 3,9939x - 0,031479$	
<i>Carex</i>	907	0,1	3,83 1,17	28,95 20,32	$x = 0,00196y + 3,7712$	$y = 0,5957x + 26,672$	
<i>Eriophorum</i>	327	5	3,8 1,21	22,07 19,49	$x = 0,01389y + 3,4915$	$y = 3,5946x + 8,4176$	
<i>Equisetum</i>	513	11	4,08 1,11	12,01 11,78	$x = 0,03128y + 3,7003$	$y = 3,5278x - 2,369$	
<i>Menyanthes</i>	454	0,6	3,79 0,97	14,67 11,25	$x = 0,00656y + 3,6945$	$y = 0,88404x + 11,321$	
<i>Potentilla</i>	117	1,7	3,98 0,97	10,52 8,06	$x = - 0,0158y + 4,1492$	$y = - 1,0818x + 14,83$	
<i>Scheuchzeria</i>	301	0,8	3,84 1,04	17,2 13,06	$x = - 0,00728y + 3,9624$	$y = - 1,1382x + 21,567$	
<i>Sphagnum</i>	867	25,5	3,56 1,16	27,41 27,03	$x = - 0,02172y + 4,1569$	$y = - 11,728x + 69,18$	
<i>S. fuscum</i>	133	28	2,9 1,12	42,02 31,89	$x = - 0,01861y + 3,6843$	$y = - 15,071x + 85,762$	
<i>S. papillosum</i>	139	9,5	3,38 1,11	16,4 17,73	$x = - 0,01937y + 3,699$	$y = - 4,9203x + 33,04$	
<i>S. acutifolia- r.</i>	311	24,1	3,29 1,28	26,45 27,72	$x = - 0,02261y + 3,8873$	$y = - 10,642x + 61,457$	
<i>S. cuspidata- r.</i>	271	19,1	3,5 1,14	13,2 15,01	$x = - 0,0333y + 3,9415$	$y = - 5,7289x + 33,265$	
<i>Eutr. Sphagnum</i>	357	10,6	3,55 0,97	10,34 10,38	$x = - 0,03035y + 3,8655$	$y = - 3,4827x + 22,706$	
<i>Bryidae</i>	545	1,4	3,57 1,05	18,68 18,13	$x = - 0,00683y + 3,6965$	$y = - 2,0243x + 25,905$	

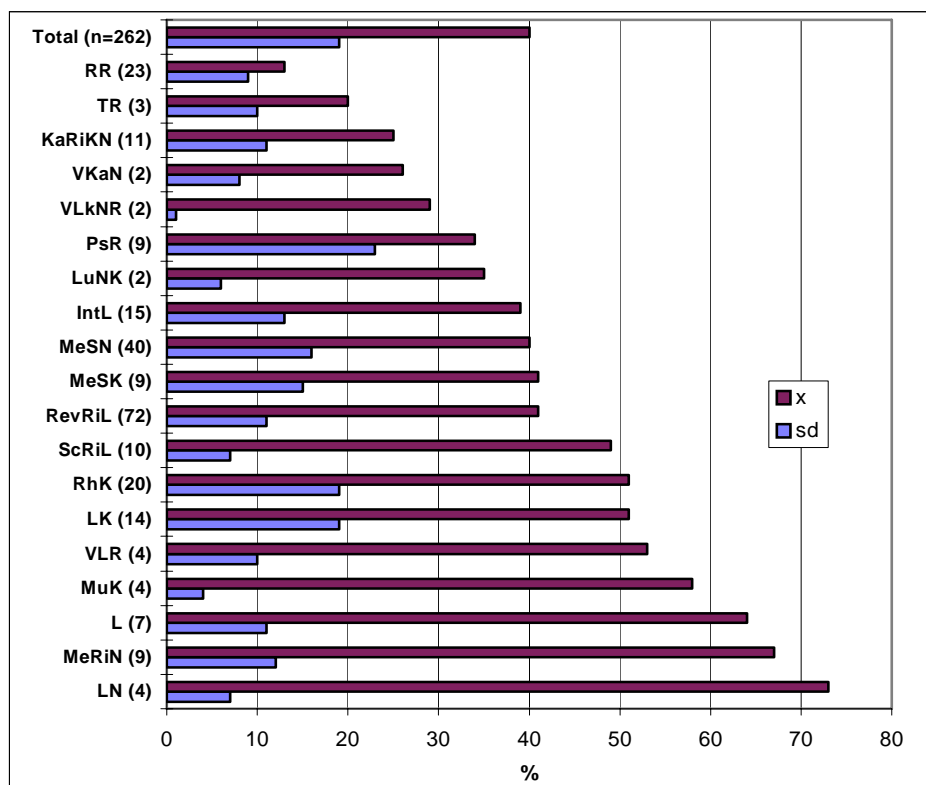
Amorfisen aineksen osuus turpeissa

Tutkimusaineiston turvenäytteiden ($n = 1085$) maatumisasteilla on positiivisesti vino jakauma, jonka huippu sijoittuu v. Postin (1922) asteikolla $H_3 - H_4$ kohdalle. Kuituisen turpeen päämassa on raekooltaan $> 0,125$ mm suuruista, jota hienempi fraktio on amorfista ainesta. Amorfisen fraktion osuus kasvaa noin 10 % yhtä maatumisastetta kohden H_5 :een saakka. Pesuseulotuista turvenäytteistä ($n = 531$) saatujen tuloksien mukaan amorfisen fraktion osuus turpeessa kohoaa lineaarisesti suhteessa v. Postin (1922) maatumisasteisiin. Kun turpeen maatumisaste nousee yhden maatumisasteen verran, myös amorfisen aineksen määrä nousee lineaarisesti n. 10 % (kuva 13).

Amorfisen ja kuituisen kasvimassan suhteen turpeen rakenne eri suotyypeillä on erilainen, koska suotyypeissä turpeen maatumiseen ja hajottajien toimintaan vaikuttava happitilanne, ravinteisuus, happamuus, kuten myös kosteus ja lämpötila eivät ole yhtäläiset. Siten turpeissa amorfisen aineksen keskimääräinen osuus ilmentää suoraan myös turpeen maatuneisuuden astetta. Vähän maatuneessa H₁₋₃ (v. Post 1922) karussa rahkarämeturpeessa amorfista ainesta on vain 13 %, kun vastaavasti hyvin maatuneissa lettonevaturpeissa jopa 73 %. Kaikkien tutkittujen pintasuotyyppien kerrostumien pohjaosan keskimääräinen amorfisuus on 40 % (kuva 14).



Kuva 13. Amorfisen < 0,125 mm fraktion (%-osuus turpeen kuivapainosta) ja v. Postin (1922) H₁₋₁₀ maatumisasteiden välillä on kuvassa näkyvän funktion mukainen lineaarinen riippuvuus, jolla on korkea selitysaste. Näytettä 531 kpl.



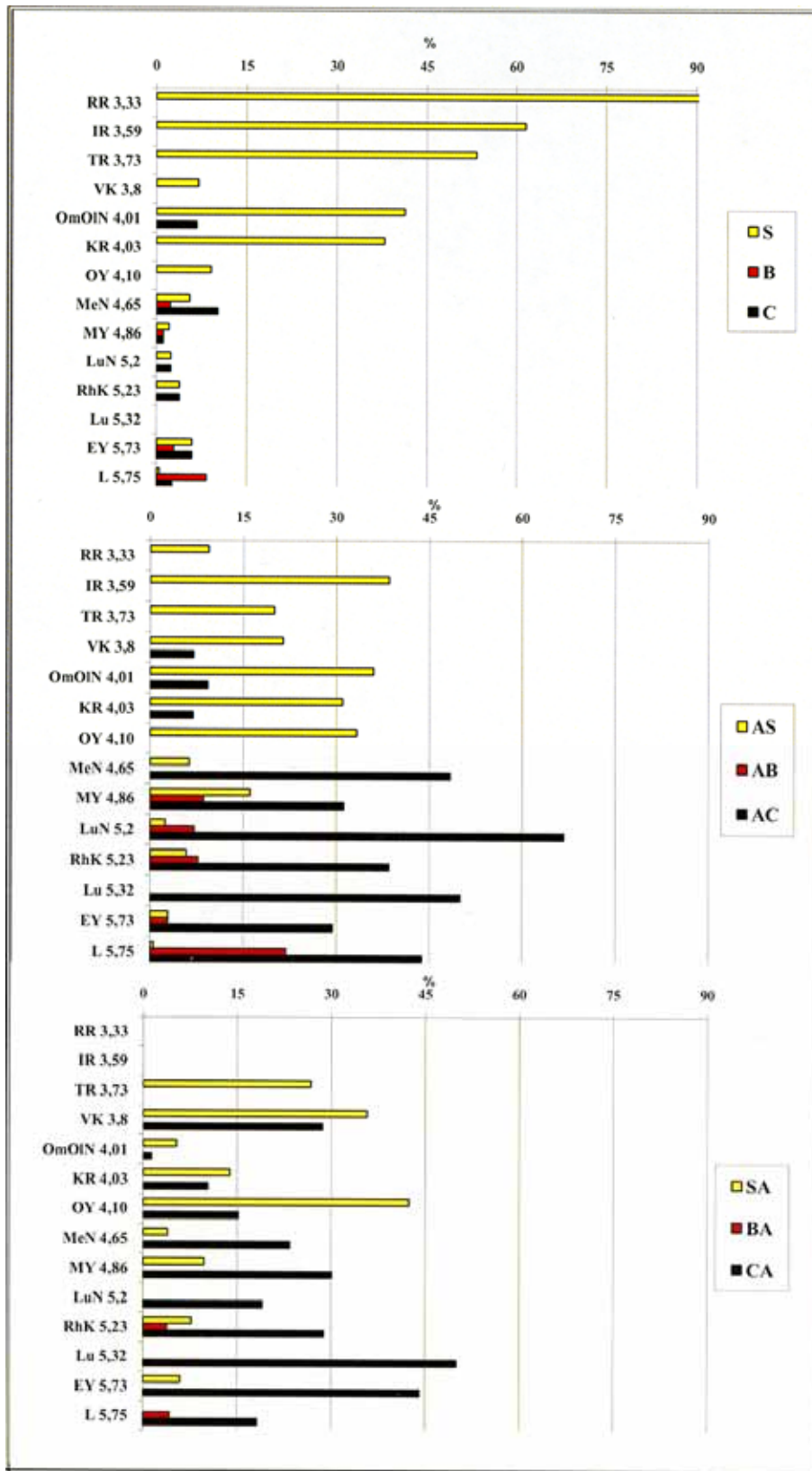
Kuva 14. Amorfisen aineksen keskipitoisuus (x) ja -hajonnat (sd) turpeen kuivapainosta resenttien suotyypin turvekerrostumissa (lyhenteet, ks. kuva 8 selitys). Sulkujen sisällä on tutkittujen näytteiden lukumäärät.

Syvyyden suhteen tarkasteltaessa amorfista ainesta on korpi-, neva- ja yhdistymätyyppien turpeissa lähes yhtä paljon. Yli 40 % amorfisuusaste voi olla jo 20 - 30 cm syvyydessä suon pinnasta kaikissa päätyyppiryhmissä. Räreiden turpeissa amorfisen aineksen osuus on keskimäärin 20 %, kun maksimipitoisuudet ovat noin 40 cm syvyydessä. Turpeen puupitoisuuden (L) ja maatumisasteen (H_{1-10}) välillä on selvä yhteys ja jokseenkin korkeat selityksasteet (taulukko 8).

Taulukko 8. Puuaineksen (Lignidi) ja maatumisasteen (H_{1-10}) välinen riippuvuus eri suotyypin turpeissa

		r^2
Luhdat (Lu 5)	$y = 12,038x - 29,769$	65.3
Oligotrofiset yhdistymät (OY 11)	$y = 16,721x - 37,897$	51
Ruohokorvet (RhK n = 62)	$y = 13,114x - 14,371$	41.4
Mesotrofiset yhdistymät (MY 55)	$y = 11,63x - 18,573$	23.5
Mesotrofiset nevat (MeN 27)	$y = 5,4612x - 3,2895$	11.8
Korpirämeet (KR 13)	$y = -5,6568x - 2,7638$	36.9

Jos turve määriteltäisiin vain amorfisen aineksen (A) ja rahka- (S), ruskosammalien (B) sekä sarojen (C) mukaan, eri suotyyppien turpeiden keskimääräistä koostumusta kuvaava turvekaava olisi lyhyt. Kuitenkin se sisältäisi amorfisen osuuden avulla viitteen kasvijäännöksiä tunnistettavuudesta eli turpeen maatumisasteesta ja kasvilajien perusteella turpeen ravinteisuustasosta (kuva 15). Karut, hyvin happamat pH < 4 turpeet ovat ombro-oligotrofisten suotyyppien kerrostamia, joko ei amorfisia (A>25 %) tai amorfisia (A 25-50 %) rahkaturpeita. Rahka- ja isovarapurämeisiin ei edellisen mukaan muodostuisi rahkaista amorfista turvetta (SA). Meso- ja eutrofisiin suotyyppisiin kehittyy amorfisia ruskosammal- ja saraturpeita tai pitkälle maatuneita ruskosammaleisia ja/tai saraisia amorfisia turpeita (BA, CA). Ruskosammalia on runsaimmin letoissa ja luhtaisissa mesotrofisissa suotyypeissä. Turpeen koostumusmäärittäystä voisi tarkentaa turpeen lisätekijöillä (L, ER, MN, EQ jne.). Erittäin maatuneissa turpeissa pääkomponentin muodostaa amorfisen massa, loppuosat ovat enemmän tai vähemmän tunnistettavissa olevia kasvijäännöksiä. Siten myös eri ravinteisuustasojen turpeiden koostumus vaihtelee kasvupaikkatekijöiden eroista riippuen (kallio- ja maaperä, hydrologia). Puuainesta on runsaimmin yhdistymätyyppien ja korprien turpeissa. Runsa ravinteisissa eutrofisissa turpeissa on ruskosammalien ja putkilokasvien osuus selvästi suurempi kuin ombrotrofisissa turpeissa, joissa rahkasammalet muodostavat turpeen pääosan. Mesotrofisissa turpeissa putkilokasvien ja ruskosammalien osuus jää jonkin verran alhaisemmaksi kuin eutrofisissa turpeissa. Rahkasammalien (*Sphagnum*) osuuksilla turpeissa on selvä negatiivinen riippuvuus syvyyden suhteen. Toisaalta suon kehityksen vetisissä alkuvaiheissa esiintyvillä *Potentilla* -lajeilla on suurin positiivinen korrelaatio syvyyden suhteen. Vesikasvien jäännöksiä (Aquatics) on maatuneimmissa limnisissä turpeissa niukasti. Raatetta (*Menyanthes trifoliata*) on meso- ja eutrofisissa turpeissa alle 10 % ja suokurjenjalan (*Potentilla palustris*) suhteellinen osuus jää hyvin vähäiseksi. Leväkköä (*Scheuchzeria*) on alle 6 %. Mähkää (*Selaginella selaginoides*) on erittäin vähän ja sitä esiintyy etupäässä eutrofisissa turpeissa. Jäkälää (Lichenes), karhunsammalia (*Polytrichum*) ja kynsisammalia (*Dicranum*) kerrostuu jonkin verran karuihin ombrotrofisiin turpeisiin



Kuva 15. Yhdistettyjen suotyyppien turvelajit, kun määrittelyssä pääturvetekijöiden (S, B, C) on mukana amorfinen aines (A, < 0,125 mm % -osuus). Turvelajin selitys: S = rakkaturve (*Sphagnum*), jossa amorfista ainesta on < 25 % turvenäytteen tilavuudesta; AS = amorfinen rakkaturve, amorfista ainesta on 25-50 %; SA = rakkainen amorfinen turve, amorfista ainesta on yli 50 %. Suotyypit ovat pH-keskiarvojen mukaisessa järjestyksessä.

Suon pohjan vaikutus turvekerrostumiin

Fysikaaliset ominaisuudet

Sekä ombro- että minerotrofisten pintaturpeiden kasvijäännökset ovat vähän maatuneita, tuntuvat kädessä karkeilta, eivät tahraa ja sisältävät niukasti puuainesta, sarojen sekä tupasvillan jäänteitä. Minerotrofiset väli- ja pohjaturpeet ovat melko tai kohtalaisesti maatuneita ja siten osin muovailtavissa, tahraavia ja kasvijäännökset ovat osittain tai kokonaan hajonneet (liite 5 ja 6).

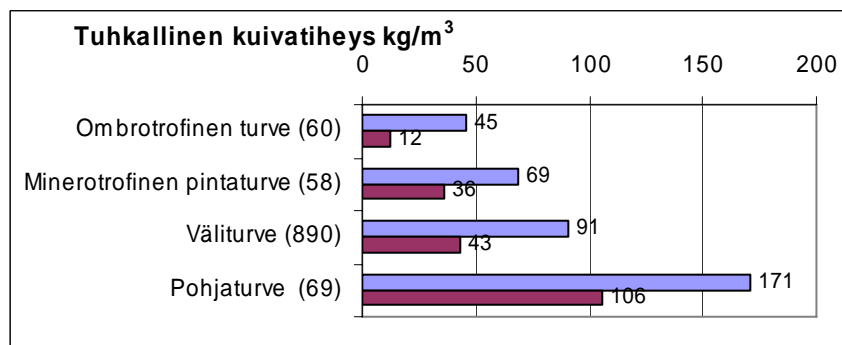
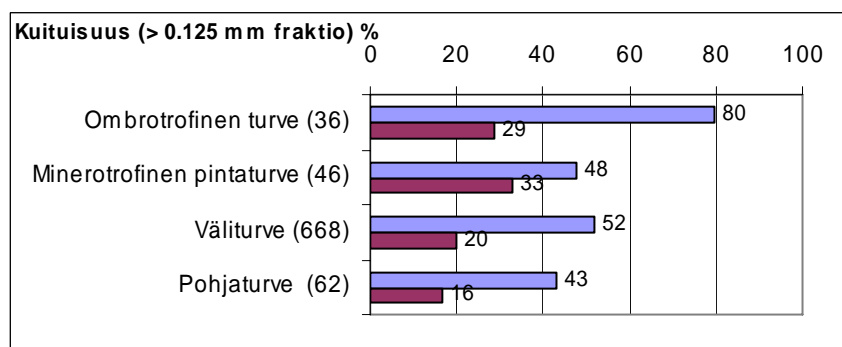
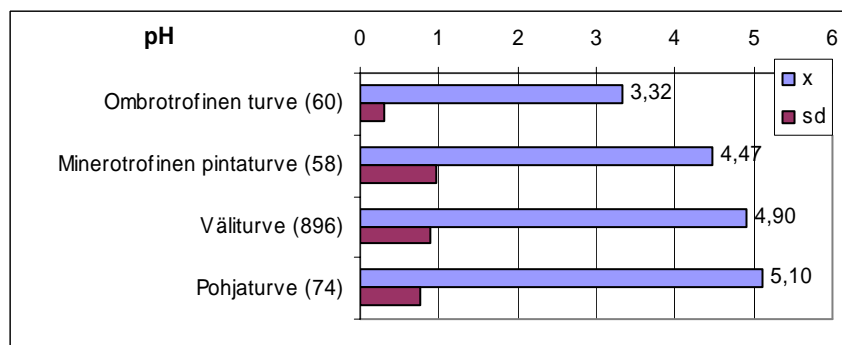
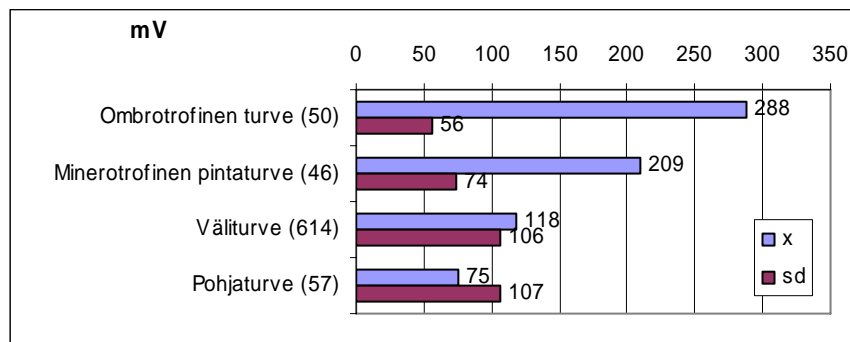
Ombrotrofiset pintaturpeet ovat hapetuspelkistyspotentiaali-mittausten (mV, kuva 16) mukaan keskimääräistä hapekkaampia kuin minerotrofiset pintaturpeet. Turvekerrostumassa anaerobisuus kasvaa suon pohjaan päin, toisin kuin happamuus (pH), joka ombrotrofisissa pintaturpeissa voi olla $\text{pH} < 3,5$. Kunta pienempi on amorfisen aineksen osuus turpeessa, sitä alhaisempi on turpeen maatumisaste. Keskimääräinen tuhkillinen kuivatiheys jää ombrotrofisissa turpeissa alle 50 kg/suo-m^3 . Viettävien mäkien ja rinteiden alla sijaitseviin soihin valuvesien mukana kulkeutuva mineraaliaines nostaa turpeiden tuhkillista kuivatiheyttä, esim. Riissuon ruohokorpiturpeessa (kuva 1, no 10).

Geokemialliset ominaisuudet

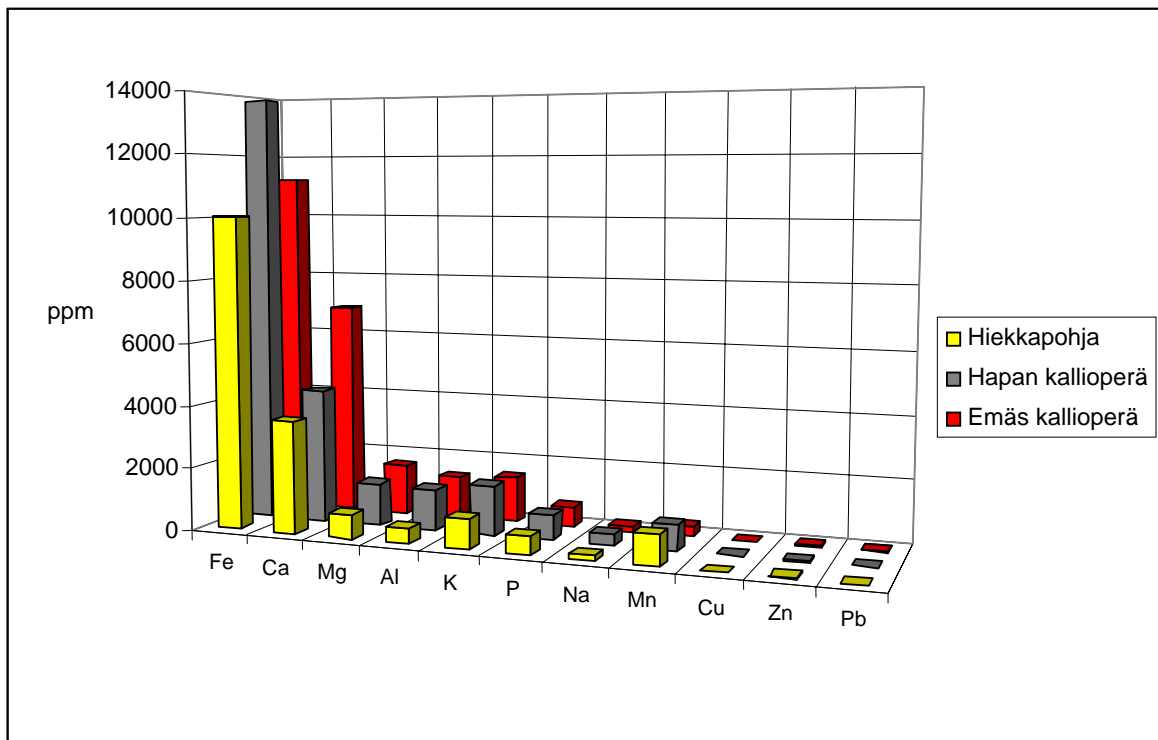
Turpeiden tuhkissa Ca-pitoisuus on selvästi suurempi emäksisten (silikaattia SiO_2 52 - 66 %) kuin happamien kivilajien (silikaattia $\text{SiO}_2 > 66$ %) alueilla tai hiekkapohjaisissa soissa. K-, Al- ja Mg-pitoisuudet eroavat vain vähän happamien ja emäksisten kivilajien alueilla, mutta hiekkapohjaisissa ja ombro-oligotrofisissa turpeissa niiden pitoisuudet ovat selvästi pienemmät. Hiekkapohjaisissa sekä happamien kivilajialueiden soissa on korkeammat Mn-pitoisuudet kuin emäksisillä kallioperäalueilla (kuva 17, liite 5 ja 6).

Turpeiden ombro-minerotrofisuus erottuu selkeästi turpeen tuhkan alkuainepitoisuuksien perusteella (kuva 18). Erityisesti Fe, Ca, Mg, Al ja P alkuaineiden määrissä poikkeavat ombro- ja minerotrofiset turpeet toisistaan, väli- ja pohjaturpeissa Mg ja K pitoisuuksissa

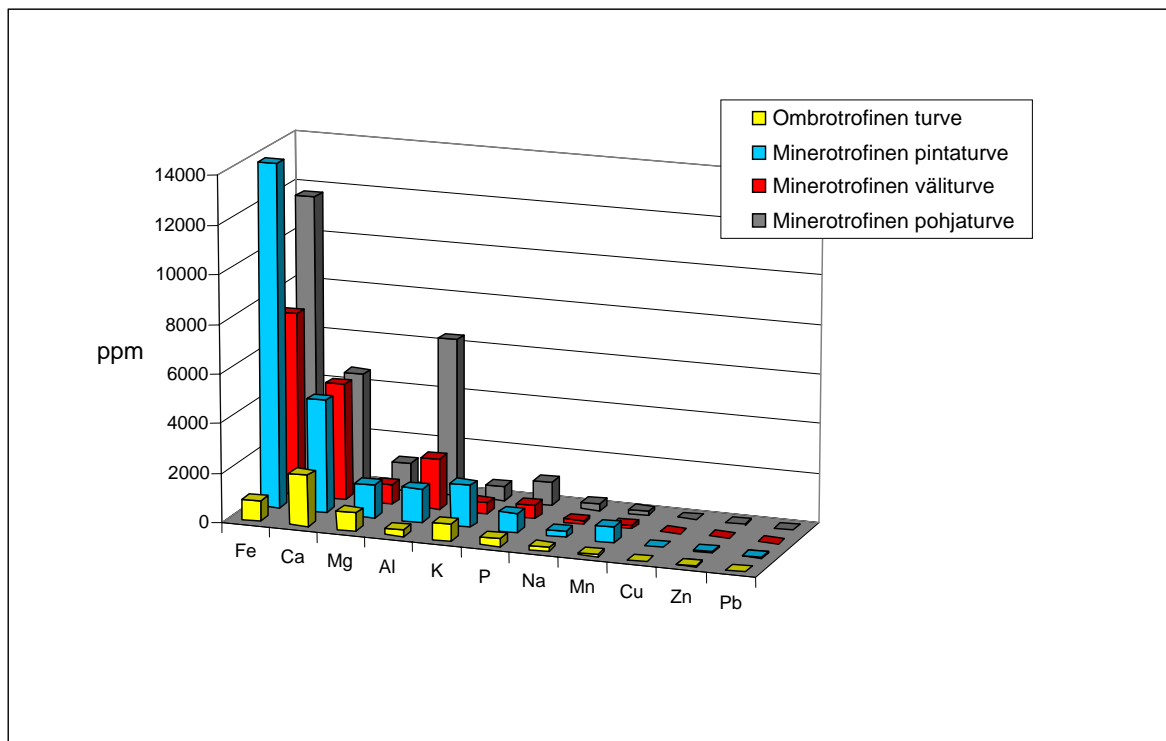
erot ovat pienemmät. Toisaalta Fe/Mn-, Ca/Mg- suhdeluvut ovat väli- ja pohjaturpeissa molemmissa lähes kaksinkertaiset kuin pintaturpeissa. Vastaavasti Ca/K-, Cu/Zn- ja Na/K-suhteilla ero on moninkertainen.



Kuva 16. Ombrotrofisen ja minerotrofisen pinta-, väli- ja pohjaturpeen hapetuspelkistyspotentiaali (mV), happamuus (pH), turpeen kuituisuus (> 0,125 mm aines) ja tuhkallinen kuivatiheys (kg/m³). Näytämäärät ovat sulkujen sisällä, x = keskiarvo, sd = keskihajonta.



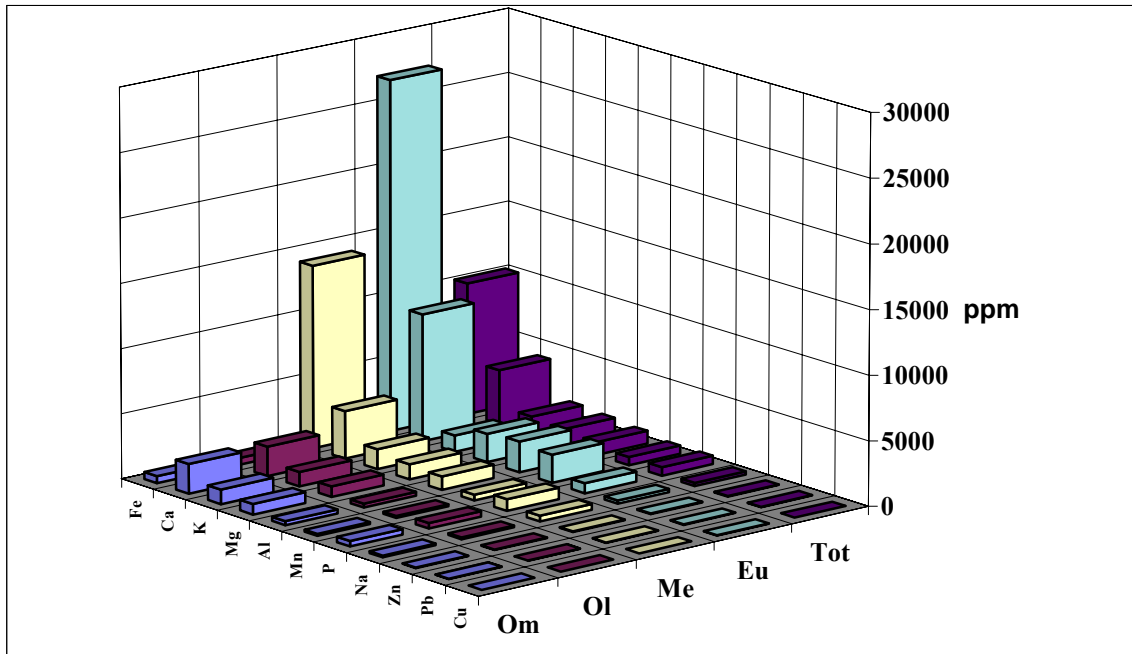
Kuva 17. Pintaturpeiden alkuainepitoisuudet (ppm) erilaisille emäksisten ja happamien kivilajien alueille sekä hiekkapohjaiselle maaperälle kehittyneissä soissa.



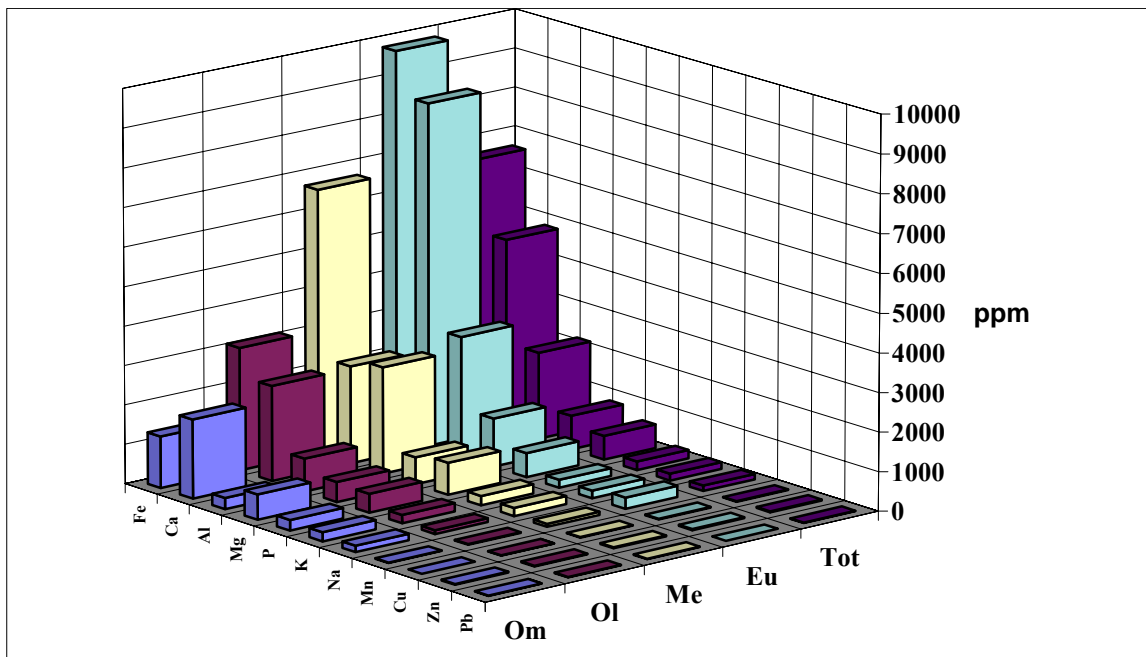
Kuva 18. Ombrotrofisten pintaturpeiden ja minerogeenisten soiden pinta-, väli- ja pohjaturpeiden eri alkuainepitoisuudet (rauta Fe, kalsium Ca, magnesium Mg, alumiini Al, kalium K, fosfori P, natrium Na, mangaani Mn, kupari Cu, sinkki Zn, lyijy Pb; ppm).

Samasta tutkimusaineistosta tehdyssä työssä (Eurola & Holappa 1984) pintaturpeeksi on määritelty se osa, jossa elävät kasvit rikastavat alkuaineita (vrt. myös Aulio 1980, 1982). Soissa pintakerroksen keskipaksuus on 13,7 cm, korpityypeissä 13,3 cm, rämeissä 19 cm, nevoissa 12,3 cm, letoissa 10 cm ja yhdistymätyypeissä 13,7 cm. Alkuainerikkaan pintakerroksen ja saman suotyypin koko turvepaksuuksien välinen suhdeluku on reunavaikutteisissa pintasuotyypeissä 3 ja keskustavaikutteisissa 5,2. Kasvupintojen happamuuseroista johtuen myös alkuainepitoisuudet turpeissa vaihtelevat, suurimmat alkuainemäärät ovat happamissa ja eutrofisissa emäksisimmissä olosuhteissa.

Turpeissa erityisesti Ca-, Mg- ja K- pitoisuudet kasvavat ombro-oligotrofiasta eutrofiaan päin. Ero on vielä suurempi happamien sekä emäksisten kallioperäalueiden pitoisuuksien välillä. Minerotrofisiin pintaturpeisiin rikastuu eniten rautaa, kaliumia ja mangaania, pohjaturpeisiin alumiinia. Elävien kasvien vaikutuksesta ja ympäristöstä tulleiden lisäravinteiden rikastuminen on tehokkaampaa resenttien eri trofiatasoisten soiden pintaturpeessa kuin saman suotyypin kerrostuman pohjaosien turpeeseen (kuvat 19 ja 20). Ombro-oligotrofisten pintaturpeiden tuhkiassa ovat selkeästi alhaisemmat Fe-, Al-, Ca- ja Mg-pitoisuudet kuin meso-eutrofisissa turpeissa. Eutrofisissa pintaturpeissa on myös runsaasti mangaania. Resentin pintasuotyypin pohjaosan turpeissa edellä mainittujen alkuainepitoisuuksien erot eri trofiatasojen kesken eivät ole yhtä suuret kuin pintakerroksessa.



Kuva 19. Eri trofiatasoisten soiden resentin suotyypin pintaturpeen keskimääräiset alkuainepitoisuudet (ppm).



Kuva 20. Eri trofiatasoisten soiden resentin suotyypin muodostaman turvekerrostuman pohjaosan keskimääräiset alkuainepitoisuudet (ppm).

Eri suotyyppikerrostumien ominaisuudet ja niiden väliset korrelaatiot

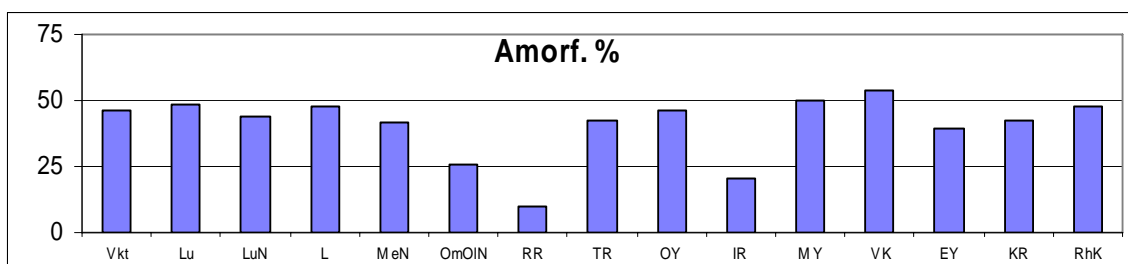
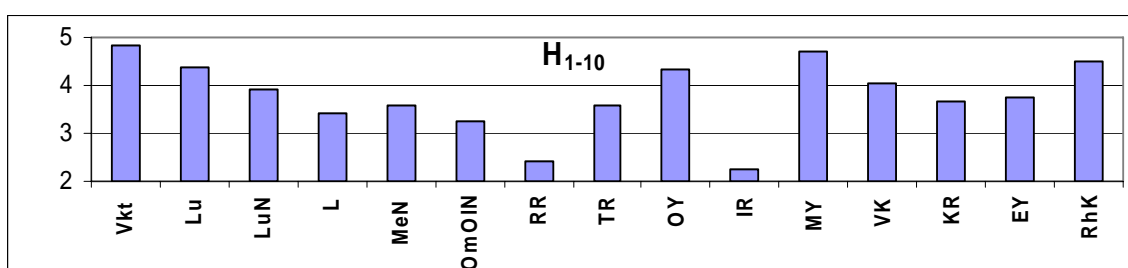
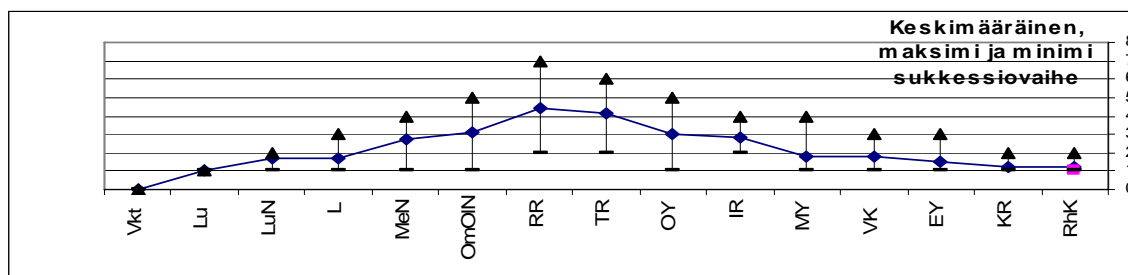
Fysikaaliset ominaisuudet

Suotyyppien fysikaalisten eri ominaisuuksien keskiarvot on esitetty kuvissa 21 ja 22 sekä liitteessä 7, suotyyppien sukkessiovaiheita esittävän kuvan mukaisessa järjestyksessä (ks. kuva 9). Karut keskustavaikutteiset suotyypit ovat vähiten maatuneita (kuva 21, H₁₋₁₀). Mitä enemmän turpeessa on amorfista fraktiota (Amorf.%), sitä korkeampi on turpeen maatumisaste. Emäksisten kivilajien alueilla turpeiden kuivairtotiheyden (kg/m³) ja orgaanisen aineksen kertymät (Org. %) ovat hieman suurempia. Orgaanista ainesta rikastuu turpeeseen eniten puustoa kasvavissa suotyypeissä, joissa myös kenttäkerroksen varvut tuottavat ligniinipitoista hitaasti hajoavaa biomassaa. Luhtaisissa ja runsaiden valumavesien vaikutuspiirissä olevissa soiden reunavaikutteisissa räme- ja korpityypeissä tuhkapitoisuus (T %) on selkeästi suurempi kuin keskustavaikutteisten suotyyppien turpeissa. Vähiten tuhkaa on ombrotrofisissa turpeissa. Happamien kivilajien alueilla eri suotyyppien turvekerrostumista letot ja luhtaiset nevat ovat märimpiä. Soiden laitamien puustoa kasvavat suotyypit ovat jonkin verran keskimääräistä kuivempia. Neva- ja lettotyypeissä on korkea vesipitoisuus (v %), jolloin happitilanne heikkenee ja seurauksena on hapetuspelkistyspotentiaalin aleneminen (mV). Karuissa mätäspintaissa suotyypeissä vesipinta on alhaalla, jolloin mV-lukemat ovat korkeat ja vastaavasti pH on hyvin alhainen.

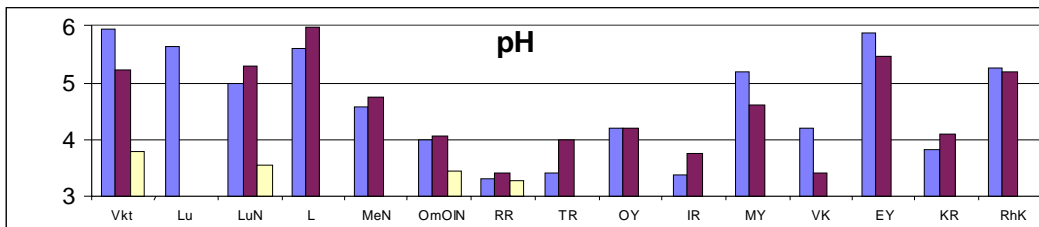
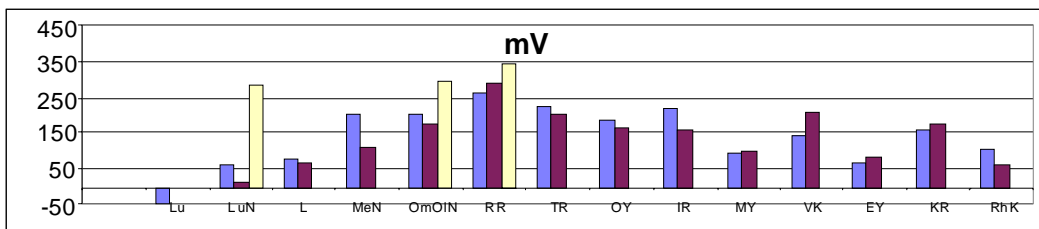
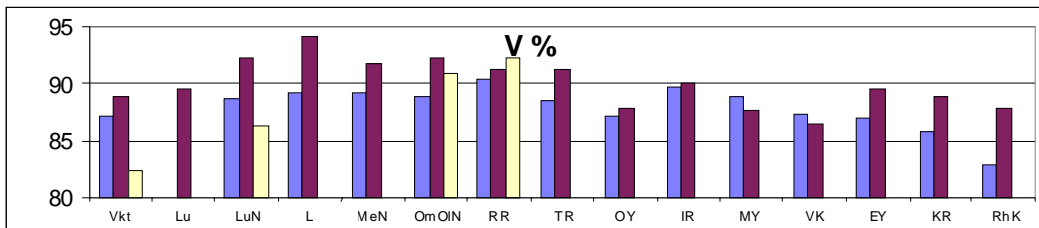
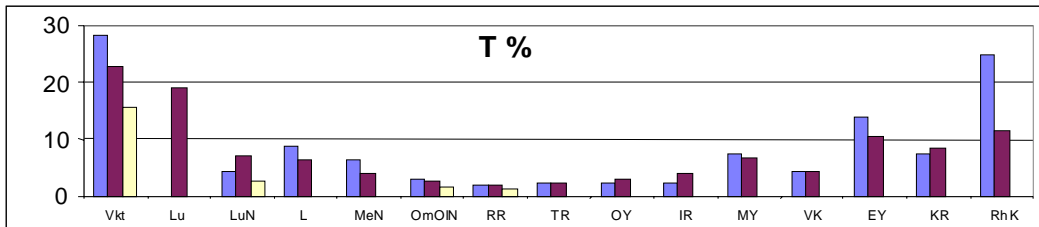
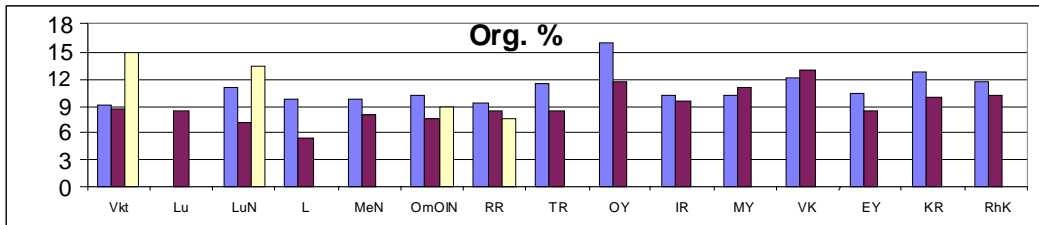
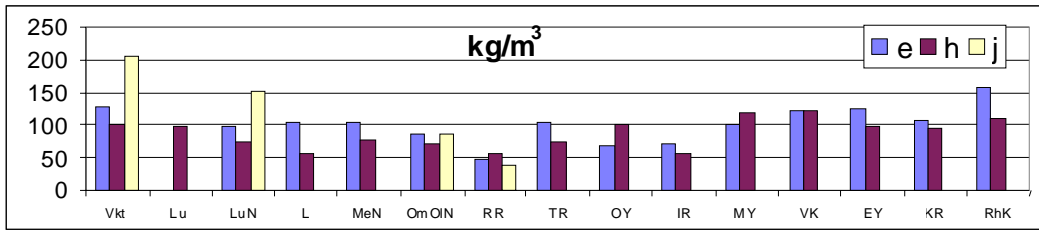
Geokemialliset ominaisuudet

Reunavaikutteisten suotyyppien alkuainepitoisuudet ovat selkeästi suuremmat kuin paksuturpeisissa keskustavaikutteisissa suotyypeissä (kuvat 23 ja 24, liite 7). Ohutturpeisiin lievästi reunavaikutteisiin rämeturpeisiin kertyy ympäristöstä enemmän kalsiumia (Ca), magnesiumia (Mg), kaliumia (K) ja fosforia (P) kuin keskustavaikutteisiin rämeisiin. Lisäksi luhtaisuuden vaikutuksesta turpeisiin kertyy runsaasti rautaa (Fe), jota ombro-oligotrofisissa turpeissa on erittäin vähän. Myös mangaania (Mn) ja alumiinia (Al), kalsiumia (Ca) sekä magnesiumia (Mg) on vähemmän ombro-oligo- ja mesotrofisissa turpeissa kuin letoilla ja luhtaisilla soilla. Puustoa kasvavissa

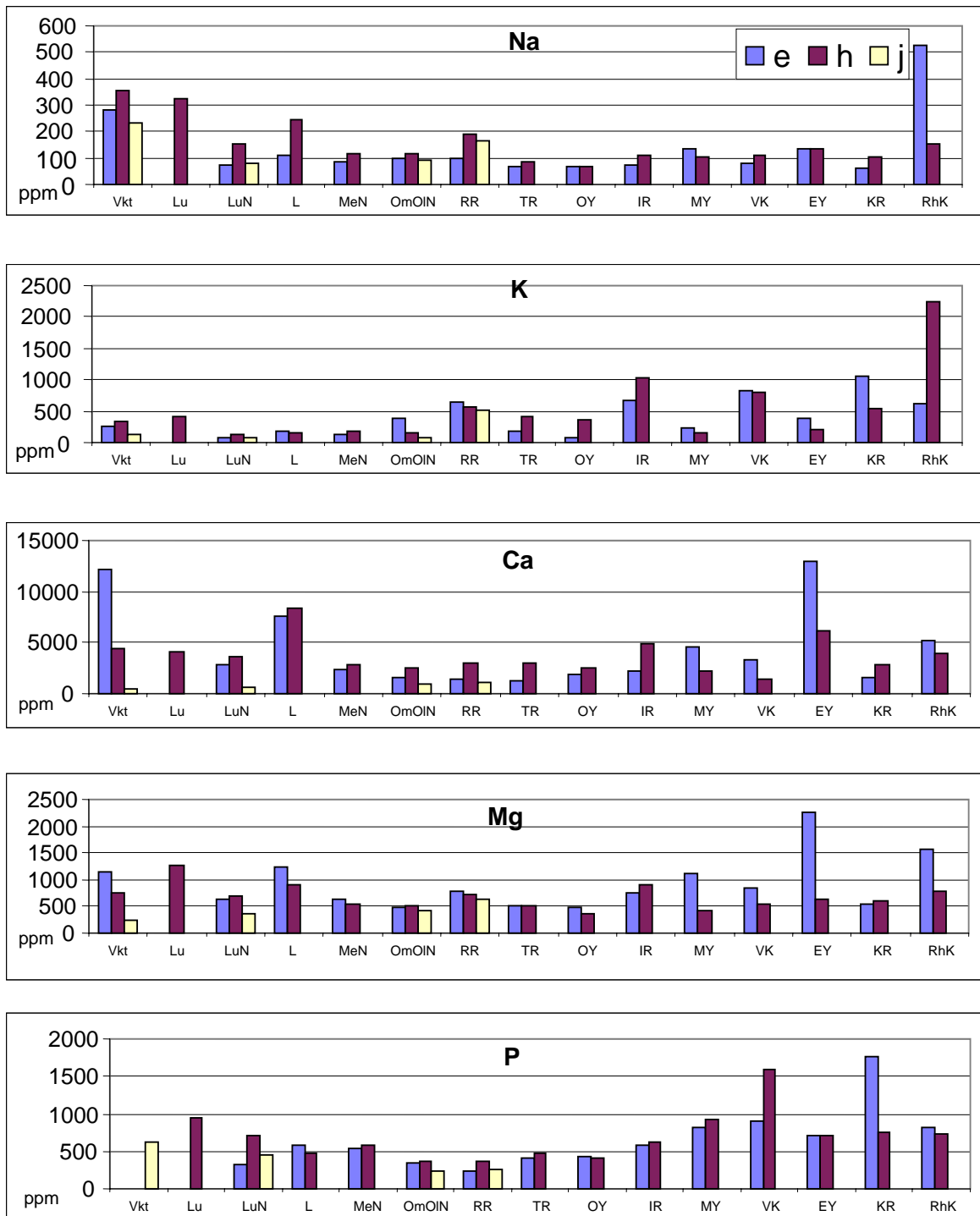
reunavaikutteisissa sekä luhtaisissa vetisissä avosoissa alkuainepitoisuudet ovat korkeammat emäksisten kuin happamien kivilajien alueilla.



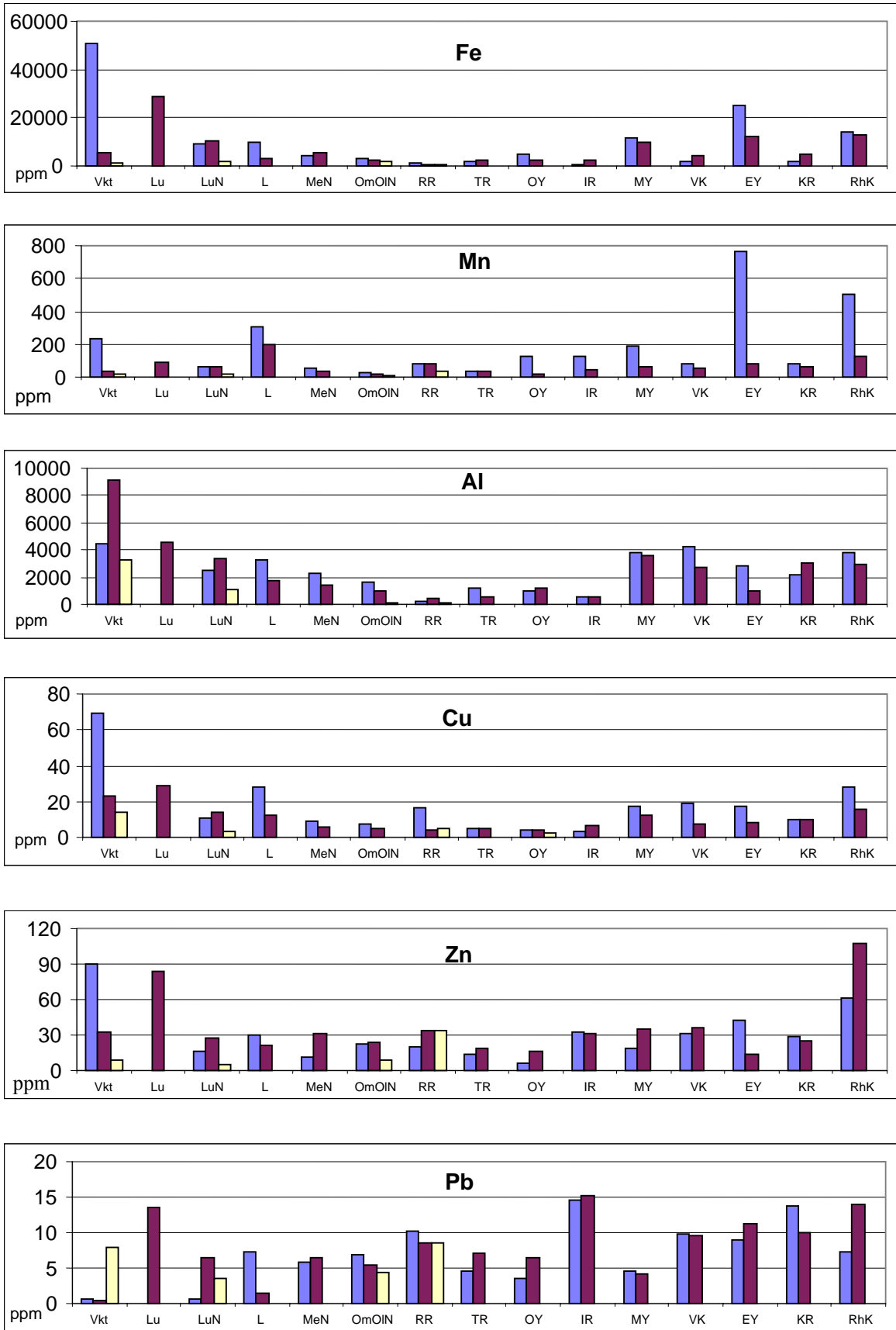
Kuva 21. Eri suotyyppien sukkessiovaiheiden, maatumisasteen ja amorfisen aineksen osuuden vertailu.



Kuva 22. Eri kivilajialueiden suotyypin turpeiden keskimääräinen kuivairtotiheys (kg/m³) märkätilavuudesta, orgaanisen aineksen määrä (Org. %) tuhkapitoisuus (T %) kuivapainosta (massasta), vesipitoisuus (V %) märkäpainosta, hapetuspelkistyspotentiaali (mV) sekä happamuus (pH), (e = emäksiset kivilajit, h = happamat kivilajit, j = jotunisedimentit).



Kuva 23. Suotyyppien turpeiden keskimääräiset Na-, K-, Ca-, Mg- ja P-pitoisuudet (ppm). e = emäksiset kivilajit, h = happamat kivilajit, j = jotunisedimentit



Kuva 24. Eri suotyypien Fe-, Mn-, Al-, Cu-, Zn- ja Pb-pitoisuudet (ppm).

Turpeen tuhkissa ilmenevät suuret alkuainepitoisuudet (taulukko 9) sijaitsevat suossa vaihtelevissa syvyyksissä, useimmiten suon pohjaosissa tai ohutturpeisissa reunavaikutteisissa soissa sekä myös suon pintakerrostumissa. Aineiston korkein kuparipitoisuus on Utajärven Loiraskankaan ohutturpeisen lettonevan pohjaturpeessa (257 ppm). Vastaavasti Kuusamon Purkuputaansuossa on lyijypitoisuuden maksimi (74) ja Simon Rautuojanaavassa suurin sinkkipitoisuus (436). Korkeat raskasmetallipitoisuudet esiintyvät alueellisesti samoilla seuduilla.

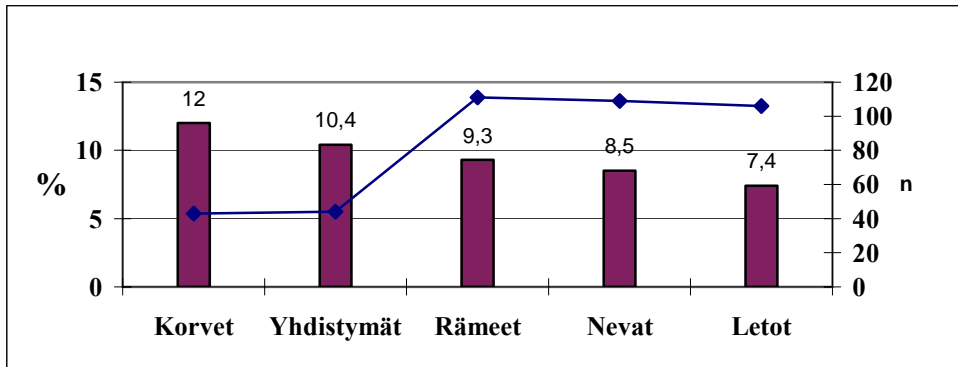
Taulukko 9. Tutkimusalueen soiden turpeen tuhkien kupari- (Cu), lyijy- (Pb) ja sinkkipitoisuuksien (Zn) maksimit sekä sijaintikunta.

Suo nro ja nimi	Cu	Pb	Zn	Kunta
39 Ternuvuoma	44	40	75	Rovaniemi
26 Kilsiaapa	63	34	38	Tornio
44 Vaarajänkkä	211	53	109	Tornio
45 Karsilonmaa	54	55	75	Tornio
61 Rautuojanaapa	43		436	Simo
69 Näätäaapa	49		41	Ranua
18 Pilpasuo	50	63	347	Oulu
9 Takasuo	115	48	335	Oulu (Ylikiiminki)
2 Ruostesuo	103	59	105	Kiiminki
36 Päijännesuo		45	208	Muhos
20 Reikäsuo	46			Muhos
29 Loiraskangas	257	34	46	Utajärvi
27 Kivisuo	46			Utajärvi
70 Saarisuo			61	Pudasjärvi
58 Posonpalo			80	Pudasjärvi
50 Rytisuo/Siikavaara		41	167	Pudasjärvi
52 Lomasuo/Siikavaara	108	37	81	Pudasjärvi
51 Rytisuo/Parolanranta	44	39	98	Puolanka
47 Pihlajavaara	49		51	Puolanka
63 Mustinsuo			309	Kuhmo
64 Säynjäsuo			162	Suomussalmi
59 Säkisuo			53	Suomussalmi
56 Lahnaletto	48		85	Suomussalmi
66 Ulkupuro	184		109	Suomussalmi
7 Riisisuo			357	Posio
19 Purkuputaansuo	40	74		Kuusamo

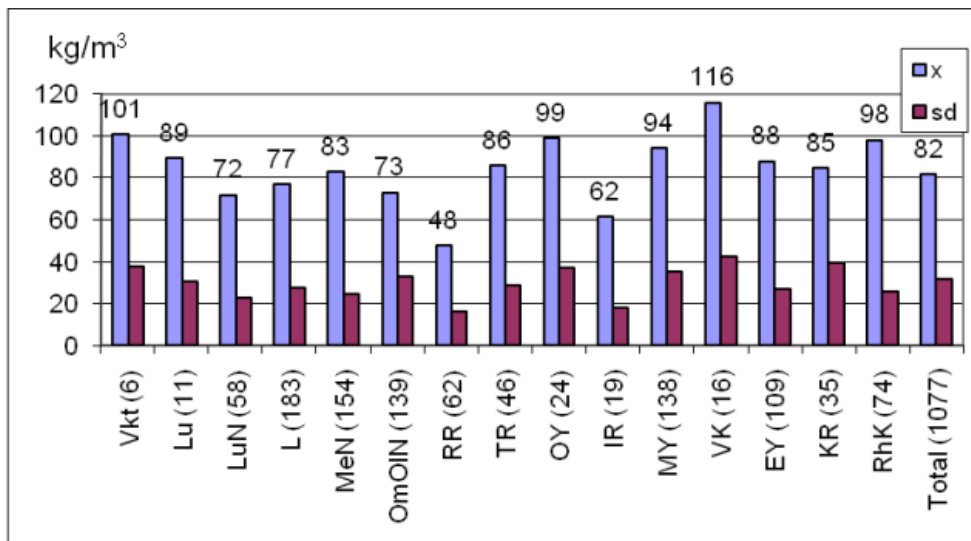
Orgaaninen aines ja kuivatiheydet

Aapasoissa suotyyppien pääryhmien (Cajander 1913) turpeisiin kertyy orgaanista ainesta märkäpainosta keskimäärin 7 - 12 % (kuva 25). Kertymät ovat suuremmat runsasravinteisissa reunavaikutteisissa suotyypeissä kuin vetisisissä nevoissa ja letoissa.

Karujen vähän maatuneiden ombro- ja oligotrofisten turpeiden tuhkaton keskimääräinen kuivatiheys on pienin, puustoisten suotyyppien turpeiden tiheydet ovat jonkin verran suuremmat kuin nevoilla, erittäin maatuneissa turpeissa yleensä korkeimmat (kuva 26). Kaikkien näytteiden tuhkaton keskimääräinen kuivatiheys on 82 kg/suo-m³.



Kuva 25. Orgaanista ainesta kertyy suotyypeissä keskimäärin 7,4 – 12 (%) turpeen tuorepainosta. n = näytemäärä. Suotyyppijako on Cajanderin (1913) mukaan.



Kuva 26. Eri suotyyppien ja koko aineiston (Total) turvenäytteiden keskimääräiset tuhkaton kuivatiheydet (kg/suo-m³), suluisissa näytteiden lukumäärä.

Eri ominaisuuksien väliset korrelaatiot

Koko aineistosta laskettu korrelaatiomatriisi antaa lähes jokaiselle fysikaaliselle ja kemialliselle ominaisuudelle (erittäin merkitsevän) positiivisen tai negatiivisen

riippuvuuden jonkin toisen ominaisuuden suhteen. Selityste (r²) jää useimmissa tapauksissa alhaiseksi.

- Fysikaalinen ominaisuus / fysikaalinen ominaisuus korrelaatiot

Vesipitoisuudella on korkein negatiivinen riippuvuus ja selityste turpeen kuivatilavuuspainon ja orgaanisen ainesmäärän suhteen. Negatiivinen riippuvuus nousee meso-eutrofisiin suotyypeissä. Orgaanisen aines korreloi positiivisesti vesipitoisuuden kanssa ombro-oligotrofissa turpeissa. Myös maatumisaste, amorfisen aineksen osuus ja tuhkapitoisuus korreloivat negatiivisesti vesipitoisuuden kanssa useimpien suotyyppien turpeissa. pH -luvulla (happamuus) on erittäin merkittävä riippuvuus turpeen kosteuteen letoilla ja mesotrofisilla yhdistymätyypeillä ja vastaavasti mV -arvoilla (redoxpotentiaali) ruohokorpiurpeissa.

Kuivatiheydet korreloivat erittäin merkittävästi useimmilla suotyypeillä amorfisen aineksen suhteen, samoin maatumisasteiden kanssa ombro-oligotrofisilla nevoilla ja etenkin puustoisilla tyypeillä (VK, KR, EY). Edelleen erittäin merkittävä positiivinen korrelaatio on orgaanisen aineksen suhteen veteen kerrostuneissa turpeissa, letoissa ja eri ravintotasoissa nevoissa, varsinaisissa korpityypeissä ja korpirámeissa. Positiiviset korrelaatiot ovat myös tuhkapitoisuuden suhteen ruohokorvissa, eutrofisissa sekä mesotrofisissa yhdistymissä, korpirámeissa sekä nevoissa. Happamuusluvulla (pH) on korkein erittäin merkittävä positiivinen korrelaatio kuivatiheyteen korpirámeilla, mutta negatiivinen korrelaatio lettoturpeissa. Hapetuspelkistysarvoilla (mV) on positiivinen korrelaatio kuivapainon suhteen ruohokorpiurpeissa.

Maatumisasteella on erittäin merkittävä positiivinen riippuvuus melkein kaikkien suotyyppien turpeiden amorfisen aineksen osuuksien kanssa ja suurin riippuvuus orgaanisen aineksen kanssa oligotrofisilla yhdistymätyypeillä. Tupasvilla- ja rahkarámeilla on maatumisasteen suhteen negatiiviset erittäin merkittävät riippuvuuksien maksimit mV-lukujen kanssa, vastaavasti positiivisena korrelaationa pH-luvulla ruohokorpiurpeissa ja tuhkapitoisuudella koko aineistossa. Myös Mäkilä (1984) on todennut, että maatumisasteen ja pH:n välillä on selvä positiivinen korrelaatio. **Amorfisen** ja orgaanisen aines korreloivat positiivisesti eniten meso- ja eutrofisissa turpeissa, suurin negatiivinen erittäin merkittävä riippuvuus pH:n kanssa on eutrofisissa yhdistymätyypeissä. **Orgaanisen** aineksen osuudet turpeissa korreloivat positiivisesti

tuhkapitoisuuden kanssa koko aineistossa, ombro-oligotrofisissa nevoissa ja letoissa, mutta hapetuspelkistys-arvojen suhteen positiivisesti ainoastaan luhtaturpeissa. Negatiiviset korrelaatiot happamuudenkaan kanssa oli koko aineistossa ja letoissa. **Tuhkapitoisuus** korreloi mV-lukuihin korpiturpeissa ja pH:n kanssa rämeturpeissa.

- Fysikaalinen ominaisuus / Alkuainepitoisuus korrelaatiot

Karuissa nevoissa ja rämeissä **vesipitoisuus** korreloi negatiivisesti (erittäin merkitsevästi) fosforipitoisuuden kanssa, myös kupari ja alumiini korreloivat negatiivisesti vesipitoisuutta. Suurimmat positiiviset erittäin merkitsevät korrelaatiot vesipitoisuuksiin on korpirämeellä magnesiumilla ja oligotrofisissa yhdistymissä natriumilla sekä lyijyllä.

Erityisesti alumiinilla on erittäin merkitsevä riippuvuus **kuivatiheyden** suhteen useimmilla suotyypeillä. Kupari korreloi kuivatiheyttä enemmän korpityypeillä kuin nevoilla, sitä vastoin fosfori korreloi (erittäin merkitsevästi) letoilla, ombro-oligotrofisilla ja mesotrofisilla nevoilla, korpirämeillä. Varsinaisilla korpityypeillä kalium ja mangaani, korpirämeillä kupari ja magnesium sekä oligotrofisilla yhdistymillä natrium ja lyijy korreloivat negatiivisesti (erittäin merkitsevästi) kuivatiheyksien kanssa.

Maatumisasteella on erittäin merkitsevä negatiivinen korrelaatio kaliumin, natriumin, sinkin ja kuparin kanssa, sen sijaan alumiinin kanssa positiivisesti (erittäin merkitsevästi) muilla paitsi luhtaisilla suotyypeillä. **Amorfinen** aines korreloi positiivisesti (erittäin merkitsevästi) alumiinin kanssa eri ravintotasoisten suotyyppien turpeissa. **Orgaaninen** aines korreloi positiivisesti (erittäin merkitsevästi) eniten alumiinin kanssa ja vastaavasti negatiivisesti natriumin kanssa. **Tuhkapitoisuudet** korreloivat positiivisesti (erittäin merkitsevästi) kaikkien tutkittujen alkuaineiden kanssa eri suotyypeillä.

Eutrofisilla yhdistymätyypeillä **redox-arvoilla** (mV) on positiivinen (erittäin merkitsevä) riippuvuus kaliumin, kalsiumin ja magnesiumin kanssa, tosin magnesiumilla on tupasvillarämeillä suurin positiivinen korrelaatio lyijyn suhteen ombro-oligotrofisissa nevoissa, kuin myös negatiivinen riippuvuus on mangaanin kanssa mesotrofisilla saranevoilla, raudan kanssa tupasvillarämeillä ja isovarapurämeillä kalsiumin kanssa. **Happamuusluvut** (pH) korreloivat positiivisesti (erittäin merkitsevästi) melkein kaikilla suotyypeillä kalsiumin kanssa.

- Alkuainepitoisuus / Alkuainepitoisuus korrelaatiot

Fosforilla (P) on positiivinen erittäin merkitsevä korrelaatio monen eri alkuaineen kanssa (Na, K, Fe, Cu, Zn, Pb) eri ravinnetasoisissa nevoissa ja letoilla sekä useissa suotyypeissä alumiinin (Al) kanssa, varsinkin rämeturpeissa. **Natrium** (Na) korreloi positiivisesti usean eri alkuaineen kanssa (K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn, Pb) mesotrofisten suotyyppien turpeissa, mutta karuilla suotyypeillä Ca, Mg, Fe ja Cu kanssa. **Kaliumilla** (K) on positiivinen (erittäin merkitsevä) riippuvuus magnesiumiin (Mg), rautaan (Fe), mangaaniin (Mn), sinkkiin (Zn) ja lyijyyn (Pb) useilla eri ravinteisuustasoisilla suotyypeillä. Myös **kalsiumin** (Ca) suurimmat positiiviset korrelaatiot muissa paitsi rämeturpeissa on Mg, Al, Fe, Mn, Cu, Zn ja Pb kanssa useimmilla suotyypeillä. **Magnesium** (Mg) korreloi positiivisesti (erittäin merkitsevästi) oligo-mesotrofisten nevojen ja meso-eutrofisten korpiturpeiden Al, Fe, Mn, Cu, Zn, Pb kanssa. **Alumiini** (Al) korreloi positiivisesti reunavaikutteisten luhtien ja lettojen sekä korpiturpeiden Fe, Cu, Zn pitoisuuksien suhteen. **Raudan** (Fe) positiiviset riippuvuudet Mn, Zn ja Pb suhteen ovat merkitsevimmät luhtien, lettojen ja meso-eutrofisten yhdistymien turpeissa; isovarpurämeissä (erittäin merkitsevästi) Cu kanssa. **Mangaani** (Mn) korreloi varsinaisissa korpiturpeissa positiivisesti (erittäin merkitsevästi) Zn kanssa, heikommin lettoturpeissa, mutta Pb suhteen positiivisesti lettojen ja karujen nevojen turpeissa. **Kupari** (Cu) korreloi Pb suhteen positiivisesti mesotrofisissa nevoissa ja eutrofisissa yhdistymissä. **Sinkki** (Zn) korreloi merkitsevästi Pb kanssa luhtanevojen turpeissa ja vähäisessä määrin lettojen ja ruohokorpityyppien turpeissa. **Lyijyllä** (Pb) on negatiivinen (erittäin merkitsevä) korrelaatio fosforin (P) kanssa oligotrofisissa yhdistymätyypeissä ja magnesiumin (Mg) kanssa veteen kerrostuneissa turpeissa. Kuitenkin Pb korreloi positiivisesti letto- ja nevasuotyypeissä useamman eri alkuaineen kanssa kuin korpi- ja yhdistymätyypeissä.

Suotyyppien turvekerrostumat

Aapasoiden resanttien suotyyppien akrotelmaan kehittyvien heikosti maatuneiden pintaturpeiden potentiaalinen koostumus on laskettavissa Ruuhijärven (1960) ja Eurolan (1962) määrittämistä kasvilajien suhteellisten peittoisuuksien osuuksista. Pintaturpeissa

70 - 93 % osuuden muodostaa kolme-neljä kasvilajia tai -ryhmää (taulukko 10). *Scorpidium*-rimpiletolla (ScRiL) vain yksi sammallaji (*Scorpidium scorpioides*) ylittää 10 % suhteellisen peittoisuuden, vaikka ruskosammalien (Bryidae) yhteinen osuus nousee 67 %:iin. *Campylium*-letolla ruskosammalten osuus on 60 %. Vastaavasti lyhytkorsinevalla (LkN) neljän kasvilajin yhteenlaskettu osuus on lähes 80 %. Niukkaravinteisilla nevoilla (OISN, KSN, RiN, LkN) ja rämetyypeillä (TR, PsR, NR) rahkasammalien (*Sphagnum*) osuus on yli 60 %, keskiravinteisella nevalla (MeSN) yli 50 %. Rahkarämeellä (RR) ja korpityypeillä rahkasammalien osuus jää 30 - 50 %:iin, muilla suotyypeillä vielä alhaisemmiksi. Saroja (*Carex*, C) esiintyy eri suotyypeillä 20 - 30 %, paitsi karuilla rämeillä ja nevoilla. Puuaines (L) ja varvut (N) ilmentävät rämetyyppettä, korte (EQ) ja ruohot (Hb) korpityypettä, tupasluikat (TR) lyhytkorsinevoja ja lettoja. Yhden kasvin peittävyys saattaa olla 20:stä 70 %:a, jos ko. suotyypillä esiintyy vain muutamia kasvilajeja tai vain yksi valtalaji, kuten *Scorpidium*-rimpiletoilla.

Taulukko 10. Suokasvillisuuden peittävyysanalyseistä (Ruuhijärvi 1960) saadaan suotyypin koko kasvilajistoon nähden laskennallinen potentiaalinen hapellisen pintakerroksen (akrotelma) turvelaji: suokasvilajien lukumäärä (n), > 10 % peittoisten kasvilajien lukumäärä sekä yhteinen peittoisuus (%). S= *Sphagnum*, B= Bryidae, C= *Carex*, L= Lignidi, N= Nanolignidi, ER= *Eriophorum*, EQ= *Equisetum*, TR= *Trichophorum*, Hb= Herbs (ruohot), Tot.= total (koko aineisto). Suotyypin lyhenteiden selitykset ovat kuvassa 8.

Suotyppi	Kasvilajeja	yli 10 %:n suhteellinen peittävyys		Turpeeksi kerrostuvat suokasvit/-ryhmät ja pintaturpeen turvelaji (turvekaavassa pääturvetekijä viimeisenä)											Tot. Turvelaji
		n	Σ %	S	B	C	L	N	ER	EQ	TR	Hb	%		
RR	23	3	70	37			20	30						87	(L)NS
RR	34	2	62	34			34	16						83	(N)LS
TR	30	2	63	56				10	24					91	NERS
LkN	24	4	79	64					12		15			90	ERTRS
OISN	19	3	69	67		25								90	CS
KSN	18	3	72	66		28								93	CS
RiN	19	3	76	64					14					92	ERS
MeSN	36	1	23	52		24								76	CS
NR	61	3	37	50		21		11						82	NCS
LR	62	1	20	20	14	10								45	CBS
PsR	27	3	70	52		25		12						89	NCS
MrK	6	3	56	39									34	73	HbS
MkK	44	2	42	38						20		14	72	72	HbEQS
KoL	47	3	34	12	48	25								85	SCB
ScRiL	22	1	64		67	19								86	CB
CaL	36	2	60		62	19					10			91	TRCB

Taulukko 11. Taulukossa on yhdistettyjen suotyyppien turpeiden keskimääräinen botaaninen koostumus (%). Määritykset perustuvat makrosubfossiileihin: *Sphagnum* (S), *Carex* (C), Bryidae (B), Lignidi (L), Nanolignidi (N), *Eriophorum* (ER), *Trichophorum* (TR), *Scheuchzeria* (SH), *Menyanthes* (MN), *Equisetum* (EQ), *Phragmites* (PR), *Potentilla* (P), Poaceae (PO), *Polytrichum* (PT)

Suotyyppi	Turvetekijät %													Turpeen koostumus	
	S	C	B	L	N	ER	TR	SH	MN	EQ	PR	P	PO		PT
R	75	1	5		8	7									(ER,N)S
IR	53	4	8	8	16	4				2				2	NS
OmOIN	49	14	4	3	4	16	1	8	2						CERS
KR	35	17	9	6	24	11								3	(ER)CNS
TR	35	4	6	7	7	41		2						2	SER, ERS
VK	34	8	4	34	3	4		3	4	9			3	2	LC, SL
MeN	15	40	9	5	6	4		9	7	5					SC, CS
OY	14	26	3	12	4	33		3	2	3					(L)SCER, ERC
EY	14	27	14	17	5			1	3	4	1	2			(MN,S,B)LC
MY	10	24	6	26	3	8		4	8	11					(S,EQ)CL, LC
RhK	9	16	6	44	2	1			7	8		3	2		CL
L	9	30	25	4	3	6	3	8	6	6	3		5		BC
LuN	4	35	10	2	2	3		2	14	15	2	13			(B,P)MNEQC
Lu	3	23	2	6					22	25	2	18			(P)MNCEQ, MNEQC
Vkt	3	22	15	5					1	29	21				(B) PRCEQ

Makrosubfossiilien perusteella karuihin rämeisiin ja nevoihin kehittyi rahkavaltaisia turpeita. Ruskosammalia esiintyy jonkin verran kaikissa suotyypeissä, etupäässä letoissa ja luhtaisissa suotyypeissä. Sarakasvit ovat tyypillisiä kosteiden nevojen turpeiden muodostajia. Akrotelmassa peittävyysanalyysien mukaan 10 % luokitusrajan suhteellisen osuuden ylittäviä saraturpeita ei olisi lainkaan tai hyvin vähän. Taulukossa 11 nähdään makrosubfossiilien runsaussuhteisiin perustuva yhdistettyjen suotyyppien turpeiden yleisin turvelaji. Turvekaavassa lisätekiöt ovat ensimmäisinä ja päättekinä viimeisenä. Kaikista turvenäytteistä tunnistettujen makrosubfossiilien keskimääräinen jakauma eri suotyypeissä on liitteessä 8. Seuraavissa kappaleissa kuvataan tiivistetysti koko aineiston ja eri suotyyppien turpeiden koostumus ja ominaisuudet:

Koko aineistossa (Total) määrältään kilpailevina turvetekijäpareina voidaan pitää saroja ja rahkasammalia (C 24,5 % ja S 21,8 %), toisena tasavertaisena parina varpuja (N) ja ruskosammalia (B), molempia 9,4 %. Turpeissa esiintyy kortetta ja raatetta jonkin verran enemmän kuin leväkköä. Maatumisaste vaihtelee H_{1-8} välillä, keskiarvo on 3,7 (sd 1,2; n 1089) ja mediaani H_4 , jolloin amorfisen osuus turpeessa on keskimäärin 40,2 % (sd 20,4; min-max 0,1-91,2; n 535). Turve on normaalin kosteaa, liukas ja sarajuurinen sekä sisältää jonkin verran tupasvillakuituja ja puuainesta. Turvetta voi kädessä melko helposti muovailta ja se tahraa. Turpeen keskimääräinen vesipitoisuus on 89,6 % (4,7; 45,7-96,5; 1077) ja kuivatiheys 92,3 kg/suo-m³ (53,7; 8-717; 1077). Orgaanista ainesta on

keskimäärin 9,3 % (3,0; 3,5-26,2; 1076) ja tuhkapitoisuus kuiva-aineesta 7,1 % (10,0; 0,4-88,7; 1078). Turpeen pH on 4,8 (0,9; 2,9-6,8; 1088) ja hapetuspelkistyspotentiaali keskimäärin 131 mV (113; -195 - +425; 767). Keskimääräiset eri alkuainepitoisuudet turvetuhkassa (ppm, pyöristettynä lähimpään kokonaislukuun) ovat: P 596 (472; 28-8540; 767), Na 142 (236; 4-5217; 1031), K 280 (511; 5-4733; 1043), Ca 4560 (5011; 89-40258; 1037), Mg 860 (745; 11-6145; 1042), Al 2204 (2783; 29-28862; 1042), Fe 7991 (17469; 32-228961; 1042), Mn 160 (908; 1-18666; 1034), Cu 13 (18; 1-257; 1040), Zn 44 (59; 0,0-1036; 995), Pb 2 (33; 0,01-1038; 997) ja niiden suhteet Ca/Mg 5,6 (n 1036) ja Fe/Mn 158,8 (1033), Ca/K 41,4 (1036), Na/K 22,8 (1033), Fe/P 17,1 (765) sekä Cu/Zn 0,9 (1038).

Rahkarämeiden (RR) turpeissa rahkasammalien osuus (*Sphagnum*) on noin kolme neljäsosaa, josta pääosan muodostaa *Acutifolia*-ryhmän ruskea rahkasammal (*Sphagnum fuscum*). Muiden rahkasammalien (*S. angustifolium*, *S. balticum*, *S. magellanicum*, *S. papillosum*, *S. recurvum* coll., *S. rubellum*, *S. russowii*) osuus on vähäinen. Tyypillisiä ombrotofisen turpeen muodostajia, kuten kynsisammalia (kangaskynsisammal *Dicranum polysetum*), rämeen karhusammalta (*Polytrichum strictum*) ja maksasammalia (Hepaticae), on muutama prosentti. Jäkälää (Lichenes) esiintyy runsaimmin rahkarämeturpeissa. Edellisten lisäksi ainoastaan varpuja (Nanolignidi) ja suovilloja (*Eriophorum*) voi olla siinä määrin, että ne tulevat turvekaavaan, vaikka keskimääräinen pitoisuus on runsaat 8 %. Amorfista maatunutta kasvijäännettä on 9,7 % (7,7; 0,1-29,8; 32), jota vastaava maatumisaste v. Postin (1922) asteikolla määritettynä vaihtelee H₁₋₄ välillä, keskiarvo on 2,4 ja mediaani H₂ (0,7; 62). Keskimääräisten makrosubfossiilien suhteellisten osuuksien perusteella tyypillisiä turvelajeja ovat rahkaturpeet (S), varpuiset rahkaturpeet (NS) ja varpuiset tupasvillarahkaturpeet (NERS). Turve on normaalin kosteaa, ei tahraava ja sitä ei voi muovailla, koska kasvijäänteet ovat hyvin pitkäkuituisia ja karkeita. Turpeessa on jonkin verran tupasvillakuituja, mutta sarajuuria ja puuainesta ei ole tai on erittäin vähän. Vesipitoisuus on 91,2 % (2,0; 87-94,8; 62) ja keskimääräinen kuivatiheys 48,7 kg/suo-m³ (16,5; 24-100,8; 62), jossa orgaanista ainesta on 8,7 % (2,0; 5,2-12,7; 62) ja tuhkapitoisuus 1,7 % (0,7; 0,4-3,6; 62) kuiva-aineesta. Turve on hyvin hapanta (pH 3,3; 0,3; 2,9-4,0; 62) ja hapetuspelkistyspotentiaali on keskimäärin 292 mV (54; 180-400; 50). Keskimääräiset eri alkuainepitoisuudet turvetuhkassa (ppm) ovat: P 285 (133; 77-747; 50), Na 151 (78; 31-398; 57), K 576 (684; 43-3534; 57), Ca 2111 (1575; 419-7576; 57), Mg 723 (230; 256-1146; 57), Al 293 (303; 48-1739; 57), Fe 918

(966; 52-5625; 57), Mn 71 (158;2-921; 57), Cu 4 (2; 1-10; 57), Zn 29 (17; 3-80; 57), Pb 10 (6; 2-31; 51) ja niiden suhteet Ca/Mg 3,1 (57) ja Fe/Mn 126,9 (57), Ca/K 9,0 (57), Na/K 0,63 (57), Fe/P 4,7 (50) ja Cu/Zn 0,20 (57).

Isovarpurämeillä (IR) rahkatekijän osuus (S) on yli puolet turpeen koostumuksesta, josta noin kolmasosa on ruskeaa rahkasammalta (*Sphagnum fuscum*), jonka lisäksi jäännöksiä muista rahkasammalista (*Sphagnum angustifolium*, *S. magellanicum*, *S. russowii*). Karhunsammalien (*Polytrichum*) osuus on hieman suurempi kuin rahkarämeillä, vastaavasti kynsisammalien (*Dicranum*) osuus on pienempi. Seinäsammalta (*Pleurozium schreberi*) on noin 5 % sekä hiukan nuokkuvarstasammalta (*Pohlia nutans*). Varvut (Nanolignidi) ja tupasvilla (*Eriophorum vaginatum*) ovat tärkeimmät turpeen lisätekijät, saroja (*Carex globularis*) vähän. Yleisimmät turvelajit ovat varpuiset rahkaturpeet (NS) ja rahkaturpeet (S). Niiden maatumisaste vaihtelee H₁₋₃ välillä, keskiarvo on 2,3 ja mediaani H₂ (0,8; 19). Amorfista ainesta on keskimäärin 20,6 % (14; 1-41; 9), joten turve tuntuu kädessä hieman kuivahkolta, karkeaa ja siinä on vähän sarajuuria, tupasvillakuituja sekä puuta, eikä ole kädessä muovailtavaa tai tahraa. Turpeen vesipitoisuus on 89,9 % (2,7; 82,4-92,9; 19) ja keskimääräinen kuivatiheys 63,7 kg/suom³ (19,2; 34,6-115,8; 19). Orgaanista ainesta 9,8 % (2,7; 6,9-17,1; 19) tuorepainosta ja tuhkapitoisuus kuiva-aineesta 3,3 % (1,8; 1,2-9,2; 19). Turpeen pH on 3,6 (0,5; 3-4,8; 19) ja hapetuspelkistyspotentiaali on keskimäärin 197 mV (88; 15-315; 18). Keskimääräiset eri alkuainepitoisuudet turvetuhkassa (ppm) ovat: P 614 (235; 308-1060; 19), Na 94 (44; 48-227; 19), K 882 (737; 254-2644; 19), Ca 3747 (2664; 1441-11262; 19) Mg 828 (244; 140-1255; 19), Al 534 (344; 164-1339; 19), Fe 1609 (2140; 122-9173; 19), Mn 81 (101; 3-388; 19), Cu 5 (3; 2-12; 19), Zn 32 (16; 8-60; 19), Pb 15 (5; 8-27; 19) ja niiden suhteet Ca/Mg 4,7 (19) ja Fe/Mn 115,7 (19), Ca/K 7,7 (19), Na/K 0,19 (19), Fe/P 2,3 (19) ja Cu/Zn 0,23 (19).

Ombro- oligotrofiset nevat (OmOIN) ovat rahkavaltaisimpia (*Sphagnum angustifolium*, *S. balticum*, *S. cuspidatum*, *S. fallax*, *S. jensenii*, *S. lindbergii*, *S. magellanicum*, *S. majus*, *S. papillosum*, *S. recurvum* coll., *S. rubellum*) muihin nevoihin verrattuna. Noin puolet turpeesta koostuu väli- ja rimpipintojen rahkasammalista, joissa *cuspidata*-ryhmää on noin 15 % ja *palustria*-ryhmän lajeja lähes saman verran, *acutifolia*-osuus jää alle 5 %. Tutkimusalueen aapasoiden nevoissa on suhteellisesti runsaimmin välipintaa, jota peittää rahkasammalien ohella tupasvilla (*Eriophorum vaginatum*), sarat (*Carex canescens*, *C.*

chordorrhiza, *C. lasiocarpa*, *C. limosa*, *C. magellanica*, *C. pauciflora*, *C. rostrata*, *C. vesicaria*) ja leväkkö (*Scheuchzeria palustris*). Aitosammalet (*Calliergon cordifolium*, *Straminergon stramineum*, *Dicranum undulatum*, *Loeskyppnum badium*, *Warnstorfia fluitans*) muodostavat turvetta etupäässä rimpipinnoilla ja lähteisillä alueilla. Varpuja ja ruskosammalia on keskimäärin yhtä paljon. Yleisimmät turvelajit ovat rahkaturpeet (S), sarainen tupasvillarahkaturve (CERS), sararahkaturve (CS) ja tupasvillainen sararahkaturve (ERCS). Maatumisaste vaihtelee H₁₋₈ välillä, keskiarvo on 3,2 ja mediaani H₃ (1,1; 140), jolloin amorfisen osuus turpeessa on 25,6 % (15; 3-64; 60). Turve tuntuu kädessä normaalin kostealta ja liukkaalta. Se on heikosti muovailtavissa ja jonkin verran tupasvillakuituinen ja sarajuurinen, mutta puuainesta ei ole. Turpeen keskimääräinen vesipitoisuus on 91,4 % (3,7; 74,8-96,5; 139), kuivatiheys 75,4 kg/suo-m³ (34,6; 22-195,7; 139), orgaanista ainesta on keskimäärin 8,3 % (3,3; 3,5-20,6; 139) ja tuhkapitoisuus kuiva-aineesta 2,7 % (1,7; 0,9-9,9; 140). Turpeen pH on 4,0 (0,45; 3,2-5,0; 135) ja hapetuspelkistyspotentiaali on keskimäärin 191 mV (60; 20-310; 96). Keskimääräiset eri alkuainepitoisuudet turvetuhkassa (ppm) ovat: P 355 (180; 28-1086; 101), Na 111 (68; 28-495; 136), K 193 (466; 7-3517; 136), Ca 2193 (1352; 386-7696; 136), Mg 502 (243; 90-1305; 136), Al 1020 (1648; 29-13563; 136), Fe 2424 (1393; 32-10991; 136), Mn 18 (24; 2-183; 135), Cu 5 (4; 1-27; 135), Zn 23 (28,5; 2-162; 136), Pb 7 (8; 1-56; 117) ja niiden suhteet Ca/Mg 4,8 (135) ja Fe/Mn 220,4 (134), Ca/K 31,5 (135), Na/K 1,4 (136), Fe/P 8,4 (100) ja Cu/Zn 0,47 (134).

Korpirämeet (KR) ovat vaihettumistyyppisiä, joissa on sekä korprien että rämeiden suokasvit turpeen muodostajina. Tärkein turvetekijä on rahkasammalet (S, 35 %, *Sphagnum angustifolium*, *S. fallax*, *S. fuscum*, *S. girgensohnii*, *S. magellanicum*, *S. russowii*), joista noin puolet kuuluu *acutifolia*-ryhmään. Turpeessa neljäsosa on varpuja (N, *Andromeda polyfolia*, *Betula nana*, *Calluna vulgaris*, *Empetrum nigrum*, *Vaccinium oxycoccos*) ja lähes viidesosa saroja (C, *Carex globularis*). Jonkin verran esiintyy myös aitosammalia (B, *Aulacomnium palustre*, *Straminergon stramineum*, *Pleurozium schreberi*, *Pohlia nutans*) ja karhunsammalia (*Polytrichum commune*, *P. strictum*) sekä kiiltolehväsammalta (*Pseudobryum*). Tupasvilla on sarojen ohella vallitsevin välipintojen kasvi, muita ruohokasveja on vähemmän. Yleisimmät turvelajit ovat rahkaturpeet (S), tupasvilla-sarainen varpurahkaturve (ER)CNS ja sararahkaturve CS. Maatumisaste vaihtelee H₁₋₇ välillä, keskiarvo on 3,7 ja mediaani H₄ (1,7; 35). Amorfisen osuus nousee keskimäärin 42,6 %:iin (17,3; 16,3-72; 11). Normaalin kostea ja tahraavan liukas turve on

muovailtavissa, se on jonkin verran sarajuurinen ja tupasvillakuituinen ja sisältää myös puuainesta. Turpeessa, jonka keskimääräinen vesipitoisuus on 88,1 % (5,6; 67,9-93,6; 35) ja kuivatiheys 98,4 kg/suo-m³ (62,1; 29,1-311,4; 35), on orgaanista ainesta keskimäärin 10,4 % (3,2; 6-19,1; 35) ja tuhkaa kuiva-aineesta 8,3 % (11,9; 1,8-58,8; 35). Turpeen pH on 4,0 (0,43; 3,3-5,3; 35) ja hapetuspelkistyspotentiaali keskimäärin 170 mV (76; 0-285; 30). Keskimääräiset eri alkuainepitoisuudet turvetuhkassa (ppm) ovat: P 927 (706; 324-2503; 12), Na 96 (62; 33-365; 35), K 652 (760; 58-3042; 35), Ca 2526 (1905; 535-9707; 35), Mg 580 (290; 42-1614; 35), Al 2837 (2980; 206-12913; 35), Fe 4335 (6879; 589-35639; 34), Mn 67 (99; 2-467; 34), Cu 10 (11; 2-49; 35), Zn 26 (16; 5-67; 35), Pb 13 (8; 1-33; 28) ja niiden suhteet Ca/Mg 4,8 (35) ja Fe/Mn 152,9 (34), Ca/K 11,5 (35), Na/K 0,36 (35), Fe/P 5,1 (11) ja Cu/Zn 0,62 (35).

Tupasvillaräme (TR) esiintyy tyypillisesti aapasoiden keskustan ympärillä soiden reunustoilla polveillen. Tupasvillan (*Eriophorum vaginatum*) keskimääräinen osuus turpeessa on suurin (n. 40 %) ja melkein yhtä paljon on rahkasammalia (> 36 %, *Sphagnum angustifolium*, *S. balticum*, *S. centrale*, *S. cuspidatum* coll., *S. fuscum*, *S. magellanicum*, *S. papillosum*, *S. recurvum* coll., *S. riparium*, *S. rubellum*, *S. russowii*, *S. tenellum*). Noin 5-10 % osuuksilla turpeeseen tulee varpukasvillisuudesta (*Andromeda polyfolia*, *Betula nana*, *Chamaedaphne calyculata*, *Empetrum nigrum*, *Vaccinium microcarpum*, *V. oxycoccos*), puut (L), saroista (*Carex* spp., *C. canescens*, *C. globularis*, *C. laxa*, *C. rostrata*), lehtisammalista (*Aulacomnium palustre*, *Stramineum stramineum*, *Dicranum polysetum*, *Pleurozium schreberi*, *Pohlia nutans*, *Polytrichum strictum*) sekä leväköstä (*Scheuchzeria palustris*). Tavallisimmat turvelajit ovat tupasvillaturve (ER), rahkaturve (S), rahkainen tupasvillaturve (SER) sekä tupasvillainen rahkaturve (ERS), joiden maatumisaste H₁₋₆ välillä, keskiarvo 3,6 ja mediaani H₄ (1,1; 45) sekä amorfisuus 42,6 % (24,7; 2,8-69,5; 14). Turve on normaalin kosteaa ja tupasvillakuituinen, ja jonkin verran muovailtavissa ja tahraava, karkeahkon liukas. Sarajuuria ja puuainesta on niukasti. Turpeen keskimääräinen vesipitoisuus on 89,9 % (2,6; 82,9-94,8; 46) ja kuivatiheys 87,7 kg/suo-m³ (29,2; 29,9-144,4; 46), jossa orgaanista ainesta on keskimäärin 9,8 % (2,5; 5,1-16,6; 46) ja tuhkapitoisuus kuiva-aineesta 2,2 % (0,9; 0,9-4,6; 46). Turpeen pH on 3,7 (0,5; 2,9-4,7; 45) ja hapetuspelkistyspotentiaali keskimäärin 213 mV (32; 140-280; 40). Keskimääräiset eri alkuainepitoisuudet turvetuhkassa (ppm) ovat: P 441 (204; 133-802; 41), Na 76 (42; 9-175; 46), K 301 (759; 5-4733; 46), Ca 2184 (2457; 641-11460; 46), Mg 512 (161; 229-979; 46), Al 845 (948; 107-4266; 46), Fe 2045

(1264; 535-4900; 46), Mn 33 (50; 2-244; 46), Cu 5 (4; 1-20; 46), Zn 16 (16; 3-78; 46), Pb 8 (4; 1-17; 34) ja niiden suhteet Ca/Mg 4,6 (46) ja Fe/Mn 206,4 (46), Ca/K 31,0 (46), Na/K 1,3 (46), Fe/P 6,6 (41) ja Cu/Zn 0,49 (46).

Varsinaisten korprien (VK) turpeissa on lähes kolmannes puuainesta ja varvut mukaan luettuna yhteensä keskimäärin 37 %. Toiseksi suurin turvetekijä ovat rahkasammalet (n 12, *Sphagnum angustifolium*, *S. balticum*, *S. centrale*, *S. fallax*, *S. girgensohnii*, *S. capillifolium*). Saroja (*C. Carex aquatilis*, *C. canescens*, *C. chordorrhiza*, *C. globularis*, *C. lasiocarpa*, *C. nigra*) on noin kymmenesosa. Kortetta (*Equisetum*) ja suovillaa (*Eriophorum*) on keskimäärin < 10 %. Raatetta (*Menyanthes trifoliata*), heiniä (Poaceae), leväkköä (*Scheuchzeria palustris*) ja karhunsammalia (*Polytrichum*) on < 5 %. Korpiturpeissa esiintyy enemmän eri turvetekijöitä kuin karuissa rämeturpeissa. Aitosammalia (*Aulacomnium palustre*, *Straminergon stramineum*, *Warnstorfia fluitans*, *Polytrichum commune*) on alle 5 %. Yleisimmät turvelajit ovat kortteinen puurahkaturve (EQ)LS ja kortteinen rahka-puuturve (EQ)SL, joiden maatumisaste vaihtelee H₁₋₇ välillä, keskiarvo on 4,1 ja mediaani H₄ (1,8; 16). Pitkälle maatuneessa turpeessa keskimääräinen amorfisuus kohoaa 53,8 %:iin (22,7; 22,5-72,7; 6). Turpeet tuntuvat kädessä normaalin kosteilta ja liukkailta sekä tahraavilta. Niissä on jonkin verran sarajuuria, puuainesta, mutta niukasti tupasvillaa, toisaalta turpeet ovat melko muovailtavia. Turpeen keskimääräinen vesipitoisuus on 86,9 % (3,2; 79,2-90,7; 16) ja kuivatiheys noin 121,1 kg/suo-m³ (43,7; 59,1-201,9; 16). Orgaanista ainesta on keskimäärin 12,6 % (3,2; 9-20,4; 16) ja tuhkapitoisuus kuiva-aineesta 4,3 % (2,1; 1,7-10,5; 16). Turpeen pH on 3,8 (0,5; 3,2-4,7; 16) ja hapetuspelkistyspotentiaali keskimäärin 161 mV (71; 50-305; 10). Keskimääräiset eri alkuainepitoisuudet turvetuhkassa (ppm) ovat: P 1064 (446; 551-1854; 9), Na 97 (50; 40-224; 16), K 815 (1002; 40-2973; 16), Ca 2254 (1277; 572-4129; 16), Mg 675 (368; 121-1405; 16), Al 3363 (2653; 333-7973; 16), Fe 3122 (3662; 588-13990; 16), Mn 70 (79; 2-281; 16), Cu 13 (9; 3-38; 16), Zn 34 (32; 4-105; 16), Pb 10 (8; 1-21; 15) ja niiden suhteet Ca/Mg 3,6 (16) ja Fe/Mn 128,7 (16), Ca/K 17,2 (16), Na/K 0,74 (16), Fe/P 3,0 (9) ja Cu/Zn 1,4 (16).

Mesotrofisen nevan (MeN) turpeet ovat puhtaimpia saraturpeita. Saratekijän (*C. C. aquatilis*, *C. canescens*, *C. chordorrhiza*, *C. diandra*, *C. lasiocarpa*, *C. limosa*, *C. magellanica*, *C. nigra*, *C. rostrata*) osuus kohoaa keskimäärin > 40 %:iin. Jos saratekijään

yhdistettäisiin Geologian tutkimuskeskuksen käyttämän luokituksen mukaisesti (Lappalainen, Sten, Häikiö, 1984) muut saramaiset kasvit, saratekijän osuus kohoaisi noin 50 %:iin. Rahkasammalien (*Sphagnum angustifolium*, *S. cuspidatum* coll., *S. fallax*, *S. fuscum*, *S. jensenii*, *S. magellanicum*, *S. majus*, *S. obtusum*, *S. papillosum*, *S. recurvum* coll., *S. riparium*, *S. rubellum*, *S. russowii*, *S. squarrosum*, *S. subsecundum*, *S. teres*) osuus turpeessa on vajaa 14 %. Aitosammalia (*Bryum* spp., *Calliergon cordifolium*, *Helodium blandowii*, *Paludella squarrosa*, *Polytrichum strictum*, *Pseudobryum cinclidioides*, *Dicranum* spp., *Scorpidium* spp., *S. revolvens*, *Warnstorfia exannulata*, *W. fluitans*) on alle 10 %, joista kalvas kuirisammal (*Straminergon stramineum*) on vallitsevin. Suokurjenjalan (*Potentilla palustris*), korteen (*Equisetum*) ja tupasvillojen (*Eriophorum*) suhteellinen osuus turpeessa on muutama sadannes, varpuja ja puuta molempia alle 10 %. Turvelajeina yleisimmin esiintyvät saraturpeet (C) ja rahkasaraturpeet (SC). Niiden maatumisaste vaihtelee H₁₋₆ välillä, keskiarvo on 3,6 ja mediaani H₃ (0,9; 154) sekä amorfisuus 41,6 % (19,3; 0,3-84,1; 87). Normaalin kostea turve tuntuu liukkaalta. Se sisältää sarajuurien lisäksi jonkin verran tupasvillakuituja, mutta ei puuainesta. Turve on myös jonkin verran tahraavaa ja muovailtavissa. Turpeen keskimääräinen vesipitoisuus on 90,7 % (3,3; 66,7-95,4; 154) ja kuivatiheys 89,1 kg/suom³ (38,2; 34,6-389,4; 154). Orgaanista ainesta on keskimäärin 8,7 % (2,3; 4,4-16,7; 154) ja tuhkapitoisuus kuiva-aineesta 4,9 % (6,8; 0,8-68; 154). Turpeen pH on 4,7 (0,43; 3,4-5,6; 154) ja hapetuspelkistyspotentiaali keskimäärin 153 mV (108; -90 – +425; 128). Keskimääräiset eri alkuainepitoisuudet turvetuhkassa (ppm) ovat: P 541 (232; 174-1485; 131), Na 104 (78; 20-488; 153), K 158 (355; 12-3166; 154), Ca 2659 (1794; 421-9876; 154), Mg 596 (395; 25-1893; 154), Al 1740 (1529; 88-9364; 154), Fe 5255 (4194; 124-26216; 154), Mn 44 (47; 1-240; 154), Cu 7 (6; 1-39; 154), Zn 23 (37; 1-309; 154), Pb 9 (10; 1-63; 110) ja niiden suhteet Ca/Mg 5,4 (154) ja Fe/Mn 232,3 (154), Ca/K 34,4 (154), Na/K 1,1 (153), Fe/P 12,6 (131) ja Cu/Zn 0,94 (154).

Oligotrofisen yhdistymätyypin (OY) turpeissa voimistuu välipintalajien suhteellinen osuus. Nevapinnoilla vallitsevat suovillat (ER), jotka muodostavat keskimäärin kolmanneksen turpeesta, saroja (C) on noin neljäsosa, joista yleisimmät sarat ovat *Carex lasiocarpa*, *C. rostrata*, *C. chordorrhiza*). Vastaavasti rahkasammalia (S) on keskimäärin 14 % (*Sphagnum angustifolium*, *S. balticum*, *S. cuspidatum* coll., *S. fallax*, *S. fuscum*, *S. magellanicum*, *S. papillosum*) sekä puu- ja varpuainesta yhteensä noin kuudesosa turpeesta. Muiden ruohojen (*Equisetum*, *Menyanthes*, *Potentilla*) ja aitosammalien

(*Straminergon stramineum*, *Warnstorfia fluitans*, *Polytrichum strictum*) osuus jää muutamaan prosenttiin. Yleisimpien turvelajien, joita ovat rahkasaraturve (SC), tupasvillasaraturve (ERC) ja rahkainen saratupasvillaturve (SCER), maatumisasteet vaihtelevat H₁₋₇ välillä, keskiarvo on 4,3 ja mediaani H₄ (1,3; 24), jolloin turpeiden keskimääräinen amorfisuus kohoaa 46,4 %:iin (19,7; 18,7-71,6; 7). Kuivahko, jonkin verran sarajuurinen ja tahraava, niukasti puuainesta sisältävä turve tuntuu kädessä normaalin liukkaalta, on muovailtavissa sekä kohtalaisen tupasvillakuituinen. Turpeiden keskimääräinen vesipitoisuus on 87,2 % (3,2; 80,1-93; 24) ja kuivatiheys 102,2 kg/suo-m³ (38,1; 38,7-174,4; 24). Orgaanista ainesta kertyy keskimäärin 12,4 % (3; 6,9-18,9; 24) ja tuhkapitoisuus kuiva-aineesta 3,2 % (1,9; 1,3-11; 24). Keskimääräinen pH on 4,1 (0,5; 3,1-5,0; 24) ja hapetuspelkistyspotentiaali 176 mV (36; 110-250; 17). Keskimääräiset eri alkuainepitoisuudet turvetuhkassa (ppm) ovat: P 419 (169; 152-765; 12), Na 69 (49; 16-250; 21), K 232 (657; 7-3076; 21), Ca 2327 (2004; 481-6974; 21), Mg 409 (244; 82-1079; 21), Al 1102 (1124; 106-3834; 21), Fe 3359 (2570; 1347-12255; 21), Mn 63 (120; 3-476; 21), Cu 4 (2; 2-8; 21), Zn 12 (10; 3-35; 21), Pb 6 (5; 1-21; 18) ja niiden suhteet Ca/Mg 6,8 (21) ja Fe/Mn 257,1 (21), Ca/K 36,3 (21), Na/K 1,1 (21), Fe/P 12,5 (12) ja Cu/Zn 0,59 (21).

Mesotrofisen yhdistymätyypin (MY) turpeissa on neljäsosa sekä puuainesta (L) että saroja (*Carex aquatilis*, *C. canescens*, *C. chordorrhiza*, *C. diandra*, *C. globularis*, *C. lasiocarpa*, *C. limosa*, *C. magellanica*, *C. nigra*, *C. rhynchophysa*, *C. rostrata*, *C. vesicaria*). Ruohojen (*Menyanthes*, *Potentilla palustris*, *Scheuchzeria*) ja rahkasammalien (*Sphagnum angustifolium*, *S. centrale*, *S. cuspidatum* coll., *S. fallax*, *S. fuscum*, *S. girgensohnii*, *S. lindbergii*, *S. magellanicum*, *S. majus*, *S. nemoreum*, *S. papillosum*, *S. recurvum* coll., *S. riparium*, *S. rubellum*, *S. russowii*, *S. squarrosum*, *S. subsecundum*, *S. teres*), heinien (Poaceae) ja luikkien (*Trichophorum*) osuudet jäävät noin 10 %:iin. Lajilukumäärä on jokseenkin yhtä runsas kuin eutrofisen yhdistymätyypin turpeissa, mutta kasvupaikan ekologisista eroista johtuen turvetekijöiden osuudet turpeessa painottuvat eri suhteissa. Enimmäkseen puista tulevaa puuainesta kertyy yli neljäsosa turpeeseen. Melkein yhtä paljon kerrostuu sarojen jäänteitä. Kortetta (*Equisetum*) on jonkin verran enemmän kuin raatetta (*Menyanthes*) ja tupasvillaa (*Eriophorum*). Aitosammalia on muutaman prosentin verran (*Aulacomnium palustre*, *Calliargon cordifolium*, *Straminergon stramineum*, *Warnstorfia exannulata*, *W. fluitans*, *Limprichtia*

revolvens, *Hylocomium splendens*, *Paludella squarrosa*, *Pohlia nutans*, *Polytrichum commune*, *P. strictum*, *P. swartzii*, *Pseudobryum cinclidioides*, *Tomentyphnum nitens*). Yleisimmät turvelajit ovat puusaraturve (LC), sarapuuturve (CL), rahkainen tai kortteinen sarapuuturve (S,EQCL), puinen rahkasaraturve (LSC). Niiden maatumisaste vaihtelee H_{1-8} välillä, keskiarvo on 4,7 ja mediaani H_5 (1,0; 147). Amorfista ainesta muodostuu 50,1 % (21; 9,1-89,8; 66). Turve on normaalin kosteaa, liukasta, muovailtavaa ja tahraavaa, jonkin verran tupasvillakuituinen ja lisäksi sisältää myös puuainesta. Turpeen keskimääräinen vesipitoisuus on 88,1 % (4,5; 56-93,8; 138) ja kuivatiheys 105,1 kg/suo- m^3 (57,4; 29-544,8; 138). Orgaanista ainesta on keskimäärin 11,4 % (7,3; 5,8-89,7; 138) ja tuhkapitoisuus kuiva-aineesta 6,6 % (9,4; 1-72,8; 138). Turpeen pH on 4,9 (0,7; 3,5-6,4; 148) ja hapetuspelkistyspotentiaali 96 mV (87; -80 – +315; 81). Keskimääräiset eri alkuainepitoisuudet turvetuhkassa (ppm) ovat: P 877 (1067; 204-8540; 78), Na 120 (115; 9-658; 119), K 195 (354; 18-2632; 122), Ca 3243 (2004; 89-8332; 122), Mg 728 (544; 11-2446; 122), Al 3768 (2964; 124-17717; 121), Fe 10420 (20638; 104-217411; 122), Mn 121 (174; 2-813; 122), Cu 15 (14; 3-115; 122), Zn 28 (24; 2-131; 122), Pb 8 (10; 1-56; 70) ja niiden suhteet Ca/Mg 5,1 (122) ja Fe/Mn 146,9 (122), Ca/K 39,5 (122), Na/K 1,1 (120), Fe/P 21,9 (78) ja Cu/Zn 1,0 (122).

Eutrofinen yhdistymätyyppi (EY) muodostaa turvetta, jossa saratekijää on runsas neljännes (C, *C. aquatilis*, *C. canescens*, *C. cespitosum*, *C. chordorrhiza*, *C. diandra*, *C. dioica*, *C. echinata*, *C. flava*, *C. lasiocarpa*, *C. limosa*, *C. magellanica*, *C. nigra*, *C. rostrata*, *C. vaginatum*, *C. vesicaria*) ja melkein viidesosa puuainesta (L), mutta varpuja (N) alle 5 %. Kuudesosa on rahkatekijää (S), josta puolet on eutrofeja rahkasammallajeja. Lisätekiöistä kortetta (EQ) on eniten, jonkin verran on myös muita ruoho- (*Menyanthes*, *Potentilla*, *Scheuchzeria*) ja heinäkasveja (Poaceae, *Molinia caerulea*). Yleisimmät turvelajit ovat varpusaraturve (NC), rahkasaraturve (SC) ja puinen rahkasaraturve (LSC). Niiden maatumisaste vaihtelee H_{1-7} välillä, keskiarvo on 3,8 ja mediaani H_4 (1,0; 112), jolloin amorfisen osuus on 39,4 % (17,1; 2,5-72,8; 82). Turve on märän kosteaa, normaalin liukasta, sarajuurinen ja jokseenkin muovailtava sekä sisältää hiukan tupasvillakuituja ja puuainesta. Turpeen keskimääräinen vesipitoisuus on 87,8 % (6,7; 45,7-93,8; 110) ja kuivatiheys 114,3 kg/suo- m^3 (88,3; 40,5-717; 109), orgaanista ainesta 9,7 % (2,5; 5,8-18,9; 109) sekä tuhkaa kuiva-aineesta 12,9 % (14,8; 1,1-88,7; 109). Samoin turpeen pH on 5,7 (0,5; 4,1-6,8; 112) ja hapetuspelkistyspotentiaali 69 mV (92; -

85 – +310; 87). Keskimääräiset eri alkuainepitoisuudet turvetuhkassa (ppm) ovat: P 706 (298; 89-1387; 97), Na 135 (93; 29-606; 101), K 326 (560; 44-3750; 106), Ca 10550 (9759; 1027-40258; 107), Mg 1706 (1368; 74-6145; 106), Al 2200 (3383; 84-18849; 106), Fe 20563 (40314; 271-228961; 106), Mn 518 (2303; 1-18666; 102), Cu 14 (14; 2-108; 104), Zn 33 (71; 4-436; 106), Pb 13 (10; 1-53; 79) ja niiden suhteet Ca/Mg 6,9 (106) ja Fe/Mn 133,8 (102), Ca/K 61,0 (106), Na/K 0,84 (106), Fe/P 28,0 (97) ja Cu/Zn 1,0 (104).

Ruohokorprien (RhK) turvekerrostumista melkein puolet on puuainesta. Toinen selvästi vallitseva turpeen muodostaja on sarakasvillisuus (>15 %). Saramaisten turvetekijöiden yhteinen osuus kohoaa viidennekseen (*C. Carex aquatilis*, *C. canescens*, *C. chordorrhiza*, *C. diandra*, *C. globularis*, *C. lasiocarpa*, *C. limosa*, *C. rostrata*, *C. vesicaria*). Turpeessa on enemmän rahkasammalia kuin raatetta tai kortetta (*Sphagnum angustifolium*, *S. centrale*, *S. cuspidatum* coll., *S. fallax*, *S. fuscum*, *S. girgensohnii*, *S. papillosum*, *S. riparium*, *S. squarrosum*, *S. teres*). Vastaavasti aitosammalien osuus on melko alhainen, runsas 5 % (*Calliergon cordifolium*, *Helodium blandowii*, *Paludella squarrosa*, *Pleurozium schreberi*, *Polytrichum commune*, *Pseudobryum ciclidoides*, *Rhizomnium pseudopunctatum*, *Rhytidiadelphus triquedrus*, *Scorpidium trifarium*, *Straminergon stramineum*, *Warnstorfia exannulata*). Yleisimmät turvelajit ovat puuturve (L), sarapuuturve (CL), kortteinen puusaraturve (EQLC). Niiden maatumisaste vaihtelee H₁₋₇ välillä, keskiarvo on 4,5 ja mediaani on H₅ (1,3; 75) sekä amorfista ainesta 48,1 % (17,4; 8,7-87,6; 48). Turpeen kosteus, liukkaus, puisuus, muovailtavuus ja tahraavuus ovat normaaleja, jonkin verran on myös sarajuuristoa, mutta ei lainkaan tai hyvin vähän tupasvillaa. Turpeen keskimääräinen vesipitoisuus on 85,2 % (6,9; 61,1-94,1; 74) ja kuivatiheys 136,5 kg/suo-m³ (78; 31,4-489,4; 74). Orgaanista ainesta on keskimäärin 11,0 % (3,2; 5,7-26,2; 74) ja tuhkapitoisuus kuiva-aineesta 18,9 % (18,4; 4-78,6; 74). Turpeen keskimääräinen pH on 5,2 (0,7; 3,7-6,6; 75) ja hapetuspelkistyspotentiaali 75 mV (136; -195 – +315; 60). Keskimääräiset eri alkuainepitoisuudet turvetuhkassa (ppm) ovat: P 770 (443; 4-2112; 67), Na 352 (796; 4-5217; 73), K 1527 (3455; 78-15306; 74), Ca 4684 (4381; 692-35839; 73), Mg 1211 (808; 106-5116; 74), Al 3415 (2454; 278-13074; 74), Fe 13457 (11274; 63-47467; 74), Mn 331 (934; 6-6843; 71), Cu 22 (16; 2-99; 74), Zn 90 (162; 1-669; 73), Pb 16 (13; 1-74; 53) ja niiden suhteet Ca/Mg 4,3 (74) ja Fe/Mn 129,2 (71), Ca/K 20,9 (74), Na/K 0,75 (74), Fe/P 23,7 (67) ja Cu/Zn 1,1 (73).

Letto (L) on sara- (C) ja aitosammalvaltaisen (B,) turpeiden muodostaja. Saramaisten kasvien määrä on noin kolmasosa turpeesta (*Carex aquatilis*, *C. canescens*, *C. cespitosa*, *C. chordorrhiza*, *C. diandra*, *C. echinata*, *C. elongata*, *C. flava*, *C. lasiocarpa*, *C. limosa*, *C. magellanica*, *C. nigra*, *C. rostrata*, *C. vaginata*, *C. vesicaria*), vastaavasti B-turpeen muodostajia on noin neljännes (*Aulacomnium palustre*, *Bryum weigelii*, *Calliergon cordifolium*, *C. megalophyllum*, *C. sarmentosum*, *Campylium stellatum*, *Cinclidium stygium*, *Limbrichtia intermedia*, *L. revolvens* coll., *Loeskypnum badium*, *Meesia trifaria*, *Paludella squarrosa*, *Pleurozium schreberi*, *Polytrichum* spp., *Pseudo-calliergon trifarium*, *Scorpidium revolvens*, *S. scorpioides*, *S. trifarium*, *S. vernicosum*, *Straminergon stramineum*, *Tomentyphnum nitens*, *Warnstorfia exannulata*, *W. fluitans*, *W. sarmentosa*, *W. trichophylla*). Raate (MN), leväkkö (SH) ja korte (EQ) ovat yleisimmät lisätekijät. Eutrofit rahkasammalet (*Sphagnum subsecundum*, *S. teres*, *S. warnstorfi*) muodostavat pääosan (< 7 %) koko rahkasammalien määrästä (9 %, *S. angustifolium*, *S. balticum*, *S. contortum*, *S. cuspidatum* coll., *S. fallax*, *S. fuscum*, *S. girgensohnii*, *S. jensenii*, *S. magellanicum*, *S. majus*, *S. papillosum*, *S. platyphyllum*, *S. rubellum*, *S. squarrosom*, *S. subfulvum*, *S. subsecundum*, *S. teres*, *S. warnstorfi*). Puuainesta (L) on keskimäärin alle 5 %. Heinistä esiintyy runsaimmin järviruokoa (*Phragmites australis*) ja siniheinää (*Molinia caerulea*), luikkalajeista villapääluikkaa (*Trichophorum alpinum*). Yleisimmät turvelajit ovat saraturve (C), ruskosammalturve (B), ruskosammalsaraturve (BC) ja sararuskosammalturve (CB). Niiden maatumisaste vaihtelee H₁₋₈ välillä, keskiarvo on 3,4 ja mediaani H₃ (0,9; 182). Amorfista ainesta on 47,5 % (17,2; 13,4-91,2; 63). Märkä ja normaalin liukas ja sarajuurinen turve on jonkin verran tahraava ja melko muovailtavaa. Puuta ja tupasvillakuituja ei ole tai on hyvin vähän. Turpeen keskimääräinen vesipitoisuus on 91,2 % (3,4; 78,8-96; 183) ja kuivatiheys 84,6 kg/suo-m³ (33,8; 38,3-224; 183). Orgaanista ainesta on keskimäärin 8,0 % (2,7; 3,6-16,3; 183) ja tuhkaa kuiva-aineesta 7,7 % (6,0; 0,8-34,5; 183), pH 5,8 (0,6; 3,4-6,8; 184) ja hapetuspelkistyspotentiaali 76 mV (90; -150 - + 320; 93). Keskimääräiset eri alkuainepitoisuudet turvetuhkassa (ppm) ovat: P 566 (362; 63-1794; 92), Na 163 (104; 4-552; 183), K 164 (182; 29-1636; 183), Ca 7783 (4642; 625-23516; 183), Mg 1098 (732; 47-4039; 183), Al 2608 (3824; 109-28862; 183), Fe 6829 (11046; 195-92579; 183), Mn 259 (1109; 6-14983; 183), Cu 22 (34; 1-257; 183), Zn 26 (36; 4-371; 183), Pb 8 (12; 1-59; 104) ja niiden suhteet Ca/Mg 7,9 (183) ja Fe/Mn 45,1 (183), Ca/K 78,5 (183), Na/K 1,4 (183), Fe/P 29,3 (92) ja Cu/Zn 1,5 (183).

Luhtaneva (LuN) kerrostaa mesotrofisia ruohoja sisältävää saravaltaista turvetta, josta kolmasosa on saroja (*Carex aquatilis*, *C. buxbaumii*, *C. canescens*, *C. chordorrhiza*, *C. diandra*, *C. lasiocarpa*, *C. limosa*, *C. pseudocyperus*, *C. rostrata*, *C. vesicaria*). Korte (EQ) ja raate (MN) ovat seuraavaksi suurimpia turvetekijöitä. Ruskosammalista (B) kuirisammalet ovat vallitsevia (*Calliergon cordifolium*, *Pseudobryum cinclidioides*, *Straminergon stramineum*, *Warnstorfia exannulata*). Niitä on jonkin verran enemmän kuin rahkasammalia (*Sphagnum angustifolium*, *S. cuspidatum* coll., *S. fallax*, *S. jensenii*, *S. lindbergii*, *S. magellanicum*, *S. majus*, *S. obtusum*, *S. papillosum*, *S. recurvum* coll., *S. riparium*, *S. rubellum*, *S. russowii*, *S. squarrosum*, *S. teres*). Melkein yhtä paljon on suokurjenjalkaa (*Potentilla palustris*). Puuainesta (L) ja varpuja (N) on vähän. Turvelajeina useimmiten ovat saraturve (C), raatteinen kortesaraturve MNEQC, jossa voi vaihdella ruskosammalet (B) tai suokurjenjalka (P), raatesaraturve (MNC) ja kortesaraturve (EQC). Turpeiden maatumisasteet vaihtelevat H₃₋₆ välillä, keskiarvo on 3,9 ja mediaani H₄ (1,0; 58), jolloin amorfista ainesta turpeissa on keskimäärin 43,6 % (13,9; 24,2-87,7; 35). Käsiteltäessä turve tuntuu normaalin liukaalta, se on muovailtavissa ja tahraa, sisältää runsaasti sarojen juuria, niukasti tupasvillakuituja sekä puuainesta. Turpeen keskimääräinen vesipitoisuus on noin 91,6 % (2,3; 86,1-94,7; 58) ja kuivatiheys 76,3 kg/suo-m³ (24; 36-142,9; 58). Orgaanista ainesta on keskimäärin 8,0 % (2,3; 5,1-13,7; 58) ja tuhkapitoisuus kuiva-aineesta 5,7 % (4; 1,7-29,2; 58), pH 5,2 (0,4; 4,5-5,9; 58) ja hapetuspelkistyspotentiaali 20 mV (64; -90 - +115; 42). Keskimääräiset eri alkuainepitoisuudet turvetuhkassa (ppm) ovat: P 571 (242; 236-1610; 45), Na 131 (67; 28-377; 55), K 115 (58; 27-307; 56), Ca 3545 (1205; 1386-6756; 50), Mg 680 (357; 212-1772; 55), Al 2611 (2009; 496-12022; 56), Fe 9128 (13373; 2696-13373; 56), Mn 66 (48; 8-167; 56), Cu 13 (7; 4-46; 56), Zn 20 (33; 3-201; 56), Pb 7 (6; 1-33; 39) ja niiden suhteet Ca/Mg 5,4 (55) ja Fe/Mn 172,2 (55), Ca/K 33,3 (55), Na/K 1,2 (56), Fe/P 17,1 (45) ja Cu/Zn 1,2 (56).

Luhta (Lu) on kasvillisuudeltaan ruohoisempi kuin mesotrofinen luhtaneva. Siten neljäosan turpeesta muodostaa korte (EQ), mutta saroja (*Carex aquatilis*, *C. canescens*, *C. diandra*, *C. rostrata*) ja raatetta (MN) molempia on noin viidennes. Suokurjenjalkaa (*Potentilla palustris*) on noin kuudennes. Puuainesta (L) ja muita turvetekijöitä (*Calla*, *Cicuta*, *Eleocharis*, *Hippuris*, *Juncus*, *Phragmites*, *Potamogeton*, *Scirpus*) sekä ruskosammalia (*Calliergon cordifolium*, *Straminergon stramineum*, *Warnstorfia fluitans*) on kutakin hyvin vähän. Tavallisimmat turvelajit ovat saraturve (C), kortesaraturve (EQC)

ja suokurjenjalkasaraturve (PC) sekä kortteinen/raate- tai suokurjenjalkaturve (EQ,MN,P)C. Turpeiden maatumisaste vaihtelee H_{3-6} , keskiarvo on 4,5 ja mediaani H_4 (0,9; 11) ja amorfista ainesta on 50,8 % (8; 37,7-64,7; 11). Sarajuuria on runsaasti ja turve tuntuu kädessä kohtalaisen liukkaalta, tahraa ja on muovailtavissa, tupasvillaa ei ole ja puuainesta tuskin lainkaan. Turpeen keskimääräinen vesipitoisuus on 89,6 % (2,3; 86,9-93; 10) ja kuivatiheys 97,2 kg/suo- m^3 (20,4; 60,4-124,4; 11). Orgaanista ainesta on keskimäärin 8,3 % (1,1; 6,6-10,1; 10) ja tuhkapitoisuus kuiva-aineesta 19,2 % (10,7; 6-35,6; 10). Turpeen keskimääräinen pH 5,6 (0,4; 5-6,1; 11) ja hapetuspelkistyspotentiaali -46 mV (68; -170 - +90; 11). Keskimääräiset eri alkuainepitoisuudet turvetuhkassa (ppm) ovat: P 950 (403; 520-1607; 10), Na 323 (194; 109-736; 10), K 412 (307; 146-1192; 10), Ca 4043 (1608; 1983-5935; 10), Mg 1253 (833; 365-2375; 10), Al 4531 (1730; 1916-7522; 10), Fe 28925 (26077; 4324-76020; 10), Mn 90 (56; 29-181; 10), Cu 29 (10; 16-50; 10), Zn 84 (75; 14-280; 10), Pb 14 (9; 3-31; 10) ja niiden suhteet (n 10) Ca/Mg 4,1 ja Fe/Mn 520,4, Ca/K 12,5, Na/K 0,8, Fe/P 29,6 ja Cu/Zn 0,54.

Veteen kerrostunut (Vkt) limninen turve jakautuu melko tasan neljän turvetekijän kesken. Saroja (*Carex canescens*, *C. chordorrhiza*, *C. diandra*, *C. lasiocarpa*, *C. magellanica*, *C. rostrata*, *C. vesicaria*) ja järviruokoa (*Phragmites australis*) on runsas viidennes, ruskosammalia (B) noin kuudesosa. Aitosammalista (*Calliargon giganteum*, *Warnstorfia exannulata*, *Scorpidium scorpioides* (10 %)) kuirisammalet ovat vallitsevia. Puuainesta on vain noin 5 %. Jonkin verran turpeessa on eri ruohojen ja vesikasvien jäännöksiä ja siemeniä (*Eleocharis palustris*, *Scirpus lacustris*, *Hippuris vulgaris*, *Menyanthes trifoliata*, *Myosotis*, *Nuphar luteum*, *Potentilla palustris*, *Potamogeton pusillus*, *P. gramineus*, *P. berctoldii*, *Myriophyllum verticillatum*, *Sparganium simplex*, *Cristadella mucedo*) sekä rahkasammalia (*Sphagnum fallax*, *S. riparium*, *S. squarrosum*, *S. subsecundum*, *S. teres*, *S. warnstorffii*). Yleisimmät turvelajit ovat saraturve (C), järviruokosaraturve (PRC), järviruokoinen sarakorteturve (B,MN)PRCEQ, jossa esiintyy jonkin verran ruskosammalia (B) ja raatetta (MN) sekä ruskosammalsaraturve (BC). Turpeiden maatumisaste vaihtelee H_{4-5} välillä, keskiarvo on 4,8 ja mediaani H_5 (0,4; 6) sekä amorfista ainesta on 46,1 % (1). Normaalin kostea ja liukas turve on sarajuurinen, hyvin tahraavaa ja muovailtavissa, mutta tupasvillaa ja puuainesta ei ole. Turpeen keskimääräinen vesipitoisuus on 86,9 % (2,8; 82,2-89,4; 6) ja kuivatiheys 136,5 kg/suo- m^3 (49,1; 96,8-229,9; 6), jossa orgaanista ainesta on keskimäärin 9,7 % (1,9; 8,4-13,6; 6), tuhkapitoisuus kuiva-aineesta 25,6 % (9,4; 13,2-41; 6) ja pH 5,4 (0,9; 3,8-6,1; 6).

Keskimääräiset eri alkuainepitoisuudet turvetuhkassa (ppm) ovat: P 587 (n=1), Na 302 (101; 157-427; 5), K 267 (121; 110-412; 6), Ca 7618 (5740; 609-14718; 6), Mg 865 (479; 254-1699; 6), Al 5836 (2754; 3403-10152; 6), Fe 27621 (30166; 1219-69732; 6), Mn 133 (112; 29-252; 6), Cu 45 (32; 16-102; 6), Zn 58 (39; 10-109; 6), Pb 4 (4,9; 1-10; 3) ja niiden suhteet Ca/Mg 7,8 (6) ja Fe/Mn 174,3 (6), Ca/K 32,2 (6), Na/K 1,1 (6), Fe/P 2,1 (1) ja Cu/Zn 0,94 (6).

Kasvien suoekologiset indikaatiot turpeessa

Vesipitoisuus

Vähintään 91 % kosteissa turpeissa esiintyy varpujen, sarojen, ruohojen ja eri sammalien jäännöksiä (*Vaccinium oxycoccos*, *Carex diandra*, *C. elongata*, *C. limosa*, *C. pauciflora*, *C. pseudocyperus*, *Trichophorum cespitosum*, *Caltha palustris*, *Cicuta virosa*, *Dactylorhiza maculata*, *Drosera* spp., *D. anglica*, *Pedicularis palustris*, *Potamogeton natans*, *Ranunculus* spp., *Scheuchzeria palustris*, *Sparganium minimum*, *Sphagnum balticum*, *S. compactum*, *S. contortum*, *S. cuspidatum*, *S. cuspidatum* coll., *S. fallax*, *S. jensenii*, *S. lindbergii*, *S. magellanicum*, *S. majus*, *S. obtusum*, *S. papillosum*, *S. recurvum* coll., *S. rubellum*, *S. subsecundum*, *S. squarrosum*, *S. teres*, *Bryum weigelii*, *Calliergon megalophyllum*, *Dicranum* spp., *Hamatocaulis lapponicus*, *Meesia triquetra*, *Pseudocalliergon trifarium*, *Scorpidium revolvens*, *Warnstofia* spp., *W. exannulata*, *W. trichophylla* ja *Cladonia* spp.).

Pajujen ja puiden jäännökset turpeessa indikoivat alle 90 %:n kosteutta (liitteet 9 ja 10). Puuainesta (Lignidi) sisältäneissä turvenäytteissä (n 707) vesipitoisuus vaihtelee 45,7 – 96,5 %, keskiarvon ollessa 88,8 % ja keskiarvon keskipoikkeaman 5,2. Vastaavasti sarojen (*Carex*) jäännöksiä sisältäneissä turpeissa (n 897) vesipitoisuuden keskiarvo on 89,5 %, keskipoikkeama 4,8 ja vaihteluväli 45,7 – 96 %. Turpeen erilaiseen vesipitoisuuteen sopeutunut lajisto erottuu ryhmiksi: yli 93 % *Carex pauciflora* ja *C. pseudocyperus* > yli 91 % *Trichophorum caespitosum*, *Carex diandra* > 90 – 91 % *C. limosa*, *C. chordorrhiza*, *C. rostrata*, *C. magellanica*, *C. lapponica*, *Eriophorum angustifolium* ja *C. cespitosa*. Muu lajisto, yli 63 % määritetyistä suokasveista, indikoi keskimäärin alle 90 % vesipitoisuutta.

Ruohoisten turpeiden (n 831) keskimääräinen kosteus on 89,7 %, hajonta 4,6 ja vaihteluväli 45,7 – 96,5 %. *Pedicularis palustris* ja *Ranunculus* spp. kasvit ovat tässä aineistossa yli 95 % vesipitoisuuden omaavissa turpeissa (liitteet 8 ja 9). Kosteusalueelle 91 – 93 % ovat sopeutuneet *Epilobium angustifolium*, *Pyrola rotundifolia*, *Caltha palustris* ja *Scheuchzeria palustris*, mutta *Cicuta virosa*, *Potentilla palustre*, *Menyanthes trifoliata*, *Lysimachia vulgaris*, *Equisetum fluviatile* ja *Calla palustris* esiintyvät keskimäärin 89 – 91 % kosteudessa.

Heinäkasveista (Poaceae) kerrostuneissa turpeissa (n 101) keskimääräinen vesipitoisuus on 87,9 %, hajonta on 4,5 ja pienin ja suurin arvo 59,6 ja 94,0 %. *Phragmites australis* -turpeissa on vettä keskimäärin 88,7 %.

Rahkasammalet (*Sphagnum*) indikoivat korkeita vesipitoisuuksia, keskiarvo on 89,9 % (n 903, hajonta 4,7, liitteet 9 ja 10) vaihteluväli on melko laaja (45,7 – 96,5 %). Ombro-oligotrofisissa näytteissä vesipitoisuudet ovat pääasiassa yli 90 %. Mesotrofisissa turpeissa kosteudet nousevat tasaisesti ja märimpiä olosuhteita indikoi *S. subsecundum* ja kuivimpia turpeita *S. centrale*. Eutrofisissa turpeissa ainoastaan *S. warstorffii* indikoi alle 92 % kosteuksia. Indifferenttien lajien turpeissa valtaosin kosteudet ovat yli 91 %.

Yli 52 % aitosammallajeista esiintyy vesipitoisuudeltaan yli 90 % (Bryidae, n 628, 90,4 %, sd 4,0; 56,0 – 96,0 %, liitteet 9 ja 10) ja noin 15 % yli 92 % kosteissa turpeissa. *Calliergon megalophyllum* ja *Warnstorfia trichophylla* indikoivat yli 93 % kosteutta. Vastaavasti kuivimmista turpeista löytyy *Rhizomnium perssonii* ja *R. pseudopunctatum* jäännöksiä. Maksasammalet (Hepaticae) viihtyvät mätäspintaturpeissa, joiden keskimääräinen kosteus on 87,7 % (n 7). Veteen kerrostuneissa turpeissa tyypillinen kasvi *Potamogeton natans* (n 4) indikoi keskimäärin 94,3 % vesipitoisuutta.

Kuivatiheys

Turpeiden (n = 1077) keskimääräinen tuhkillinen kuivatiheys on 92,4 kg/m³ (keskiluku 82,2, tyyppiarvo 78,7), tuhkaton kuivatiheys vaihtelee välillä 48 - 116 kg/m³ (kuva 26).

Joissakin näytteissä runsas sekundäärinen kivennäisainespitoisuus nostaa turpeiden maksimikuivatiheydet poikkeuksellisen suuriksi (717, 540 ja 440 kg/m³). Pienin mitattu tiheys on 22 kg/m³ (liitteet 9 ja 10).

Turpeiden tiheydet ovat jonkin verran alhaisempia suotyypeillä, joissa kasvaa koivua *Betula pendula* 69,2 (n 13), *B. pubescens* 82,4 (n 147) ja mäntyä *Pinus silvestris* 81,6 (n 170), poikkeuksena leppä *Alnus* 98,1 (n 29). Kaikissa puuainesta (Lignidi) sisältäneissä turvenäytteissä (n 705) keskimääräinen kuivatiheys on 101,5 kg/m³, keski poikkeama 60,4; vaihteluväli tuhkapitoisuudesta riippuen 26 -717 (liitteet 9 ja 10). Varpuisissa pintaturpeissa tiheydet ovat melko pienet (total 76,8; n 590), karpaloa (*Vaccinium oxycoccos*) sisältäneissä keskimäärin 66,6 kg/m³ (n 214).

Saravaltaisten (*Carex*) turpeiden keskimääräinen kuivatiheys on 96,4 kg/m³ (n 894), keski poikkeama 55,5 ja vaihteluväli 22 – 717 kg/m³ (liitteet 9 ja 10). Yleisimpien sarojen indikaatiot turpeiden kuivatiheyksistä asettuvat järjestykseen *C. canescens* (129, n 63) > *C. globularis* (105; n 47) > *C. vesicaria* (99,4; n 82), *C. lasiocarpa* (99,3; n 171) > *C. limosa* (84,8; n 134), *C. rostrata* (84,8; n 185) ja *C. chordorrhiza* (83,7; n 175). Tupasvillaturpeissa (*Eriophorum vaginatum*) keskimääräinen kuivatiheys on 75,8 kg/m³ (n 206). Heinäisten turpeiden tiheydet ovat korkeammat kuin saravaltaisilla, keskiarvo 111,7 kg/m³ (n 102), poikkeama 50,4 ja vaihteluväli 24 – 444,4 kg/m³. Ruohoisissa turpeissa kuivatiheys on hieman keskimääräistä korkeampi, 95,4 kg/m³ (n 828), keskihajonta 53,4 ja vaihteluväli sama kuin saraisissa turpeissa. Korteturpeiden (*Equisetum*, 98,7; n 520) kuivatiheydet ovat korkeammat kuin raateturpeilla (*Menyanthes*, 86,8; n 536) ja kurjenjalkaturpeilla (*Potentilla palustris*, 85,4; n 177) tai leväkköturpeilla (*Scheuchzeria*, 83,5; n 303).

Rahkasammalturpeiden (n 901) keskimääräinen tiheys on 88,8 kg/m³, keski poikkeama 53,6 ja vaihteluväli 22 – 717 kg/m³. Vain 7 rahkasammallajia esiintyi yli sadassa eri turvenäytteessä. Niissä turvenäytteissä keskimääräiset kuivatiheydet asettuivat suuruusjärjestykseen *S. angustifolium* (96,7; n 214) > *S. fallax* (85,6; n 118) > *S. papillosum* (79,8; n 149), *S. magellanicum* (79,3; n 155) > *Sphagnum teres* (73,8; n 180), *S. subsecundum* (73,5; n 110) > *S. fuscum* (68,0; n 128) (liite 24). Aitosammalturpeissa (n 628) keskimääräinen kuivatiheys on 88,0 kg/m³, keski poikkeama 45,2 ja vaihteluväli 24 – 544,8 kg/m³. Yleisimpien aitosammalturpeiden tiheydet ovat lähes yhtä suuret

(luhtakuirisammal *Calliergon cordifolium* (83,6; n 108), kalvaskuirisammal *Straminergon stramineum* (84,2; n 240). Vetisten matosammaleisten *Pseudo-calliergon trifarium* (68,6; n 86) ja hetesirppisammalturpeiden *Warnstorfia exannulata* (75,8; n 94) tiheysarvot jäävät edellisiä alhaisemmiksi. Maksasammalia (Hepaticae) sisältäneiden mätäspintaturpeiden suuntaa-antava tiheys on 64,6 kg/m³ (n 7). Veteen kerrostuneissa turpeissa keskimääräinen tiheys on 136,5 kg/m³ (n 6, liitteet 9 ja 10).

Maatumisaste, amorfinen ja orgaaninen aines

Ombro-oligotrofisten turpeiden maatumisaste on v. Postin (1922) asteikossa 2 - 3. Yleisimpien suokasvien muodostamien turpeiden keskimääräinen maatumisaste vaihtelee 2,0 - 4,8. Puiden ja pensaiden (L), varpukasvien (N), heinien (Poaceae), sarojen (C) ja sammalien (S ja B) ryhmäkeskiarvot vaihtelevat 3,5 - 4. Yksittäisissä turvenäytteissä, varsinkin eutrofisissa olosuhteissa viihtyviä kasvilajeja sisältäneissä turpeissa, on korkein maatumisaste.

Turpeessa maatumisen edetessä tunnistamattoman amorfisen aineksen osuus kasvaa kerrostuvaan kasvibiomassaan - vaihteluväli on keskimäärin 7,5 - 59,8 %. Vähän maatuneiden niukkaravinteisten turpeiden amorfisuus on useimmiten alle 35 %, jota esim. varpukasvit indikoivat erittäin hyvin. Meso- ja eutrofisissa turpeissa on korkeimmat amorfisen aineksen osuudet turpeen kuivapainosta. Turvetta kerrostuu pääasiassa em. oloihin sopeutuneesta suokasvillisuudesta.

Kasviryhmistä heinien, puiden ja tupasvillojen muodostamien märkien turpeiden orgaanisen aineksen määrät ovat korkeimmat, lähes 10 %. Eri lajien kertymäprosentit vaihtelevat huomattavasti erityisesti pienen frekvenssin omaavilla lajeilla, myös keskihajonta on hyvin suuri.

Tuhkapitoisuus

Turvenäytteiden tuhkapitoisuus kuivapainosta vaihtelee 1,7 - 72,8 % välillä. Mineraaliainesta kulkeutuu erityisesti viettävien soiden pintavesien mukana, varsinkin

rinnealueen laitamilla ja tulvien mukana alavilla alueilla. Varpuja sekä tupasvilloja kasvavien turpeiden tuhkapitoisuus on noin puolta pienempi kuin puiden ja pensaiden sekä heinien muodostamassa turpeessa. Vastaavasti sara- ja ruohoturpeissa on keskimäärin yhtäläinen tuhkapitoisuus (7,8 %), mutta rahkasammalturpeissa on 0,7 % vähemmän tuhkaa kuin aitosammalturpeissa. Vähintään kymmenessä näytteessä yli 15 % keskimääräisiä tuhkapitoisuuksia esiintyy turpeissa, joissa on mukana *Alnus incana*, *Carex canescens*, *Selaginella selaginoides*, *Sphagnum girgensohnii*, *S. warnstorffii*, *Campylium stellatum* tai *Warnstorfia sarmentosa*. Turpeiden tuhkapitoisuus suhteessa eri kasvien esiintymiseen turpeissa on esitetty liitteissä 9 ja 10.

Geokemia

Liitteistä 9 ja 10 havaitaan, että turpeissa esiintyneiden suokasvien avulla on mahdollista osoittaa suon muodostumisalueen kasvupaikkaolosuhteet sekä turpeiden geokemia. Suokasviryhmiä (L, N, C, Herbae, EQ, S, B, liite 8) turpeiden alkuainemäärät ovat pitoisuuksien keskialueella, josta poikkeavia pitoisuuksia on tupasvilla- (*Eriophorum*), heinä- (Poaceae), maksa- ja keuhkosammalia (Hepaticae ja *Marchantia*,) sekä jäkälää (Lichenes) sisältävissä turpeissa. Heinäisissä turpeissa on korkea alumiinipitoisuus. Turpeen tuhkien kationikonsentraatiota kuvaava k-luku (1-10) on alhaisin jäkälillä 1-2. Maksa-, keuhko- ja rahkasammalilla, tupasvilloilla ja varvuilla luku on 3, puilla, saroilla ja aitosammalilla 4, ruohokasveilla 5 ja heinäkasveilla 6. Happamuuden (pH- lukujen) suhteen järjestys on lähes sama. Hapetuspelkistystilasta muodostuu mV-arvojen perusteella neljä ryhmittymää: 1) > 250 mV jäkälät, maksa- ja keuhkosammalet, 2) > 138 mV tupasvillat, varvut ja rahkasammalet, 3) > 105 mV puut ja pensaat, sarat sekä aitosammalet, 4) < 98 mV kortteet ja heinät. Ca/Mg -suhdeluvun pieneneminen kuvaa turpeen muuttumista runsasravinteisesta minerotrofiasta karuun ombrotrofiaan seuraavassa järjestyksessä: 1) > 7 heinät ja aitosammalet, 2) < 7 rahkasammalet ja sarat, ruohot, 3) < 6 tupasvillat, varvut ja puut sekä pensaat, 4) < 4,2 keuhko- ja maksasammalet sekä jäkälät.

Lepän (*Alnus*) kappaleita sisältävissä turpeissa on runsaasti K, Fe, Pb ja Zn. Sinkkipitoisia ovat myös hieskoivua (*Betula pubescens*) ja kuusta (*Picea abies*) sisältävät turpeet.

Varpuisten turpeiden alkuainepitoisuus on vähäinen, paitsi vaivaiskoivuturpeissa (*Betula nana*) esiintyi melko korkea sinkkipitoisuus (103; n = 82).

Saroista keltasaraa (*Carex flava*) kasvavissa turpeissa on korkeita Al, Ca, Mg, Fe ja Mn pitoisuuksia, vastaavasti liereäsaraiset turpeet (*Carex diandra*) ovat magnesiumipitoisia. Pallosaraturpeissa (*Carex globularis*) on runsaasti fosforia, jouhisaraisissa (*Carex lasiocarpa*) alumiinia ja jokapaikan saraa (*Carex nigra*) kasvavalla suolla mangaania. Erittäin alkuaineköyhissä turpeissa esiintyy riippasaraa (*Carex magellanica*). Alhaisia lyijypitoisuuksia osoittavat liereä sara, jouhisara ja luhtasara (*C. vesicaria*). Alhaisia sinkkipitoisuuksia esiintyy liereää saraa kasvavissa turpeissa. Saraturpeissa on niukasti mangaania.

Tupasvilla- ja luhtavillaturpeet (*Eriophorum angustifolium*) ovat hyvin Fe- ja Zn -pitoisia. Tupasvillaturpeissa (*E. vaginatum*) on niukasti mangaania, sinkkiä ja fosforia. Tupasluikkaturpeissa (*Trichophorum cespitosum*) on niukasti fosforia

Heinäiset turpeet ovat fosforin suhteen keskiravinteisia, mutta sisältävät korkeita Al- ja Na -pitoisuuksia. Siniheinäturpeissa (*Molinia caerulea*) ovat suurimmat Ca-, Mg-, Na-, Cu-, Fe- ja Mn- pitoisuudet. Järviruokoturpeissa (*Phragmites australis*) on enemmän Cu kuin muita kasvilajeja sisältäneissä turpeissa.

Ruohoisista ja mähkää (*Selaginella selaginoides*) kasvaneista soiden turpeista löytyy runsaasti alumiinia, kalsiumia, magnesiumia, rautaa ja mangaania. Turpeiden korkeita Al -määriä on myös ranta-alpiturpeissa (*Lysimachia vulgaris*). Vastaavasti vehka (*Calla palustris*) ja metsäkorte (*Equisetum sylvaticum*) ilmentävät korkeita P -pitoisuuksia. Niukkaa kaliumipitoisuutta osoittavat järvikorte (*E. fluviatile*), ranta-alpi, raate (*Menyanthes trifoliata*) ja leväkkö (*Scheuchzeria palustris*). Myrkkyykeisoa (*Cicuta virosa*), järvikortetta sekä leväkköä kasvavissa turpeissa on vähän mangaania ja sinkkiä. Kuitenkin ranta-alpin ja leväkön kappaleita sisältäneissä turpeissa on vähäisesti useita eri kationeja (taulukko 9).

Rahkasammalista alkuainerikkaimmissa oloissa esiintyvät korpilahkasammal (*Sphagnum girgensohnii*, Ca, Mg, Na) ja heterahkasammal (*S. warnstorffii*, Ca, Mg), myös tiettyjen alkuaineiden osalta esiintyvät vaalearahkasammal (*S. centrale*, P), kuljurahkasammal (*S.*

cuspidata, K, Zn). Haprarahkasammal (*S. riparium*), rämerahkasammal (*S. recurvum* coll.) ja lettorahkasammal (*S. teres*) osoittavat korkeita Zn -pitoisuuksia. Muutoin rahkasammalturpeet ovat hyvin alkuaineköyhiä.

Alhaisia ravinnepitoisuuksia esiintyy erityisesti turpeissa, joissa turpeen muodostajina ovat seuraavat aitosammalet: kangaskynsisammal (*Dicranum polysetum*), rassisammal (*Paludella squarrosa*), seinäsammal (*Pleurozium schreberi*), nuokkuvarstasammal (*Pohlia nutans*), karhunsammalet (*Polytrichum*), matosammal (*Pseudo-calliergon trifarium*) paitsi kalsiumin suhteen, hetesirppisammal (*Warnstorfia exannulata*) ja nevasirppisammal (*W. fluitans*). Eutrofisia turpeita osoittavat sirppisammalet (*Scorpidium*) ja punasirppisammal (*Warnstorfia sarmentosa*) sekä kultasammal (*Tomentypnum nitens*).

Cenococcum graniforme sientä esiintyy useissa soiden pohjaosien turvenäytteissä, joissa on runsaasti Al ja P. - Eri kasvien indikaatiotilasto turvetuhkien alkuainepitoisuuksista on liitteissä 9 ja 10.

5. TULOSTEN TARKASTELU

Tutkimusalueen soistuminen, suotyyppistratigrafia ja sukkessio

Lähes puolet tutkimusalueesta on ollut Itämeren Ancyclus-vaiheen peittämää. Mannerjäätikön vaikutuksesta vajonnut rannikkoalue kohosi vähitellen, kun jäätikkö alkoi sulaa noin 11 500 – 10 000 cal BP sitten (Saarnisto & Salonen 1995; Eronen 1974, 1996; Saarnisto 2000). Aapasuoalueen alava rantalakeus paljastui hitaasti merestä ja sitä mukaa primäärisesti soistui. Vanhimmat suot alkoivat kerrostua tutkimusalueen itäisille supraakvaattisille alueille yli 10 000 cal BP sitten (Mäkilä & Grundström 2008, Mäkilä & Muurinen 2008). Merestä paljastuu yhä edelleenkin uutta rantaa ja soistumiselle otollisia altaita (Lindholm & *et al.* 1989, Lindholm 1991, Munsterhjelm 1997, Rinkineva & Molander 1997, Rehell 2006).

Globaalisesti tutkimusalue sijaitsee suuren Siperian Taiga-metsien vyöhykkeen humidisen ja mereisen länsipään keski- ja pohjoisboreaalisilla kasvillisuusvyöhykkeillä. Tällä alueella olosuhteet laajamittaiselle soistumiselle ovat hyvin optimaaliset. Ilmaston lämpötila oskilloi, ja lämpimin kausi oli noin 7000 – 5500 cal BP sitten (Eronen 1996). Nykyisin kasvukauden pituus on 130 - 150 vrk, kesän ja syksyn yhteispituus 170 - 200 vrk sekä lämpösumma 800 - 1000 d.d. (Eurola 1999). Suokasvillisuuden kehittymiseen ovat vaikuttaneet myös Norjan rannikon refugiot (nunatakit, rannikkorefugiot), maaperän jäästä ja vedestä vapaa aika, suurilmaston lämpötila sekä hygriinen mereisyys ja mantereisuus. Dammanin (1979) mukaan suot ovat dynaamisessa tasapainossa ilmasto-olosuhteiden kanssa. Ilmastolliset tekijät ovat tärkein vaikuttava tekijä soiden esiintymiselle geologisten ja topografisten tekijöiden ohella (Charman *et al.* 2007).

Postglasiaalisen lämpökauden jälkeen ilmasto viileni. Keskieurooppalaisesta rahkasuosta on ajoitettu tapahtuneen veden pinnan selkeä nousu noin 5700 -6000 cal BP (Magyari *et al.* 2000). Baltian ympäristön järvivesien muutoksien perusteella tapahtui muutos nykyilmastollisiin olosuhteisiin n. 5500 cal BP jälkeen, kääntyen progressiivisesti kostemmaksi vajaat 2000 cal BP (Harrison *et al.* 1996), jolloin alkoi keidassoiden kehittyminen (Virtanen 2006). Metsissä jalojen puiden osuus laski ja kosteuden lisääntyessä kuusi yleisty (Lukkala 1933; Vasari 1962), alueen itäosassa n. 5800 -5000 cal BP (Miettinen 1985) alkaen ja noin vuoteen 4500 cal BP mennessä lähes koko

tutkimusalueella (liite 3). Utajärven Järvenpäänsuon (kuva 1. no 12) seudulle kuusi ilmestyi subboreaalikauden alussa noin 5100 cal BP (Holappa 1976). Samoihin aikoihin Keski-Euroopassa ilmaston muutosten seurauksena myös järviveden pinta nousi 4900 cal BP (Magny *et al.* 2004). Ennen kuusen voimakasta yleistymistä paksuimmat turvekerrostumat tämän tutkimuksen kairauspisteissä ehtivät kehittyä alueen koillis- ja kaakkoisosiin, paikoin myös keskiosiin. Radiohiiliajoitusten (liite 1) ja siitepölyanalyysien (liite 2 ja 3) perusteella nuorimmat rannikkoseudun suokerrostumat kokonaan ja yli puolet vanhojen soiden ylimmistä turvekerrostumista kehittyivät kuusen ollessa jo metsien puustoa (kuva 3). Primäärinen soistuminen rannikon tuntumassa on ollut laaja-alaista (Huikari 1956). Sarakasvillisuus (*Carex*), puuaines (*Lignidi*) ja rahka (*Sphagnum*) sekä ruskosammalet (*Bryales*) (kuva 4) olivat soistumisen alkaessa yleisimmät turpeen muodostajat. Karuihin pintaturpeisiin kerrostui rahkasammalturvetta, mutta tietyt suokasvit, kuten *Potentilla* -lajit, kerrostuivat luhtaisiin pohjaturpeisiin.

Edellä mainituissa ilmastollisissa olosuhteissa Pohjanmaan aapasaille kehittyivät alueelle tyypilliset laajat matalajänteiset välipinnat ja suon laitamien rämeet. Ilmaston viileneminen ja kosteus edistivät rahkasammalien yleistymistä. Nämä vaiheet näkyvät soissa voimakkaina rahkoittumisjaksoina 6750-6400, 5100-4950, 4100-3850, 2950-2750, 2650-2500 ja 800 cal BP (Mäkilä & Saarnisto 2008). Ruukin Järvinevassa rahkoittuminen alkoi 4100 cal BP tienoilla 140 cm:n syvällä (Picken 2007). Ilmaston kosteudessa tapahtui kulminaatio noin 2800 cal BP, jonka jälkeen Tanskassa ja Pohjois-Saksassa soihin on todettu kehittyneen useita suon vesipinnan nousua osoittavia viileä/kostea pintoja, 2800, 1700 ja 1300 cal BP sekä myös ns. pienen jääkauden (Little Ice Age) alussa vuosina 1250 -1350 (Barber *et al.* 2004). Pohjoisessa Fennoskandiassa alkoi muodostua ikeroutaa ja palsoja 2550 cal BP sitten (Salmi 1972; Seppälä 2005, 2006; Oksanen 2005). Pohjois-Amerikassa pohjaveden pinnan nousun seurauksena noin 2000 cal BP sitten rahkasammalien osuus voimistui (Janssens *et al.* 1992, Gorham & Janssen 1992). Toisaalta myös paksuturpeisissa soissa, kuten Ylikiimingin Takasuo (63 m mpy, syvyys 5 m), Posion Riissuo (329, >3,9) ja Kuusamon Matosuo (273, turvetta 6,55 ja 1,75 liejua), rahkasammalilla (*Sphagnum*) on ollut lievä maksimipitoisuus pohjaturpeissa 4 - 5 m syvyydellä. Rahkaisuus on mahdollisesti muodostunut lämpökautta edeltävän kostean ilmastokauden vaikutuksesta, jolloin Pohjois-Eurooppaan ja itäiseen Suomeen ulottuneelta vyöhykkeellä järvien vedenpinnan taso oli kohonnut (Janssens *et al.* 1992).

Keidassoita kehittyi yleisemmin rannikolle ja vesistöjen läheisyyteen pääasiassa kuusen yleistymisen jälkeen.

Geologian tutkimuskeskuksen inventointien mukaan soiden keskisyvyys on Oulun läänissä 1,2 m ja Lapissa 1,3 m (Virtanen *et al.* 2003). Tässä tutkimuksessa kairattujen turveprofiilien keskisyvyys on vajaa 1,5 m, joskin sekä geologisista että biologisista soista koostuva aineisto selittää turvepaksuuksien keskiarvojen suuret hajonnat kaikissa tutkituissa suotyypeissä. Suoprofiileista tunnistetut 54 suotyyppiä sekä veteen kerrostunut turve sijoittuvat eri korkeuksille suotyyppistratigrafiassa suhteessa näytteiden ottopaikan turpeen koko paksuuteen (kuvat 8 a ja b ja 9 a ja b).

Ryhmittelemällä ekologisesti samankaltaiset resentit ja subfossiiliset suotyypit yhdeksi suotyypiksi, saadaan useasta kymmenestä suotyypistä 14 eri suotyyppiä ja veteen kerrostunut turve (taul. 4, kuva 8b). Reunavaikutteiset suotyyppikerrostumat sijaitsevat suon pohjaosissa tai muodostavat paikoin koko ohuehkon turvekerrostuman soiden laiteilla. Turpeen paksuuntuessa keskustavaikutteiset suotyypit vähitellen kadottavat yhteyden mineraalimaan. Soiden suknessiokulun viime vaiheissa kehittyvät rahka- (RR), isovarpu- (IR) ja tupasvillarämeiden (TR) sekä nevojen ombro- sekä oligotrofiset pintaturpeet.

Suotyyppivaiheiden suknession kehityskulkua voidaan kuvata suon turpeen pH -luvun ja vesipitoisuuksien avulla. Niiden perusteella suknessiovaiheiden eri ravinnetasoiset suotyypit ja vaihtumiset suotyypistä toiseen etenevät enimmäkseen 1) progressiivisesti kosteasta ja rehevästä eutrofiasta karuun ombrotrofiaan, 2) välillä regressiivisesti, kun suo jostain syystä voimakkaasti uudelleen vettyy tai 3) oskilloiden, progressiivinen-regressiivinen-progressiivinen vaiheiden kautta sekä 4) stabiilisti, pysyen lähes samana suotyyppinä soistumisen alkamisesta lähtien. Maankohoamisalueella Hailuodossa Kiimisuon (kuva 1, no 15, liite 1) luontainen, autogeeninen suknessio (Magyari *et al.* 2000) avovedestä ombrotrofiseksi *Sphagnum*-suoksi eteni hyvin nopeasti (vesikasvillisuus - minerotrofinen lyhytkorsineva - ombrotrofinen lyhytkorsineva - *Sphagnum fuscum* rahkaräme; 880 cal BP, 11,9 m mpy, Rönkä 1985). Regressiivistä suon kasvukehitystä tapahtui Kiimingin Ruostesuossa (nevakorpi – mesotrofinen saraneva – mesotrofinen ruopparimpineva; kuva 1, no 3, 60 m mpy, liite 1) ja oskilloivaa vettymis-kuivumis-vuorottelevaa kehitystä Suomussalmen Säynäjäsuossa (rimpiletto –

mesotrofinen sararäme – varsinainen saraneva – karurimpinen kalvakkaneva – lyhytkorsineva – *Sphagnum* rimpineva; kuva 1, no 27, 191 m mpy, liite 1). Kuusamon Matosuon kehitys (vesikasvillisuus – luhtaletto – rimpiletto; kuva 1, no 35, 273 m mpy, liite 1) on säilynyt stabiilina. Ilmastollisesti mantereisessa mutta mereisen hygrisissä olosuhteissa (Eurola ja Vorren 1980) itäisessä Kuusamossa sijaitseva Purkuputaansuo (kuva 1, no 13, liite 1, 228 m mpy, 6840 cal BP, Miettinen 1983, 1985) kehittyi allogeenisesti eutrofiasta ombrotrofiaan rahkarämeeksi, koska mahdollisesti ilmasto viileni ja kosteus lisääntyi (ruohokorpi – lettokorpi – lettoräme – rahkaräme). Ympäristön muutoksista johtuvaa ns. allogeenista progressiivista sukkessiota tapahtuu luonnontilaisissa soissa yleisemmin soiden reuna-alueilla metsämaan soistumisen kautta kehittyneissä suotyypeissä, kun turve paksuuntuu, kuivuu ja happamoituu. Tavallisesti metsäpalo, ojitus tai suurilmaston muutos aiheuttavat soissa allogeenisen sukkession (Magyari *et.al.* 2004). Syklisen ilmastovaihtelun viimeisten noin 6300 cal BP kuluessa on todettu heijastuvan kohosoiden turvekerrostumien kehitymisissä (Aaby 1976). Meso-eutrofiset suotyypit (kuva 10), joiden turpeiden happamuus on yli pH 5, etenevät progressiivisen sukkession kautta mesotrofisista yhdistymä- ja nevavaiheista (pH 4,5 – 5) oligotrofisiksi nevoiksi ja yhdistymiksi sekä korpi-, tupasvilla- ja isovarpurämeiksi (pH 3,5 - 4). Karuimmista suotyypeistä kehittyi klimaksvaiheen ombrotrofinen rahkaräme (pH < 3,5), joka on tässä aineistossa maksimissaan seitsemäs suotyypivaihe suon kehityskulussa. Vastaavasti Rybnicek & Rybnicovan (1968) suon kehitysmallissa on 8 suotyypivaihetta. Walker (1970) erotti Britannian soiden kehityksistä avovedestä kohosuoksi 12 vaihetta. Toisaalta tilastomenetelmin on saatu 11 eri suotyypivaihetta (Rybnicek & Rybnicova 1974).

Turpeiden maatuminen

Amorfista hajonnutta kasvimassaa muodostuu jo resenteissä suotyypikerrostumissa, eniten meso- ja eutrofisissa reunavaikutteisissa suotyypeissä (kuva 14.). Amorfisen ainesmäärä (% kuivapainosta) korreloi (positiivisesti) lineaarisesti v. Postin (1922) maatumisasteisiin (kuva 13, $r^2 = 0,9914$). Myös eri kasvien maatumista kuvaavat funktiot antavat jokseenkin korkeat selitysasteet (taulukko 6). Tässä aineistossa rehevien lettojen pohjaturpeet ovat säännöllisesti heikosti maatumineita ja amorfisen aineksen osuus turvemassasta on pieni. Tämä on seurausta turpeen nopeasta kerrostumisesta suon

initiaalikehityksen aikana (vrt myös Tolonen 1967). Maatuneisuuden ja syvyyden välillä on todettu positiivinen korrelaatio (Mäkälä 1987). Tässä tutkimuksessa ei tehty kasvukauden biomassamittauksia. Stratigrafiassa resentin suotyypin syväjuuriset kasvit lisäävät elävää ja kuollutta (necromass) kasvimassaa (Sjörs 1991) edelliseen vanhemman suotyypivaiheen kertymiin, varsinkin suotyypin muuttuessa eri suotyypiksi.

Turpeen orgaaninen aines hajoaa hiilidioksidiksi, vedeksi sekä erilaisiksi suoloiksi ja samanaikaisesti maatumisen seurauksena muuttuu humusaineiksi, enimmäkseen lignoproteiineiksi (Grosse-Brauckmann & Puffe 1965; Naucke 1976; Euroola 1992). Ravinteiden mineralisoitumisessa ei ole selvää eroa rämeissä ja letoissa. Kuitenkin mineralisoituminen on korkeampi asteista metsäisissä kuin ruohoisissa suotyypeissä (Aerts *et al.* 1999). Humifikaatiossa selluloosan ja hemiselluloosan hajoaminen on nopeinta, joten niiden suhteellinen osuus myös pienenee maatumisen edetessä (Naucke 1976). Tehokas kasviaineksen hajoaminen tapahtuu hapekkaassa pintakerroksessa pohjaveden pinnan yläpuolella akrotelmassa. Selkärangaton maaperäeläimistö esihajoittaa tuotetun kasvimassan, josta 80 - 95 % poistuu kaasuna, pääasiassa hiilidioksidina (Ingram 1978). Metanotrofisten bakteerien vaikutuksesta myös metaani hapettuu hiilidioksidiksi (Sundh *et al.* 1994, Laine *et al.* 1996). Ympäristöstä tulevan ravinnevaikutuksen ja orgaanisen aineksen mineralisoitumisen seurauksena vapautuu typpeä. Meso- ja eutrofisten suotyyppien turpeet ovat siten pitemmälle maatuneita, sillä akrotelmassa typen määrä korreloi positiivisesti (merkitsevästi) maatumisasteeseen ja turpeen kokonaistyyppipitoisuuteen. Rämetyypeillä kokonaistyyppimäärä on vain noin puolet keski- ja runsasravinteisten tai niukkaravinteisten nevojen turpeiden pitoisuuksista (Bayley *et al.* 2005). Myös tässä tutkimusaineistossa meso-eutrofiset turpeet ovat selkeästi pitemmälle maatuneita, tosin tyyppipitoisuuksia ei määritetty. Malmer *et al.* (2003) mukaan rahkasammalet käyttävät tehokkaasti hyväkseen ravinteet ja epäsuhtainen typpi/fosfori tilanne antaa rahkasammalille mahdollisuuden vähentää putkilokasvien elinkelpoisuutta.

Niukkahappisen veden kyllästävässä katotelmassa hajotustoiminta jatkuu jonkin verran anaerobisten bakteerien vaikutuksesta, jolloin vapautuu edellä mainittujen kaasujen lisäksi myös rikkivetyä, ammoniakkia ja typpioksidia (Nykänen *et al.* 1998). Hitaimmin hajoavat suokasvit rikastuvat turpeeseen maatumisasteen noustessa, koska suokasvien erilainen orgaaninen koostumus vaikuttaa kasvijäännöksen hajoamisnopeuteen (vrt.

Clymo 1983). Tässä aineistossa eri kasvijäännösten arvioitua suhteelliset % -osuudet korreloivat ko. näytteen maatumisasteen kanssa. Edellisen perusteella suokasvien maatuminen etenee pääpiirteissään niin, että maatumisasteen noustessa turpeeseen rikastuu erityisesti puuaines (Lignidi), varvut (Nanolignidi), tupasvillat (*Eriophorum*) ja kortteet (*Equisetum*) sekä ruohot (Herbae), osin myös sarakasvillisuus (Cyperaceae) (kuva 11). Tunnistettavissa olevat rahka- (*Sphagnum*) ja aitosammalet (Bryidae) häviävät alle 10 % tasoon v. Postin (1922) maatumisasteen noustessa noin H₅ tai enemmän (kuva 12). Tällöin sammalat ja suuri osa muistakin turvetta muodostavista kasveista on hajonnut amorfiseksi orgaaniseksi massaksi. Tämän perusteella vain puut, pensaat ja varvut sekä runsaasti kuituja sisältävät tupasvillat ja piipitoiset kortteet mahdollisesti saavuttaisivat maatumisasteen H₁₀. Heikuraisen ja Huikarin (1956) mukaan rahkasammalia ja varpuja olisi vielä täysin maatuneessa turpeessa mukana. Eri kasvien painonmenetyksistä (*Calluna*, *Eriophorum vaginatum*, *Rubus chamaemorus*) on todettu ajan funktiona selvä painohävikki kasvimassan hajoamisen seurauksena (Heal *et al.* 1978; Clymo 1978). Taulukossa 7 esitettyjen yhtälöiden mukaan turpeen koostumuksen muuttumista näyttäisi olevan mahdollista arvioida matemaattisesti, kun tunnetaan joko maatumisaste (x, v. Post 1922) tai tietyn turvetta muodostavan kasvin suhteellinen osuus (y, %) turpeessa.

Turpeiden orgaaninen aines ja kuivatiheys

Tässä aapasointa käsittelevässä tutkimuksessa turpeen typpipitoisuuksia ei ole määritetty. Sara- ja rahkavaltaisilla näytteillä tehdyissä hiili- ja ravinnesyklejä selvittämissä kokeissa on todettu (Scheffer *et al.* 2001) että, johtuen ravinteiden saatavuudesta ja mikrobien mukautumisesta ravinteisuuteen ja muihin ympäristötekijöihin, syklit eivät ole samanlaiset *Sphagnum*- ja *Carex* -näytteissä, koska sarakasvijäännökset ovat maatuneet nopeammin kuin rahkasammalet. Kohonnut C/N- suhde ja suuri hiilidioksidipitoisuus vaikuttavat vähentävästi pääravinteiden (K, Mg, N ja P) pitoisuuksiin rahkaturpeissa (Jauhiainen *et al.* 2004), heikentäen yhä enemmän putkilokasvien kilpailukykyä. Myös ilmaston korkea N- ja P -pitoisuus näyttää lisäävän *Sphagnum* sammalien kasvua ja kertymiä (Malmer 1990), muutoin rahkasammalien lehdissä on alhaiset N ja P konsentraatiot (Aerts *et al.* 1999). Vedenpinnan korkeuden ja hiilikertymien välillä on käyräviivainen riippuvuus (Swanson 2007), jolloin hiilikertymän (~ 40 g C m⁻²yr⁻¹) olisi nopeinta väli- ja mätäspintaisissa suotyypeissä. Lopullinen hiilikertyminen katotelmaan

riippuu suon hydrologiasta. Myös typpipitoisuus, maatumisaste, hiilen hävikki sekä orgaanisen karikkeen hajoaminen selittävät kuivatilavuuspainon vaihtelua (Malmer & Wallén 2006). Pitkäaikainen keskimääräinen netto hiilikertymä aapasoihin on $17 \text{ g m}^{-2}\text{yr}^{-1}$ ja kohosoissa $21 \text{ g m}^{-2}\text{yr}^{-1}$ (Mäkilä & Goslar 2008). On myös esitetty, että vanhoissa vetisissä aapasoissa lähestytään tilannetta, jossa primääri tuotanto ei kunnolla riitä kompensoimaan turpeen maatuessa menetettyä hiiltä. Siten aikaisemmin esitetyt arviot hiilen pitkäaikaiskertymistä voivat olla liian suuria kun todellinen vertikaalinen ja lateraalinen kertymä on $8,0 \text{ g C m}^{-2} \text{ y}^{-1}$ (Mäkilä *et al.* 2001)

Tutkimusalueen luonnontilaisten soiden turpeissa on orgaanista ainesta keskimäärin 12 – 7,4 % eri suotyypeissä seuraavassa suuruusjärjetyksessä: korvet > yhdistymätyypit > rämeet > nevat > letot (kuva 25). Siten eri suotyyppien kuivatiheydet (kg/m^3) ovat suurimmat puustoisissa soissa (varsinaiset korvet 116 > oligotrofiset yhdistymät 99, ruohokorvet 98, mesotrofiset yhdistymät 94 > muut suotyyppit). Runsaasti mineraaliainesta sisältäneiden veteen kerrostuneiden limnisten turpeiden kuivatiheys vaihtelee suuresti, joten havaintojen vähydestä johtuen tulokset ovat vain suuntaa antavia (kuva 26).

Turpeiden botaanisen koostumuksen määrittäminen

Resenteihin suotyypeihin muodostuvan pintaturvekerrostuman koostumus peilautuu osin jo tehdyissä kasvilajikuvauksissa (Ruuhijärvi 1960, Eurola 1962, Vasari 1962). Pintaturpeen kasvillisuuden peittävyysanalyysien perusteella saadaan jokseenkin luotettava kuva suon pintaturpeeksi kerrostuvasta turvelajista. Kuitenkin eri nopeudella tapahtuva kasvijäännöksen maatumisen ja mineralisoituminen ajan myötä (Clymo 1983) muuttaa vielä tunnistettavissa olevien kasvijäännöksen suhteellisia osuuksia (taulukko 10).

Kansainvälisen Suoseuran I ja V Komission ehdotuksen mukaan (Anonyymi 1972) turpeen yleisluokituksen tulisi olla yksinkertaista ja helposti omaksuttavaa, silmävaraiseen tutkimukseen perustuvaa. Luokittelun pääkriteereinä käytettäisiin kasvilajikoostumusta (rahka- ja aitosammalet, sarat, puumaiset kasvit) ja maatumisastetta (vaalea H₁₋₃, tumma H₄₋₆ ja musta H₇₋₁₀) sekä sivukriteereinä trofiatasoja (eu-, meso- ja oligotrofia), turpeen syntypaikan hydrologiaa (terrestrinen, telmaattinen, limninen,

minerotrofinen ja ombrotrofinen) ja turpeen karkeusastetta (hieno, keskikarkea, karkea). Geologian tutkimuskeskus käyttää turpeen botaanisen koostumuksen ns. turvetekijöiden arvioimisessa luokitusrajana yhtä kuudesosaa turvenäytteestä, noin 17 % (Lappalainen *et al.* 1984).

Eri suotyypeille muodostuneen turpeen tarkka kasvilajiosuuksien (suhteelliset % -osuudet turpeessa) määrittäminen edellyttäisi makrosubfossiilianalyysien tekoa (silmävaraisesti, mikroskooppisesti varmentuen (kuva 2) sekä täysin hajoaneen < 0,125 mm amorfisen kasvimassan osuuden arvioimista/määrittämistä turpeesta. Olennaista on määrittää myös turpeen muita ominaisuuksia, kuten kosteus, liukkaus, sarajuuriston, tupasvillakuitujen sekä puuaineksen määrä, muovailtavuus ja tahraavuus asteikolla 1-5. Mäkilän (1994) esittämä asteikko 0-6 määrittelee turpeen kosteuden tarkemmin. Turpeesta tunnistettujen kasvijäännösten keskimääräisten runsaussuhteiden perusteella jokaiselle suotyypille ja veteen muodostuneisiin kerrostumiin kehittyvä kasvupaikan olosuhteisiin sopeutuneesta kasvillisuudesta omantyyppinen turvekerrostuma. Samojen suotyyppien turpeiden botaanisissa koostumuksissa on jokseenkin selkeä yhtäläisyys, vaikka määrittäminen olisi tehty pintaturpeiden suokasvillisuudesta peittävyysanalyysien perusteella (resentti suotyyppi) tai makrosubfossiilianalyysien avulla (subfossiilinen suotyyppikerrostuma) (taul. 10 ja 11). Kasvijäännösten runsaussuhteiden minimirajaksi sopisi paremmin 10 % suhteellinen osuus turpeessa, myös trofialtaan erilaisten turpeiden määrittämiseen. Erittäin maaton turve on pääasiassa täysin hajonnutta amorfista kasvimassaa, joka turveluokituksissa huomioidaan maatumisasteiden määrittelyssä yhtenä pääkomponenttina *Carex*, *Sphagnum*, *Bryidae* turvetekijöiden kanssa. Aistinvaraiseen arviointiin ehkä soveltuisi amorfisen aineksen määritysrajoiksi < 25 %, 25-50 ja >50 % (kuva 15).

Suotyyppien fysikaaliset ominaisuudet

Hapekkaissa pintaturpeissa mV-lukemat ovat suuremmat kuin väli- tai pohjaturpeissa, ombrotrofisissa turpeissa ero on lähes kolminkertainen. Niissä myös pH -luku on alhaisempi kuin pohjaturpeissa ja poikkeamat ovat suurimmat verrattuna emäksisten kallioperäalueiden meso- ja eutrofisiin yhdistymätyyppeihin.

Eri suotyypeissä luhtaiset ja keskustavaikutteiset nevat ja letot sekä myös rahkaiset niukkaravinteiset rämeet ovat märempiä kuin korpityypit. Paksuturpeissa, vähän maatumuneissa ja karuissa keskustavaikutteisissa rämeissä ja nevoissa on korkeat mV-arvot, mutta vastaavasti pH 3-4 on pari yksikköä alhaisempi kuin reunavaikutteisissa, runsasravinteisissa suotyypeissä. Amorfisen aineksen (< 0,125 mm) osuus turpeessa korreloi hyvin v. Postin (1922) maatumisasteiden jakaumaan ($r^2 = 0,9914$). Yhdistymä- ja korpityyppien orgaanisen aineksen kertymät ylittävät avosoiden kertymät huolimatta luhtaisuudesta tai lettoisuudesta. Luhtaisten avosoiden ja korpityyppien suuri kontrasti keskustavaikutteisiin suotyyppeihin ilmenee turpeen tuhkapitoisuuksissa, varsinkin emäksisten kivilajien alueilla ruohokorpi- sekä yhdistymätyypeissä ja letto- sekä nevaturpeissa. Suuri tuhkapitoisuus nostaa erityisesti pohjaturpeiden kuivatiheyttä.

Suotyyppien geokemia

Vielä kokoonpuristumattomassa turvekerrostumassa huokoisuus kasvaa suon pintaan päin, jolloin turpeen vedenjohtavuus pinnanmyötäisesti kasvaa eksponentiaalisesti (Ivanov 1981, Rehell 1985, Swanson 2007) kuten karkeissa mineraalimaissa. Siten pintavalunta ja maapohjan kautta suotautuvat kationipitoiset pohjavedet tuovat jatkuvasti maa- ja kallioperästä liuenneita lisäravinteita turvekerrostumaan. Kapillaarinen reunavaikutus ilmenee lähteisyytenä ja pintavesivaikutus luhtaisuutena sekä korpisuutena. Tämä näkyy korkeina Na-, K- (korpi- ja rämetyypeissä), Ca-, Mg-, P-, Fe-, Mn-, Al-, Cu-, Zn- ja Pb- pitoisuuksina minerogeenisten pohjavesien vaikutuspiirissä olevien suotyyppien geokemiassa (kuvat 23 ja 24). Samoin on havaittu Italian Alpeilla sijaitsevan suon reunaosista korkeita Ca- ja Mg- pitoisuuksia (Bragazza & Gerdol 1999, 2002). Selkeästi korkeimmat Ca- pitoisuudet ovat eutrofisen yhdistymätyyppin, leton ja veteen kerrostuneessa turpeessa. Toisaalta emäksisen kallioperäalueen eutrofisissa yhdistymissä,

ruohokorpi- ja lettotyypeissä on erittäin runsaasti mangaania, joka suo-ojituksessa voi konsentroitua metsäpuille myrkyllisiin tai kasvuhäiriöitä aiheuttaviin pitoisuuksiin. Mangaanin ohella on emäksisten kivilajialueiden turpeissa osin korkeammat Ca-, Mg-, Fe-, Al- ja Cu -pitoisuudet kuin happamien kivilajien alueilla.

Tutkimusaineiston turpeiden happamuus vaihteli pH 3,3 – 6,8. Vastaavasti hapetus-pelkistystilan vaihteluväli oli – 110 ... + 310 mV. Analysoidut metallit ovat biofiilisten alkuaineiden ohella kasvien kehitykselle välttämättömiä alkuaineita, joiden lisäksi suokasveihin kertyy ravinnoksi kelpaamattomia enemmän tai vähemmän myrkyllisiä alkuaineita. Määritetyissä happamuus- ja hapetuspelkistysolosuhteissa turpeessa Ca^{2+} , Mg^{2+} , Mn^{2+} , Pb^{2+} ja Zn^{2+} ovat kahdenarvoisia kationeina. Alhaisilla pH- ja mV -arvoilla myös rauta on kahdenarvoista (Fe^{2+}) ja hapettavissa ja vähemmän happamissa oloissa kolmenarvoista (Fe^{3+}). Myös Pb on raudan tavoin happamissa pelkistävässä oloissa kahdenarvoinen (Pb^{2+}), mutta neutraalimmissa oloissa voi olla osin hydroksidimuodossa (PbOH^+). Alumiini on kolmenarvoinen (Al^{3+}) alle pH 5 happamuudessa, tätä emäksisemmissä olosuhteissa alkaa muutos hydroksidiksi. Kupari on hapettavissa oloissa kahdenarvoinen (Cu^{2+}), mutta pelkistävässä oloissa yhdenarvoinen (Cu^+). Fosfori esiintyy turpeessa liukoisena fosfaattina edellä mainituissa olosuhteissa. Helppoliukoiset natrium ja kalium ovat yhdenarvoisia kationeina (Na^+ ja K^+).

Etelä-Suomessa vuosittain kertyvistä alkuainemääristä on todettu kulkeutuvan kohosuon katotelmaan N 38 %, K 2,5 %, P 18 %, Na 1,5 %, Ca 3 %, Mg 51 % ja S 3.5 %. Liikkuvien ionien (Na, S) ja kasvillisuuden sitomien ravinteiden (K, N, P, Ca, Mg) sekä kohonneiden pölylaskeumien vaikutuksista akrotelmaan konsentroituu korkeita kationipitoisuuksia (Damman *et al.* 1993). Keskustavaikutteinen suokasvillisuus saa ravinteita vain sadevedestä, tuulen ja eläinten kuljettamasta aineksesta ja maatuovasta pintaturpeesta, joten suo voi olla joko ombrotrofinen (esim. keidassoiden keskiosat ja muutkin paksurupeiset mätäspinnat) tai minerotrofinen. Siten keskustavaikutus ilmenee rämeisyytenä, nevaisuutena ja lettoisuutena (Eurola & Kaakinen 1978). Runsaat lumensulamisedet tuovat myös mineraaliainesta viettävien rinteiden alaosien suolaiteille, esim. Riissuo (kuva 1. no 10), Siikavaaran Rytisuo (no 33). Myös suon valumavesivirtaukset (Rehell 1985) tuovat luhtaisen ravinnevaikutuksen. Pintakerroksen turveanalyysissä ombro- ja oligotrofia eivät juuri eroa, pohjaosassa ero on selvempi. Niiden ero meso- ja eutrofiaan on useimmissa tapauksissa selvä. Meso- ja eutrofia

erottuvat parhaiten toisistaan pH-luvun sekä Al-, Mg-, Ca-, Mn- ja Fe-määrien puolesta. Koska kasvit ottavat ravintonsa suvedestä, ombrotrofia tulee tätä kautta selväpiirteiseksi vaihtelusuunnaksi. Tämä näkyy sekä kasvillisuudessa että kasvutuloksissa (ks. Vasander 1981 a ja b, 1983; Lindholm & Vasander 1979; Eurola & Holappa 1984). Ombrotrofisissa pintaturpeissa Fe-, Al-, Mn-, Ca-, K-, P- ja Mg- pitoisuudet ovat selkeästi pienemmät.

Minerotrofisten soiden pintaturpeissa ovat suurimmat Fe-, Ca-, K-, Mg-, Al- ja P-konsentraatiot. Hiekkapohjaisten soiden turpeissa on jonkin verran vähemmän Al, Mg, K ja P kuin emäksisen tai happaman kallioperäalueen moreenipohjaisissa soissa. Vastaavasti hiekkapohjaisten sekä happaman kallioperäalueen moreenialustaisten soiden turpeissa ovat korkeimmat Mn-pitoisuudet. Ombro-oligotrofia näyttää poikkeavan minerotrofiasta myös turpeen geokemian osalta eikä vain suon vesikemian suhteen (Eurola & Kaakinen 1978; Tolonen & Hosiaislouma 1978; Eurola *et al.* 1995; Tahvanainen 2004; Eurola & Huttunen 2006). Reuna- ja keskustavaikutus ilmenee suotyypin myös turpeiden fysikaalisten ominaisuuksien ja geokemian pitoisuuksien erilaisuutena.

Kanadan soissa ombro- oligotrofisen turpeen keskimääräinen pH on 3,85 (3,8- 4,03) ja minerotrofisen 4,67 (4,49- 5,13) (Wells & Zoltai 1985). Arvot ovat suuruusluokaltaan melkein yhtäläiset tutkimusalueen aapasoissa ilmenneiden pH -arvojen kanssa (3,3 ja 4,5, liite 5). Keskimääräiset Fe- ja Ca pitoisuudet kanadalaisissa soissa ovat sekä ombro-oligotrofisten että minerotrofisten soiden turpeissa alhaisemmat kuin aapasoiden turpeissa, ainoastaan Ca ja Mg korreloivat suon pintavesien ja sammalien pitoisuuksien välillä (Malmer & Wallen 2006).

Ruohokorprien, veteen kerrostuneiden kuin myös hyvin luhtaisten suotyypin turpeissa on selvästi enemmän natriumia kuin muissa suotyypeissä. Soiden laitamien ruohokorpiturpeet sisältävät runsaasti myös kaliumia, varsinaiset korvet ja korpikämmet sekä isovarpurämeät noin puolet vähemmän. Eutrofisten yhdistymien ja lettojen vähäinen happamuus ja korkeat kalsium- ja magnesiumpitoisuudet selittänevät turpeen kasvijäännösten lajirikkkautta.

Tässä aineistossa fosforia on vähiten ombro- ja oligotrofisten suotyypin turpeissa. Toisaalta Terhon (1976) mukaan Pohjois-Satakunnan soiden tuhkatujen näytteiden fosforipitoisuudet pienenevät suon pinnasta pohjaan, sen sijaan kuivatuista näytteistä

tutkitut pitoisuudet eivät osoittaneet eroja eri turvekerrostumien välillä. Rämeeen kasvillisuus käyttää tehokkaammin fosforia kuin lettokasvillisuus (Aerts *et al.* 1999)

Hivenmetalleja (Fe, Mn, Al, Cu, Zn ja Pb) kertyy enemmän reunavaikutteisten suotyyppien turpeisiin. Luhtaisissa ja korpisuuden vallitsemissa suotyypeissä on erityisen korkeita Fe-, Al-, Cu-, Zn- ja Pb- pitoisuuksia. Turpeiden hivenainepitoisuuksien on todettu vaihtelevan suuresti alueellisesti johtuen kallioperän mineraalikoostumuksesta ja samassa suossakin alueellisesti tai syvyyden suhteen (Salmi 1950, Tanskanen 1972, Yliruokanen 1980).

Turpeiden tuhkien eri alkuainepitoisuuksien ja turpeen fysikaalisten ominaisuuksien välisistä korrelaatioita muodostuivat seuraavanlaisiksi (liitteet 8-23):

Fosforipitoisuuksilla (P) on luhtaisissa turpeissa korkeimmat selitysasteet useiden alkuaineiden pitoisuuksien vaihteluun, erityisesti kalsiumin ja eri ravinnetasoisissa turpeissa myös alumiinin sekä korpirämeissä mangaanin pitoisuuksiin.

Natrium (Na) korreloi positiivisesti eniten kaliumin ja magnesiumin kanssa, vähemmän raudan, sinkin ja lyijyn kanssa eri suotyypeillä.

Kaliumpitoisuuksilla (K) on selvä korrelaatio keskustavaikutteisten suotyyppien magnesium- ja mangaanipitoisuuksien kanssa, reunavaikutteisissa soissa sinkin ja lyijyn pitoisuuksiin.

Kalsium (Ca) korreloi (erittäin merkitsevästi) magnesiumin kanssa eri suotyyppien turpeissa, veteen kerrostuneissa turpeissa raudan ja sinkin kanssa.

Magnesium (Mg) korreloi parhaiten nevojen, lettojen sekä rämeiden turpeiden mangaani-, rauta- ja lyijypitoisuuksien kanssa, joskin selitysasteet jäävät melko alhaisiksi.

Alumiinipitoisuudet (Al) korreloivat nevojen ja lettojen sekä reunavaikutteisten korprien ja yhdistymätyyppien turpeiden kuparipitoisuuksien kanssa.

Raudalla (Fe) ja sinkillä (Zn) on korrelaatio veteen kerrostuneissa turpeissa ja luhtanevoissa, luhtaisilla nevoilla ja letoilla lyijypitoisuuksien kanssa.

Mangaanipitoisuudet (Mn) suhteessa muihin alkuaineisiin eivät anna juuri minkäntasoisia korrelaatioita. Mn korreloi parhaiten sinkin suhteen varsinaisten korprien turpeissa, mutta letoissa sinkin sekä lyijyn suhteen.

Kupari (Cu) korreloi positiivisesti lyijyn kanssa mesotrofisten nevojen ja eutrofisten yhdistymien turpeissa.

Sinkki (Zn) korreloi luhtanevojen, lettojen, mesotrofisten nevojen ja ruohokorpien turpeiden lyijypitoisuuksien kanssa.

Lyijy (Pb) korreloi useiden alkuaineiden kanssa letto- ja nevaturpeissa ja myös korpi- sekä yhdistymätyyppien turpeissa.

Vesipitoisuuksien korrelaatiot ovat negatiiviset antaen erittäin korkeat selitysasteet turpeen kuivatilavuuspainoille, orgaanisen aineksen osuuksille, tuhkapitoisuuksille, amorfisen aineksen osuuksille ja maatumisasteille. Mäkilän (1987) mukaan turpeen vesipitoisuus korreloi negatiivisesti (merkitsevästi) maatumisasteen, kuivatiheyden ja tuhkapitoisuuden suhteen.

Kuivatiheyksien avulla voidaan parhaiten selittää positiivisin merkitsevyyksin orgaanisen ja amorfisen aineksen osuuden, maatumisasteen ja tuhkapitoisuuden muutoksia. Vastaavasti Mäkilän (1994) aineisto antaa positiivisen (merkitsevän) korrelaation maatumisasteen ja tuhkapitoisuuden suhteen ja vesipitoisuuden suhteen kuitenkin negatiivisesti merkitsevän riippuvuuden. Saraturpeilla on heikompi riippuvuus kuin rahkaturpeilla.

Amorfisen sekä orgaanisen aineksen osuuksien vaihtelut voidaan selittää useiden suotyyppien turpeissa maatumisasteen (v. Post 1922) avulla. Amorfisella aineksella on korkein selitysaste orgaanisen aineksen vaihteluun. Orgaaninen aines selittää luhtien mV-arvojen sekä tuhkapitoisuuksien vaihtelua positiivisesti, mutta negatiivisesti pH-luvun kanssa useiden suotyyppien turpeissa riippumatta ravinnetasosta. Mäkilän (1987) tutkimuksissa tuhkapitoisuus korreloi positiivisesti (merkitsevästi) maatumisasteen ja kuivatiheyden kanssa, mutta vesipitoisuuden kanssa negatiivisesti (merkitsevästi).

Suoekasvien ekologinen lokero

Heinä- ja puulajeja sisältävät turpeet ovat kuivimpia, mutta sammalien, sarakasvillisuuden ja ruohojen muodostamien turpeiden vesipitoisuus on yli 90 %. Luonnontilaisen turpeen kosteus on tavallisesti yli 80 % turpeen tuorepainosta. Turpeen kuivatiheydet vaihtelevat suuresti, johon vaikuttavat tuhkapitoisuus, kasvilajikoostumus ja maatumisaste. Maatumisasteen noustessa myös täysin hajonneen amorfisen kasvimassan osuus kasvaa. Sara- ja ruohovaltaisissa sekä heinien jäännöksiä muodostamissa turpeissa ovat keskimääräistä korkeammat kuivatiheydet, vastaavasti sammaleisissa ja tupasvillaturpeissa keskimääräistä alhaisemmat. Tuotantoon käyttökelpoisissa soissa

turpeen keskimääräinen vesipitoisuus on Mäkilän (1994) mukaan 90,8 % ja kuivatiheys 90,5 kg/m³. Koko Suomen alueella turpeiden keskimääräinen maatumisaste on 4,8 ja tuhkapitoisuus 3,6 % kuivapainosta (Mäkilä 1987). Tutkimusalueella turpeisiin on kertynyt orgaanista ainesta keskimäärin 9,3 % ja tuhkaa 7,1 % kuivapainosta.

Tutkituissa suotyypeissä turpeiden keskimääräinen pH on 4,8 ja vaihteluväli on laaja, jolloin myös liukoisten alkuaineiden määrä vaihtelee. Vallitsevissa hapetuspelkistysolosuhteissa Ca²⁺, Mg²⁺, Mn²⁺, Pb²⁺ ja Zn²⁺ kationit ovat kahdenarvoisena. Alkuainepitoisuuksiin vaikuttavat myös alueen geologiset ja hydrologiset tekijät sekä kasvillisuus, josta turve on muodostunut. Turpeen geokemiasta johtuen valikoituu myös olosuhteisiin sopeutunut suotyyppien kasvillisuus. Tuhkattujen turpeiden alkuainekonsentraatiot (k-luku), pH ja hapetuspelkistysarvo (mV) sekä Ca/Mg- ja Fe/Mn-suhteet osoittavat, että eri suokasvit indikoivat tietyn suuruudessa rajoissa turpeen tuhkan alkuainemäärien avulla maa- ja kallioperän geokemiallisia pitoisuuksia (liitteet 8 ja 9). Indikaatioarvojen perusteella erottuu myös ekologisesti erityyppisiä suokasviryhmiä, kasvupintojen (mätäs-, väli- ja rimpipinta) ja reuna-keskustavaikutteisten turpeiden geokemian konsentraatioiden vaihtelua. Kasvilajit ilmentävät paremmin turpeen geokemiaa kuin turvetta muodostavat ns. päätekijäryhmät (*Carex*, *Sphagnum* jne.). Ravinnerikkaan kasvupaikan kasvi ei esiinny karuissa ombro- tai oligotrofisissa turpeissa. Minero-ombrotrofisuusaste näkyy Ca/Mg -suhteesta ja hapetuspelkistystila Fe/Mn -suhteesta. Siten on jossain määrin mahdollista karkeasti arvioida suoympäristön eri maa- ja kallioperien kasvupaikkojen ja turpeen geokemiaa, joka perustuu eri kasvilajien ekologisiin indikaatioarvoihin (minimi-, indifferentti- tai maksimi).

Tässä tutkimuksessa (vrt. Kotilainen 1927) vahvasti asidofiiliset kasvilajit esiintyvät pH-alueella 3,34 – 3,99 (liitteet 8 ja 9). Erittäin happamiin olosuhteisiin ovat sopeutuneet *Dicranum polysetum*, *Polytrichum strictum*, *Sphagnum capillifolium*, *Sphagnum compactum*, *Sphagnum cuspidatum*, *Sphagnum fuscum*, *Sphagnum magellanicum*, *Sphagnum tenellum*, Hepaticae, *Calluna vulgaris*, *Chamaedaphne calyculata*, *Rubus chamaemorus*, *Vaccinium* spp., *Vaccinium microcarpum*, *Vaccinium uliginosum*, *Ledum palustre*, *Salix caprea*, *Dactylorhiza maculata*, *Carex globularis*, *Carex pauciflora*, *Eriophorum vaginatum*, *Trichophorum caespitosum*, *Cristatella mucedo*. Toisaalta lähes neutraaleja pH > 6 turpeita indikoivat vesikasvien ohella *Tomentyphnum nitens*, *Calliergon giganteum*, *Calliergon megalophyllum*, *Warnstorfia trichophylla*,

Calamagrostis spp., *Filipendula ulmaria*, *Pedicularis palustris*, *Rubus saxatilis*, *Sphagnum contortum*.

Meso-eutrofisia turpeita pH 5 – 6 alueella indikoivia jokseenkin indifferenttejä lajeja on yli 80. Pohjois-Amerikasta soiden pohjaveden pinnan yläpuolisista turpeista tutkitut pH-luvut (Gorham & Janssens 1992) ovat jonkin verran korkeammat kuin tässä tutkimuksessa esitetyillä sammallajeilla. Toisaalta METLA:n tutkimuksissa sammaliin laskeuman mukana tulleiden raskasmetallien kertymistä tehdyt analyysit (Lippa & Kubin 1998) soveltuvat parhaiten ilman mukana kulkeutuvien saasteiden kartoittamiseen kuin soiden geokemian tutkimiseen.

Tutkimusalueen malmikriittiset kohteet

Malminetsinnällisesti mielenkiintoiset alueet erottuvat ehkä selvimmin emäksisten kivilajien alueiden turpeiden tuhkien huomattavan korkeiden kupari, lyijy- ja sinkki pitoisuuksien perusteella (taulukko 10). Näissä turpeissa on tavallisesti myös korkeat rauta- ja mangaanipitoisuudet. Emäksisillä kivilajialueilla on myös runsaasti kalsiumia. Kohonneita kuparipitoisuuksia esiintyy seuraavissa soissa: Utajärven Loiraskangas, Tornion Vaarajänkkä, Suomussalmen Ulkupuro, Ylikiimingin Takasuo, Puolangan Siikavaara ja Kiimingin Ruostesuo. Kuusamon Purkuputaansuossa ja Oulun Pilpasuossa on jonkin verran kohonneet lyijypitoisuudet. Simon Rautuojanaapa, Posion Riissuo, Oulun Pilpasuo, Ylikiimingin Takasuo, Kuhmon Mustinsuo, Muhoksen Päijännesuo, Pudasjärven Siikavaara, Suomussalmen Säynäjäsuo ja Ulkupuro ovat soita, joissa sinkkipitoisuus on kohonnut. Samoilla alueilla on useidenkin raskasmetallien jonkin verran kohonneita pitoisuuksia turpeissa. Tällaisia seutuja ovat Tornio-Simo, Ylikiiminki-Kiiminki-Oulu-Muhos, Utajärvi, Kuhmo-Suomussalmi.

6. YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Globaalisesti suuren taigametsäalueen länsipää on ilmastollisesti sopivan kosteaa ja viileää aapasoiden muodostumiseen erityisesti Suomessa maankohoamisrannikoilla ja Skandinavian pohjoisilla sisämaa-alueilla sekä Venäjän Karjalassa. Primäärinen aapasoiden kehitys on ollut yleisintä Perämeren rantalakeudella, jossa sara- ja ruohovaltaiset kasvillisuudet aloittivat turpeen muodostamisen. Ilmaston muuttuessa kosteammaksi ja kylmemmäksi, soiden turvekerrokset paksuuntuivat voimakkaan rahkoittumisen myötä.

Siitepölyanalyysien ja aikaisemmin julkaistujen tutkimuksien avulla kartoitettiin tutkimusalueen soistumisen kehitys ja turpeen paksuuntuminen suhteessa kuusen (*Picea*) leviämiseen alueelle. Radiohiiliajoituksia on kolmesta kohteesta ja yhteensä 20 siitepölyprofiilia 16 eri suosta. Supra-akvaattisille ns. geologisesti vanhoille maille ja osin ylimmän rannan alapuolisille alueillekin suokerrostumia kehittyi jo ennen kuusen saapumista. Sen jälkeen kerrostuivat nuorimmat uudet soistumat ja vanhojen soiden rahkaiset pintaturpeet.

Alueen topografiaerojen, hydrologian ja erilaisen geologisen pohjan vaikutuksista aapasoihin kehittyi ekologiaaltaan monimuotoinen kymmeniä erilaisia suotyyppejä käsittävä suoympäristö. Jokaiselle suotyypille on muodostunut trofiatasoon sopeutunut tyypille ominainen kasvillisuus. Sukkessiokulun myötä soihin kehittyi suotyypitratigrafia, joista eri suotyypivaiheiden kerrostumat rajattiin kasvilajien ja makrosubfossiilisten jäänteiden sekä turpeen fysikaaliskemiallisten ominaisuuksien avulla. Ekologisesti samankaltaisia suotyyppejä yhdistettiin, jolloin suotyypien lukumäärä typestyi 14 suotyypiksi sekä veteen kerrostuneeksi (limninen) turpeeksi. Niissä on selkeästi erilainen turvetta muodostanut kasvillisuus. Myös turpeiden fysikaaliset ja kemialliset ominaisuudet sekä niiden väliset korrelaatiot ovat erilaiset.

Maatumisen edetessä tunnistettavien kasvien / enemmän tai vähemmän hajonneiden, tunnistamattomien kasvijäännösten suhteellinen osuus turpeessa muuttuu, koska täysin maatumutta amorfista < 0,125 mm fraktioista kasvimassaa muodostuu sitä enemmän mitä pitemmälle turve maatuu. Siten turpeeseen rikastuvat hitaasti hajoavat ligniini, kuituiset vaha- ja hartsipitoiset kasvit, kuten puuaines (L), varvut (N), tupasvilla (ER) ja kortteet

(EQ). Eri kasvien maatumisen eteneminen tässä tutkimuksessa perustuu kasvien suhteellisiin osuuksiin (%) eri maatumisasteisissa (v. Post 1922, H₁₋₁₀) turpeissa. Koko aineistossa turvenäytteiden maatumisaste on heikosti tai jonkin verran maatunutta, jolloin amorfisen fraktion osuus on turpeessa lähes puolet (47,2 %).

Fysikaalisilta ominaisuuksiltaan geologisesti erilaisille suopohjille kehittyy jokseenkin samanlaisia minerotrofisia ja ombrotrofisia turpeita, paitsi että emäksisten kivilajien alueilla turpeiden pH on vain vähän hapan. Kuitenkin turpeiden alkuainepitoisuustasot ovat erilaiset hiekkapohjaisten, happamien ja emäksisten kallioperäalueiden soissa. Ombrotrofia erottui myös turpeiden tuhkan geokemiassa eikä pelkästään suovesikemiassa.

Turpeen kasvilajikoostumus akrotelmassa on melkein sama kuin suokasvillisuuden peittoisuusanalyysit osoittavat. Eri trofiatasoihin valikoituu kasvupaikan olosuhteisiin ekologiaaltaan sopeutunut kasvillisuus. Suokasvillisuuden biomassasta kerrosta orgaanista ainesta keskimäärin 7,4 – 12 % turpeen tuorepainosta, karuihin suotyyppeihin enemmän kuin reheviin lettoihin, joissa mineralisoituminen on tehokkaampaa. Keskimääräiset kuivatiheydet vaihtelevat rahkarämeen minimin 48 kg/m³ ja varsinaisen korpiturpeen maksimitiheyden 116 kg/m³ välillä. Suurimmat tuhkattomat kuiva-ainekertymät tulevat meso-eutrofisten suotyyppeiden aikana.

Reunavaikutteisten suotyyppien turpeissa alkuainepitoisuudet ovat selvästi korkeammat kuin keskustavaikutteisissa suotyypeissä. Suon pohjan laatu aiheuttaa jonkin verran vaihtelua fysikaalisiin ominaisuuksiin, paitsi vesipitoisuuteen ja hapetuspelkistystilaa ilmentäviin lukemiin (mV). Kunkin suotyypin turpeiden eri ominaisuuksien väliset korrelaatiot poikkeavat vastaavista toisten suotyyppeiden korrelaatioista. Jos tilastoanalyysi tehdään pelkästään koko aineiston perusteella, melkein kaikkien ominaisuuksien välillä on positiivinen tai negatiivinen (erittäin merkitsevä) korrelaatio.

Runsaasti puuainesta sisältävät turpeet ovat hieman keskimääräistä kuivempia turpeita. Luonnontilaisessa suossa eri suokasvien indikaatioarvot turpeen vesipitoisuudesta vaihtelevat noin 90 % tasolla. Puu-, sara- ja ruohoturpeiden keskitiheys on korkeampi kuin kaikkien turvenäytteiden keskitiheys. Maksasammal-, tupasvilla- ja varputurpeilla on

alhaisimmat kuivatiheydet. Tuhkapitoisuus saattaa vaihdella voimakkaasti, jolloin myös turpeiden tiheyksissä on erittäin suuri hajonta.

Turpeen tuhkien korkeat Cu-, Pb- ja Zn- pitoisuudet viittaavat malminetsinnällisesti mielenkiintoisiin kohteisiin erityisesti Tornio-Simo, Kiiminki-Ylikiiminki-Oulu-Muhos, Utajärvi ja Kuhmo-Suomussalmi alueilla.

Tutkimusaineiston makrosubfossiili- ja siitepölydata aikaisempien julkaistujen tutkimusten lisäksi antaa mahdollisuuden rekonstruoida kohdealueen kasvillisuushistoriaa ja metsien kehitysvaiheita aikaisempaa tarkemmin. Edelleen suoympäristön tilan ja laadun arviointi olisi mahdollista eri kasvilajien osoittamien keskimääräisten indikaatioarvojen perusteella. Suoekologian mallintamisen työvälineiksi mahdollisesti soveltuisivat myös turpeiden pH:n ja vesipitoisuuksiin perustuva malli suotyypien sukkessiokulusta. Suoekologian tutkimuksiin ovat mahdollisesti sovellettavissa suokasvien maatumiseen ja kasvijäännekertymiin liittyvät funktiot, biomassakertymät eri suotyypivaiheiden aikana kuin myös turpeissa amorfisen fraktion osuudet sekä kasvien kasvupaikan ekologiaa kuvaavat indikaatioarvot.

Tutkimustuloksien perusteella voidaan tehdä seuraavat johtopäätökset:

1. Pohjois-Pohjanmaan rannikkoalueen ja sisämaassa nuorien soiden koko turvekerrostuma sekä suurin osa vanhoissa paksuturpeissa sisämaan turpeista muodostui kuusen (*Picea*) saapumisen jälkeen. Kuusi levisi tutkimusalueen itäosiin noin 5700 cal BP sitten, keski- ja länsiosiin 500 - 1000 v myöhemmin.
2. Soiden kehityksen alkuvaiheissa turvetta kerrostui etupäässä sarakasvillisuudesta (C), puuaineksesta (Lignidi, L; Nanolignidi, N) sekä rahka- (S) ja ruskosammalista (B). Ruohokasvien osuus oli vähäinen.
3. Syvien paksuturpeisten soiden pohjakerroksissa esiintyy selvä rahkasammalien maksimi, joka ilmentänee lämpökautta edeltävää kostean viileää ilmastokautta. Toinen mahdollinen selittäjä rahkasammalien vähäisyydelle soiden keskiosissa lienee lämpökausi, jolloin turpeet maatuivat pitemmälle ja siinä vaiheessa rahkasammalien hajotessa suhteelliset osuudet jäivät alhaisiksi.
4. Lämpökauden jälkeen ilmaston viiletessä ja kosteuden lisääntyessä alkoi soiden pintakerroksien voimakas rahkoittuminen, jonka suhteellinen osuus koko

turvepaksuuteen nähden nousee rannikolle päin mentäessä. Siten nuorimmat rannikkoseutujen suot voivat olla lähes kokonaan rahkaturvetta ja paikoin myös sisämaa-alueiden soiden pintaosiin on kehittynyt huomattavan paksu, vajaan metrin rahkakerros.

5. Näytesyvyydellä ja eri kasvijäänteiden suhteellisilla osuuksilla turpeissa on tietty riippuvuus. Sen perusteella on mahdollista laskea suuntaa antava kasvin suhteellinen osuus turpeessa tietyssä syvyydessä.
6. Suoekologialtaan samankaltaisista resenteistä ja subfossiilisista suotyypeistä yleistetyt suotyypit ovat kasvilajikoostumukseltaan, turpeiden fysikaalisilta sekä geokemiallisilta ominaisuuksiltaan erilaiset. Niiden yhdistäminen/yleistäminen onnistunee parhaiten, kun määritetään kasvilajien ja niiden jäänteiden suhteelliset osuudet turpeessa ja huomioidaan turpeiden fysikaalisten ominaisuuksien ja turpeiden tuhkan geokemiallisten pitoisuuksien sekä alkuainesuhteiden muutokset. Siten yli 80 erilaista suotyyppiä ja niiden turvekerrostumaa on mahdollista yleistää 15 eri tyyppikerrostumaksi.
7. Keskustavaikutteisilla aapasuon alueilla koko turvekerrostuman stratigrafia muodostuu useamman eri suotyypin (sukessiiovaiheiden) kerrostumista kuin reunavaikutteisilla alueilla. Ohutturpeiset reunavaikutteiset turvekerrostumat voivat olla jopa yhden suotyyppivaiheen aikana muodostuneet. Kuitenkin reunavaikutteiset suotyypit alkavat herkemmin kuin keskustavaikutteiset muuttumisen uudeksi eri suotyypiksi. Turvekerroksen paksuuntuessa suokasvillisuus muuttuu (sukessiokulku), kuten myös turpeessa vesi- ja ravinnetasapainot muuttuvat ja turpeen pH-luku alenee. Progressiivinen sukessiokehitys näkyy sekä primäärisen soistumisen että metsämaan soistumisen aikaisista turvekerrostumista. Turpeen paksuuskasvun seurauksena suotyyppien kasvillisuus muuttuu alhaisempaa ravinnetasoa edustavaksi suotyypiksi.
8. Suotyyppien sukessiokulku tulee selkeästi esille turpeiden vesipitoisuuksien ja pH:n perusteella. Progressiivisen sukession valtaväylä kulkee eutrofia – mesotrofiasta oligo-ombrotrofiaan, vaikka myös poikkeavia nopeita muuntumisvaiheita uudeksi eri suotyypiksi esiintyy sekä rannikon että itäosien aapasoissa. Suotyyppien sukessio etenee tavallisimmin karuuntuvana progressiivisenä tai vettyvänä regressiivisenä kehityksenä. Sukessiokehitys voi olla pysähdyksissä stabiilina tai oskilloida kuivumis- ja vettymisvaiheiden vuorotteluna.

9. Suokasvien maatumisen eteneminen noudattaa tiettyjä tutkimuksessa laskettuja matemaattisia malleja, jotka perustuvat turpeiden maatumisasteisiin (v. Post 1922) ja suokasvien sekä niiden jäännösten suhteellisiin osuuksiin. Näytemäärien suhteen normalisoitujen funktioiden mukaan saadaan lasketuksi myös turpeen maatumisaste, kun tiedetään kasvilajin suhteellinen osuus (%) turpeessa tai päinvastoin (taulukot 6 - 8).
10. Amorfisen < 0,125 mm fraktion osuus turpeissa kasvaa lineaarisesti noin 10 %, kun turpeen maatumisaste nousee yhden v. Postin (1922) maatumisasteen verran ($r^2 = 0,9914$).
11. Turpeen perinteinen luokittelu amorfisen aineksen (A), sarojen (C, *Carex*), rahkasammalien (S, *Sphagnum*) ja ruskosammalien (B, *Bryales*) määrien arvioilla, antaa tarkemman kuvan turpeen todellisesta koostumuksesta. Erittäin maatumisen turpeiden koostumuksen luokittelu saattaa vääristyä, jos määritykset perustuvat vain kaikkein hitaimmin maatuviin tunnistettaviin kasveihin ja ei huomioida turpeessa olevaa suhteellisesti suurinta komponenttia, amorfista ainesta, joka on muodostunut helpommin hajoavasta kasvillisuudesta. Tätä virhettä vähentää mikroskooppinen kasvijäännösten tunnistaminen maatumisasteista turpeista.
12. Ombrotrofiset turpeet erottuvat minerotrofisista niiden korkeiden mV (~300) ja kuituisuuslukemien (80 %) kuin myös alhaisten pH:n, tuhkapitoisuuksien, kuivatiheyksien sekä alkuainepitoisuuksien perusteella. Kallioperän kivilajien laadulla on lievä vaikutus myös samojen suotyyppien turpeiden geokemiaan. Kuitenkin eri suotyyppien väliset alkuainepitoisuudet ovat erilaiset siitä huolimatta onko suo emäksisten tai happamien kivilajien alueella.
13. Turpeiden trofiaerot näkyvät poikkeavina Fe-, Ca-, Al-, Mg- ja P- pitoisuuksina. Resenteissä suotyypeissä kasvillisuuden vaikutuksesta pintaturvekerrostumassa on korkeammat alkuainepitoisuudet kuin saman suotyypin pohjaosassa.
14. Keskustavaikutteisten suotyyppien turpeet ovat vähän maatumista ja sisältävät vain vähän amorfista ainesta. Niiden tuhkapitoisuus sekä kuivairtitiheys on pieni, pH ja alkuainepitoisuudet alhaiset, mutta vesipitoisuudet ja mV-arvot ovat korkeita.
15. Turpeiden keskimääräisten fysikaalisten ominaisuuksien ja tuhkan alkuainepitoisuuksien perusteella saadaan turvetta muodostaneille kasvilajeille suoekologiaa kuvaavat indikaatioarvot. Niitä voisi mahdollisesti käyttää apuna tehtäessä suoympäristöselvityksiä (liite 9 ja 10).

16. Erittäin korkeat raskasmetallipitoisuudet turpeen tuhkissa osoittavat selkeitä viitteitä malmigeologisesti mielenkiintoisista alueista.

7. KIITOKSET

Tämä tutkimus tehtiin Oulun yliopiston geologian laitoksessa. Tutkimukseni lähtökohta muotoutui keskusteluissa emeritus prof. Seppo Eurolan kanssa, joten hänelle erityisesti haluan osoittaa parhaat kiitokseni. Esitän erityiset kiitokseni myös prof. Vesa Peuraniemelle. Hän ohjasi työn loppuvaiheissa. Edelleen emeritus prof. Risto Aario, prof. Juha-Pekka Lunkka, FT Lars Forström, FT Leo Koutaniemi, FT Kimmo Tolonen, tutk. professori Sheila Hicks ja FL Erkki Eijärvi antoivat tutkimukseen liittyviä erittäin hyviä ja rakentavia kommentteja. Kiitän heitä kaikkia lämpimästi avusta ja ohjeista sekä osoittamastaan mielenkiinnosta tutkimustyötäni kohtaan.

Tutkimusryhmässä eri aikoina toimivat FL Antti Huttunen kenttätöiden alkuvaiheissa, FM Juhani Paajala kenttä- ja laboratoriotöissä ja laboratoriotutkimuksissa laborantit Anneli Raitamaa, Anna-Liisa Väänänen, Anna-Kaisa Hätälä, Helena Kokkonen, Sari Liukkonen, LuK Sirpa Roininen sekä laboratorioteknikko Timo Kalenius. FM Eira Hiukka teki pääosan siitepöly- ja makrosulfosilianalyysistä. Tuloksien käsittelyssä avustivat LuK Eija-Liisa Aronpää, tietokoneinsinööri Petri Tähkävuori, HuK Jukka Mikkola ja laboratorioinsinööri Seppo Kaakinen (edesmennyt) sekä karttojen ja kuvien piirtämisessä erikoislaboratoriomestari Kristiina Karjalainen. Tiivistelmän käänsi englanniksi FM Sirkka-Liisa Leinonen. Minulla on ilo kiittää heitä jokaista hyvästä yhteistyöstä ja antamastaan työpanoksesta tutkimuksen hyväksi.

Tutkimusaineistoa täydentävää yhteistyötä oli FT Antti Röngän, FL Sakari Rehellin ja FM Leena Miettisen kanssa. Haluan kiittää myös heitä.

Kiitän väitöskirjan virallisia tarkastajia FT Markku Mäkilää ja FT Harry Uosukaista monista hyvistä ja asiantuntevista tutkimusta koskevista ohjeista ja korjauksista. Kiitän myös prof. Seppo Eurolaa tutkimuksen käsikirjoituksen tarkastamisesta ja korjauksista.

Kiitos T. Tönningin Säätiölle apurahasta, joka mahdollisti tutkimuksen aloittamisen.

Kiitän kaikkia työtovereitani heidän antamastaan ystävällisestä kannustuksesta ja tuesta tutkimusvuosien aikana. Lopuksi haluan sydämellisesti kiittää vaimoani Eilaa, perhettäni ja kaikkia läheisiäni myönteisestä ja kannustavasta suhtautumisesta tutkimushetkiin, suoretkiin.

Oulussa tuokokuussa 2010

Kauko Holappa

8. KIRJALLISUUS

Aaby, B. 1976. Cyclic climatic variations in climate over the past 5500 yr reflected in raised bogs. *Nature* 263, 281-284.

Aario, L. 1932. Phflanzentopografische und paläogeographische Mooruntersuchungen in N-Satakunta. *Fennia* 55, 179 s.

Aario, R. 1984. The origin and properties of morianic landforms in northern Finland, with special reference to their potential range of use. Määräaikainen loppuraportti Suomen Akatemian tutkimusprojektista, 04-114. Oulu (in Finnish).

Aario, R. & Forsström, L. 1979. Glacial stratigraphy of Koillismaa and North Kainuu, Finland. *Fennia* 157, 49 p.

Aartolahti, T. 1965. Oberflächenformen von Hochmooren und ihre Entwicklung in Sudwest-Häme und Nord-Satakunta. *Fennia* 93, 268 s.

Aerts, R., Verhoeven, J. T. A. & Whigham, D. F. 1999. Plant-mediated controls on nutrient cycling in temperate fens and bogs. *Ecology* 80, 2170-2181. Oct.

Alloway, B. J. 1992. Land Contamination and Reclamation. In: Harrison, R. M. (ed.) *Understanding our Environment. An introduction to Environmental Chemistry and Pollution*, 137-163.

Alloway, B. J. 1995a. Soil processes and the behaviour of metals. In: Alloway, B. J. (ed.) *Heavy Metals in Soils*. 2nd edition. Glasgow. Blackie Academic & Professional, 11- 37.

Alloway, B. J. 1995. Heavy metals in soils. Glasgow. Blackie Academic & Professional, 284 – 305.

Andersson, G. 1898. Finlands torfmossar och fossila Kvartär ora. *Bulletin de la Commission Geologique de Finlande* 8, 210 s.

Anonymi, 1972. Turveluokittelu. *Suo* 23, 117-120.

Arnell, S. 1981. Illustrated Moss Flora of Fennoscandia I. *Hepaticae, Boanical Society of Lund*. Stockholm, 308 s.

Auer, V. 1923. Suotutkimuksia Kuusamon ja Kuolajärven vaara-alueilta. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 6, 368 s.

Auer, V. 1924. Eräitä vastaisia tehtäviä suotutkimuksen alalla Suomessa. Über einige künftige Aufgaben der Moorforschung in Finnland. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 8, 55 s.

- Aulio, K. 1980.** Nutrient accumulation in Sphagnum mosses. A multivariate summarization of the mineral element composition of 13 species from an ombrotrophic bog. *Annales Botanici Fennici* 17, 307-314.
- Backman, A. L. 1919.** Torvmarksundersökningar I mellersta Österbotten. *Acta Forestalia Fennica* 12, 190 s. + 22.
- Backman, A. L. 1935.** Die nördlichsten Fossilfunde von *Najas flexilis* und *Carex pseudocyperus* in Finnland. *Society Scientific Fennia* V3, 9 s.
- Backman, A. L. 1935.** Smittelmossen, en förhistorisk fiskeplats I mellersta Österbotten. *Fennia* 61, 26 s.
- Bailey, R. G. 2003.** Ecological Climate Classification. USDA Forest Service, Inventory & Monitoring Institute. Discussion Paper, Draft of 11/21/03, 3 p.
- Barber, K. E., Chambers, F. M. & Maddy, D. 2004.** Late Holocene climatic history of northern Germany and Denmark: peat macrofossil investigations at Dosenmoor, Schleswig-Holstein, and Svanemose, Jutland. *Boreas* 33, 132-144.
- Bayley, S. E., Thormann, M. N. & Szumigaalski, R. 2005.** Nitrogen mineralization and decomposition in western boreal bog and fen peat. *Ecoscience* 12, 455-465.
- Beijerinck, W. 1947.** Zadenatlas der Nederlandsche Flora. H. Veenman & Zonen, Wageningen.
- Berggren, G. 1969.** Atlas of seeds. Part 2, *Cyperaceae*, Berlingska Boktryckeriet, Lund, 68 p, 39 plates.
- Berglund, B. E., Birks, H. J. B., Ralska-Jasiewiczowa, M. & Wright, H. E. (eds) 1996.** Palaeoecological events during the last 15000 years regional syntheses of palaeoecological studies of lakes and mires in Europe. John Wiley & Sons Ltd, 764 p.
- Beschel, R. E. 1959.** The copper swamp in the Aboushagen woos, North Sackville, N.B. Summary for the Maritime excursion after the 9th International Botanical Congress in Montreal, September 7, 1959, mimeographed.
- Bgatov, V. I., Matukhina, V. G., Grigor'eva, T. R., Altukhov, V. M. & Rusanov, D. K. 1986.** The peaty Vivianites and Vivianite peats of the Suzun area in Novosibirsk. *Geologiya I Geofizika* 27, 51-55.
- Birks, H. J. B. & Birks, H. H. 1980.** Quarternary Palaeoecology. Edward Arnold, 289 p.
- Blytt, A. 1886.** On variations of climate in the course of time. *Christiania Videnskabselskab Forhandling* 6.

- Boelter, D. H. 1969.** Physical properties of peats as related to degree of decomposition. *Proceedings - Soil Science Society of America* 33, 606–609.
- Bourg, A. C. M. 1988.** Metals in aquatic and terrestrial systems: sorption, speciation and mobilization. In: Salomons, W. & Förstner, U. (eds.) *Environmental impact and management of mine tailings and dredged materials*, Springer Verlag, 3–32.
- Bradis, E. M. & Andrienko, T. L. 1972.** Bogs in Ukrainian SSR. *Proceedings of the 4th International Peat Congress*, Otaniemi, 41-48.
- Bragazza, L. & Gerdol, R. 1999.** Hydrology, groundwater chemistry and peat chemistry in relation to habitat conditions in a mire on the South – eastern Alps of Italy. *Plant Ecology* 144, 243-256.
- Bragazza, L. & Gerdol, R. 2002.** Are nutrient availability and acidity-alkalinity gradients related in *Sphagnum*-dominated peatlands? *Journal of Vegetation Science*. Article 13, 473 – 482.
- Brant, A. L. 1948.** Über die Entwicklung der Moore im Küstengebiet von Süd-Pohjanmaa am Bottnischen Meerbusen. *Annales botanici Societatis zoologicae-botanicae Fennicae Vanamo* 23, 134 s.
- Cajander, A. K. 1913.** Studien über die Moore Finnlands. *Acta forestalia Fennica* 2. 208 s.
- Charman, D. 2002.** Peatlands and environmental change. J. Wiley & Sons, London & New York, 301 p.
- Charman, D. J., Booth, R. K., Mäkilä, M. & Sirin, A. 2007.** Peatlands and past climate change. In: Parish, F., Sirin, A., Charman, D., Joosten, H., Minaeva, T. & Silvius, M. (eds) *Assessment on peatlands, biodiversity and climate change*. Global Environment Centre, Kuala Lumpur and Wetlands International Wageningen, 4.
- Chuan, M. C., Shu, G. Y. & Liu, J. C. 1996.** Solubility of heavy metals in a contaminated soil: Effects of redox potential and pH. *Water, Air, and Soil Pollution* 90, 543-556.
- Clymo, R. S. 1978.** A model of peat bog growth. In: Heal, O. W., Perkins, D. F., & Brown, W. M. (eds) *Production Ecology of British Moors and Montane Grassland*. Springer-Verlag, Berlin, 187-223.
- Clymo, R. S. 1983.** Peat. In: Gore, A. J. P. (ed.) *Ecosystems of the world 4 A, Mires: swamp, bog, fen and moor*. General studies. Elsevier Scientific Publishing Company. Amsterdam-Oxford-New York, 159-224.

- Damman, A. W. H. 1978.** Distribution and movement of elements in ombrotrophic peat bogs. *Oikos* 30, 480-495.
- Damman, A. W. H. 1979.** Geographic patterns in peatland development in eastern North America. In: *Proceedings of the International Symposium on Classification of Peat and Peatlands*, 42 – 57. Hyytiälä, Finland 1979.
- Damman, A. W. H, Tolonen, K. & Sallantausta, T. 1993.** Element retention and removal in ombrotrophic peat of Häädetkeidas, a boreal Finnish peat bog. *Suo* 43, 137-145.
- Donner, J. 1965.** The Quarternary of Finland. In: Rankama, K. *The Quarternary I*, 199-272. New York.
- Donner, J. J. 1978.** The dating of the levels of the Baltic Ice Lake and the Salpausselkä moraines in South Finland. *Societas Scientiarum Fennica, Commentationes Physico-Mathematicae* 48, 11–38
- Elomaa, P-L. 1981.** Suokasvillisuuden ja turpeen käytöstä malminetsinnässä. *Suo* 32, 45 – 52.
- Eronen, M. 1974.** Late Weichselian and Holocene shore displacement in Finland. Shoreline and Isostasy. In: Dawson, A. C. & Smith, D. B. (eds) *Academic Press*, London. Institute of British Geographers, 183-207.
- Eronen, M. 1979.** The retreat of pine forest in Finnish Lapland since the Holocene climatic optimum a general discussion with radiocarbon evidence. *Fennia* 157, 93–114.
- Eronen, M. 1983.** Late Weichselian and Holocene shore displacement in Finland. In: Smith D. E. & Dawson, A. G. (eds) *Shoreline and Isostasy*. Institute of British Geographers, Special publication 16, *Academic Press*, London, 183-207.
- Eronen, M. 1996.** Climatic changes during the Holocene, 37-52. In: Lappalainen, E. (ed.) 1996. *Global Peat Resources*. International Peat Society, Finland
- Eronen, M. & Zetterberg, P. 1996.** Climatic Changes in Northern Europe Since Late Glacial Times, with special reference to dendroclimatological studies in northern Finnish Lapland. *Geophysica* 32, 35–60.
- Eronen, M., Glückert, G., Hatakka, L., van der Plassche, O. van der Plicht, J. & Rantala, P. 2001.** Rates of Holocene isostatic uplift and relative sea-level lowering of the Baltic in SW Finland based on studies of isolation contacts. *Boreas* 30, 17-30.
- Erviö, R. 1989.** Development of the content of extractable macro- and microelements in arable soil of Northern Finland. *Symposium on Environmental geochemistry in Northern Europe*. Geological Survey of Finland, Chemistry Department. Rovaniemi Finland October 17 – 19. 1989.

- Eurola, S. 1962.** Über die regionale Einteilung der südfinnischen Moore. *Annales Botanici Societatis Zoologicae-Botanicæ Fennicæ Vanamo* 33, 243 s.
- Eurola, S. 1992.** Suokasviopas. Oulun yliopisto, Oulun yliopiston sarjajulkaisu. *Oulanka reports* 11, 205 s.
- Eurola, S. 1992.** Suon synty. In: Eurola, S. & Huttunen, A. (eds.) Suoekologian seminaari. *Oulun yliopiston Kasvitieteen laitoksen monisteita*. No 47, 2-15.
- Eurola, S. 1999.** Kasvipeitteemme alueellisuus. Oulanka Biological Station, University of Oulu. *Oulanka reports*. 22, 118 s.
- Eurola, S., Aapala, K., Kokko, A. & Nironen, M. 1991.** Mire type statistics in the bog and southern aapa mire areas of Finland (60–66°N). *Annales Botanici Fennici* 28, 15–36.
- Eurola, S., Hicks, S. & E. Kaakinen, E. 1984.** Key to Finnish mire types. In: Moore, P.D. (ed.) *European Mires*, Academic Press, London (1984), 11–117.
- Eurola, S. & Holappa, K. 1984.** Luonnontilaisten soiden ekologia ja soiden metsänojituskelpoisuus. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 148, 90-108.
- Eurola, S. & Huttunen, A. 2006.** Mire plant species and their ecology in Finland. In: Lindholm, T. & Heikkilä, R. (eds) Finland - land of mires. *The Finnish Environment* 23/2006, 127–144.
- Eurola, S., Huttunen, A. & Kukko-oja, K. 1995.** Suokasvillisuusopas. *Oulanka Reports* 14, 85 s.
- Eurola, S. & Kaakinen, E. 1978.** Suotyyppiopas. WSOY, 88 s.
- Eurola, S. & Vorren, K.-D. 1980.** Mire zones and sections in North Fennoscandia. *Aquilo Series Botanica* 17, 39–56.
- Fogelberg, P. & Seppälä, M. 1986.** 122 Geomorfologia. Kartografinen suunnittelu. In: Alalammi, P., Fogelberg, P. & Seppälä, M. (eds) *Suomen Kartasto vihko 121-122. Maanpinnan muodot, Atlas över Finland häfte 121-122 – Atlas of Finland folio 121-122*. Maanmittaushallitus, Suomen Maantieteellinen Seura. Maanmittaushallituksen karttapaino, Helsinki, 19 s.
- Fraser, D. C. 1961.** A syngenetic Copper deposit of recent age. *Economic Geology* 56, 951-962.
- Fraser, D. C. 1961.** Organic sequestration of Copper. *Economic Geology* 56, 1063-1078.
- Frenzel, B. 1983.** The developing mire. In: Gore, A. J. P. (ed.) *Mires: Swamp, Bog, Fen and Moor, Ecosystem of the World*, 4 A, 35-65.
- Gordon, A. D. & Birks, H. J. B. 1972.** Numerical methods in Quaternary palaeoecology I. Zonation of pollen diagram. *New Phytologist* 71, 961–79.

- Gorham, E. & Janssens, J. A. 1992.** The paleorecord of geochemistry and hydrology in northern peatlands and its relation to global change. *Suo* 43, 117-126.
- Granlund, E. 1932.** Dw svensja högmossarnas geologi. *Sveriges Geologiska Undersökning årsbok* 26, 1-193.
- Grosse-Brauckmann, G. 1972.** Über pflanzliche Makrofossilien mitteleuropäischer Torfe. I. Gewebereste krautiger Pflanzen und ihre Merkmale. *Telma* 2, 19-55.
- Grosse-Brauckmann, G. 1974b.** Zum Verlauf der Verlandung bei einem eutrophen Flachsee (nach quartärbotanischen Untersuchungen am Steinhuder Meer). I: Heutige Vegetationszonierung, torfbildende Pflanzengesellschaften der Vergangenheit. *Flora* 163, 179-229.
- Grosse-Brauckmann, G. 1976.** Zum Verlauf der Verlandung bei einem eutrophen Flachsee (nach quartärbotanischen Untersuchungen am Steinhuder Meer). II: Die Successionen, ihr Ablauf und ihre Bedingungen. *Flora* 165, 415-455.
- Grosse-Brauckmann, G & Puffe, D. 1965.** Über Zerzetsungsprozesse und Stoffbilanz im wachenden Moor. Ber. VIII Int. Bodenkundl. Kongr. in Bukarest 1964, 635 – 648.
- Harmsen, K. 1977.** Behaviour of heavy metals in soils. *Agricultural Research Reports* 866, 171 p.
- Harrison, S. P., Yu, G. & Tarasov, P. E. 1996.** Late Quarternary Lake-Level Record from Northern Eurasia. *Quaternary Research* 45, 138-159.
- Hartikainen, H. 1996.** Maaperä. In: Heinonen, R., Hartikainen, H., Aura, E., Jaakkola, A. & Kemppainen, E. (eds) *Maa, viljely ja ympäristö*. Porvoo. WSOY, 9-89.
- Havas, P. 1961.** Vegetation und Ökologie der ostfinnischen Hangmoore. *Ann. Bot. Soc. Vanamo* 31, 188 s.
- Havas, P. 1963.** Suovesien elektrolyyttien määrästä johtokyvyn mittauksen perusteella. *Aquilo, Ser. Botanica, Tom 1. Societas Amicorum Naturae Ouluensis*, 11 s.
- Havas, P. 1999.** Pohjoinen luontomme/Northern nature. www oulu.fi/northnature/Northnature.html -
- Heal, O. W., Latter, P. M. & Howson, G. 1978.** A study of the rates of decomposition of organic matter. In: Heal, O. W., Perkins, D. F. & Brown, W. M. (eds) *Production Ecology of British Moors and Montane Grasslands*. Springer-Verlag, Berlin, 136-159.
- Heathwaite, A. L., Eggeismann, R., Gottlich, K. H. & Haule, G. 1990.** Ecohydrology, mire drainage and mire conservation, 417–484. In: Heathwaite, A. L. (ed.) *Mires: Process, Exploitation and Conservation*. John Wiley and Sons, New York.

- Heathwaite, A. L., Burt, T. P. & Trudgill, S. T. 1993a.** Overview, The nitrate issue. In: Burt, T. P., Heathwaite, A. L. & Trudgill, S. T. (eds) *Nitrate: Processes, Patterns and Management*, Wiley, Chichester, 3–21.
- Heikkilä, R. 1999.** Human influence on the sedimentation in the delta of the river Kyrönjoki western Finland. *Monographs of the Boreal Environment Research* 15. Finnish Environment Institute, Helsinki, 64 s.
- Heikkinen, P. 2000.** Haitta-aineiden sitoutuminen ja kulkeutuminen maaperässä. Espoo, *Geologian tutkimuskeskus. Tutkimusraportti* 150, 74 s.
- Heikurainen, L. 1960.** Metsäojitus ja sen perusteet. Porvoo-Helsinki, 378 s.
- Heikurainen, L. & Huikari, O. 1952.** Turvelajin mikroskooppinen määrittäminen. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 40, 21-34.
- Herlin, R. 1896.** Paläontologisk-växtgeografiska studier i norra Satakunta. *Vetenskapliga Meddelanden af Geografiska Föreningen i Finland* 3.
- Hesselman, H. 1924.** Studier över salpeterbildningen I natusliga jordmåner och dess betydelse I växtekologiskt avseende. Meddelanden från Statens Skogsförsöksanstalt, H. 13-14. 1916-1917. Bd I. Stockholm. In: Waren, H. Untersuchungen über die botanische Entwicklung der Mooer mit berücksichtigung der chemischen Zusammensetzung des Torfes. *Suomen suoviljelysyhdistys. Tieteellisiä julkaisuja* 5, 95 s.
- Hicks, S. 1975.** Variations in pollen frequency in a bog at Kangerjoki, N. E. Finland, during the Flandrian. *Comm. Biol. Soc. Sci. Fenn.* 80, 28 p.
- Hicks, S. 1977.** Modern pollen rain in Finnish Lapland investigated by analysis of surface moss samples. *New Phytologist* 78, 715-734.
- Hicks, S. 1985.** Problems and possibilities in correlating historical/archaeological and pollen-analytical evidence in a northern boreal environment: an example from Kuusamo, Finland. *Fenn Archaeol* 2, 51–84.
- Hicks, S. 1988a.** Palynological evidence for the occupation of Hailuoto (in Finnish). In: Julku, K. & Satokangas, R. (eds) Hailuodonkeskiaika. *Studia Historica Septentrionalia* 15, Rovaniemi, 33–88 (English summary)
- Hicks, S. 1988b.** The representation of different farming practices in pollen diagrams from northern Finland. In: Birks, H. H., Birks, H. J. B., Kaland, P. E. & Moe, D. (eds) The cultural landscape, past, present and future. *Cambridge University Press*, Cambridge, 189–207

- Hicks, S., Ammann, B., Latalowa, M., Pardoe, H. & Tinsley, H. 1996.** European Pollen Monitoring Programme: *Project Description and Guidelines*. University of Oulu, 28 p.
- Holappa, K. 1976.** Utajärven Järvenpäänsuon kehityksestä ja stratigrafiasta. Oulun yliopiston kasvitieteen laitos. Pro gradu, 92 s.
- Huikari, O. 1956.** Primäärisen soistumisen osuudesta Suomen soiden synnyssä. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 46, 79 s.
- Huttunen, A. 1984.** Kansainvälinen suokasvillisuuden luokittelusymposium Suomessa. *Suo* 35, 22 s.
- Hämet-Ahti, A. T. & Jalas, J. 1968.** Vegetation zones and their sections in northwestern Europe. *Annales Botanici Fennici* 5, 169-211.
- Hänninen, P. 1992.** Application of ground penetrating radar and radio wave moisture probe techniques to peatland investigations. *GTK. Bulletin* 361, 71 p.
- Hänninen, P. & Lappalainen, E. 1987.** Maatutkan ja suosondin soveltuvuus turvevarojen määrän ja laadun selvittämiseen. *Geologian tutkimuskeskus, maaperäosasto, turveraportti* 202, 32 s.
- Immirzi, C. P., Maltby, E. & Clymo, R. S. 1992.** The Global Status of Peatlands and their Role in Carbon Cycling. A Reports for Friends of the Earth by the Wetland Ecosystem Research Group, Department of Geography, Univesity of Exeter. *Friends of the Earth*, London.
- Ingram, H. A. P. 1978.** Soil layers in mires: function and terminology. *Journal of Soil Science* 29, 224-227.
- Ingram, H. A. P. 1983. Hydrology.** In: Gore, A. J. P. (ed.) *Mires: Swamp, Bog, Fen and Moor, Ecosystems of the World 4A*. Elsevier, New York, 67– 158.
- Janssens, J. A., Hansen, B. C. S., Glaser, P. H. & Whitlock, C. 1992.** Development of a raised bog complex, 189–221. In: Wright Jr., Coffin, H. E., B. A. & Aaseng, N. E. (eds) *The Patterned Peatlands of Minnesota*. *University of Minnesota Press*, Minneapolis, MN.
- Ivanov, K. E. 1981.** Water Movement in Mirelands. *Academic Press*, London, UK. (translated by A. Thompson and H.A.P. Ingram).
- Jauhiainen, J., Vasander, H. & Silvola, J. 2004.** Nutrient concentration in shape *Sphagna* at increased N-deposition rates and raised atmospheric CO₂ concentrations. *Plant Ecology*. Volume 138, Number 2 / October. Springer Netherlands, 149-160.
- Jeglum, J. K. 1971.** Plant indicators of pH and water level at Candle Lake, Saskatchewan. *Canadian Journal of Botany* 49, 1661-1676.

- Johansson, P. & Kujansuu, R. 2005.** Deglasiaatio. In: Johansson, P. & Kujansuu, R. (eds) 2005. Pohjois-Suomen maaperä: Maaperäkarttojen 1:400 000 selitys. *Geologian tutkimuskeskus*, 236 s. Summary: Quaternary deposits of Northern Finland, Explanation to the maps of Quaternary deposits 1:400 000.
- Jonasson, I. R., Jackson, E. L. & Sangster, D. F. 1983.** A Holocene Zink orebody formed by supergene replacement of mosses. *Journal of Geochemical Exploration* 18, 189-194.
- Kaakinen, E. 1980.** Yhteispohjoismainen suoluokitus kehiteltävänä. Suoseminaari-80. *Oulun yliopiston kasvitieteen laitoksen monisteita* No. 9, 11 s.
- Kaakinen, E. & Kukko-oja, K. 1981.** Lettojen suojeluarvon ja -tarpeen arviointia. Esimerkkinä Kainuun alueen inventointi. *Suo* 32, 25-34.
- Kabata-Pendias, A. & Pendias, H. 1992.** Trace Elements in Soils and Plants, (2nd Ed.). , *CRC Press*, Boca Raton, FL.
- Kalliola, R. 1973.** Suomen kasvimaantiede. WSOY, Porvoo, 308 p.
- Katz, N. J., Katz, S. V. & Skobeyeva, E. I. 1977.** Atlas of Plant Microfossils in Peat (Moscow: *Nedra*), 376 p. (in Russian)
- Keskitalo, J. 1982.** Reserves of peat and ligneous material in the mires of the Siikajoki valley and the Oulujärvi area. *Oulun yliopiston maantieteen laitoksen julkaisuja*, 100 s.
- Kivinen, E. 1976.** Kansainvälinen ehdotus turpeiden luokittelun yhdenmukaistamiseksi. *Suo* 27, 85 s.
- Kochenov, A. V., Zinev'yev, V. V. & Lovaleva, S. A. 1965.** Some features of the accumulation of Uranium in the peat bogs. *Geochemistry* 2, 65-70.
- Koljonen, T. 1990.** Geokemia. Suomen kartasto, 123-126. *Geologia*, 40-42.
- Koljonen, T. (ed.) 1992.** Suomen geokemian atlas, osa 2: Moreeni. *Geologian tutkimuskeskus*. Espoo, 218 s.
- Korhola, A. 1990.** Paleolimnology and hydroseral development of the Kotasuo bog, Southern Finland, with special reference to the Cladocera. *Annales Academiae Scientiarum Fennicae A. III.* 155, 40 p.
- Korhola, A. 1995.** The Litorina transgression in the Helsinki region, southern Finland: new evidence from coastal mire deposits. *Boreas* 24, 173-182.
- Korhola, A. 1995.** Holocene climatic variations in southern Finland reconstructed from peat-initiation data. *The Holocene* 5, 43-57.
- Korhola, A. 1996.** Initiation of a sloping mire complex in south-western Finland: Autogenic versus allogenic controls. *Ecoscience* 3, 216-222.

- Korhola, A. & Tolonen, K. 1998.** Suomen soiden kehityshistoria ja turpeen pitkäaikaiskertymä. In: Vasander, H. (ed.) *Suomen suot*. Helsinki: Suoseura ry, 20-26.
- Korpela, K. 1969.** Die Weichsel-Eiszeit und ihr interstadial in Peräpohjola (nördliches Nordfinnland) im Licht von submoränen Sedimenten. *Annales Academiae Scientiarum Fennicae A III* 99, 108 s.
- Kosonen, R. 1981.** Isovarpuisen rämeen kasvibiomassa ja tuotos. *Suo* 32, 95-97.
- Kotilainen, M. 1927.** Untersuchungen über die beziehungen zwischen der Phlanzendecke der Mooer und der beschaffenheit, besonders der Reaktion des Torfbodens. Eine Phlanzenökologische studie mit rücksicht auf die praktische bewertung der Ergebnisse. *Wissenschaftliche Veröffentlichungen des Finnischen Moorkulturvereins* N:o 7, 219 s.
- Kubin, E. 1989.** A survey of element concentrations in the epiphytic lichen *Hypogynia physodes* in Northern Finland. *Symposium on Environmental geochemistry in Northern Europe*. Geological Survey of Finland, Chemistry Department. Rovaniemi Finland October 17 – 19. 1989. Abstracts, 26 p.
- Kujala, V. 1924.** Keski-Pohjanmaan soiden synnystä. Ein Beitrag zur Kenntnis der Entstehung der Moore in Mittelösterbotten. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 8, 24 s.
- Kujala, V. 1964.** Metsä- ja suokasvien levinneisyys ja yleisyysuhteista Suomessa vuosina 1951-1953 suoritetun valtakunnan metsien III linja-arvioinnin tuloksia. *Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja* 59, 207 s.
- Kujansuu, R. & Niemelä, J. 1984.** Suomen maaperä. 1:100 000. *Geologian tutkimuskeskus*.
- Kurki, M. 1963.** Suomen peltojen viljavuudesta. Referat: Über die Fruchtbarkeit des finnischen Ackerbodens auf Grund der in den Jahren 1955-1960 durchgeführten Bodenfruchtbarkeitsuntersuchungen. Helsinki, 107 s.
- Köppen, W. 1931.** Klimakarte der Erde. *Grundriss der Klimakunde, 2nd Ed.*, Berlin and Leipzig.
- Laajoki, K. 1983.** Outlines of the Precambrian exogenic geology of Finland. *Res Terrae*. C. Teaching material.
- Lahermo, P., Ilmasti, M., Juntunen, R., & Taka, M. 1990.** The Geochemical Atlas of Finland, Part 1. The Hydrogeochemical Mapping of Finnish Groundwater. Geological Survey of Finland, Espoo, 66 p.

- Laiho, R. 1996.** Changes in understorey biomass and species composition after water level drawdown on pine mires in southern Finland. Suoseura, Finnish Peatland Society. *Suo* 47, 59-69.
- Laine, J., Silvola, J., Tolonen, K., Alm, J., Nykänen, H., Vasander, H., Sallantausta, T., Savolainen, I., Sinisalo, J. & Martikainen, P. J. 1996.** Effect of water level draw down on global climatic warming: northern peatlands, *Ambio* 25, 179–184.
- Laine, J. & Vasander, H. 1986.** Turpeiden tuntemus ja luokittelu. *Publications from the Department of Peatland Forestry*, University of Helsinki 9, 56 s.
- Laine, J. & Vasander, H. 1990.** Suotyypit. Kirjayhtymä, Helsinki, 80 s.
- Laine, J. & Vasander, H. 1996.** Ecology and vegetation gradients of peatlands. In: Vasander, H. (ed.) 1996. *Peatlands in Finland*, Finnish Peatland Society. Helsinki, 10–19.
- Laine, J. & Vasander, H. 2005.** Suotyypit ja niiden tunnistaminen. Metsäkustannus Oy. Karisto Oy, Hämeenlinna, 109 s.
- Laitinen, J., Rehell, S., Huttunen, A., Tahvanainen, T., Heikkilä, R. & Lindholm, T. 2007.** Mire systems in Finland - special view to aapa mires and their water-flow pattern. Suomen suosysteemit - erityistarkastelussa aapasuot ja niiden vedenvirtauskuviointi. Suoseura, Finnish Peatland Society. *Suo* 58, 26 s.
- Lappalainen, E. 1970.** Über die spätquartäre Entwicklung der Flussufermoore Mittel-Lapplands. *Bulletin de Commission géologique de Finlande* 24, 79 s.
- Lappalainen, E., Stén, C-G. & Häikiö, J. 1984.** Turvetutkimusten maasto-opas. Geologian tutkimuskeskus. Opas N:o 12. Espoo, 62 s.
- Largin, I. F. 1972.** Peat deposit structure and properties depending on peat forming conditions. *Proceedings of the 4th International Peat Congress*, Otaniemi.
- Lett, R. E. W. & Fletcher, W. K. 1980.** Syngenetic Sulphide Minerals in a Copper-rich Bog. *Mineralium Deposita (Berl.)* 15, 67 s.
- Liedenpohja, M. 1981.** Avosuotyyppien kasvillisuus, kasvibiomassa ja tuotos Janakkalan Suurisuolla. *Suo* 32, 100-103.
- Lindberg, H. 1901.** Panelia mossens uppkomst och byggnad. *Finska Mosskulturföreningens Årsbok*.
- Lindberg, H. 1910.** Phytopaläontologische Beobachtungen als Belege für postglaziale Klimaschwankungen in Finland. In: Postglaziale Klimaveränderungen, *Geologorum Conventus Stockholm*, 177-194.
- Lindholm, T. 1981.** Suppasuon kasviyhdykskuntien perustuotanto-ominaisuudet. *Suo* 32, 104–109.

- Lindholm, T. 1991.** Från havsvik till insjö. From sea bay to inland lake, succession on the land uplift coast. *Miljöförlaget*, Åbo, 160 p.
- Lindholm, M. 2005.** Veden ja järvisedimenttien laatu Vihtamonjoen valuma-alueella Sotkamossa. Helsingin yliopisto, Maantieteen laitos, Pro Gradu, 110 s.
- Lindholm, T., Rönnerberg, O. & Östman, T. 1989.** Husövikens – en flada i Ålands skärgård. (Summary: The Husö Bay – a flada in the Åland archipelago). *Svensk Botanisk Tidskrift* 83, 143-147.
- Lindholm, T. & Vasander, H. 1979.** Männyn kasvu ja uudistuminen luonnontilaisella ja ojitetulla sekä lannoitetulla keidasrämellä. *Suo* 30, 93-102.
- Lippa, H. & Kubin, E. 1998.** Raskasmetallilaskeuma Oulun läänissä vuosina 1985-1995. In: Moilanen, M., Pietiläinen, P. & Väärä, T. (eds) Metsäntutkimuspäivä Pyhäsalmissa 1996. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 674. Muhoksen tutkimusasema, 55-63.
- Lishtvan, I. I., Bambalov, N. N., Tanovitskij, I. G. & Lucoshko, W. S. 1982.** The genesis and evolution of peat bogs in Byelorussia and methods for their rational utilization. *Freshwater Ecosystem, Dynamics in Wetland and Shallow Water Bodies*. Vol. 1. *Scientific Committee on Problems of the Environment (SCOPE)*. USSR, Minsk – Pinsk – Tshaltour. July 16 – 26. 1981. Centre of International Projects GKNT. Moscow, 261-270.
- Lokki, O. 1980.** Tutkimustulosten tilastollinen hallinta ja käyttö. *Insinööri-tieto Oy*.
- Lukkala, O. J. 1920.** Studien über das verhältnis zwischen den Moortypus und dem oberflächentorf der Moore. Helsinki, 21 s.
- Lukkala, O. J. 1920.** Tutkimuksia soiden kantokerroksista. Helsinki, 75 s.
- Lukkala, O. J. 1933.** Tapahtuuko nykyisin metsämaan soistumista. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 19, 127 s.
- Mackereth, F. J. H. 1966.** Some chemical observations on post-glacial sediments. *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 250, 165–213.
- Magny, M., Leuzinger, U., Bortenschlager, S. & Haas, J. N. 2004.** Holocene climate variability as reflected by mid-European lake-level fluctuations and its probable impact on prehistoric human settlements. *Quaternary international* 113, 65–79.
- Magyari, E., Jakab, G., Sümegi, P., Rudner, E. & Molnár, M. 2000.** Paleobotanikai vizsgálatok a keleméri Mohos-tavakon (Palaeobotanical investigation of the Mohos-lakes at Kelemér), 101-131. In: *Tőzegmohás élőhelyek Magyarországon: kutatás, kezelés, védelem (Hungarian mires: research, management, conservation)*. Szurdoki, E. (szerk.), CEEWEB Munkacsoport, Miskolc.

- Magyari, E., Sümegi, P., Braum, M., Jakab, G. & Molnár, M. 2004.** Retarded wetland succession: anthropogenic and climatic signals in a Holocene peat bog profile from north-east Hungary. *Journal of Ecology* 89, 1019-1032.
- Maimer, N., Horton, D. G. & Vitt, D. H. 2006.** Element concentrations in mosses and surface waters of western Canadian mires relative to precipitation chemistry and hydrology. *Ecography* 15, 114 – 128.
- Malmer, N. 1975.** Development of bor mires. In: Hasler, A. D. (ed.) *Coupling of Land and Water Systems*. New York. *Springer-Verlag*, 85-92.
- Malmer, N. 1990.** Constant or increasing Nitrogen Concentrations in Sphagnum Mosses on Mires in Southern Sweden During the Last Few Decades. *Aquilo, Series Botanica* ASBOD8. 28, 57-65.
- Malmer, N., Albinsson, C., Svensson, B. M. & Wallen, B. 2003.** Interferences between Sphagnum and vascular plants: effects on plant community structure and peat formation. *Oikos* 100, 469-482.
- Malmer, N. & Sjörs, H. 1955.** Some determinations of elementary constituents in mire plants and peat. *Botaniska Notiser* 108, 46-80.
- Malmer, N. & Wallén, B. 2006.** Accumulation and release of organic matter in ombrotrophic bog hummocks – processes and regional variation. *Ecography, Pattern and Diversity in Ecology* 16, 193 – 211.
- Maltby, E. & Proctor, M. C. F. 1996.** Peatlands: Their Nature and Role in the Biosphere. In: Lappalainen, E. 1996 (ed.) *Global Peat Resources*. International Peat Society. Geological Survey of Finland, 11 – 19.
- Mangerud, J., Andersen, S. T., Berglund, B. E. & Donner, J. J. 1974.** Quarternary stratigraphy of Norden, a proposal for terminology and classification. Oslo. *Boreas* 3, 109-128.
- Manskaya, S. M., Drozdova, T. V. & Emelianova, M. P. 1960.** Distribution of copper in peats and peat soils of the Belo-russian SSR. *Geokhimiya* 6, 630-643.
- Melin, E. 1917.** De norrländska myrmarkernas vegetation med särskild hänsyn till deras skogsvegetation efter torrläggning. *Akad Avh. Särtryck ur Norrländskt Handbibliotek* 7, 426 s.
- Metsävainio, K. 1931.** Untersuchungen über das Wurzelsystem der Moorpflanzen. Helsinki, VII, 417 s. 86 ill. *Annales botanici Societatis zoologicae-botanicae Fennicae* Vanamo 1, 422 s.

- Miettinen, L. 1983.** Lähdekasvillisuudesta ja sen historiasta Purkuputaalla. L-esitelmä. Oulun yliopisto, Kasvitieteen laitos. 10.5.1983, 22 s.
- Miettinen, L. 1985.** Kuusamon Purkuputaan lähdesuon kasvillisuudesta ja paleoekologiasta. Kasvitieteen laitos, Oulun yliopisto. Pro gradu, 101 s.
- Moore, P. D. 1984b.** The Classification of Mires: an Introduction. *European Mires*. London, 10 p.
- Moore, P. D. & Bellamy, D. J. 1974.** Peatlands. *Elek Science*. London (GB), 221 p.
- Munsterhjelm, R. 1997.** The aquatic macrophyte vegetation of flads and gloes, S coast of Finland. *Acta Botanica Fennica* 157, 68 p.
- Myllymaa, U. & Murtoniemi, S. 1986.** Metals and nutrients in the sediments of small lakes in Kuusamo, North-Eastern Finland. Vesi- ja ympäristöhallitus, Helsinki. *Vesientutkimuslaitoksen julkaisuja* 69, 33–48.
- Mäkilä, M. 1980.** Toholammin turvevarojen käyttökelpoisuus ja turpeen ominaisuuksien välinen riippuvuus. Geologinen tutkimuslaitos, maaperäosasto. Raportti P 13.4. 5, 137 s.
- Mäkilä, M. 1984.** Turpeen ominaisuuksista ja niiden välisistä riippuvuuksista. *Turveteollisuus* 4, 44 – 58.
- Mäkilä, M. 1987.** Suon energiasisällön laskeminen turpeen vesipitoisuuden ja maatumisasteen perusteella. Geologian tutkimuskeskus. Tutkimusraportti 77. Espoo 36 s.
- Mäkilä, M. 1994.** Suon energiasisällön laskeminen turpeen ominaisuuksien avulla. Geologian tutkimuskeskus, Tutkimusraportti 121, 84 s.
- Mäkilä, M. 1996.** Suomen soiden hiilitase ja turpeen hiilensitomiskyky verrattuna turvetuotannon ja turpeen käytön aiheuttamaan hiilipäästöön. Geologian tutkimuskeskus. Raportti P 36.4.002, 12 s.
- Mäkilä, M. 1997.** Holocene lateral expansion, peat growth and carbon accumulation in Haukkasuo, a raised bog in southern. Finland. *Boreas* 26, 4 p.
- Mäkilä, M. & Goslar, T. 2008.** The carbon dynamics of surface peat layers in southern and central boreal mires of Finland and Russian Karelia (Tiivistelmä: Etelä- ja keskiboreaalisten soiden pintakerroksen hiilidynamiikka). Helsinki. *Suo* 59, 46 -69.
- Mäkilä, M. & Grundström, A. 2008.** Turpeen ikä ja kerrostumisnopeus Lounais-Suomen soilla. Geologian tutkimuskeskus, Etelä-Suomen yksikkö. *Posiva*. Työraportti 2008-12, 30 s.
- Mäkilä, M. & Moisanen, M. 2007.** Holocene lateral expansion and carbon accumulation of Luovuoma, a northern fen in Finnish Lapland. *Boreas* 36, 198–210.

- Mäkilä, M. & Muurinen, T. 2008.** Kuinka vanhoja ovat Pohjois-Suomen suot? *Geologi* 60, 179-184.
- Mäkilä, M. & Saarnisto, M. 2008.** Carbon accumulation in boreal peatlands during the Holocene – impacts of climate variations, 24-43. In: Strack, M. (ed.) *Peatlands and climate change*, 223 p.
- Mäkilä, M., Saarnisto, M. & Kankainen, T. 2001.** Aapa mires as a carbon sink and source during the Holocene. *Journal of Ecology* 89, 589-599.
- Mäkilä, M., Säävuori, H. & Grundström, A. 2009.** Suomen soiden ikä. Etelä-Suomen yksikkö. Turvetutkimusselostus 103/2009, 14 s. Summary: The age of Finnish mires.
- Mäkilä, M. & Toivonen, T. 2004.** Rate of peat accumulation and its variability during the Holocene. In: Päivänen, J. (ed.) *Wise Use of Peatlands*, proceedings of the 12th International Peat Congress. 6-11 June 2004. Tampere, Finland. Oral Presentations. International Peat Society 1, 50-55.
- Mörnsjö, T. 1968.** Stratigraphical and chemical studies of two peatlands in Scania, South Sweden. *Boaniska Notiser* 121, 343-360.
- Naucke, W. 1976.** Chemie von Moor und Torf. In: Göttlich, K. *Moor- und Torfkunde*, 134-148.
- Nilsson, T. 1975.** Kompendium i kvartärpaleontologi och kvartärpaleontologiska metoder (Compendium in Quaternary palaeontology and palaeontological methods). Rahms, Lund.
- Neuhäusl, R. 1972.** Subkontinentale Hochmoore und ihre Vegetation. *Studie CSAV*. 13, 21 s.
- Nyholm, E. 1975.** Illustrated Moss Flora of Fennoscandia. II Musci. Fasc. 2, 2nd edition. *Swedish Natural Science Research Council*, 85 - 190.
- Nyholm, E. 1979.** Illustrated Moss Flora of Fennoscandia. II Musci. Fasc. 4, *Swedish Natural Science Research Council*, 287 - 408.
- Nyholm, E. 1979.** Illustrated Moss Flora of Fennoscandia. II Musci. Fasc. 5, *Swedish Natural Science Research Council*, 407 - 648.
- Nyholm, E. 1981.** Illustrated Moss Flora of Fennoscandia. II Musci. Fasc. 1, 2nd edition. *Swedish Natural Science Research Council*, 88 p.
- Nyholm, E. 1981.** Illustrated Moss Flora of Fennoscandia. II Musci. Fasc. 3, 2nd edition. *Swedish Natural Science Research Council*, 189 - 288.
- Nyholm, E. 1981.** Illustrated Moss Flora of Fennoscandia. II Musci. Fasc. 6, 2nd edition. *Swedish Natural Science Research Council*, 647 - 800.

- Nykänen, H., Alm, J., Silvola, J., Tolonen, K. & Martikainen, P. J. 1998.** Methane fluxes on boreal peatlands of different fertility and the effect of long-term experimental lowering of the water table on flux rates. *Global Biogeochemical Cycles* 12, 53–69.
- Økland, R. H., Økland, T. & Rydgen, K. 2001.** Scandinavian perspective on ecological gradients in northwest European mires: reply to Wheeler and Proctor. *Journal of Ecology* 89, 481-486.
- Okko, V. 1955.** Utajärven Pyykönsuo. *Suo* 5, 18-22.
- Oksanen, P. O. 2005.** Development of palsa mires on the northern European continent in relation to Holocene climatic and environmental changes. Luonnontieteellinen tiedekunta, Oulun yliopisto, 50 p.
- Olsen, C. 1921.** Studier over Jordbundens Brintionkoncentration og dens Betydning for Vegetationen, særlig for Plantefordelingen i Naturen. *Meddelelser fra Carlsberg Laboratoriet*, 15 Bd, Nr 1. Kjøbenhavn.
- Paajala, J., Karila, R. & Holappa, K. 1981.** Turpeen kemiallisia määrittämenetelmiä ja preparointitekniikkaa. Oulun yliopisto, Geologian laitos, 157 s.
- Paasio, I. 1963.** Pieni jäkälä- ja sammalkirja. Neljäs painos. Otava, 96 s.
- Paasovaara, P. 1986.** Riisitunturin alueen suotyypeistä. In: Viramo, J. (ed.) Riisitunturi: luonto ja tutkimus. Oulun yliopisto, Kuusamo. *Oulun yliopiston Oulangan biologisen aseman monisteita* 9, 51–87.
- Pakarinen, P. 1975.** Trophic classification of peatlands. *Suo* 26, 79-82.
- Pakarinen, P. & Tolonen, K. 1971.** Rahkaturpeen maatumisasteen määrittämenetelmistä. *Suo* 22, 48-50.
- Pakarinen, P. & Tolonen, K. 1977.** Vertical distribution of N, P, K, Zn and Pb in Sphagnum peat. *Suo* 28, 95 – 102.
- Papunen, H. 1966.** Framboidal texture of the pyretic layer found in a peat bog in SE-Finland. *Comptes Rendus de la Société 'géologique de Finlande*. N:o XXXVII, 117-125.
- Parikka, M., Karila, H., Railo, A., Pieniniemi, S., Salmi, J., Hytönen, M., Joensuu, O. & Rajasärkkä, A. 1999.** Pohjanmaan luonnonvarasuunnitelma. *Metsähallituksen metsätalouden julkaisuja* 26. Vantaa, 123 s.
- Picken, P. 2007.** Geological factors affecting on after-use of Finnish cut-over peatlands with implications on the carbon accumulation. *Publications of the Department of Geology* D 10. Helsinki, 119 p.
- Plant, J. A. & Raiswell, R. 1983.** Principles of environmental geochemistry. In: Thornton, I. (ed.) Applied environmental geochemistry. London: *Academic Press*, 39 p.

- Pollet, F. 1972.** Nutrient contents of peat soils in Newfoundland. *Proceedings of the 4th International Peat Congress*. Helsinki. 3, 461–468.
- von Post, L. 1922.** Sveriges geologiska undersöknings torvinventering och några av dess hittills vunna resultat. *Svenska Mosskulturföreningens Tidskrift* 1, 27 s.
- Puranen, R., Mäkilä, M. & Säätuori, H. 1999.** Electric conductivity and temperature variations within a raised bog in Finland: implications for bog development. *The Holocene* 9, 13-24.
- Päivänen, J. 1969.** The bulk density of peat and its determination. Seloste: Turpeen tilavuuspaino ja sen määrittäminen. *Silva Fennica* 3, 19 p.
- Päivänen, J. 1973.** Hydraulic conductivity and water retention in peat soils. *Acta Forestalia Fennica* 129, 70 p.
- Ramann, E. 1895.** Organogene Ablagerungen der Jetztzeit. *Neues Jahrbuch für Mineralogie, geologie und Palaeontologie*. X Beilage-Band. Stuttgart.
- Ratcliffe, D. A. 1964.** Mires and bogs. In: Burnet, J. H. (ed.) *The vegetation of Scotland*, 426-478. Oliver and Boyd, Edinburgh.
- Raunio, A., Schulman, A. & Kontula, T. (eds) 2008.** Suomen luontotyyppien uhanalaisuus – Osa 1. Tulokset ja arvioinnin perusteet. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. *Suomen ympäristö* 8/2008, 264 s.
- Rehell, S. 1985.** Oulun Pilpasuon ja sen ympäristön vesitaloudesta ja turpeen ominaisuuksista. Pro Gradu. Oulun yliopisto, Geologian laitos, 107 s.
- Rehell, S. 2006.** Land uplift phenomenon and its effects on mire vegetation. *The Finnish environment* 23, 145-154.
- Reinikainen, A. 1980.** Suoekosysteemi. Moniste. In: Eurola, S. (ed.) Suoseminaari -80. *Oulun yliopiston kasvitieteen laitoksen monisteita* 9, 14 s.
- Reynaud, C. & Hjelmroos, M. 1976.** Vegetational history and evidence of settlement on Hailuoto, Finland, established by means of pollen analysis and radiocarbon dating. *Aquilo Series Botanica* 14, 46–60.
- Reynaud, C. & Hjelmroos, M. 1980.** Pollen evidence and radiocarbon dating of human activity within the natural forest vegetation of the Pohjanmaa region (northern Finland). *Candollea* 35, 257–304.
- Rinkineva, L. & Molander, L-L. 1997.** Fladorna och glosjöarna i Norra Kvarken. Flads and gloes in northern Quark area. *Merenkurkun Neuvoston Julkaisut* 3, 42 s.
- Rose, A. W., Hawkes, H. E. & Webb, J. S. 1979.** Geochemistry in mineral exploration. 2nd edition. Amsterdam, *Academic Press*, 657 p.

- Ruuhijärvi, R. 1960.** Über die regionale Einteilung der nordfinnischen Moore. *Annales botanici Societatis zoologicae-botanicae Fennicae Vanamo* 31, 360 s.
- Ruuhijärvi, R. 1963.** Zür Entwicklungsgeschichte der nordfinnischen Moore. *Annales botanici Societatis zoologicae-botanicae Fennicae Vanamo* 34, 40 s.
- Rybniček, K. & Rybničkova, E. 1968.** The history of the flora and vegetation on the Blato mire in south-eastern Bohemia, Czechoslovakia. *Folia Geobotanica. Phytotaxonomica* 3, 117–142.
- Rybnicek, K. & Rybnickova, E. 1974.** The origin and development of waterlogged meadows in the central part of the Šumava Foothills. *Folia Geobot. Phytotax.* 9, 45-70.
- Rybnicek, K. 1985.** A central European approach to the classification of mire vegetation. *Aquilo Series Botanica* 2, 19-31.
- Rönkä, A. 1985.** Hailuodon Kiimisuon paleoekologiasta. Pro gradu. Oulun yliopisto, Kasvitieteen laitos, 64 s.
- Saarinen, T., Vasander, H. & Tolonen, K. 1996.** Roots as input of carbon in undrained sedge fens. In: Roos, J. (ed.) The Finnish Research Programme on Climate Change. Edita. Helsinki. Final Report. *Publications of the Academy of Finland*, 345-352.
- Saarnisto, M. 2000.** Shoreline displacement and emergence of lake basins. Geological Survey of Finland, Special Paper 29, 25-34.
- Saarnisto, M. & Salonen, V-P. 1995.** Glacial history of Finland. In: Ehlers, J., Kozarski, S & Gibbard, P. (eds) *Glacial deposits in North-East Europe*, 3-10. A.A. Balkema, Rotterdam.
- Salmi, M. 1950.** Turpeiden hivenaineista. Geologinen tutkimuslaitos, *Geoteknillisiä julkaisuja* 51, Helsinki, 20 s.
- Salmi, M. 1955.** Prospecting of bog covered ore by means of peat investigations. *Bulletin de la Commission géologique de Finlande* 169, 34 p.
- Salmi, M. 1958.** Soiden peittämän kallioperän vaikutus turpeiden pH-arvoihin. In: Marmo, V. (ed.) Geokemiallinen ja biogeokemiallinen malminetsintä. Geologinen tutkimuslaitos, *Geoteknillisiä julkaisuja* 61. Helsinki, 29–39.
- Salmi, M. 1967.** Peat prospecting: Applications in Finland. In: Kvalheim, A. (ed.) Geochemical Prospecting in Finlandia. *Interscience Publishers a division of John Wiley & Sons*. Chapter 9, 113-126.
- Salmi, M. 1972.** Present developmental stages of palsas in Finland. Otaniemi, 121-141.
- Salomons, W. 1995.** Environmental impact of metals derived from mining activities: Processes, predictions, prevention. *Journal of Geochemical Exploration* 52, 5-23.

- Scheffer, R. A., van Logtestijn, R. S. P. & Verhoeven, J. T. A. 2001.** Decomposition of *Carex* and *Sphagnum* litter in two mesotrophic fens differing in dominant plant species. Research Papers. *Oikos* 92, 44-54.
- Sauramo, M. 1940.** Suomen luonnon kehitys jääkaudesta nykyaikaan. Helsinki & Porvoo, 286 s.
- Schneekloth, H. 1965.** Die Rekurrenzflächen im groben Moor bei Gifhorn – eine zeitgleiche Bildung? *Geologisches Jahrbuch* 85, 135-146.
- Schneekloth, H. 1968.** The significance of the limiting horizon for the chronostratigraphy of raised bogs: Results of a critical investigation. *Proceedings of the 3rd International Peat Congress, Quebec*, 116 p.
- Schnitzer, M. 1978.** Humic substances: Chemistry and reactions. In: Schnitzer, M & Kahn, S. (ed.) *Soil organic matter*. Amsterdam. Elsevier, 58 p.
- Schulin, R., Geiger, G. & Furrer, G. 1995.** Heavy metal retention by soil organic matter under changing environmental conditions. In: Salomons, W. & Stigliani, W. M. (eds) *Biogeochemistry of Pollutants in Soils and Sediments: Risk Assessment of Delayed and Non-Linear Responses*. Berlin: Springer-Verlag, 53-85.
- Sepponen, P. 1989.** On the chemical composition of berry plants in ploughed forest regeneration areas. In: Pulkkinen, E. (ed.) Symposium on Environmental geochemistry in Northern Europe. Geological Survey of Finland, Chemistry Department. Rovaniemi Finland October 17 – 19.1989, 63 p.
- Seppä, H. 1995.** Turvestratigrafisen tutkimuksen historiasta ja kvartaaritieteellisestä merkityksestä Pohjoismaissa. On the history and Quaternary scientific significance of peat stratigraphical research in the Nordic countries. Suoseura, Finnish Peatland Society. *Suo* 46, 39-54.
- Seppä, H. & Hammarlund, D. 2000.** Pollen-stratigraphical evidence of Holocene hydrological change in northern Fennoscandia supported by independent isotopic data. *Journal of Paleolimnology. Springer Netherlands* 24. 1/ June, 69-79. Earth and Environmental Science.
- Seppälä, M. 2005.** Dating of Palsas. Geological Survey of Finland, Special Paper 40, 79-84.
- Seppälä, M. 2006.** Palsa mires in Finland. *The Finnish environment* 23, 155 - 162.
- Seppälä, M. & Koutaniemi, L. 1985.** Formation of string and pool topography as expressed by morphology, stratigraphy and current processes of a mire in Kuusamo, Finland. *Boreas* 14, 287-309.

- Sernander, R. 1890.** Om förekomster af subfossila stubbar på svenska insjöans botten. Afdrag ur *Botaniska Notiser*.
- Sikora, L. J. & Keeney, D. R. 1983.** Further aspects of soil chemistry under anaerobic conditions. In: Gore, A. J. P. (ed.) *Mires: Swamp, Bog, Fen and Moor. Ecosystems of the World 4 A*, 247-256.
- Sillanpää, M. 1972.** Distribution of trace metals in peat profiles. *Commission I and V of IPS Proceedings of the 4th International Peat Congress*, Otaniemi, Finland V, 185 – 192.
- Sillanpää, M. 1975.** Hivenaineet suoprofilissa. *Suo* 26, 41-51.
- SILMU. 1966.** Publications of the Academy of Finland 4/96, 345-352.
- Sirén, G. 1961.** Skogsgränstallen som indikator för klimatflukryationerna in norra Fennoskandien under historic tid. *Communicationes Institut forestalis Fenniae* 54, 66 s.
- Sjörs, H. 1971.** Ekologisk botanik: Almqvist & Wiksell, Stockholm.
- Sjörs, H. 1991.** Phyto- and necromass above and below ground in a fen. *Holarctic Ecology* 14, 208-218.
- Simonen, A. 1990.** Kallioperä. In: Alalammi, P. (ed.) Suomen kartasto, vihko 123-126, 4 s.
- Sneddon, J. I., Farstad, L. & Lackulich, L. M. 1971.** Fiber content determination and the expression of results in organic soils. *Canadian Journal of Soil Science* 51, 138-141.
- Sonesson, M. 1970.** Studies on mire vegetation in the Torneträsk area, Northern Sweden. IV. Some habitat conditions of the poor mires. *Botaniska Notiser* 123, 67-111.
- Solmari, H. & Vasander, H. 1981.** Neljän kasviyhdyksunnan kasvibiomassa ja -tuotos. *Suo* 32, 97-99.
- Sundh, I., Nilsson, M., Granberg, G. & Svensson, B. H. 1994.** Depth distribution of microbial production and oxidation of methane in northern boreal peatlands. *Microbial Ecology* 27, 253–265.
- Swanson, D. K. 2007.** Interaction of mire microtopography, water supply, and peat accumulation in boreal mires. Suoseura, Finnish Peatland Society. *Suo* 58, 37-47.
- Tahvanainen, T. 2004.** Water chemistry of mires in relation to the poor-rich vegetation gradient and contrasting geochemical zones of northeastern Fennoscandian Shield. *Folia Geobotanica* 39, 353-369.
- Tanskanen, H. 1972.** Hivenalkuaineiden vertikaalisesta esiintymisestä turvekerrostumassa. *Suo* 23, 63-68.
- Terho, A. 1976.** Eräiden Pohjois-Satakunnan soiden stratigrafiasta ja fysikaalis-kemiallisista ominaisuuksista. Turun yliopisto, Geologian laitos, 15 s.

- Tikkanen, M. & Korhola, A. 1993.** Divergent successions in two adjacent rocky basins in southern Finland: A physiographic and paleoecological evaluation. *Annales Academiae Scientiarum Fennicae A III. Geologica- Geographica* 157, 26 p.
- Tolonen, K. 1967.** Über die Entwicklung der Moore im finnischen Nordkarelien. *Annales Botanici Fennici* 123, 219 - 416.
- Tolonen, K. 1974.** On the nutrient content of surface water in ombrotrophic mire complexes in Finland. *Suo* 25, 41 - 51.
- Tolonen, K. 1976.** Soiden kehityshistorian tutkimusmenetelmistä. *Suo* 17, 93-102.
- Tolonen, K. 1977.** On dry matter accumulation and bulk density values in three south finnish raised bogs. *Suo* 28, 8 p.
- Tolonen, K. 1984.** Interpretation of changes in the ash content of ombrotrophic peat layers. *Bulletin Geological Society Finland* 56, 207 - 219.
- Tolonen, K. & Hosiaislouma, V. 1978.** Chemical properties of surface water in Finnish ombrotrophic mire complexes with special reference to algal growth. *Annales Botanici Fennici* 15, 55 - 72.
- Troels-Smith, J. 1955.** Karakterisering af løse jordarter. (Characterisation of unconsolidated sediments). *Danmarks Geologiske Undersøgelser, Serie IV.* 3, 73 p.
- Tuominen, S, Eeronheimo, H. & Toivonen, H. (eds) 2001.** Yleispiirteinen biotooppiluokitus. *Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja, Sarja B No 57.* Vantaa 2001, 37 – 41.
- Urvas, L. 1980.** Etelä- ja Pohjois-Suomen luonnontilaisten turpeiden viljavuuserot. Comparison of the chemical properties of virgin peat soils in southern and northern Finland. *Suo* 31, 27 – 32.
- Vartiainen, T. 1980.** Succession of island vegetation in the land uplift area of the northernmost Gulf of Bothnia, Finland. *Acta Botanica Fennica* 115, 105 p.
- Vasander, H. 1981a.** Keidasrämeen biomassa ja tuotos. (Plant biomass and production in an ombrotrophic raised bog). *Suo* 32, 91-94.
- Vasander, H. 1981b.** Luonnontilaisen keidasrämeen sekä lannoitetun ojikon ja muuttuman ravinnevarat (Nutrients in an ombrotrophic bog ecosystem in the virgin state and after forest improvements). *Suo* 32, 137-141.
- Vasander, H. 1983.** Esimerkki keidassoiden ojitus- ja lannoitustoiminnan heikosta kannattavuudesta (The low profitability of draining and fertilizing sparsely free covered ombrotrophic bogs for forestry purposes: A case study). *Suo* 34, 93-97.

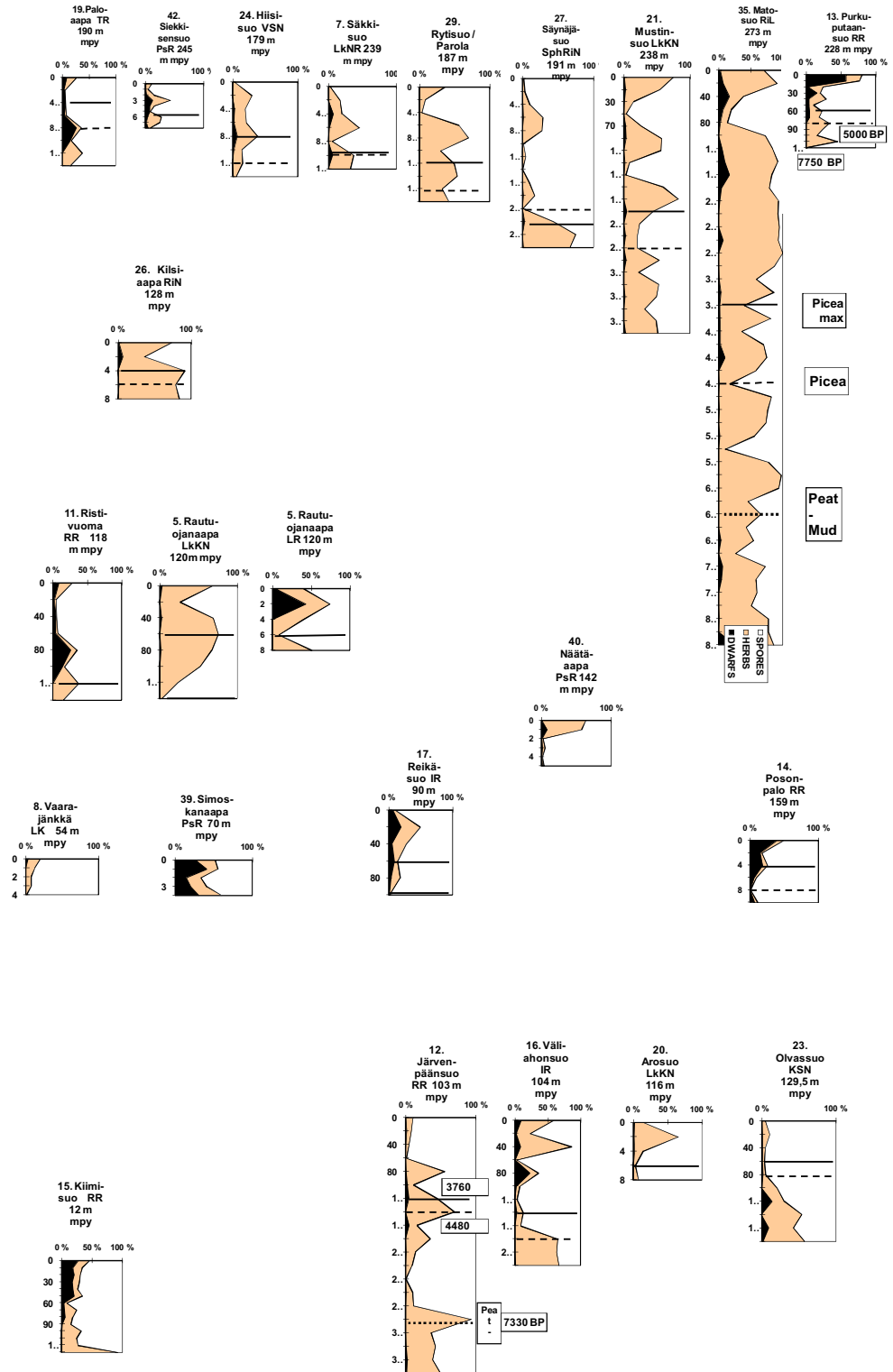
- Vasari, Y. 1962.** A study of vegetational history of Kuusamo district (North East Finland) during the Late-Quaternary period. *Annales botanici Societatis zoologicae-botanicae Fennicae Vanamo* 33, 142 p.
- Vasari, Y. 1963b.** Studies on the vegetational history of the Kuusamo district (North East Finland) during the Late-quaternary period. II. Radiocarbon datings. Preliminary report. *Annales archaea Societatis zoologicae-botanicae Fennicae Vanamo* 18, 121–127.
- Vasari, Y. 1964b.** Studies on the vegetational history of the Kuusamo district (North East Finland) during the Late-quaternary period. IV. The age and origin of some presentday vegetation types. *Annales Botanici Fennici* 2, 248-273.
- Vasari, Y. 1966.** Suomen myöhäisjääkauteen kasvillisuus. (Late-Glacial vegetation in Finland.) *Terra* 81, 267-273.
- Vasari, Y. 1974.** The vegetation of Northern Finland – past and present. *Inter-Nord* 13, 17-36.
- Vegetationstyper i Norden,** TemaNord, 1994:665, 627 s.
- Virkkala, K. & Valovirta, V. 1957.** *Suomen geologinen kartta*. Raate, Vuokkijärvi. Maaperäkartan selitys. Geologinen tutkimuskeskus, 27 s.
- Viro, P. 1955.** Loss of nutrients and natural nutrient balance of the soil in Finland. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 42, 45 p.
- Virtanen, K. 1994.** Geological control of iron and phosphorous precipitates in mires of Ruukki-Vihanti area, Central Finland. *Geological Survey of Finland, Bulletin* 375, 69 p.
- Virtanen, K. 2006.** Soistuminen ja turvekerrostumien muodostuminen. In: Rätty M. *et al.* (eds) *Paludification, Terrestrialisation, Primary Mire Formation and Peat Deposition*. IV Maaperätieteen päivien laajennetut abstraktit. *Pro Terrae* 29/2006, 12-14.
- Virtanen, K., Hänninen, P., Kallinen, R.-L., Vartiainen, S., Herranen, T. & Jokisaari, R. 2003.** Suomen turvevarat 2000. Summary: The peat reserves of Finland in 2000. Geologian tutkimuskeskus, Tutkimusraportti 156, 101 s.
- Walker, D. 1970.** Direction and rate of change of some British Post-glacial hydroseres. In: Walker, D. & West, R. G. (eds.) *Studies in the vegetational history of the British Isles*, 117-139. Cambridge: Cambridge University Press.
- Warén, H. 1924.** Untersuchungen über die Botanische entwicklung der Moore mit berücksichtigung der chemischen Zusammensetzung des Torfes. *Wissenschaftliche Veröffentlichungen des Finnischen Moorkulturvereins* 5, 95 s.

- Weber, C. A. 1902.** Über die Vegetation und Entstehung des Hochmoors von Augstumal im Memeldelta, mit vergleichenden Ausblicken auf andere Hochmoore der Erde. Berlin, 252 s.
- Weber, C. A. 1907.** Aufbau und Vegetation der Moore Norddeutschlands. *Beiblatt zu den Botanischen Jahrbüchern* 90, 19-43.
- Weber, C. A. 1911.** Das Moor. *Hannoversche Geschichtsblätter* 14, 255-270.
- Wells, E. D. & Zoltai, S. 1985.** Canadian system of wetland classification and its application to circumboreal wetlands. *Aquilo Series Botanica* 21, 42-52.
- Westman, C. J. 1981.** Fertility of surface peat in relation to the site type and potential stand growth. Faculty of Agriculture and Forestry of University of Helsinki, 78 p.
- Wheeler, B. D. & Proctor, M. C. F. 2000.** Ecological gradients, subdivisions and terminology of north-west European mires. *Journal of Ecology* 88, 187-203.
- Wilson, M, J. & Bell, N. 1996.** Acid deposition and heavy metal mobilization. *Applied Geochemistry* 11, 133 - 137.
- Winterhalter, B., Floden T., Ignatius, H., Axberg S. & Niemistö, L. 1981.** Geology of the Baltic Sea. In: Voipio, A. (ed.) The Baltic Sea. *Elsevier Oceanography Series* 30, 121 p.
- Vuorela, I. 1990.** Siitepölyanalyttinen tutkimus Puolangan kunnan kasvillisuuden kehityksestä. Geologian tutkimuskeskus, Ympäristötutkimukset. Raportti. Espoo, 19 s.
www.fmi.fi/saa/tilastot_146.html. Säättilastot.
www.environment.fi Tiedote 22.1.2004. Ympäristöministeriö.
- Vuorela, I. & Kankainen, T. 1991.** Siitepölyanalyttinen tutkimus asutuksen vaikutuksesta kasvillisuuteen Puolangan kunnan Kotilan kylässä. Geologian tutkimuskeskus, Maaperäosasto. Tutkimusraportti P34.4.100. Espoo, 21 s.
- Yliruokanen, I. 1980.** Hivenaineiden esiintyminen turpeessa. *Suoseminaari*. Oulun yliopisto, Kasvitieteen laitos, 15 s.
- Yong, R. N., Mohamed, A. M. O. & Warkentin, B. P. 1992.** Principles of contaminant transport in soils. *Developments in geotechnical engineering* 73. Amsterdam: Elsevier, 327 p.
- Zailer, V. & Wilk, L. 1907.** Über die Einfluss der Pflanzenkonstituenten auf die physikalischen und chemischen Eigenschaften des Torfes. *Zeitschrift für Moorkultur und Torfverwertung* 4.

LIITE 1

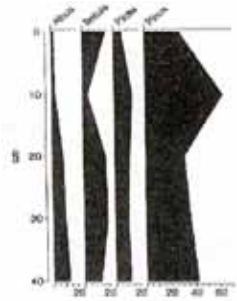
Tutkimusalueelta ja sen ympäristökunnista tutkitut soistumisen, järvien isolaatioiden sekä kuusen (*Picea*) ilmestymisen ja yleistymisen ajankohdat (BP)

Kunta	Suo / Järvi	Turvetta			Isolaatio /	Picea	Picea	Tutkija(t), ajoitustunnus
		m mpy	cm	cm	soistuminen BP	ilmestyy BP	maksimi BP	
Alatornio	Leväjänpää	94,5			Peat	6000±130 BP	Eronen,1974	
Alatornio	Varevuoma	116			8400±190	Peat 6640±260	Eronen,1974	
Hailuoto	Kiimisuo	11,9	130		950±130		Rönkä,1983	
Hailuoto	Kittilä	9			970		Hicks, 1988	
Hailuoto	Kaisto	10			1080		Hicks, 1988	
Hailuoto	Sipola	7,5			800		Hicks, 1988	
Hailuoto	Isoaukionsuo	4			400		Hicks, 1988	
Keminmaa	Kiimajänkkä	40	132		2590±140		Reynaud,Hjelmroos,1980, Hel-888	
Keminmaa	Kiimajänkkä	40			Decrease of spruce	1260 BP	Reynaud,Hjelmroos,1980, Hel-956	
Kestilä	Törmäsensuo	139,1	230			4500	Keskitalo,1982	
Kestilä	Ritikansuo	88,9	300			4500	Keskitalo,1982	
Kärsämäki	Kaatisaisneva	122,9	340	10		4500	Keskitalo,1982	
Kuivaniemi	Kaupinsuo	101-108	210		7340+/-100		Picken, 2007	
Kuivaniemi	Kaupinsuo	101-108	180		6780+/-140		Picken, 2007	
Kuusamo	Purkupuutansuo	228			7750±170		Miettinen, 1985	
Kuusamo	Maanselänsuo	257	170		9100±220	1900	Vasari 1963,1965	
Kuusamo	Kangerjoki	288	142		8240±190	4980±140	Hicks,1975	
Kuusamo	Liippasuo I	357			8040±180		3120 Seppälä,Koutaniemi, 1985	
Kuusamo	Liippasuo 2	357	334	194	7640±160	4830±90	3940 Seppälä,Koutaniemi, 1985, Hel-1249	
Oulu	<i>Pilpajärvi</i>	40		122		4000±60	Reynaud, Hjelmroos, 1976	
Paltamo	Isosuo	145,7	470	70		4800	Keskitalo,1982	
Paltamo	Likasuo	174,3	340	10		4800	Keskitalo,1982	
Paltamo	Laattaansuo	187	370	30		4800	Keskitalo,1982	
Pello	<i>Valkiajärvi</i>	188		140	9260±220		Saarnisto 1981	
Pello	<i>Purajärvi</i>	142,3		50	8650±180		Hyvärinen,Sepponen,1988	
Pello	<i>Lupojärvi</i>	91,8		7	7860±150		Saarnisto 1981, Hel-797	
Posio	<i>Kolmiloukkonen</i>	344				3620±140	Vasari 1962	
Posio	Maaselänpuro	248			8440		Heikkinen, 1975, Hel-785	
Puolanka	Vasikkasuo I	270	220	65	8610±80	4680±70	Vuorela,1990	
Puolanka	Vasikkasuo II	270	130		5000	4000	Vuorela,Kankainen,1991	
Raahe	<i>Merijänjärvi</i>	30			2640±55		Reynaud, Hjelmroos, 1980	
Rantsila	Kärenahonkortteikko	90,9	320			4400	Keskitalo,1982	
Rantsila	Huhanneva	87-93	350		5820±90		Picken, 2007	
Rantsila	Huhanneva	87-93	180		4420±90		Picken, 2007	
Rovaniemi	<i>Alempi Silmäslampi</i>	197,3		67	8780±160		Juola-Helle 1982	
Rovaniemi	<i>Ylempi Silmäslampi</i>	206,7		180	9030±200		Saarnisto 1981, Hel-781	
Rovaniemi	Kuprujätkä	91			6800		Juola-Helle 1982	
Rovaniemi	<i>Kaakkurilampi</i>	79,2	10		5950±110		Saarnisto 1981, Hel-1334	
Rovaniemi	<i>Kaakkurilampi</i>	79,2	10		6220±121		Saarnisto 1981, Hel-1335	
Ruukki	Tervasneva	49,5	180			4300	Keskitalo,1982	
Ruukki	Järvineva	50-52	220		4130+/-80		Picken, 2007	
Ruukki	Järvineva	50-52	210		3490+/-100	Sph started 3240+/-90	Picken, 2007	
Salla	<i>Kaakkurilampi</i>	180			9075±160		Sorsa 1965	
Simo	Peurasuo	17,6			1500		Lukkala 1933	
Tervola	Kivalo A	305	63		6790±100	2580±90	Hyvärinen & Sepponen 1988	
Tervola	Kuprujätkä	91			6800±		Juola-Helle 1982	
Utajärvi	<i>Ahmasjärvi</i>	98			8370±280		Eronen,1974	
Utajärvi	<i>Ahmasjärvi</i>	98,5		366		4740±150	Reynaud,Hjelmroos,1980, Hel-884	
Utajärvi	Järvenpäänsuo	103	292		7330±150	4480±120 3760±125	Holappa,1975	
Utajärvi	Sotkasuo	81	95		5090±170	3320±180 2720±170	Reynaud,Hjelmroos,1980	
Vaala	<i>Nimisjärvi</i>	135,5		254	10950±210	4750±230	hard water efect Reynaud & Hjelmroos 1980, Hel-756, Hel-760	
Vihanti	<i>Järvelänjärvi</i>	100		192	5850±190	4830±170 4150±190	Reynaud,Hjelmroos,1980, Hel-887, Hel-960	
Ylikkieminki	<i>Vähä-Vuotunki</i>	93,5			6480±150	Clypeys-limit 6980±220 BP	Eronen,1974	
Ylikkieminki	<i>Lapinlampi</i>	86,9		15		3930±110	Saarnisto, 1981, Hel-1332 "clypeus"	
Ylikkieminki	<i>Lapinlampi</i>	86,9		10	6430±90		Saarnisto, 1981, Hel-1333	
Ylitornio	Kaakonlantto	50			920		Reynaud & Hjelmroos 1980	
Ylitornio	Kivilompolon jätkä	110			7590±230		Eronen,1974	
Ylitornio	<i>Iso-Mustajärvi</i>	75			5380±65	3910±60	Reynaud,Hjelmroos,1980, Lu-1431	
Ylitornio	<i>Iso-Mustajärvi</i>	70		6	4820±170		Saarnisto, 1981, Hel-938	

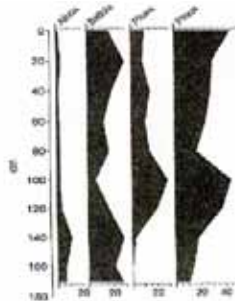


LIITE 2. Varpujen ja ruohokasvien siitepölyjen sekä itiöiden suhteelliset osuudet eri soissa (% , musta = varvut, Dwarfs; harmaa = ruohot, Herbs; valkea = itiökasvit, Spores). Turpeen ja liejun rajakohdan syvyys merkitty pisteiviivituksella, kuusen (Picea) ilmestyminen katkoviivalla ja voimakas yleistyminen yhtenäisellä viivalla. Radiohiiliajoitukset Järvenpäänsuosta (12) ja Purkuputaansuosta (13).

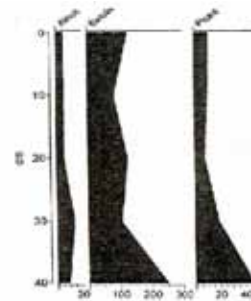
Tutkimusalueen soista tehdyt siitepölydiagrammit (*Alnus*, *Betula*, *Picea*, *Pinus*). Kohteet näkyvät myös kuvasta 1.



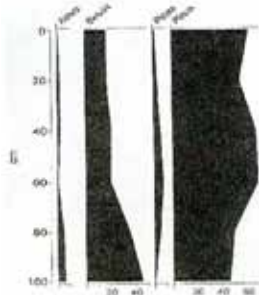
8. TORNIO, Vaarajänkä
54 m a.s.l., n 7329933, e 3377064
(Analysed by Eira Huikka)



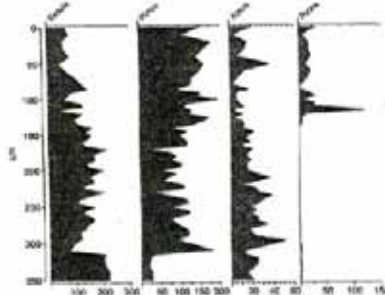
8. TORNIO, Vaarajänkä
54 m a.s.l., n 7329767, e 3377159
(Analysed by Eira Huikka)



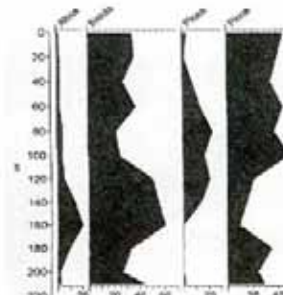
39. SIMO, Simoskanaapa
70 m a.s.l., n 7307416, e 3419597
(Analysed by Eira Huikka)



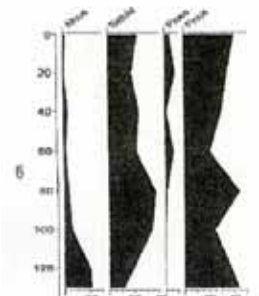
17. UTAJÄRVI, Reikäsuo 90 m a.s.l.,
n 7175125, e 3488601
(Analysed by Eira Huikka)



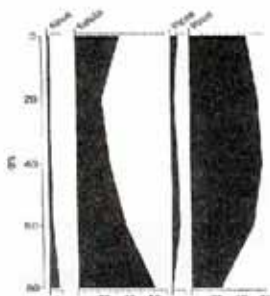
12. UTAJÄRVI, Järvenpäänsuo
103 m a.s.l., 7193937 e 3483399
(Holappa 1976)



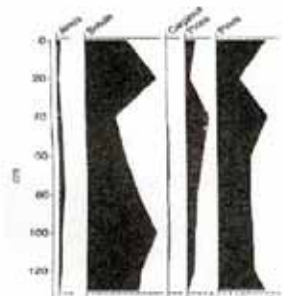
16. UTAJÄRVI, Välihänsuo
104 m a. s.l., 7197200, e 3484001
(Analysed by Eira Huikka)



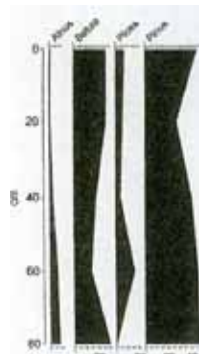
5. SIMO, Rautuojanaapa
109 m a.s.l., n 7332999, e 3431991
(Analysed by Eira Huikka)



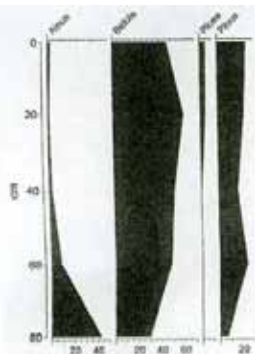
20. PUDASJÄRVI, Arosuo
116 m a.s.l., n 7235696, e 3470804
(Analysed by Eira Huikka)



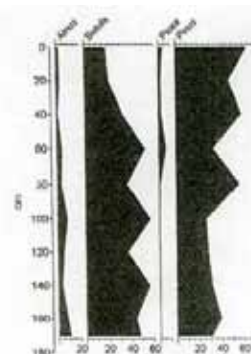
11. TERVOLA, Ristivuoma
118 m a.s.l., n 7358390 e 3403595
(Analysed by Eira Huikka)



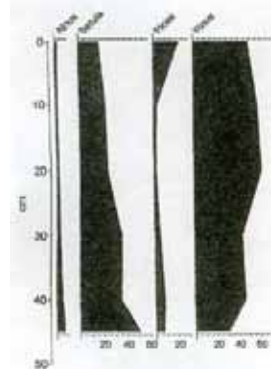
5. SIMO, Rautuojanaapa
120 m a.s.l., n 7332490, e 3433678
(Analysed by Eira Huikka)



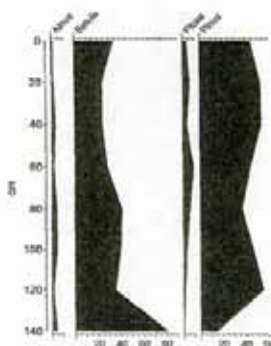
26. TERVOLA, Kilsiaapa
128 m a.s.l., n 7360705, e 3402084
(Analysed by Eira Huikka)



23. UTAJÄRVI, Oivassuo
129,5 m a.s.l., n 7219740, e 3511340
(Analysed by Eira Huikka)



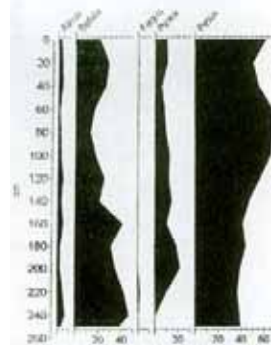
40. RANUA, Näätäaapa
142 m a.s.l., n 7316386, e 3460463
(Analysed by Eira Huikka)



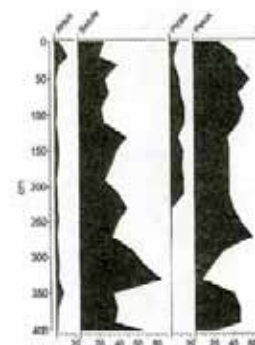
24. RANUA, Hiisisuo
179 m a.s.l., n 7330291, e 3502250
(Analysed by Eira Huikka)



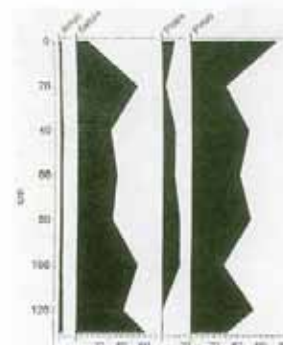
19. RANUA, Paloaapa
190 m a.s.l., n 7339209, e 3479708
(Analysed by Eira Huikka)



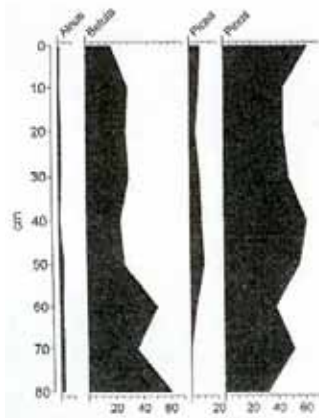
27. SUOMUSSALMI, Säynäjäsuo
191 m a.s.l., 7191934, e 3599077
(Analysed by Eira Huikka)



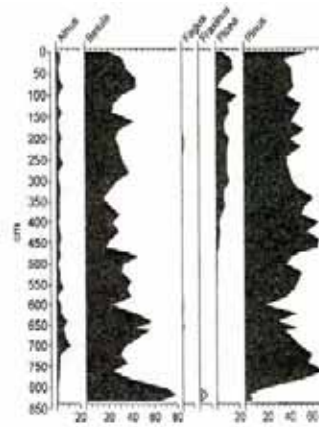
21. KUHMO, Mustinsuo
238 m a.s.l.,
n 7153412, e 3589122
(Analysed by Eira Huikka)



7. SUOMUSSALMI, Sakkisuo
239 m a.s.l., n 7218571, e 3587833
(Analysed by Eira Huikka)



42. TAIVALKOSKI, Siekkisensuo
 245 m a.s.l.,
 n 7281482, e 3554138
 (Analysed by Eira Hiukka)



35. KUUSAMO, Matosuo
 273 m a.s.l.,
 n 7295721, e 3637611
 (Analysed by Eira Hiukka)

Makrosubfossiilianalyysin määritetyt eri suotyypien turpeiden kasvilajien keskimääräiset osuudet (%) v. Postin (1922) maatumisasteikon mukaan lajitelluista turvenäytteistä (n = 1079), keskiarvot (\bar{x}), standardipoikkeamat (s_d), moodit (mo) ja havaintojen lukumäärä (n), kasvilaji tunnistettu (*)

	H₁			H₂			H₃			H₄			H₅			H₆			H₇			H₈			H₉											
	x	sd	mo	x	sd	mo	x	sd	mo	x	sd	mo	x	sd	mo	x	sd	mo	x	sd	mo	x	sd	mo	n											
Lignidi	3,9	5,3	1	14	8,4	8,5	2	26	9,8	13,6	1	163	16,8	15,9	5	168	26,6	22,4	10	152	35,8	24,7	10	48	26,8	27,3	5	22	37,5	46,0	2					
<i>Alnus</i> spp.									9,0			1					32,7	22,6		3	30,0	14,1		2												
<i>Betula</i> spp.	1,5	0,5	1	6	5,0	4,7	1	7	7,8	5,4	15	10	11,1	12,0	8	13	17,5	18,4	10	22	55,0	35,4		2	35,0	7,1		2								
<i>Picea abies</i>	1,0		1	4,0	1,4		2	2,8	1,7		4	2,9	1,7	1	8	6,3	5,8		6																	
<i>Pinus silvaticus</i>	1,6	0,7	1	8	2,0	0,8	2	4	4,2	5,7	1	11	6,6	7,6	3	5	8,0	9,9		2																
Nanolignidi	6,1	6,4	5	62	7,2	7,7	74	7,5	7,5	5	197	8,8	9,2	5	130	12,5	9,8	20	49	30,2	26,1	40	5	36,3	14,3		4		3,0	1						
<i>Andromeda polifolia</i>	4,0	2,7	5	8	6,0	5,1	3	8	1,9	1,0	2	8	6,7	2,9	5	3																				
<i>Betula nana</i>	2,4	1,1	2	5	1,2	0,4	1	5	3,9	3,9	2	12	3,0	1,7	5	12	4,5	3,5		2																
<i>Calluna vulgaris</i>	5,0		1	4,0	5,2	1	3	1,0				1					2,0																			
<i>Empetrum nigrum</i>	7,0	6,2	10	9	2,2	1,6	1	6	1,0		1	3	5,0		1	1,0				1																
<i>Ledum palustre</i>	2,0	1,4		2	2,0		1	3,5	2,1		2																									
<i>Rubus idaeus</i>																	1,0			1																
<i>Vaccinium microcarpum</i>	2,8	2,1	1	4	3,8	3,8	1	5	1,5	0,7		2	1,0		1																					
<i>V. myrtillus</i>	2,0	1,4		2	10,0																															
<i>V. oxycoccos</i>	6,3	5,4	1	9	3,6	3,2	1	8	5,9	3,2	5	46	4,2	3,0	2	20	2,0	0,0		2																
<i>V. uliginosum</i>	4,0	3,2	3	6	1,0			1																												
<i>V. vitisidaea</i>	2,0			1																																
Cyperaceae, total	13,9	10,7	15	39	18,2	18,1	10	77	24,1	17,9	10	502	23,5	18,8	10	395	26,8	22,1	10	288	23,7	20,5	10	77	32,6	25,3	5	39	23,7	31,7	3	15,0	1			
Carex sp., total	16,5	10,4	5	20	24,5	22,2	5	34	28,7	17,6	30	321	25,6	18,6	10	269	31,0	22,6	20	189	24,3	20,3	10	46	31,7	23,3	10	23	34,5	36,1	2	15,0	1			
Eriophorum spp.	11,2	11,4	5	15	12,5	11,7	5	30	17,4	15,8	30	139	20,0	18,8	10	114	19,4	18,8	20	92	24,0	21,4	10	29	33,8	28,8	10	16	2,0		1					
<i>E. angustifolium</i>	20,4	14,9		13	10,0	7,1		2	8,3	6,5		3	8,8	7,7		4	3,5	2,1		2																
<i>E. latifolium</i>					3,5	2,1		2	40,0			1																								
E. vaginatum	11,6	13,1	2	10	13,7	11,9	10	16	22,5	16,1	10	82	27,8	21,9	5	55	21,7	15,3	15	19	37,0	24,0		2	48,0	38,9		4								
Poaceae, total	15,0		1	20,0	26,0	5	3	17,1	10,7	10	45	19,7	12,5	5	30	22,6	19,8	25	17	6,0	5,7	20	2	16,6	8,4		4									
<i>Galamagrostis</i> spp.																																				
<i>Molinia caerulea</i>	15,0		1	5,0		1	18,2	8,3		5	13,0	9,9		2	1,0					1																
<i>Phragmites australis</i>					5,0		1	16,1	11,1	10	34	19,9	12,3	15	15	25,1	23,6	10	7					3,0		1	20,0		1							
Trichophorum spp., total	12,5	8,7	5	4	14,8	13,3	10	13	10,7	12,6	10	42	10,5	13,3	5	11	8,4	6,5	5	7	6,5	4,9		2												
<i>T. alpinum</i>					20,0	7,5		4	15,6	17,3	10	18	35,0	14,1		2	20,0			1																
<i>T. caespitosum</i>	15,0	8,7	20	3	5,5	3,0	5	6	9,1	6,7	3	9	3,5	2,1		2																				
Herbs, total	6,6	5,5	9	9	8,1	6,4	5	28	12,8	10,2	5	554	14,1	11,4	5	449	14,1	13,3	10	297	14,7	14,3	5	70	17,8	18,3	10	19	23,0	13,9	15	3	18,8	7,5	15	4
<i>Calla palustris</i>	5,0		1		5,3	5,2	2	6	2,0	1,4		2	2,0	1,4		2	11,1	8,8	5	7	12,0	10,4	5	5	2,0		1									
<i>Cicuta virosa</i>					10,0		1	1,0	0,0	2																										
Equisetum spp., total	4,0		1	6,3	4,7	5	8	8,4	6,5	5	180	11,5	10,8	5	147	15,2	13,4	10	122	17,8	16,5	5	35	17,8	18,3	10	19	15,0	0,0	2	30,0		1			
<i>E. fluviatile</i>					13,3	7,6	20	57	12,8	6,9	10	47	16,6	9,3	15	16	19,0	15,2	10	5	29,7	25,5		3												
<i>E. sylvatica</i>	4,0		1	3,7	2,3	5	3	4,8	1,8	5	5	8,5	9,2	2	10,6	6,2		5	15,0	7,1		2														
<i>Filipendula ulmaria</i>													1,0			1																				
<i>Lycopodium inundatum</i>	20,0			1																																
Menyanthes trifoliata	6,0	1,4	5	2	10,0	7,7	5	12	12,7	8,8	10	180	17,8	12,3	10	173	12,1	10,9	10	74	19,5	13,8	10	12	12,0	4,5		5			15,0		1			
<i>Pedicularis palustris</i>					5,0		1																													
Potamogeton pusillus													1,0	0,0		2	1,0			1																
<i>P. alpinus</i>													1,0	0,0		2																				
Potentilla palustris	8,0		1	2,0		1	12,2	8,8	5	41	9,2	7,8	5	44	16,2	19,6	5	31	7,6	6,4	5	8								15,0		1				
<i>Rubus chamaemorus</i>	5,0		2	2,0		1																														
Scheuchzeria palustris					9,2	5,9	5	5	19,8	12,4	20	139	14,5	9,6	15	80	13,7	12,3	5	60	5,3	2,2	5	10	16,7	11,5	10	3	39,0		1	15,0	1			
<i>Selaginella selaginoides</i>					1,1	0,4	1	7																												
Sphagnum spp., total	25,8	21,7	10	75	30,5	26,4	20	131	14,8	17,0	5	758	9,5	11,3	5	461	5,5	5,9	1	221	5,2	6,5	1	54	4,5	5,7	1	21	2,7	2,1	3	2,0	1,4	2		
<i>S. angustifolium</i>	20,4	14,9	20	14	24,5	16,2	30	22	13,9	15,3	1	50	11,8	15,9	2	60	5,4	8,8	3	33	3,2	2,5	2	11	2,5	1,7	2	4								
<i>S. balticum</i>	12,6	12,4	5	16,6	13,6	20	13	23,7	14,9	30	39	6,6	5,9	5	8	10,0				1																
<i>S. capillifolium</i>	7,0		1	10,0		1	30,0	21,2				2	2,5	0,7	10		5,7	4,0		3																

Happamien ja emäksisten kallioperäalueiden sekä hiekkapohjaisten soiden minerotrofisen alkuainerikkaan pintaturpeen fysikaaliset ominaisuudet ja geokemia. Ombrotrofisia näytteitä ei ole otettu mukaan.

	Hapan kallioperä			Emäs kallioperä			Hk			Total		
	n	ka	sd	n	ka	sd	n	ka	sd	n	ka	sd
Kuivatiheys kg/m ³	53	62	34	15	77	0	17	66	27	85	65	32
Vesipitoisuus %	53	90	5	15	89	2	17	89	3	85	90	4
Tuhkapitoisuus %	53	9	10	15	8	7	17	8	8	85	9	9
pH	51	4	1	15	5	1	17	4	1	83	4	1
Amorfista ainesta %	40	30	21	10	33	22	9	29	18	59	30	20
H ₁₋₁₀	53	2	1	15	2	1	17	2	1	85	2	1
Alkuaineet ppm												
Al	53	1 315	2 456	15	1 347	1 972	17	517	369	85	1 161	2 124
Ca	52	4 297	4 299	15	6 893	6 663	17	3 605	2 729	84	4 620	4 635
Mn	53	811	2 727	15	301	204	17	981	3 614	85	755	2 673
Cu	53	11	9	15	11	10	17	9	7	85	10	9
Mg	53	1 362	973	15	1 630	1 230	17	759	245	85	1 289	965
Na	53	345	724	15	140	92	17	151	96	85	270	581
Pb	53	17	14	15	25	18	17	19	9	85	19	14
K	53	1 575	1 084	15	1 463	1 047	17	971	674	85	1 435	1 026
Zn	53	42	23	15	58	30	17	51	46	85	47	30
Fe	53	13 780	40 393	15	11 226	23 761	17	10 059	22 676	85	12 585	34 707
P	51	792	365	15	644	192	17	589	264	83	724	330

LIITE 7

Suotyypikerrostumien turpeiden fysikaaliset ja kemialliset ominaisuudet happamien ja emäksisten kivilajien sekä jotunisedimenttien alueilla sijaitseissa soissa. e= emäksinen kallioperä, h= hapan kallioperä, j = jotunisedimentit, x = keskiarvo, sd = keskiarvojen keskihajonta, n = näytemäärä. Suotyypien lyhenteiden selitykset ovat kuvassa 8.

Suotyyppi	mV	pH	T %	V %	kg / Org.		Al	Ca	Mn	Cu	Mg	Na	Pb	K	Zn	Fe	P	Fe/	Ca/	Ca/	Cu/	Fe/	
					m ³	%												Mn	Mg	K	Zn	P	Mn
e RhK	x	106	5,27	25,0	82,8	158,9	11,5	3837	5266	505	28	1564	526	7	607	62	14096	815	122,1	3,5	22,7	1,2	26,9
	sd	140	0,74	21,7	7,5	90,2	3,8	2878	5361	1255	19	884	1063	9	619	80	12448	416	127,3	1,6	45,8	1,7	30,8
	n	40	41	40	40	40	40	39	38	40	40	39	35	40	40	40	40	36	35	40	40	40	36
h Rhk	x	61	5,19	11,6	87,9	111,7	10,3	2916	4005	130	15	791	152	14	2253	108	13053	739	150,0	5,4	19,8	0,9	20,0
	sd	93	0,63	9,7	5,0	50,4	2,2	1750	2815	92	8	434	79	12	4580	207	9592	454	135,1	3,0	25,0	0,8	12,8
	n	24	34	34	34	33	34	34	34	33	34	34	34	34	34	33	34	31	33	34	34	33	31
e VK	x	140	4,21	4,3	87,3	120,8	12,1	4191	3253	85	19	847	82	10	832	31	1935	912	50,7	4,0	25,5	2,4	2,3
	sd	58	0,38	0,9	2,4	38,0	2,2	3011	1112	96	10	341	36	8	1124	40	797	349	33,7	1,1	25,7	2,0	1,0
	n	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
h VK	x	208	3,41	4,3	86,5	121,3	13,0	2719	1477	58	7,7	541	108	10	801	36	4046	1596	124,7	3,3	10,8	0,6	5,2
	sd	89	0,21	2,8	3,8	49,9	3,9	2309	760	66	4,0	346	58	8	967	27	4741	365	137,7	1,2	12,4	0,8	3,3
	n	3	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	2	2	2	2	2	2
e KR	x	156	3,81	7,3	85,8	108,6	12,7	2185	1550	81	10	536	63	14	1066	29	1723	1769	20,4	2,9	2,5	0,4	0,8
	sd	24	0,27	11,1	5,3	76,2	2,8	2022	530	66	8	198	15	9	983	8	899	1039	2,8	0,3	2,1	0,3	0,5
	n	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	2	2	7	7	7	2
h KR	x	174	4,08	8,5	88,7	95,9	9,8	3000	2770	63	10	591	104	10	548	25	5013	759	160,0	5,3	13,8	0,7	5,5
	sd	86	0,45	12,3	5,6	59,5	3,1	3184	2048	107	12	310	67	9	675	18	7587	548	87,0	3,5	15,5	0,9	3,6
	n	23	28	28	28	28	28	28	28	27	28	28	28	28	28	28	27	10	9	28	28	28	10
e IR	x	217	3,36	2,3	89,7	71,5	10,1	573	2238	126	3	744	72	15	681	33	752	591	47,2	3,8	4,7	0,2	1,1
	sd	21	0,33	0,8	2,8	22,5	2,7	335	561	125	1	291	14	6	633	20	616	282	102,6	2,7	2,2	0,1	0,6
	n	7	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
h IR	x	161	3,75	3,9	90,1	57,5	9,5	506	4845	48	7	889	110	15	1029	31	2232	630	165,5	5,3	9,8	0,3	3,1
	sd	93	0,47	2,1	2,8	16,0	2,8	364	3066	66	3	196	52	4	801	14	2639	208	178,5	2,7	12,8	0,2	2,7
	n	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
e RR	x	261	3,29	1,8	90,5	47,8	9,3	230	1901	84	3	793	96	10	647	21	1441	245	156,2	2,5	9,6	0,3	8,0
	sd	42	0,33	0,5	1,7	19,4	1,6	101	680	141	2	261	51	8	881	18	1370	112	190,3	0,9	7,9	0,4	8,9
	n	20	25	25	25	25	25	20	20	20	20	20	18	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
h RR	x	286	3,40	1,9	91,3	55,1	8,6	444	2940	84	4	714	192	9	554	33	671	356	97,8	4,5	12,2	0,1	2,3
	sd	48	0,39	0,8	2,3	15,0	2,2	424	2072	207	2	231	89	4	644	15	335	144	100,1	4,1	15,6	0,1	1,8
	n	16	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	16	16	23	23	23	16
j RR	x	344	3,29	1,1	92,3	39,8	7,6	135	1051	33	5	640	164	9	509	34	575	262	129,7	1,6	2,9	0,1	2,7
	sd	35	0,12	0,4	1,8	6,2	1,7	47	499	58	3	148	33	6	407	12	658	123	172,8	0,5	1,7	0,1	3,2
	n	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
e TR	x	225	3,43	2,1	88,4	104,4	11,3	1162	1255	33	5	511	66	5	168	13	1676	412	164,1	2,5	26,7	0,7	7,6
	sd	22	0,26	0,9	2,6	31,3	2,5	1267	458	43	3	131	27	6	302	16	978	242	157,4	0,7	35,0	0,7	8,3
	n	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
h TR	x	200	4,00	2,3	91,2	73,6	8,6	579	2965	33	4,76	514	84	7	412	19	2354	470	240,1	6,4	34,5	0,4	5,5
	sd	36	0,50	0,9	1,7	18,3	1,7	430	3123	56	4	185	50	5	988	15	1406	157	177,6	6,6	34,8	0,3	2,4
	n	19	24	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	20	20	25	25	25	20
e OmOIN	x	198	3,99	3,2	89,0	86,8	10,3	1603	1550	27	7	478	101	7	377	22	3206	344	222,7	3,6	17,5	0,6	10,1
	sd	58	0,44	2,2	4,2	42,6	3,2	1558	1131	36	4	281	82	8	782	17	1881	164	85,9	1,7	15,1	0,6	4,9
	n	17	32	32	32	32	32	28	29	29	29	28	28	29	28	29	28	17	20	28	28	28	16
h OmOIN	x	176	4,07	2,7	92,2	70,6	7,6	934	2497	17	5	516	116	5	151	24	2234	371	231,5	5,3	37,3	0,4	7,9
	sd	50	0,44	1,6	3,3	31,7	3,1	1703	1349	20	4	242	67	8	344	32	1210	188	173,2	2,9	23,8	0,4	3,9
	n	70	94	99	98	98	98	99	99	99	97	99	99	98	99	99	99	75	92	98	98	98	75
j OmOIN	x	294	3,47	1,6	90,9	86,5	9,0	155	966	8	2	424	90	4	83	9	2073	238	278,1	2,3	12,2	0,4	9,4
	sd	13	0,11	0,6	2,1	22,9	2,0	58	104	2	1	50	16	2	22	6	403	89	94,3	0,1	2,4	0,3	2,8
	n	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
e MeN	x	200	4,57	6,3	89,3	104,9	9,6	2285	2333	50	9	633	88	6	129	11	4086	534	155,4	4,8	37,8	1,3	8,8
	sd	118	0,48	10,3	4,5	50,2	2,6	1764	1088	54	8	350	67	8	171	11	3868	206	109	3,6	28,7	1,3	10,9
	n	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63
h MeN	x	110	4,72	3,8	91,7	76,3	8,0	1465	2845	37	6	540	119	6	180	32	5647	574	259,4	6,0	35,0	0,7	13,4
	sd	74	0,40	1,7	1,8	20,6	1,7	1247	2139	36	3	405	82	10	447	45	3648	249	219,6	2,5	25,5	1,0	7,4
	n	62	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	65	79	88	88	88	65
e LuN	x	59	4,96	4,1	88,7	98,5	11,0	2488	2885	64	10	633	74	1	77	16	8973	314	135,4	4,5	42,1	0,8	38,0
	sd	32	0,32	1,6	1,7	29,7	1,8	1376	1236	52	6	183	21	2	25	13	6242	70	12,9	1,1	19,4	0,4	14,4
	n	8	16	16	16	16	16	14	13	14	14	14</											

e OY	x	183	4,20	2,4	87,1	68,7	15,9	1015	1958	125	4	492	67	4	67	6,8	4926	424	177,0	4,0	48,6	0,7	14,9
	sd	49	0,43	2,1	1,9	41,5	15,8	970	971	165	2	195	28	3	36	2,3	3384	195	152,2	1,0	56,5	0,4	13,5
	n	9	24	24	24	24	24	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
h OY	x	168	4,18	3,0	87,8	103,7	12	1167	2603	15	4	347	70	6	355	16	2184	402	637,8	8,9	27,1	0,5	5,3
	sd	8	0,47	0,8	4,0	40,9	4	1265	2534	23	2	266	61	6	863	12	407	62	102,7	8,3	23,1	0,4	0,6
	n	8	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	3	3	12	12	12	3
e MY	x	93	5,19	7,3	88,7	101,9	10	3751	4568	190	17	1108	136	5	236	19	11754	810	85,7	5,5	53,3	1,4	25,8
	sd	90	0,55	8,1	3,3	39,9	3	3356	1772	209	17	539	123	8	463	22	8791	1202	45,0	7,8	50,7	1,3	25,5
	n	57	73	63	63	63	63	57	58	58	58	58	56	58	58	58	58	48	53	58	58	58	48
h MY	x	99	4,60	6,7	87,7	119,0	11	3598	2142	61	13	413	104	4	156	35	9632	916	204,6	5,5	27,5	0,7	19,6
	sd	78	0,63	10,8	5,6	66,1	3	2664	1387	101	10	290	104	9	205	25	26733	802	209,3	2,2	20,9	1,0	31,3
	n	28	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	65	67	67	67	67	33	64	67	67	67	33
e EY	x	64	5,86	14,0	86,9	123,2	10	2812	13005	766	17	2268	136	9	391	43	24894	711	90,6	6,1	66,3	1,1	35,4
	sd	94	0,59	14,2	6,8	91,1	3	4026	10992	2863	17	1386	101	11	660	85	48635	321	113,4	2,8	59,7	1,2	58,2
	n	64	72	72	72	70	70	70	70	65	68	70	65	64	70	70	70	61	65	70	70	70	61
h EY	x	83	5,46	10,7	89,6	96,8	8	995	6093	82	9	621	135	11	194	13	12039	699	147,1	8,7	51,5	0,7	15,5
	sd	87	0,24	15,7	6,4	82,7	1,4	420	4949	51	5	162	79	7	282	8	10293	248	100,0	5,6	39,2	0,3	11,0
	n	23	39	38	38	38	38	35	36	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35
e Vkt	x	5,93	28,1	87,1	128,1	9	4451	12107	235	69	1151	283	1	256	90	51069			10,9	53,7	0,9		
	sd	0,35	14,0	2,2	19,4	0,2	1211	4139	15	28	499	136	1	151	24	24877			3,0	16,9	0,6		
	n	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3			3	3	3		
j Vkt	x	3,80	15,8	82,5	205,7	15	3295	476	21	14	245	234	8	125	9	1382	633	84,7	1,9	4,2	1,7	2,2	
	sd		10,9	0,4	34,2	2	228	188	13	3	13	100	3	81	2	231	64	62,3	0,7	1,2	0,1	0,1	
	n	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
h Vkt	x	5,20	22,8	88,8	102,6	9	9105	4388	32	24	741	358	1	325	33	5649			5,9	14,3	0,7		
	sd	0,0	3,7	0,9	8,1	0	1481	126	4	2	6		1	114	1	279			0,2	4,6	0,03		
	n	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2			2	2	2		
Tot Lj	x	-220	6,48	74,0	75,6	295,3	5	4846	6767	382	40	2583	1033	28	2715	247	644	0,6	0,3	4,0	8,1	0,3	77,8
	sd		0,33	17,6	25,6	361,2	2	2346	3453	209	11	1852	129	49	3380	275	528			3,0	7,0	0,2	
	n	1	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	1	3	3	3	1

LIITE 8

Eri suotyypin turvekerrostumien koostumus, joka perustuu makrosubiiliallyseihin saatuihin kasvien suhteellisiin osuuksiin (%) sekä siemienien / itiöiden ja lehtien lukumäärät (kpl)

Kasvilaji	Vkt %	Lu %	LuSN %	L %	MeSN %	OmOIN %	TR %	IR %	RR %	KR %	OY %	VK %	MY %	EY %	RhK %
Lignidi (tot.)	5.7	10.4	1.7	1.3	5.3	2.8	6.7	8.1	0.6	6.3	11.6	35.3	25.6	16.5	43.8
<i>Alnus</i> spp.															1.7
<i>Alnus glutinosa</i>													0.2		0.12
<i>Betula</i> spp.			0.16	0.24				0.28	0.02			0.32	1.2	1.35	
<i>B. pendula</i>												0.32	+		5.47
<i>B. pubescens</i>		1.45	0.02	0.03				0.11		0.17			0.1	0.01	0.28
<i>Picea abies</i>				0.01						0.03	0.03		0.2		0.64
<i>Pinus sylvestris</i>				0.02	0.01	0.01	0.02	0.89	0.02	0.31	0.71			0.14	0.31
<i>Rubus idaeus</i>													0.01		
Nanolignidi (tot.)			1.6	5.2	5.5	3.7	5.8	16.9	10.3	23.9	4.0	2.2	2.6	4.9	1.7
<i>Andromeda polyfolia</i>				0.09	0.18	0.17	0.28		0.19	0.29					
<i>Betula nana</i>				0.02	0.17	0.11	0.22	0.17	0.02	0.26	0.31			0.24	
<i>Calluna vulgaris</i>						0.02			0.24	0.14					
<i>Chamaedaphne calyculata</i>							0.13								
<i>Empetrum nigrum</i>				0.01	0.01	0.01	0.04	0.11	1.02	0.49					0.07
<i>Ledum palustre</i>				0.04				0.33							
<i>Vaccinium</i> spp.				0.01											
<i>V. microcarpum</i>							0.22	0.67	0.13		0.03				
<i>V. myrtillus</i>									0.06	0.03					
<i>V. oxycoccos</i>			0.61	0.01	1.22	1.02	0.11	0.61	0.04	0.86			0.1	0.24	
<i>V. uliginosum</i>								0.28	0.22	0.23					
<i>V. vitis-idaea</i>									0.04						
Carex spp. (tot.)	22.7	23.1	35.2	29.8	39.5	13.9	3.7	4.7	1.3	16.8	25.8	8.4	22.5	27.1	15.4
<i>C. chordorrhiza</i>				0.26							0.71				
<i>C. globularis</i>								4.11		3.71		0.64			
<i>C. lasiocarpa</i>				0.33											
<i>C. limosa</i>				0.31											
<i>C. rostrata</i>							0.04								
<i>C. vaginata</i>														0.01	
Eriophorum spp. (tot.)	0.9		2.5	1.1	4.1	15.5	41.0	3.7	7.2	10.9	33.4	4.5	7.3	0.1	0.7
<i>Er. angustifolium</i>				0.02	0.34				0.28		0.57		0.1	0.04	
<i>Er. latifolium</i>				0.26										0.02	
<i>Er. vaginatum</i>			0.03	0.2	0.39	11.44	32.76	3.67	5.83	4.49	11.51	2.87	1.9	0.01	
Trichophorum spp. (tot.)	0.7			3.0		1.2			0.6	0.1	0.1	0.6	0.2	0.3	0.1
<i>T. alpinum</i>				2.49										0.1	
<i>T. caespitosum</i>						0.78			0.56	0.06	0.14				
<i>Poaceae</i> spp. (tot.)	17.1	6.4	0.4	1.4								2.9	0.2	3.5	1.5
<i>Calamagrostis</i> spp.				0.14											
<i>Molinia caerulea</i>				0.2										0.54	0.07
Phragmites australis	17.1	6.4	0.2	3.4									0.1	1.2	0.1
Herbae (tot.)	35.6	79.0	52.3	20.9	21.9	10.5	1.6	3.5	0.1	1.6	8.3	19.2	27.2	20.8	
<i>Calla palustris</i>			0.39	0.02		0.07							0.1		1.56
<i>Cicuta virosa</i>			0.16										0.01		
Equisetum spp. (tot.)	33.4	22.5	14.8	5.8	4.6	0.5		1.6	0.1	0.8	2.7	8.7	11.4	4.2	5.0
<i>Eq. fluviatile</i>		22.45	7.64	0.9	1.39	0.17				0.03			2.3	1.72	3.31
<i>Eq. sylvaticum</i>								1.61		0.63		2.55	0.2	0.13	
<i>Filipendula ulmaria</i>				0.01											
<i>Lycopodium inundatum</i>														0.18	
Menyanthes trifoliata	1.6	17.7	14.3	6.1	6.7	1.7						2.1	4.5	8.2	12.9
<i>Pedicularis palustris</i>														0.04	
<i>Potamogeton alpinus</i>			0.1										0.01		
<i>P. pusillus</i>	0.29												0.02		
<i>Potentilla palustris</i>	0.29	16.27	12.69	0.2	0.28	0.02							0.9	0.58	2.72
<i>Rubus chamaemorus</i>								0.28	0.04	0.14					
Scheuchzeria palustris			2.3	7.8	8.9	8.0	1.6					3.4	3.5	4.1	0.1
<i>Selaginella selaginoides</i>				0.03										0.01	
Hepaticae spp.								0.22	0.07						
<i>Marchantia</i> spp.									0.17						

	Vkt	Lu	LuSN	L	MeSN	OmOIN	TR	IR	RR	KR	OY	VK	MY	EY	RhK
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Sphagnum spp. (tot.)	0.7	8.3	4.2	9.0	14.7	48.9	34.5	56.1	74.9	34.9	13.7	25.9	9.7	13.5	9.4
<i>Sphagnum</i> spp.		4.09											9.54	0.12	
<i>S. angustifolium</i>			0.2	0.18	0.28	2.04	12.41	10.28	6.48	14.80	3.69	6.51	0.9	0.12	1.15
<i>S. balticum</i>				0.01		7.43	0.37	0.44	1.61		0.31	1.28			
<i>S. centrale</i>							0.04					2.36	0.1		0.09
<i>S. compactum</i>						0.23									
<i>S. contortum</i>				0.16											
<i>S. cuspidatum</i>		0.18	0.08			3.64	0.22				0.43		0.1	0.18	
<i>S. cuspidatum</i> coll.			0.06	0.55	0.82	0.12	0.09				1.17		1.2		0.17
<i>S. fallax</i>	0.14		0.81	0.11	1.8	2.64				0.77	0.29	2.62	0.5		0.17
<i>S. fuscum</i>				0.02	0.04	0.19	8.74	36.00	64.65	5.26	0.63		0.3	2.74	0.01
<i>S. girgensohnii</i>				0.04						0.06			4.91	0.1	2.15
<i>S. jenseni</i>				0.02	0.01	0.11	2.33								
<i>S. lindbergii</i>				0.05		2.74						0.64	0.1		
<i>S. magellanicum</i>			0.14	0.09	0.29	6.81	5.00	5.44	0.2	4.37	1.2		0.7		
<i>S. majus</i>				0.02	0.05	0.96	2.04						0.7		
<i>S. nemoreum</i>											1	2.87	0.1		
<i>S. obtusum</i>			0.03		0.05	0.19									
<i>S. papillosum</i>			0.22	0.4	2.64	13.09	0.65		0.19		0.31		0.4		0.04
<i>S. platyphyllum</i>				0.01											
<i>S. recurvum</i> coll.				0.28	1.38	2.74	2.30		0.2		1.94		0.1	0.15	
<i>S. riparium</i>		0.45	1.31		1.95	0.05	0.11						1.1	0.47	1.84
<i>S. rubellum</i>			0.02	0.06	0.26	2.55	1.09		0.04				0.4	0.05	
<i>S. russowii</i>				0.02	0.08	0.02	3.07	3.94	0.02	8.23	0.14	0.45	0.4	0.04	
<i>S. squarrosum</i>			3.27	0.05	0.07	0.23							0.8	0.53	2.8
<i>S. subsecundum</i>	0.29			1.63	1.57								0.2	0.33	
<i>S. subfulvum</i>				0.61								0.06		0.3	
<i>S. tenellum</i>						0.08	0.41								
<i>S. teres</i>	0.29	0.27	0.89	3.82	2.22	0.01							1.7	2.76	0.31
<i>S. warnstorfii</i>				1.2										4.72	0.64
Bryidae (tot.)	29.7	4.2	9.7	24.9	9.2	2.8	5.7	8.4	4.8	8.7	3.1	3.6	5.6	17.1	6.3
<i>Aulacomnium palustre</i>				0.03			0.17			1.23		0.13	0.02	0.16	
Bryidae spp.														0.32	
<i>Bryum</i> spp.					0.03										
<i>Bryum weigelii</i>				0.09											
<i>Calliergon</i> spp.					0.07								0.04	1.32	0.01
<i>C. cordifolium</i>	15.71	0.45	0.8	0.53	0.65	0.02							1.1	1.44	1.25
<i>C. giganteum</i>	2.14														
<i>C. megalophyllum</i>				0.97											
<i>C. richardsonii</i>														0.64	
<i>C. sarmentosum</i>				0.02										0.57	
<i>C. stramineum</i>		1.55	8.14	3.21	5.88	2.45	0.87			0.23	1.57	0.45	2.6	1.54	0.96
<i>C. trifarium</i>				6.3										0.16	0.01
<i>Campyllum stellatum</i>				0.4										0.13	0.47
<i>Cinclidium stygium</i>				0.06										0.07	
<i>Dicranum</i> spp.					0.01										
<i>D. undulatum</i>						0.02	2.11		4.35						
<i>Drepanocladus</i> spp.			0.02	0.01	0.01	0.08							0.01	0.2	
<i>D. badius</i>				0.4		0.16									
<i>D. exannulatus</i>	0.43		0.11	2.23	0.49	0.08							0.6	0.11	0.07
<i>D. fluitans</i>		0.09		0.09	0.52	0.92	0.04				0.37	0.77	0.1		
<i>D. intermedius</i>				0.07										0.42	
<i>D. lapponicus</i>														0.72	
<i>D. revolvens</i>				2.05	0.01								+	1.77	
<i>D. trichophyllum</i>				0.68											
<i>D. vernicosus</i>				0.21										0.69	
<i>Helodium blandowii</i>					0.22									0.83	0.16
<i>Hylocomium splendens</i>													0.1		
<i>Meesia triquetra</i>				2.54										0.96	
<i>Paludella squarrosa</i>				1.01	0.29								0.1	3.25	
<i>Pleurozium schreberi</i>				0.01			0.83	4.94	0.04	0.60				0.03	
<i>Pohlia nutans</i>							0.15	1.28	0.24	0.40			0.01	0.01	
<i>Polytrichum</i> spp. (tot.)				0.01	0.27		1.50		0.11	3.15	0.46	2.17	0.4		
<i>P. commune</i>										1.29		2.11	0.1		
<i>P. strictum</i>					0.2		1.39	2.22	0.09	1.80	0.4		0.1	0.03	
<i>P. swartzii</i>													0.04		

	Vkt	Lu	LuSN	L	MeSN	OmOIN	TR	IR	RR	KR	OY	VK	MY	EY	RhK
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
<i>Pseudobryum cinclidioides</i>			0.5		0.44								0.5	0.16	
<i>Rhizomnium perssonii</i>															0.23
<i>Rhizomnium pseudopunctatum</i>														0.09	0.04
<i>R. punctatum</i>														0.04	0.2
<i>Rhytidiadelphus triquetrus</i>															0.2
<i>Scorpidium scorpidioides</i>	11.43			3.76										0.49	
<i>Tomentophnum nitens</i>				0.17									0.1	0.94	
Lichenes									0.06					0.02	
<i>Cenococcum craniforme</i>				0.01				0.06					3	0.04	0.07
Coal						0.08								0.04	
Unknown					0.11	0.02							0.02		0.53
Mineral material	0.71			0.01	0.2	0.01					0.34		0.4	0.54	0.37
Lajilukumäärä kpl	20	21	41	79	50	50	38	31	40	38	34	31	66	74	48

Siemenet / itiöt (kpl)

	Vkt	Lu	LuSN	L	MeSN	OmOIN	TR	IR	RR	KR	OY	VK	MY	EY	RhK
Lignidi (tot.)	11	45	68	248	64	20	17	21	14	9	22	354	209	492	726
<i>Alnus</i> spp.				2	1		1							26	9
<i>A. glutinosa</i>		12	4												40
<i>A. incana</i>		1	6											10	28
<i>Betula</i> spp.	7	3	8	147	2	13	1		11		5	349	142	247	244
<i>B. pendula</i>			2								3	1			34
<i>B. pubescens</i>	1	28	41	61	56	1	1	21	3	6	10		63	191	346
<i>Picea abies</i>	1		1	12						1	2	3	3	8	18
<i>Pinus sylvestris</i>	2	1	6	26	5	6	14			2	2	1		9	7
<i>Rubus idaeus</i>														1	1
Nanolignidi (tot.)	0	50	270	264	112	93	109	23	81	93	498	3	426	28	2
<i>Andromeda polyfolia</i>				264	181	104	61	75	18	20	90	482	3	424	2
<i>B. nana</i>			2	11	6	1		1		3	9			13	2
<i>Chamaedaphne calyculata</i>								2	42						
<i>E. nigrum</i>				20	2		1	1	19		3		2	1	
<i>Ledum palustre</i>				10											
<i>Vaccinium</i> spp.								1							
<i>Vaccinium myrtillus</i>		50		1											9
<i>V. oxycoccos</i>			4	41		30	27								3
<i>V. uliginosum</i>							6				4				
<i>V. vitisidaea</i>						1									
Carex spp. (tot.)	524	907	1767	1088	655	306	24	2	1	105	73	13	2084	459	1042
<i>C. aquatilis</i>		41	38	34	1							1	10	5	25
<i>C. buxbaumii</i>			7												
<i>C. canescens</i>	5	90	36	7	1		14					4	58	61	788
<i>C. cespitosa</i>				1										24	
<i>C. chordorrhiza</i>			1014	199	143	4			1		2	2	190	70	26
<i>C. diandra</i>	5	33	4	51	14								86	41	2
<i>C. dioica</i>														10	
<i>C. echinata</i>				26										24	
<i>C. elongata</i>				1											
<i>C. flava</i>				30											23
<i>C. globularis</i>							6	2		103		3	19		
<i>C. lasiocarpa</i>	65		65	189	151	28				2	12	2	971	33	43
<i>C. laxa</i>							1								
<i>C. limosa</i>			20	188	88	8					1		64	45	20
<i>C. livida</i>				2											
<i>C. loliacea</i>															1
<i>C. magellanica</i>				5	34	1							5	1	
<i>C. nigra</i>		5		5	21							1	6	21	
<i>C. pauciflora</i>						3					1				

Siemenet / itiöt (kpl)

Kasvilaji	Vkt	Lu	LuSN	L	MeSN	OmOIN	TR	IR	RR	KR	OY	VK	MY	EY	RhK
<i>C. rhynchophysa</i>													42		
<i>C. rostrata</i>	402	738	532	228	98	46	1				56		291	84	29
<i>C. vaginata</i>				11		1								4	11
<i>C. vesicaria</i>	44		34	104	107	190					1		339	4	92
<i>Eleocharis palustris</i>	3	6	50	1											
Eriophorum spp. (tot.)			1	13	9	57	13	2		2	137		52	3	
<i>Er. angustifolium</i>				1		1					10		1	1	
<i>Er. latifolium</i>				1										2	
<i>Er. vaginatum</i>			1	8	9	16	11	2		2	127		51		
<i>Schoenoplectus</i> spp.		1													
<i>S. lacustris</i>	24			4											4
Trichophorum spp.						2.0									
<i>T. alpinum</i>				4										2	
<i>T. caespitosum</i>				1		4									
Poaceae spp.										1		2			2
<i>Juncus</i> spp.		1													
<i>Angelica sylvestris</i>														1	
<i>Bidens radiatus</i>															1
<i>Calla palustris</i>		2	10	1	4							3			21
<i>Caltha palustris</i>				1											
<i>Cicuta virosa</i>		2	11	1	2								6		2
<i>Filipendula ulmaria</i>				2										4	
<i>Hippuris vulgaris</i>	6	1	1	1											
<i>Lysimachia</i> spp.				1										1	
<i>L. vulgaris</i>													10		
<i>L. thyrsoiflora</i>				9									1		4
Menyanthes trifoliata	3	51	155	350	68	23					4	2	277	148	60
<i>Myosotis</i>	1														4
<i>Myriophyllum verticillatum</i>	15														
<i>Nuphar</i>	1														
<i>Pedicularis palustris</i>				2											
<i>Potamogeton alpinus</i>		1											1		
<i>P. hercaldii</i>	2														
<i>Potamogeton gramineus</i>	102			3										1	
<i>P. natans</i>				8											
<i>P. pusillus</i>	9												4		
<i>Potentilla erecta</i>														14	
<i>P. palustris</i>	9	116	490	38	40	2					3		200	77	166
<i>Ranunculus</i> spp.				1											
<i>Rubus chamaemorus</i>								2							
<i>Rubus saxatilis</i>				1											
<i>Rumex</i> spp.															1
Scheuchzeria palustris			1	66	6	1							8	2	
<i>Selaginella selaginoides</i>					9									524	
<i>Sparganium minimum</i>				2											
<i>S. simplex</i>	9														
<i>Cenococcum craniforme</i>			2		1	3			2	46	9	2		173	154
<i>Cristatella mucedo</i>	1														
Unknown	2				1								34 (itiöt)	2	6
Lajilukumäärä kpl	26	22	34	50	28	25	17	13	11	13	24	15	31	43	

Lehdet (kpl)

	Vkt	Lu	LuSN	L	MeN	OmOIN	TR	IR	RR	KR	OY	VK	MY	EY	RhK
<i>Alnus</i> spp.													17		
<i>A. glutinosa</i>													5		
<i>Betula</i> spp.	1			1			1					11		5	13
<i>B. pendula</i>															1
<i>B. pubescens</i>				2						2				4	5
<i>Juniperus communis</i>															5
<i>Picea abies</i>		21	11	7	12		2	1	2	1		114	97	191	394
<i>Pinus sylvestris</i>			2	69	37	16	16	73	4	65	21	20	2	51	199
<i>Salix</i> spp.											1	2			
<i>Andromeda polyfolia</i>				21	63	106	18		24	20	57		11	1	
<i>B. nana</i>				1	2	11	1	3	6	21	12			9	1
<i>Calluna vulgaris</i>									60	50					
<i>Chamaedaphne calyculata</i>				2			1	4		12					
<i>Empetrum nigrum</i>			2	10	8	5	77	10	260	122	56		8	73	10
<i>Ledum palustre</i>				5			18	46	55	3	42	1			
<i>Vaccinium microcarpum</i>				6	1	5	54	89	80		8				
<i>V. myrtillus</i>									2	1		31			2
<i>V. oxycoccos</i>				52	109	223	23	56	62	95	31	3	73	63	
<i>V. uliginosum</i>								8	10	43	1	1			
<i>V. vitisidaea</i>							2		6			15		9	3
<i>Lycopodium inundatum</i>														50	
<i>Rubus chamaemorus</i>									1	3					
<i>Selaginella selaginoides</i>				1											
Lajilukumäärä kpl	1	1	3	12	7	7	11	8	13	13	9	9	7	11	9

Lyhenteet

Vkt	veteen kerrostunut turve
Lu	luhta
LuSN	luhtainen saraneva
L	letto
MeN	mesotrofinen neva
OmOIN	ombro-oligotrofinen neva
TR	tupasvillaräme
IR	isovarpuräme
RR	rahkaräme
KR	korpiräme
OY	oligotrofinen yhdistymä(tyyppi)
MY	mesotrofinen yhdistymä(tyyppi)
EY	eutrofinen yhdistymä(tyyppi)

LIITE 9

Suokasvien indikaatiot eri alkuainepitoisuuksista (ppm) turpeen tuhkassa; n = näytemäärä, keskimääräinen pH -luku, redox-potentiaali (mV). Turpeen kationikonsentraatioihin perustuva k -luku 1 - 10, kun eri alkuainepitoisuudet ovat seuraavissa rajoissa: 1 = < 8 000; 2 = < 11 500; 3 = < 16 500; 4 = < 18 500; 5 = < 25 000; 6 = < 35 000; 7 = < 51 000; 8 = < 75 000; 9 = < 100 000; 10 = > 100 000. O = alkuaineen minimipitoisuus; X = alkuaineen maksimipitoisuus, alkuaineiden Ca/Mg- ja Fe / Mn -suhde.

Kasvilaji	n	pH	mV	k	Al	Ca	Mg	Na	K	Cu	Fe	Mn	Pb	Zn	P	Ca / Mg	Fe / Mn	
					O < 700 -- X > 3 500	O < 2 000 -- X > 8 000	O < 550 -- X > 1 600	O < 100 -- X > 300	O < 180 -- X > 1 800	O < 7 X > 40	O < 3 000 -- X > 18 000	O < 100 -- X > 800	O < 6 -- X > 30	O < 22 -- X > 90	O < 450 -- X > 1 000			
Lignidi (total)	716	4,98	115	4													5,9	138
<i>Alnus glutinosa</i>	27	5,40	9	6				X					X	X			4,4	263
<i>Alnus incana</i>	14	5,40	100	5				X						X			4,4	87
<i>Alnus</i> spp.	29	5,40	-5	7							X						3,5	109
<i>Betula pendula</i>	13	4,60	245	5													3,9	74
<i>Betula pubescens</i>	146	5,10	80	5										X			4,7	119
<i>Betula</i> spp.	188	5,40	83	5													6,0	126
<i>Juniperus communis</i>	7	5,79	87	8													3,6	94
<i>Picea abies</i>	110	5,22	86	5										X			4,8	108
<i>Pinus silvestris</i>	171	4,66	144	4													6,0	132
<i>Rubus idaeus</i>	2	5,35	155	5													3,6	17
<i>Salix aurita</i>	1	4,80	180	7									O				2,6	167
<i>Salix caprea</i>	1	3,60	305	3						O							2,6	27
<i>Salix clauca</i>	1	4,70	170	4	X			X									1,3	28
<i>Salix myrsinites</i>	1	4,10		4	O			O	X	O							3,2	7
<i>Salix</i> spp.	3	4,47	130	6	X			O			O						4,7	225
Nanolignidi (total)	592	4,60	148	3													5,5	174
<i>Andromeda polifolia</i>	228	4,38	178	2								O					4,9	152
<i>Betula nana</i>	87	4,68	132	4										X	O		5,7	155
<i>Calluna vulgaris</i>	7	3,49	259	5						O							3,6	264
<i>Chamaedaphne calyculata</i>	15	3,69	287	1		O				O		O					3,8	88
<i>Empetrum</i> spp.	112	4,27	203	3													3,9	122
<i>Ledum palustre</i>	20	3,97	200	2	O			O			O	O					3,7	98
<i>Vaccinium microcarpum</i>	29	3,81	271	2													3,9	103
<i>Vaccinium myrtillus</i>	13	4,37	211	4													3,0	93
<i>Vaccinium oxycoccos</i>	214	4,63	130	3						O				O			5,0	147
<i>Vaccinium</i> spp.	1	3,60	150	1	O			O		O	O	O					4,1	13
<i>Vaccinium uliginosum</i>	28	3,67	245	3						O							3,4	87
<i>Vaccinium vitisidaea</i>	13	4,28	214	3	O					O							3,5	29
Carex (total)	897	4,99	112	4													6,1	160
<i>Carex aquatilis</i>	30	5,55	31	6	X												5,3	130
<i>Carex buxbaumii</i>	3	4,93		3					O			O					5,7	181
<i>Carex canescens</i>	62	5,10	97	6													4,4	150
<i>Carex cespitosa</i>	6	5,80	160	8		X	X				X	X					5,7	28
<i>Carex chordorrhiza</i>	175	5,29	91	5													7,0	121
<i>Carex diandra</i>	41	5,78	35	5			X						O	O			6,7	88
<i>Carex dioica</i>	2	5,20	44	10		X					X	X					6,4	11
<i>Carex echinata</i>	6	5,58	43	7	X	X											5,9	84
<i>Carex elongata</i>	1	5,10		2							O	O					5,1	14
<i>Carex flava</i>	19	5,72	79	7	X	X	X				X	X					8,2	184
<i>Carex globularis</i>	49	3,99	168	3													4,6	176
<i>Carex heleonastes</i>	1	5,30	-110	4	X					X	O	O	O	O			3,0	8
<i>Carex lasiocarpa</i>	172	5,00	149	3	X							O	O				6,7	149
<i>Carex laxa</i>	1	3,60	220	1		O	O	O			O	O		O			3,0	51
<i>Carex limosa</i>	134	5,32	103	4													6,7	135
<i>Carex livida</i>	2	5,75	130	8							X	X	X				6,5	52
<i>Carex loliacea</i>	1	5,50	225	6		X	X	O						O	X		6,5	95
<i>Carex magellanica</i>	14	4,60	167	2			O	O	O			O					6,2	201
<i>Carex nigra</i>	25	5,31	95	6								X					8,4	108
<i>Carex pauciflora</i>	5	3,78		1	O	O	O			O	O	O			O		4,6	137
<i>Carex pseudocyperus</i>	2	5,40	50	3				O							O		9,1	2685
<i>Carex rariflora</i>	1	4,10		1		O	O				O						4,0	112
<i>Carex rhynchophysa</i>	2	5,05		4			O	O	O			O	O	O			9,0	60
<i>Carex rostrata</i>	2	5,15	89	5				O				O	O				6,2	198
<i>Carex</i> spp.	873	5,02	109	5													6,2	162
<i>Carex vaginata</i>	12	5,41	88	5													5,9	68
<i>Carex vesicaria</i>	82	5,14	103	5									O				5,7	149
<i>Eleocharis palustris</i>	3	5,75		0					X				X	X			3,2	26
<i>Eleocharis</i> spp.	1	5,10	107	10	X			X			X	O		X	X		0,0	899
Eriophorum spp. (total)	453	4,33	166	3								O					5,2	208

sd	3.3	39.2	1.4	21.7	2.9	7.6	1.13	107	1347	9160	171	9	1111	118	11	836	20	10060	343	272	2	83	1	0.6	25	
max	95.0	279.7	7.0	73.2	18.9	68.8	6.8	400	8089	40226	921	54	4517	915	74	3850	98	90044	2503	2533	17	470	7	4	159	
min	75.7	24.0	1.0	0.1	4.4	0.4	2.9	-10	48	419	1	1	66	16	0	13	3	74	77	0	1	0.7	0.0	0.0	0.3	
n	112	112	111	40	112	112	112	89	100	100	99	100	100	100	100	92	100	100	100	83	99	100	100	100	83	36
x	89.9	58.3	2.5	21.6	13.8	2.9	3.97	200	449	5270	80	12	1264	90	10	946	35	950	406	98	4	62	1.4	0.3	3	
sd	2.7	20.4	1.2	12.8	18.1	2.1	1.05	99	330	6152	109	14	998	46	7	1010	26	835	219	113	2	114	3	0.3	3	
max	93.6	96.6	5.0	36.0	89.7	7.1	6.2	390	1333	17505	388	51	3184	191	27	2973	105	3302	855	337	10	304	7	1.2	11	
min	82.4	29.0	1.0	1.2	6.4	0.9	3.0	10	90	833	3	2	140	35	0	51	5	122	142	0.3	1.3	0.7	0.0	0.0	0.3	
n	20	20	20	9	20	20	20	17	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	17	18	18	18	17	11	
n=1	89.5	51.2	3.0	10.2	2.8	3.60	3.81	150	248	2750	35	6	672	64	16	994	38	438	454	13	4	3	0.2	0.1	1.0	
x	90.1	59.9	2.7	15.4	9.5	3.4	3.81	271	1116	3870	161	8	939	107	10	588	29	2920	336	103	4	25	0.6	0.5	23	
sd	3.1	25.3	1.4	13.6	3.0	5.1	1.01	73	3011	6607	381	12	912	62	9	620	29	6637	219	136	4	66	1.4	0.6	95	
max	94.3	122.9	6.0	49.5	17.3	25.2	6.8	400	12577	30069	1923	46	4426	295	34	2168	78	30880	1211	422	17	331	7	3	485	
min	82.3	28.5	1.0	1.2	5.6	0.4	3.0	80	48	419	3	1	66	31	0	19	4	52	63	0.3	1.0	1.2	0.0	0.0	0.2	
n	29	29	29	18	29	29	23	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	11	
x	88.2	92.8	2.6	35.3	10.2	9.4	4.37	211	2111	4759	516	11	1542	164	13	1387	33	6860	857	93	3	12	0.5	0.4	7	
sd	3.4	49.4	1.1	23.3	2.7	12.2	1.22	72	3485	5179	1024	8	1414	121	12	1003	23	7623	379	152	2	27	0.3	0.6	9	
max	95.4	190.2	4.0	64.6	15.0	47.7	6.8	305	13074	15263	3820	31	5116	500	34	2924	81	27254	1338	550	9	98	1.0	2	26	
min	81.1	39.0	1.0	0.1	4.5	1.4	3.2	110	293	498	14	3	336	63	0	56	3	271	320	1	0.0	0.0	0.1	0.04	0.4	
n	13	13	13	7	13	13	13	9	13	12	12	13	13	13	13	13	13	13	13	6	13	13	13	13	6	11
x	91.3	66.6	3.1	31.0	8.3	4.3	4.63	130	809	3639	116	7	783	138	7	454	22	7342	477	147	5	35	0.6	1.2	19	
sd	2.9	23.3	1.1	16.1	2.6	3.8	0.90	104	1156	2636	219	7	484	91	7	845	22	16660	252	142	3	35	0.8	1.0	42	
max	95.6	155.7	6.0	67.5	17.3	33.4	6.7	425	12577	14995	1923	56	3631	658	40	4733	162	21741	1485	777	19	237	9	7	485	
min	74.8	23.3	1.0	0.3	4.4	1.0	3	-85	29	386	2	1	61	4	0	8	2	32	28	0.3	1	0.37	0.0	0.0	0.3	
n	214	214	215	107	214	215	211	153	201	201	201	201	201	201	201	200	201	202	201	162	200	200	200	202	201	161
x	89.1	62.0	2.3	16.0	10.4	3.9	3.67	245	865	2971	182	4	902	127	15	1277	38	4931	584	87	3	6	0.3	0.3	12	
sd	3.3	31.2	1.4	16.3	3.1	5.3	0.60	70	1559	4054	220	4	699	85	12	1224	20	17452	322	123	2	11	0.4	0.3	39	
max	94.5	141.3	5.0	51.1	17.1	28.3	5.6	390	8089	22410	921	22	3941	351	53	4733	98	90044	1338	437	10	49	2	1.2	159	
min	82.4	29.9	1.0	1.0	5.5	0.9	2.9	130	133	828	3	2	140	31	1	43	4	122	208	0.3	1.3	0.4	0.1	0.0	0.3	
n	28	28	28	10	28	28	28	21	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	16	26	26	26	26	16	
x	89.2	52.3	2.1	13.0	10.4	4.2	4.28	214	400	6709	289	6	1624	107	9	1700	47	2612	503	29	3	20	0.2	0.2	7	
sd	3.7	11.4	1.3	13.6	3.6	2.4	1.26	81	421	8473	290	2	1285	68	7	1325	27	5478	245	48	1.4	30	0.1	0.4	15	
max	94.4	77.5	5.0	33.2	17.1	8.7	6.8	280	1720	30069	921	9	4426	281	19	3850	105	20338	855	170	7	84	0.5	1.1	46	
min	82.4	38.4	1.0	1.2	5.5	1.3	3.0	10	84	1334	3	3	348	36	0	52	11	122	229	0.3	2	0.7	0.1	0.02	0.3	
n	13	13	13	5	13	13	13	9	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	9	13	13	13	13	9	11
x	89.5	96.4	3.8	44.0	9.3	7.8	4.99	112	2461	5043	170	14	891	140	6	256	27	8630	630	160	6	46	1.0	1.1	18	
sd	4.8	55.5	1.2	18.4	2.9	10.4	0.83	104	3088	5543	973	19	813	183	9	484	43	18401	422	209	4	51	2	0.8	27	
max	96	717	9	91.2	20.59	88.7	7.6	425	35505	40238	18666	257	6145	4360	74	4733	436	228961	5162	2533	63	470	26	8	323	
min	45.7	22	1	0.1	3.61	0.8	2.9	-195	70	89	1	1	11	4	0	7	1	104	89	0.3	0.2	0.4	0.0	0.0	0.2	
n	897	894	908	437	895	898	905	620	872	863	859	870	871	862	859	872	871	871	871	618	858	862	862	862	616	71
x	89.4	97.2	3.9	44.4	9.4	7.8	5.02	109	2558	5050	171	14	887	141	6	233	28	8914	642	162	6	47	1.0	1.1	18	
sd	4.7	53.6	1.1	18.3	2.9	10.2	0.81	104	3326	5537	985	19	811	186	9	438	46	18685	464	210	4	51	2	0.8	27	
max	96.0	717.0	9.0	91.2	20.6	88.7	7.6	425	35505	40238	18666	257	6145	4360	74	4733	436	228961	5162	2533	63	470	26	8	323	
min	45.7	22.0	1.0	0.1	3.6	0.8	2.9	-195	70	89	1	1	11	4	0	7	1	104	89	0.6	0.2	0.4	0.0	0.0	0.2	
n	873	872	884	431	871	874	882	599	848	838	856	846	847	838	836	848	846	848	848	605	835	837	837	837	604	69
x	89.9	95.9	3.8	45.3	9.0	10.1	5.55	311	4192	5797	139	27	1121	186	7	222	48	13120	784	130	5	67	2	1.2	22	
sd	2.5	28.3	0.9	10.5	2.0	8.8	0.56	81	6330	4270	85	39	667	177	8	269	95	12124	857	157	2	87	4	0.6	24	
max	94.6	174.3	6.0	69.6	12.6	43.8	6.6	160	6500	17083	333	211	2491	736	35	1192	347	63861	5162	2533	63	470	26	8	323	
min	84.6	50.1	3.0	25.3	5.2	4																				

sd	0.7	13.2	0.6	0.7	0.2	0.15	49	557	8	7	141	15	23	25	1048	41	0.4	22	0.8	0.3							
max	87.5	142.9	5.0	13.7	4.3	5.1	3929	4222	27	21	796	108	102	53	4791	225	6	72	2	1.4							
min	86.1	116.6	4.0	12.3	4.0	4.8	3831	3230	12	9	550	82	59	5	2696	142	5	32	0.2	0.9							
n	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1						
x	86.9	129.0	4.0	10.4	15.3	5.10	97	2926	5758	463	18	1298	206	12	651	42	14911	909	150	4	39	1.2	0.7	19			
max	94.5	489.4	9.0	76.3	15.6	78.6	315	12022	18561	18666	99	3631	915	59	12154	593	208053	2485	1789	10	331	7	2	227			
min	61.1	48.7	2.0	8.7	5.3	1.4	-195	158	498	6	2	254	35	0	49	3	67	4	0.4	1	0.3	0.03	0.01	1.4			
n	62	63	66	62	62	65	61	62	61	62	62	62	62	62	62	62	62	62	61	62	61	62	62	58	30		
x	88.8	106.7	3.5	9.4	14.7	5.80	160	1940	12775	3343	18	2480	177	17	777	47	38492	892	28	6	36	1.0	0.7	48			
max	94.9	145.3	5.0	55.1	11.8	41.6	68	230	4723	19424	18666	29	3856	41	1981	167	208053	1225	94	10	108	2	2	227			
min	86.4	54.7	2.0	17.8	4.9	6.1	-4.1	76	293	2606	52	11	495	88	0	93	8	271	742	1.1	4	8	0.1	0.004	0		
n	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	5	4		
x	90.7	83.7	3.8	45.5	6.8	5.29	91	2462	5181	279	13	771	150	6	202	23	9859	711	121	7	50	1.0	1.3	18			
sd	3.1	31.5	1.1	17.5	2.7	5.9	0.74	90	2235	4955	1580	10	643	94	10	276	25	20614	302	107	5	49	1	0.9	24		
max	95.6	201.9	9.0	84.2	17.7	51.4	68	260	15428	39737	14983	60	4426	450	56	1793	208	228961	1846	541	63	304	12	7	164		
min	80.3	22.3	2.0	2.5	4.1	1.7	-3.1	-195	84	179	2	3	26	14	0	27	2	253	228	4.6	2	0.7	0.1	0.0	0.5		
n	175	175	178	70	175	175	179	86	169	168	169	169	167	167	169	169	169	168	168	169	168	169	169	169	98	35	
x	91.4	81.1	3.6	35.3	7.9	7.6	5.78	35	1888	7116	171	18	1109	193	3	199	19	9522	625	88	7	68	2	1.5	22		
sd	3.1	37.0	1.0	13.2	2.6	4.6	0.77	91	2254	4553	118	35	633	115	5	397	14	8629	181	76	3	61	4	0.8	16		
max	95.6	229.9	7.0	63.2	15.0	24.3	68	280	9924	17083	394	211	2491	658	25	2632	58	30422	1009	250	12	237	16	3	56		
min	82.2	39.7	2.0	9.1	4.1	3.4	3.6	-90	124	498	5	4	183	76	0	54	5	724	316	5	1	1	0.1	0.3	2		
n	41	41	41	20	41	41	40	22	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	24	13	
x	87.4	126.6	3.5	45.5	9.3	25.1	5.20	44	919	11810	9799	18	1854	223	29	697	100	109536	845	11	6	29	0.2	0.4	121		
sd	1.3	26.5	0.7	5.2	2.0	23.3	0.28	46	558	1278	12540	11	195	159	17	615	95	139324	99	048	1	28	0.1	0.1	151		
max	88.3	145.3	4.0	49.1	10.7	41.6	5.4	76	1313	12714	18666	25	1992	335	41	1132	167	208053	975	12	7	49	0.3	0.4	227		
min	86.4	107.8	3.0	41.8	8.0	8.6	5.0	11	524	10996	932	10	1716	110	17	262	33	11019	775	11	5	10	0.1	0.3	14		
n	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	
x	86.2	126.3	3.5	60.1	11.7	14.7	5.58	43	6310	10310	254	67	1814	181	16	263	35	22963	817	84	6	95	6	1.0	37		
sd	1.5	18.8	1.0	10.9	1.3	7.2	0.56	92	3403	6110	152	76	1054	89	13	206	33	33778	312	87	1.1	108	8	0.5	61		
max	88.9	141.1	5.0	71.1	13.0	28.3	6.3	130	11754	17083	464	211	2716	351	39	534	98	90044	1158	198	7	235	16	2	159		
min	84.8	93.8	2.0	43.2	10.2	8.1	5.1	-90	2301	2652	73	16	368	98	5	65	6	2692	488	14	4	6	0.2	0.3	2		
n	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	3	
n=1	91.9	65.2	2.0	7.3	20.9	5.10	519	5112	55	44	995	364	8	1636	55	787	14	5	3	0.8	0.2	0.2	0.7	32			
x	88.6	110.4	4.1	47.5	9.7	13.1	5.72	79	3889	11230	1256	36	1681	128	8	627	66	25549	743	184	8	77	2	0.7	32		
sd	3.3	41.3	1.3	21.6	2.1	11.9	0.51	72	3385	6694	4236	39	1154	67	11	1132	96	67935	406	581	3	84	2	0.4	79		
max	93.5	225.4	7.0	72.8	14.5	50.1	6.4	166	11512	35081	18666	184	3988	335	41	3850	456	228045	1207	2333	12	331	7	2	227		
min	79.6	40.5	1.0	17.4	6.0	5.5	4.1	-55	94	5656	1	4	610	35	0	56	4	580	215	2	3	1.5	0.1	0.0	2		
n	19	19	19	7	19	19	19	8	19	19	19	19	19	18	18	19	19	19	19	19	19	19	19	19	8	6	
x	87.7	105.0	3.5	41.8	10.4	8.9	3.99	168	2690	2933	87	10	697	116	11	871	29	5161	1096	176	5	12	0.6	0.4	5		
sd	6.5	87.6	1.7	19.0	2.6	13.8	0.47	77	2826	2324	103	10	317	97	7	974	23	7623	961	275	3	14	0.8	0.3	5		
max	93.6	544.8	7.0	65.9	17.1	72.8	4.9	305	12913	11262	467	49	1648	586	33	4733	105	35639	4583	1649	17	56	4	1.2	26		
min	56.0	29.1	1.0	1.2	6.0	1.5	2.9	0	155	535	2	2	42	33	0	45	4	122	229	0.3	1.3	0.4	0.1	0.03	0.3		
n	49	49	49	12	49	49	49	42	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	27	15	
n=1	85.9	150.9	5.0	69.5	10.6	24.7	5.30	-110	12684	2195	24	97	731	256	4	243	4	202	26	5714	653	149	7	1.1	0.3	1	
x	89.2	99.3	4.1	56.4	10.1	6.4	5.00	149	3862	4657	92	19	771	110	4	202	26	5714	653	149	7	51	2	1.1	11		
sd	3.2	32.3	1.2	17.2	2.9	5.2	0.79	95	2673	4378	116	20	724	92	8	464	34	9544	272	146	5	58	2	0.9	20		
max	95.8	190.4	7.0	89.8	18.5	30.1	6.8	375	15428	23516	711	184	4282	552	55	3850	335	90044	1494	797	63	470	12	7	159		
min	80.4	35.0	1.0	7.6	3.6	0.9	3.5	-160	94	179	2	1	26	14	0	7	1	229	171	2	2	0.6	0.1	0.0	1.3		
n	172	171	179	64	171	173	180	96	165	165	165	165	162	164	165	165	165	165	165	165	166	166	166	166	165	88	31
n=1	87.2	125.4	4.0	69.1																							

Poaceae (total)																										
x	87,9	111,7	3,8	47,5	10,4	11,6	5,43	62	4525	7644	413	34	1277	211	10	467	42	12165	761	93	8	78	2	1,0	18	
sd	4,5	50,4	1,2	16,8	2,8	10,7	0,72	104	5798	5156	1997	44	953	529	29	1779	80	260053	626	209	7	86	4	0,6	34	
max	94,0	444,4	8,0	79,7	22,1	57,8	6,7	310	35505	23516	18666	257	4164	5217	280	16841	676	208053	5162	1789	63	470	26	3	227	
min	59,6	24,0	1,0	12,9	5,7	0,9	3,5	-170	94	352	3	1	61	24	0	33	3	96	2	0,5	1	0,2	0,1	0,0	0,2	
n	101	102	102	66	101	101	101	71	97	95	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	95	97	97	97	71	26
x	86,6	118,2	4,5	47,9	11,3	5,35	3,0	4700	7331	331	37	37	1250	302	4	228	32	6636	822	51	9	61	2	1,0	18	
sd	6,5	71,5	1,2	22,5	3,4	11,9	0,73	111	6914	4561	1173	55	1014	888	7	298	28	9383	295	60	11	46	5	0,5	23	
max	93,8	444,4	7,0	79,7	22,1	57,8	6,6	260	28862	23354	6843	2	4164	5217	37	1583	127	32774	1397	317	63	174	26	3	70	
min	59,6	24,0	2,0	14,3	5,8	1,0	3,8	-150	131	352	3	2	101	55	0	50	5	260	445	2	1	1,1	0,1	0,2	0	
n	37	37	37	16	37	37	37	17	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	17	12
n=1	88,9	93,8	3,0	43,2	10,2	8,1	6,30	-90	2301	15286	221	96	2362	98	5	65	6	7150	488	32	6	235	16	2	15	
n=1	89,3	64,2	3,0	43,2	9,3	13,5	4,80	180	1588	3218	163	22	1254	142	0	1789	37	27254	1040	167	3	2	0,6	0,1	26	
n=1	87,0	109,2	4,0	45,4	8,4	35,6	6,00	-70	5789	4210	175	35	2368	736	280	16841	676	96	2	0,5	2	0,2	0,1	0,0	53	
x	86,4	104,4	2,9	46,9	11,5	13,3	5,13	98	2580	10002	2362	40	1972	564	20	781	36	24630	765	84	5	76	4	0,9	33	
sd	5,9	39,0	1,2	17,3	4,1	10,7	0,95	141	2936	6538	5477	59	908	1467	16	1075	44	57869	318	142	2	104	6	1,0	68	
max	94,0	169,9	5,0	72,8	22,1	41,6	6,6	310	11215	22410	18666	211	3941	5217	53	3850	167	208053	1207	409	7	269	16	3	227	
min	69,8	40,5	1,0	12,9	5,7	4,3	3,7	-90	94	1353	23	3	418	80	3	48	6	3250	256	2	2	1,5	0,1	0,02	3	
n	12	12	12	9	12	12	12	10	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	10	12	12	12	12	10	8
x	88,7	110,7	3,6	48,9	9,9	11,3	5,59	55	5347	7641	145	41	1161	158	5	214	35	11363	744	105	7	93	3	1	14	
sd	2,9	33,7	1,0	15,5	2,1	9,4	0,63	98	6644	5064	107	51	862	116	7	478	53	20728	735	253	3	100	4	0,5	24	
max	93,3	229,9	8,0	79,7	18,9	43,8	6,7	280	35505	23516	477	257	3569	691	39	3736	347	98418	5162	1789	14	470	26	3	159	
min	78,8	31,4	2,0	15,8	6,1	0,9	3,5	-170	297	498	6	1	61	24	0	33	3	195	171	8	1,5	1,5	0,1	0,1	0	
n	61	62	62	45	61	61	61	47	61	59	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	59	61	61	61	47
x	89,7	95,4	3,9	43,5	9,2	7,8	5,07	104,7	2466	5205	179,9	14	901	137	6	277,9	31	9114,3	627,7	104	6	49	1,1	1,2	18	
sd	4,6	53,5	1,1	18,3	2,9	10,6	0,83	102	2985	5588	1011	18	820	123	13	979	70	19304	529	209	4	52	1,5	0,8	27	
max	96,5	717,0	9,0	91,2	20,6	88,7	8,6	390	35505	40238	18666	211	6145	984	280	16841	820	228961	8540	2533	63	470	16	8	323	
min	45,7	22,0	1,0	2,5	3,5	0,8	2,9	-195	29	79	1	1	11	4	0	7	0,0	32	1,8	0,4	1	0,2	0,0	0,0	0,0	
n	831	828	841	427	829	832	843	572	803	791	801	801	803	793	792	804	804	803	586	790	794	794	803	794	585	68
n=1	86,4	145,3	3,0	49,1	8,0	41,6	5,40	76	524	10906	18666	25	1992	335	41	1132	167	208053	915	11	5	10	0,1	0,3	227	
n=1	88,9	112,1	6,0	49,1	9,5	14,9	5,20	125	7566	3560	59	29	1001	178	2	267	11	9198	686	156	4	13	3	0,7	1	
x	90,0	93,2	4,2	36,2	8,8	8,6	5,17	34	2896	2730	131	17	881	126	7	419	53	13802	1061	211	4	26	0,7	0,8	34	
sd	4,1	41,8	1,6	17,7	2,3	11,0	0,92	79	2680	1532	105	14	713	114	13	739	55	13314	1834	219	2	21	0,7	0,6	32	
max	95,6	221,3	7,0	68,8	13,0	50,3	6,6	190	10711	5596	315	54	2918	495	63	3166	219	47467	8540	775	9	68	2	3	106	
min	76,2	30,0	1,0	8,3	4,4	1,2	3,3	-70	250	421	2	2	63	24	0	27	4	673	240	5,2	1	0,85	0,02	0,0	2	
n	26	26	26	9	26	26	26	19	26	25	26	26	26	25	26	26	26	26	26	19	26	25	26	26	19	9
n=1	91,7	68,9	4,0	45,7	8,0	3,1	5,20	100	2917	1669	72	22	451	60	0	43	11	9386	823	130	4	39	2	1,4	11	
x	91,2	84,2	3,7	45,7	8,2	6,4	5,14	53	2623	3750	78	13	676	146	5	163	15	5341	551	127	5	32	1,1	1,2	10	
sd	3,1	37,8	0,8	11,2	2,9	3,6	0,72	98	2617	3280	91	9	396	57	3	108	16	2922	106	74	2	34	0,6	0,7	4	
max	94,5	180,4	6,0	67,5	15,0	14,9	6,6	280	8079	12580	321	29	1488	296	11	425	58	10478	757	220	10	127	3	3	14	
min	84,3	53,7	3,0	31,4	5,4	4,1	3,6	-90	834	498	5	4	183	96	1	61	6	724	434	17	1	1,3	0,5	0,3	4	
n	11	11	11	11	11	11	11	12	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	9	11	11	11	11	9	8
n=1	87,4	40,5	1,0	45,7	11,9	5,5	4,10	94	5656	711	4	3	1792	80	5	3850	49	4983	7	3	1,5	0,1	0,02	0,0	2	
n=1	94,0	41,3	1,0	45,7	5,7	4,3	3,70	250	754	4005	240	3	1436	110	24	638	41	3250	256	14	3	6	0,1	0,2	13	
x	91,2	81,3	1,5	48,4	7,6	11,4	4,55	183	1209	3382	158	5	1051	150	25	585	41	3718	341	34	3	6	0,1	0,3	11	
sd	4,0	56,5	0,7	22,0	2,7	10,0	1,20	95	643	882	116	3	545	57	1	75	0	661	120	29	1,0	0,8	0,1	0,1	2	
max	94,0	121,2	2,0	45,7	9,5	18,5	5,4	250	1664	4005	240	7	1436	190	26	638	41	4185	425	55	4	6	0,2	0,4	13	
min	88,3	41,3	1,0	14,3	5,7	4,3	3,7	115	754	2738	76	3	665	110	24	532	41	3250	256	14	3	5	0,1	0,2	10	
n	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
n=1	91,9	65,2	2,0	46,0	7,3	20,9	5,10	98	3044	6486	122	18	1036	152	6	206	28	55	787	14	5	3	0,8	0,2	1	
x	89,4	98,7	4,0	46,0	9,2	9,4	5,30	111	2950	6480	135	21	892	132	8	303	46	16885	592	245	4	60	2	0,78	27	
sd	5,0	60,9	1,1	17,5	2,7	12,1	0,74	111	2950	6480	135	21	892	132	8	303	46	16885	592	245	4	60	2	0,78	27	
max	96,0	717,0	9,0	91,2	18,9	88,7	8,6	390	28862	40238	865	211	6145	984	74	2529	436	228045	8540	2533	63	470	16	7	323	

Calamagrostis spp.

<i>Equisetum</i> spp.		45,7	24,0	1,0	2,5	3,6	0,9	3,2	-170	84	352	1	1	61	4	0	22	2	229	89	1,1	0,5	0,8	0,05	0,0	0,4
n	n=1	522	520	531	272	521	522	534	338	498	497	487	499	498	491	487	499	498	498	498	348	487	492	498	491	347
x	x	90,7	81,8	4,0	62,4	8,4	9,5	6,30	10	217	6964	296	4	1850	147	19	89	9	29693	466	100	4	78	0,4	2	
sd	sd	2,8	27,5	1,0	12,0	1,8	7,2	0,58	88	2145	8617	65	10	971	87	10	228	24	14311	1607	2533	24	331	7	4	
max	max	94,6	279,6	7,0	85,2	15,9	43,9	6,5	370	17717	40258	464	51	4186	506	74	1789	123	90044	1607	2533	24	331	7	4	
min	min	71,6	50,1	2,0	8,7	5,2	2,1	3,9	-170	107	1476	1	2	256	29	0	40	3	361	236	14,3	2,4	1,8	0,1	0,1	
n	n	134	134	134	97	134	134	134	109	134	134	129	134	134	134	127	134	134	134	129	129	129	133	134	129	
x	x	86,7	127,8	4,0	38,1	10,5	12,4	4,33	140	3136	5702	99	12	1176	181	14	878	41	3387	1294	126	5	13	0,6	0,4	
sd	sd	7,7	113,0	1,6	16,7	1,9	16,3	0,88	85	3176	5031	157	8	909	129	5	689	34	3412	1087	154	4	15	0,8	0,3	
max	max	92,8	544,8	6,0	57,0	14,4	72,8	6,8	305	7985	19424	711	36	3856	586	20	2529	105	13990	4583	494	13	56	3	0,9	
min	min	56,0	34,6	1,0	17,8	7,0	2,6	3,2	0	164	1695	6	4	435	55	5	70	5	271	390	1,1	1,3	1,0	0,1	0,03	
n	n	20	18	20	5	20	20	20	20	20	19	20	20	20	20	20	20	20	19	20	19	20	20	20	19	
x	x	87,6	113,0	3,0	40,5	11,3	8,6	6,55	88	1712	16173	200	111	3034	110	10	1028	13	4027	658	17	6	118	9	0,9	
sd	sd	2,1	38,6	1,4	32,1	1,8	1,4	0,35	202	2007	1287	65	141	768	31	5	1348	0	5311	146	21	2	156	11	1,2	
max	max	89,1	140,3	4,0	63,2	12,6	9,6	6,8	230	3131	17083	246	211	3577	132	13	1981	13	7782	761	32	7	228	16	2	
min	min	86,1	85,7	2,0	17,8	10,0	7,6	6,3	-55	293	15263	154	11	2491	88	6	75	13	271	554	2	4	8	0,8	0,04	
n	n	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
x	x	87,9	128,6	4,1	44,7	9,2	22	5,77	-63	3929	7113	145	47	784	261	6	241	59	25443	649	163	8	34	1,0	1,1	
sd	sd	3,7	52,3	0,9	11,5	2,2	14	0,45	32	1407	5615	102	32	470	148	8	125	39	28058	159	106	4	25	0,5	0,4	
max	max	93,6	229,9	5,0	55,4	13,6	41,04	6,1	-40	5776	14718	252	102	1699	463	22	415	109	69732	820	309,9	14,3	66,7	1,6	2	
min	min	82,2	60,5	3,0	32,6	6,2	4,4	5,2	-85	1741	609	30	10	254	102	10	110	7	1219	530	33,2	2,4	3,3	0,4	0,6	
n	n	7	7	7	3	7	7	6	2	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	3	7	7	7	7	3	
x	x	87,4	40,5	1,0	11,9	5,5	4,10	5,5	94	5656	711	4	4	1792	80	5	3850	49	4983	7	3	1,5	0,1	0,02		
sd	sd	0,3	2,5	3,5	0,3	0,1	0,42	0,42	94	5656	711	4	4	1792	80	5	3850	49	4983	7	3	1,5	0,1	0,02		
max	max	87,4	40,5	6,0	12,3	5,5	4,7	4,7	94	5656	711	4	4	1792	80	5	3850	49	4983	7	3	1,5	0,1	0,02		
min	min	87,0	37,0	1,0	11,9	5,4	4,1	4,1	94	5656	711	4	4	1792	80	5	3850	49	4983	7	3	1,5	0,1	0,02		
n	n	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
x	x	88,6	106,5	4,9	40,4	10,4	8,8	5,66	-16	3023	5328	137	20	1168	159	7	171	51	17091	533	144	5	44	1,0	1,0	
sd	sd	2,1	18,6	0,6	10,5	1,4	6,3	0,48	40	767	1930	90	11	405	107	11	187	74	8356	200	37	1,5	17	0,6	0,6	
max	max	90,7	142,2	6,0	54,6	12,3	24,3	6,5	30	3831	8871	274	46	1658	352	29	656	219	30945	849	183	7	72	2	2	
min	min	84,0	85,0	4,0	30,1	8,9	4,0	5,1	-70	1896	2751	27	9	729	69	0	59	11	4791	283	95	3	14	0,1	0,0	
n	n	9	9	9	4	9	9	9	7	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	7	9	9	9	9	7	
x	x	90,4	93,6	5,5	5,5	9,3	4,4	5,15	5073	3513	14	17	321	74	0	87	33	4887	349	11	41	0,5	0,5	0,5		
sd	sd	0,5	8,1	0,7	32,6	0,5	0,3	0,07	16	33	0	1	5	324	0	18	6	91	6	0,1	8	0,1	0,7	0,0	0,0	
max	max	90,7	99,3	6,0	9,6	4,6	4,6	5,2	5084	3536	14	17	324	74	0	99	37	4951	354	11	47	0,6	1,0	0,0	0,0	
min	min	90,0	87,8	5,0	8,9	4,1	5,1	5,1	5061	3490	14	16	317	74	0	74	28	4823	345	11	36	0,4	0,0	0,0	0,0	
n	n	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
x	x	90,6	86,8	3,8	42,1	8,7	6,7	5,25	65	2171	5155	183	14	844	142	6	177	24	10713	607	160	7	51	1,1	1,2	
sd	sd	3,1	30,9	0,9	16,5	2,5	5,8	0,67	92	2167	4293	1042	17	617	92	8	406	39	19403	292	228	4	52	2	0,8	
max	max	96,0	294,7	9,0	91,2	18,2	51,2	6,8	390	16061	35081	18666	211	3993	628	63	7925	679	217411	1846	2533	63	470	16	7	
min	min	67,7	22,0	1,0	8,3	3,9	0,8	3,5	-195	88	305	1	1	47	4	0	27	1	98	4	1,2	1,5	0,3	0,0	0,0	
n	n	538	536	540	339	536	538	542	378	530	523	529	529	529	525	529	530	530	530	420	528	522	522	530	528	
x	x	87,6	117,7	5,5	45,3	10,4	17,2	5,90	-40	6099	4948	167	26	1264	234	1	235	57	3697	642	86	4	21	0,5	1,0	
sd	sd	2,6	29,5	0,7	27,7	4,1	0,99	0,99	2770	917	187	5	733	175	1	13	35	3040	114	2	5	0,2	0,7	0,7	0,7	
max	max	89,4	138,5	6,0	12,3	20,1	6,6	6,6	8067	5596	299	29	1782	358	1	244	82	5846	167	6	25	0,7	1,5	0,5	0,5	
min	min	85,7	96,8	5,0	8,4	14,3	5,2	5,2	4140	4299	35	22	745	110	0	225	32	1547	5	3	18	0,4	0,5	0,5	0,5	
n	n	2	2	2	1	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	
x	x	87,1	128,1	4,7	9,1	28,1	6,10	6,10	4451	12107	235	69	1151	283	1	256	90	51069	217	11	54	0,9	1,2	1,2	1,2	
sd	sd	2,2	19,4	0,6	0,2	14,0	0,00	0,00	1211	4139	15	28	499	136	1	151	24	24877	107	3	17	0,6	0,2	0,2	0,2	
max	max	89,4	148,9	5,0	9,2	41,0	6,1	6,1	5776	14718	252	102	1699	427	2	412	109	69732	310	14	67	2	1,4	1,4	1,4	

Equisetum spp.
E. flaviviale

E. sylvaticum

Filipendula ulmaria

Hippuris vulgaris

Lycopodium inundatum
Lysimachia spp.

L. thyrsiflora

L. vulgaris

Menyanthes trifoliata

Myosotis spp.

Myriophyllum verticillatum

<i>Naphar lateum</i>		85.0	110.4	4.0	8.9	13.2	6.1	3403	7334	225	52	722	157	0	110	63	22826	100	8	35	0.5	1.0		
n	n=1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	
sd	87.0	124.9	5.0	9.1	30.1	6.10	6.10	4173	14718	252	52	1032	266	0	246	98	60649	241	14	60	0.5	1.1	1	
max	94.6	48.5	2.7	17.4	5.1	6.9	6.47	166	1012	14152	871	18	2173	297	4	1296	27	4856	11	8	74	0.7	2	
min	94.6	48.5	2.7	17.4	5.1	6.9	6.47	166	1012	14152	871	18	2173	297	4	1296	27	4856	11	8	74	0.7	2	
sd	1.0	1.7	0.6	0.8	0.8	0.8	0.42	663	1339	850	17	1264	103	8	2005	12	1640	8	3	70	0.6	1.5	3	
max	95.2	50.1	3.0	6.0	7.8	6.8	6.8	1488	14995	1852	38	3631	401	13	3611	39	5842	16	10	144	1.4	3	3	
min	93.5	46.8	2.0	4.6	6.2	6.0	6.0	255	12608	372	6	1378	196	0	103	15	2963	2	4	4	0.2	0.1	1	
n	n=1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	
x	112.6	4.0	66.0	90	5.20	0	0.28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
sd	0.0	14.6	0	0	0.28	0	0.28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
max	4.0	76.3	5.4	90	5.2	0	0.28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
min	4.0	66.0	5.2	90	5.2	0	0.28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
n	n=1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
x	82.2	229.9	5.0	46.1	13.6	23.5	5.97	3456	609	30	16	254	304	10	182	71	1219	587	41	2	3	2	2	
sd	89.5	106.7	4.7	8.5	16.7	5.97	5.97	3561	9592	191	45	875	187	2	179	71	23869	105	11	62	0.7	1.1	1	
max	91.7	148.9	7.0	9.2	41.0	6.1	6.1	1641	3381	47	34	389	122	3	116	23	29257	122	2	20	0.6	0.2	0.4	
min	85.0	86.8	3.0	7.6	6.3	5.8	5.8	321	7086	131	7	585	78	0	73	54	2122	15	8	35	0.1	0.6	0.6	
n	n=1	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	
x	94.3	50.3	2.7	4.3	29.6	6.45	6.45	2562	11019	440	34	1598	643	4	482	58	1024	2	7	30	0.6	2	2	
sd	2.2	15.5	0.6	0.7	21.3	0.30	0.30	662	1168	49	9	78	228	8	322	28	69	0.19	0.56	15	0.2	0.4	0.4	
max	95.8	73.3	3.0	5.2	61.5	6.7	6.7	3520	11834	507	45	1675	984	15	955	100	1103	2	7	43	0.9	2	2	
min	91.1	40.1	2.0	3.6	18.3	6.1	6.1	2052	9293	396	24	1526	514	0	277	39	940	2	6	10	0.5	1.0	1.0	
n	n=1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
x	86.0	136.9	4.6	59.6	9.0	35.6	5.50	100	4975	14493	239	53	1366	347	0	329	104	65191	275	11	47	0.5	1.1	
sd	1.4	17.0	0.5	12.5	0.2	7.7	0.50	15	1153	318	19	1	472	114	0	117	8	6423	49	4	18	0.0	0.03	
max	87.0	148.9	5.0	76.3	9.1	41.0	6.1	115	5776	14718	252	54	1699	427	0	412	98	69732	310	14	60	0.5	1.1	
min	85.0	124.9	4.0	46.5	8.9	30.1	4.9	85	4173	14268	225	52	1032	266	0	246	98	60649	241	8	35	0.5	1.0	
n	n=1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
x	83.9	119.7	2.0	10.7	28.5	4.85	4.85	669	6776	7510	10	1510	80	7	2319	104	116972	12	5	6	0.1	0.01	0.01	
sd	5.0	111.9	1.4	1.6	32.4	1.06	1.06	812	1583	9615	8	400	3	2165	77	18376	6	2	6	0.01	0.01	0.01	0.01	
max	87.4	198.8	3.0	11.9	51.4	5.6	5.6	1243	7895	14308	16	1792	9	3850	158	228961	16	6	10	0.1	0.02	0.02		
min	80.3	40.5	1.0	9.6	5.5	4.1	4.1	94	5656	711	4	1227	5	788	49	4983	7	3	1.5	0.1	0.0	0.0	0.0	
n	n=1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
x	90.5	85.4	4.0	42.1	8.5	8.4	5.32	40	2662	4144	129	14	891	175	12	1406	96	14023	598	165	5	31	0.82	1.0
sd	2.9	32.0	1.0	15.3	2.2	8.4	0.63	99	3320	2374	123	12	540	140	25	3570	205	22785	539	260	2	28	1.0	0.8
max	95.5	279.7	9.0	85.2	15.6	68.8	6.6	350	35505	14245	804	102	3763	915	280	16841	821	217411	5162	2510	16	149	12	3.8
min	75.7	36.0	1.0	8.7	3.9	1.2	3.5	-195	124	357	4	2	133	39	0	27	3	63	2	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0
n	n=1	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
x	95.4	43.8	3.0	4.0	19.3	6.50	6.50	2337	11474	405	33	1595	538	0.0	348	45	973	2	7	34	0.76	2	2	
sd	0.6	2.0	0.0	0.6	0.6	0.28	0.28	187	192	12	1	85	21	85	21	93	8	47	0.04	0.3	10	0.2	0.4	
max	95.8	45.2	3.0	4.4	19.7	6.7	6.7	2469	11609	413	34	1655	552	413	50	1006	2	7	41	0.9	2	2	2	
min	95.0	42.4	3.0	3.6	18.8	6.3	6.3	2205	11338	396	32	1535	523	282	39	940	2	7	27	0.6	1.3	1.3	1.3	
n	n=1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
x	91.1	73.3	1.6	9.7	10.3	4.1	3.50	3520	9293	507	45	1526	984	0	955	100	1048	2	6	10	0.5	1.0	1.0	
sd	89.2	48.3	1.6	9.7	10.3	4.1	3.50	472	2582	252	8	931	85	12	1578	34	4418	576	27	3	2	0.4	0.1	
max	91.2	64.2	3.0	15.5	13.5	4.8	4.8	320	1588	3218	467	22	1254	142	31	2555	49	27254	1040	167	4	4	2	
min	84.2	34.6	1.0	8.4	1.9	3.0	3.0	180	164	2212	35	3	672	64	0	620	4	259	326	0.6	2	0.9	0.1	
n	n=1	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	
x	88.9	93.8	3.0	43.2	10.2	8.1	6.30	-90	2301	15286	221	96	2362	98	5	65	6	7150	488	32	6	235	16	
sd	88.9	112.1	6.0	9.5	14.9	5.20	5.20	125	7566	3560	59	29	1001	178	2	267	11	9198	686	156	4	13	3	
max	93.8	112.1	6.0	9.5	14.9	5.20	5.20	125	7566	3560	59	29	1001	178	2	267	11	9198	686	156	4	13	3	
min	88.9	112.1	6.0	9.5	14.9	5.20	5.20	125	7566	3560	59	29	1001	178	2	267	11	9198	686	156	4	13	3	

Naphar lateum
Pedicularis palustris

Potamogeton alpinus

P. bertoldii
P. gramineus

P. natans

P. pusillus

Potentilla erecta

P. palustris

Ranunculus spp.

R. sceleratus
Rubus chamaemorus

R. saxatilis
Rumex spp.

<i>S. majus</i>		x	92.1	75.6	3.7	59.8	7.7	3.0	4.19	161	1801	1763	287	7	321	85	3	118	60	3663	409	235	6	24	0.3	1.1	2.6		
sd	3.0	27.3	1.0	2.4	2.8	4.2	0.48	39	1968	1662	2000	6	2070	73	228	73	7	228	59	12199	197	234	3	16	0.5	3.6	4.6		
max	96.5	164.8	5.0	61.4	17.5	26.9	6.0	230	9924	10033	14983	31	1070	495	1592	45	45	1592	309	92579	762	971	17	73	3	3	164		
min	82.2	30.0	1.0	57.0	3.5	0.9	3.3	90	133	123	1	1	48	24	0	12	4	673	174	6	0.19	0.85	0.01	0.2	2	2	9		
n	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	
<i>S. obtusum</i>		x	91.4	66.4	2.6	31.5	8.1	5.6	4.89	4	993	2927	83	6	713	135	11	301	41	7262	702	562	4	26	0.4	1.1	11		
sd	2.1	12.6	0.8	9.2	2.0	0.8	0.53	79	494	838	26	2	292	43	8	523	33	1204	81	290	1.5	15	0.6	0.5	3	3	3		
max	92.9	80.7	3.0	42.1	12.3	6.6	5.4	110	1631	4567	104	9	1305	228	25	1484	109	8632	784	784	6	43	2	2	13	784	6	43	2
min	86.8	42.4	1.0	18.5	6.7	4.5	3.9	-80	359	2009	31	3	479	103	4	71	5	5157	570	67	2	3.1	0.1	0.2	6.6	6.6	6.6	6.6	
n	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	
<i>S. papillosum</i>		x	91.1	79.8	3.3	36.1	8.2	4.7	4.19	197	1601	2247	32	9	532	110	7	208	31	3019	580	215	5	28	0.7	1.1	8		
sd	3.9	42.3	1.1	21.5	2.7	7.9	0.54	86	1739	1507	51	12	353	76	425	41	2754	863	192	3	25	1.0	0.7	7	7	7	7	7	
max	96.5	389.4	8.0	76.3	17.5	68.0	5.4	425	9910	11922	365	115	2317	495	56	3517	309	15398	8540	971	17	157	6	4	58	4	58		
min	66.7	22.0	1.0	0.3	3.5	0.8	3.2	20	85	123	1	1	47	24	0	16	2	297	139	12	0.2	0.5	0.0	0.1	0.7	0.7	0.7		
n	149	149	152	54	149	150	149	95	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	
<i>S. platyphyllum</i>		x	86.6	136.8	3.7	61.1	10.0	24.5	5.50	-41	15447	4335	411	114	1156	306	9	367	30	5599	756	12	4	14	7	0.9	98		
sd	5.3	58.9	1.6	27.4	3.4	7.4	0.40	159	10377	3609	756	95	501	124	12	172	16	12245	426	8	2	14	9	0.5	21.7	2	485		
max	95.0	224.0	5.0	79.7	14.0	34.0	6.3	240	28862	11609	1923	257	1867	523	34	591	50	30380	1198	24	7	41	26	2	485	2	485		
min	78.8	45.2	1.0	13.4	4.4	13.8	5.2	-150	2469	2195	24	32	731	150	0	205	10	195	63	2	2	6	0.6	0.5	0	0	0		
n	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6		
<i>S. recurvum coll.</i>		x	92.0	68.8	3.2	30.3	7.7	3.4	4.65	126	552	3785	39	5	667	126	12	1244	118	4198	342	221	7	42	0.5	2	11		
sd	1.5	13.3	0.7	13.4	1.4	1.8	0.70	90	541	2578	43	3	422	43	20	2852	266	4972	249	190	5	28	0.4	1.1	6	6	6		
max	94.4	94.9	5.0	61.3	10.8	9.1	6.8	350	2575	15263	154	16	3577	319	109	9432	958	20872	1265	791	25	118	2	4	37	4	37		
min	88.8	37.4	2.0	2.8	5.4	1.0	2.9	-90	29	386	2	1	201	28	1	8	3	32	3	0.6	1.3	0.3	0.0	0.0	0	0	0		
n	87	87	86	77	87	87	86	77	87	86	77	85	87	85	87	86	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	86	9	
<i>S. riparium</i>		x	90.3	89.0	3.6	41.4	8.7	8.1	5.08	75	1635	3447	125	11	785	171	17	1662	146	11629	599	117	5	28	0.9	1.0	17		
sd	3.4	40.2	1.0	16.6	2.5	9.5	0.60	113	1461	2320	108	9	500	139	21	2965	287	24214	436	134	6	41	2	0.9	23	23			
max	95.4	279.7	6.0	42.7	17.5	14.9	6.2	280	7566	19672	240	36	4282	330	38	2719	97	10991	753	511	10	139	6	4	22	22	23		
min	75.7	31.4	1.0	8.3	4.4	1.4	3.4	-195	100	609	3	2	119	35	0	38	3	34	2	0.2	2	0.3	0.0	0.0	0	0	0		
n	89	90	91	83	89	89	90	78	89	89	88	89	88	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89		
<i>S. rubellum</i>		x	91.4	78.7	3.3	22.7	8.2	3.9	4.17	174	1469	3285	41	9	793	139	6	192	21	2510	353	161	4	36	0.8	2	7		
sd	2.9	30.2	1.1	10.2	2.7	3.0	0.68	69	1908	3047	55	9	617	65	7	421	21	2170	188	133	2	30	1.4	0.91	4	4			
max	95.4	164.8	6.0	42.7	17.5	14.9	6.2	280	7566	19672	240	36	4282	330	38	2719	97	10991	753	511	10	139	6	4	22	22	23		
min	82.2	36.2	1.0	7.6	4.5	1.2	3.1	45	29	123	2	1	201	26	0	8	2	32	28	2	0.2	1.1	0.0	0.0	0.4	44	44		
n	43	43	43	19	43	44	38	31	44	44	43	43	43	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44		
<i>S. russowii</i>		x	87.9	102.9	3.6	43.8	10.9	6.8	4.39	178	2165	5682	144	9	1025	83	9	539	26	5054	674	167	5	31	0.6	0.5	11		
sd	5.0	58.6	1.5	26.9	3.0	10.2	0.93	75	2885	10120	217	10	1175	68	9	834	20	7166	499	284	3	46	0.6	0.5	20	20			
max	93.6	311.4	7.0	89.7	19.4	58.8	6.8	280	7717	40226	813	49	4517	438	33	4733	85	35639	2503	1649	17	208	2	2	94	2	94		
min	67.9	29.1	1.0	1.2	6.0	1.3	3.3	0	84	305	2	2	42	29	0	32	2	122	150	0.3	2	0.4	0.1	0.0	0.3	0	0.3		
n	49	49	49	18	49	49	49	35	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49		
<i>S. squarrosam</i>		x	89.4	99.5	3.9	42	8.8	11.4	5.31	40	2607	4028	154	15	1015	195	7	362	39	15953	731	125	4	30	0.6	1.1	33		
sd	4.8	62.7	1.0	15	1.7	13.6	0.63	117	2089	1864	114	10	624	168	7	617	48	16871	389	88	2	21	0.5	0.7	51	51			
max	94.2	489.4	7.0	88	15.0	78.6	6.5	315	9924	11366	583	53	3763	915	26	3736	280	117506	1846	528	8	78	3	2.8	323	323			
min	61.1	31.4	1.0	9	5.6	3.4	3.6	-195	145	457	6	2	209	58	0	49	6	792	89	13	1	0.8	0.12	0	1.4	1.4			
n	58	59	58	54	58	58	59	47	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58		
<i>S. subfutum</i>		x	88.7	111.6	3.5	51.2	10.0	9.9	5.52	176	2829	9142	873	27	1142	102	8	192	34	14477	559	47	9	88	2	1.0	72		
sd	3.4	34.4	1.0	28.6	2.6	10.0	0.76	139	6399	5715	3190	56	1066	59	14	234	36	50905	369	51	4	58	5	0.6	182	182			
max	93.8	198.8	5.0	79.7	16.3	51.4	6.7	320	27007	22216	14308	257	4039	295	55	788	158	228961	1198	173	14	194	24	3	485	485			
min	80.3	57.2	1.0	13.4	5.8	1.4	3.4	-110	226	1084	8	4	350	40	0	22	4	260	63	7	3	6	0.1	0.0	0.2	0.2			
n	20	20	20	6	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20		
<i>S. subsecundum</i>																													

max	95.4	134.2	6.0	89.8	13.1	28.3	6.7	425	9910	19211	753	60	1724	450	59	1636	309	90044	1211	1076	24	227	5	7	159		
min	85.2	44.5	2.0	0.3	4.1	0.8	3.8	-85	197	421	1	1	47	24	0	24	3	297	189	4.6	2	1.3	0.01	0.21	0.9		
n	110	114	56	110	110	110	115	54	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	16		
x	88.9	88.0	3.0	10.8	2.7	3.56	2.53	896	1756	23	4	662	99	5	345	18	2700	214	248	3	11	0.3	0.6	7			
sd	2.9	40.8	1.2	2.8	2.0	0.65	5	1498	1488	36	3	324	61	6	532	12	2093	50	168	1	10	0.2	0.4	8			
max	92.4	144.3	4.0	15.0	6.6	4.9	26.0	4288	4567	102	11	1305	228	14	1484	34	6864	272	477	5	29	0.5	1.1	8			
min	84.8	42.4	1.0	7.4	0.9	3.1	25.0	169	685	3	1	375	50	0	13	5	1083	174	67	2	3	0.1	0.2	4			
n	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	2		
x	92.0	73.8	3.6	40.5	6.4	5.1	87	1710	5512	149	11	909	163	10	1239	101	10079	492	96	6	51	0.7	1.3	23			
sd	2.6	23.2	0.9	15.9	2.1	5.3	0.66	124	1642	3756	122	10	490	112	17	3110	230	19658	280	89	3	40	0.7	0.9	24		
max	96.0	227.2	9.0	89.8	20.6	47.1	6.8	375	13563	19211	736	60	3763	658	109	15306	958	217411	1319	527	24	207	5	4	186		
min	77.0	38.3	2.0	9.1	3.6	2.2	3.8	-90	114	357	0	3	90	4	0	24	0	63	2	0.3	2	0.3	0.0	0.0	0.6		
n	180	180	185	113	180	186	119	180	179	180	179	180	179	178	180	180	180	180	180	138	179	179	180	138	17		
x	86.3	136.6	3.5	41.5	10.1	16.1	5.70	117	2881	12805	670	29	2202	165	11	444	30	36094	371	75	7	109	2	0.8	15		
sd	8.2	110.0	1.1	16.1	2.4	18.7	0.54	102	3382	8823	2752	30	1320	160	14	741	30	36094	371	112	3	106	3	0.6	3.6		
max	94.1	717.0	7.0	72.8	17.1	88.7	6.8	315	17421	40226	18666	211	6145	812	74	3850	167	228961	1764	618	13	470	16	2	227		
min	45.7	38.4	1.0	10.1	5.7	4.0	3.7	-90	94	1949	6	4	368	35	0	39	5	218	215	0.4	1	1.4	0.1	0.0	0.3		
n	77	75	76	59	75	76	75	61	75	75	71	75	75	75	74	72	75	75	75	56	71	75	75	75	15		
x	88.2	114.7	4.7	43.3	10.4	10.5	4.57	121	4472	3449	55	41	551	145	6	190	16	2595	611	120	6	35	2	1.0	5		
sd	9.0	9.0	9.0	5.0	9.0	9.0	9.00	8	9	9	8	9	9	9	9	9	9	9	9	7	8	9	9	9	6		
max	91.9	174.4	7.0	69.5	18.9	35.3	6.0	250	12684	9039	224	184	1122	365	14	417	40	6194	917	269	12	128	7	3	16		
min	80.1	78.7	3.0	20.6	7.9	2.8	3.8	-110	569	481	7	4	82	16	0	28	6	195	378	8	2	3	0.3	0.4	0.3		
n	9	9	9	5	9	9	9	8	9	9	8	9	9	9	9	9	9	9	8	7	8	9	9	9	7		
x	90.0	91.3	4.1	41.5	8.8	10.4	5.50	0.7	2541	4196	183	15	1156	167	33	4593	261	17054	365	90	4	24	0.4	0.6	34		
sd	2.3	23.7	0.8	18.4	1.3	12.2	0.59	57	2765	2490	137	16	906	173	69	6044	305	30092	413	88	2	29	0.3	0.7	24		
max	92.4	166.8	6.0	85.2	11.7	36.2	6.3	128	10711	11366	583	53	3763	736	280	16841	785	117506	1319	295	7	97	0.9	2	89		
min	83.4	65.5	3.0	19.7	7.2	2.2	4.1	-70	210	0	2	2	317	40	0	39	5	64	2	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	9		
n	16	16	16	11	16	16	16	11	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	15	16	16	16	16	15	7	
x	90.8	89.8	5.0	8.8	4.0	5.20	37.5	1625	2751	128	8	681	63	0.0	84	10	16881	320	128	4	37	0.8	0.8	51			
sd	0.1	1.1	0.0	0.1	0.4	0.2	1.1	384	30	2	68	12	14	3	5230	38	11	3	5230	38	11	3	5230	38	11	10	
max	90.9	90.6	5.0	5.0	8.9	4.7	5.5	45	1896	149	9	729	71	94	12	20279	347	136	4	37	0.8	1.0	58	0.0	0.3		
min	90.7	89.0	5.0	5.0	8.8	3.3	4.9	30	1353	107	6	633	54	74	8	12883	293	120	3.8	37.2	0.8	0.6	44	0.6	44		
n	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1		
x	90.4	88.0	3.6	38.8	8.7	7.3	5.05	111	1951	5053	256	16	930	161	10	284	33	8467	867	162	10	59	0.9	6	21		
sd	4.0	45.2	1.1	18.1	2.6	9.4	0.90	113	2848	4581	1083	26	790	161	27	539	131	13849	1582	214	24	151	1	57	36		
max	96.0	544.8	9.0	91.7	19.4	78.6	6.8	425	35505	35839	18666	216	6145	1811	407	4733	3166	208053	15306	2533	205	2368	16	888	485		
min	56.0	24.0	1.0	0.1	3.6	0.8	2.9	-180	84	322	1	1	4	0	0	0	2	13	63	0.3	0.5	0.1	0.01	0.0	0.0		
n	628	628	627	332	627	628	630	446	624	620	624	624	624	624	621	625	625	624	624	623	619	618	623	618	451	70	
x	90.4	80.2	3.6	36.1	8.9	6.9	5.11	128	1608	9113	79	10	1202	119	12	405	24	7390	638	155	9	65	0.9	0.9	11		
sd	1.8	22.6	1.1	16.6	1.6	4.1	1.00	150	1257	6574	77	5	1034	61	14	634	32	10569	297	206	6	56	0.6	0.6	14		
max	93.8	119.1	6.0	56.6	11.3	17.9	6.8	355	4231	22410	270	22	3941	324	53	1981	127	35639	1325	849	18	161	2	2	48		
min	87.7	32.0	2.0	12.9	5.8	1.0	3.2	-50	237	1226	5	4	527	55	0	41	3	271	135	2	1.8	0.7	0.1	0.0	0.4		
n	17	17	17	7	17	17	17	12	16	15	16	16	16	16	16	16	16	16	16	13	16	15	15	16	13	12	
x	89.6	79.1	3.2	37.3	9.7	6.2	4.73	150	1401	5500	135	7	1100	127	10	841	25	7306	550	217	6	37	0.6	0.9	16		
sd	2.9	32.9	1.3	20.5	2.4	5.5	0.93	98	1613	4442	183	4	815	80	9	1157	19	9228	231	339	6	43	0.8	1.1	15	15	
max	95.3	187.4	6.0	70.3	14.7	25.5	6.8	280	7411	19368	792	22	3577	362	33	4733	70	35639	1034	1649	24	149	4	4	46	46	
min	80.6	29.9	1.0	1.2	4.1	2.5	3.3	-80	94	1248	3	2	235	35	35	35	35	35	35	18	35	35	35	35	35	18	20
n	35	35	35	35	35	35	35	26	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	18	20
x	90.0	103.7	3.0	40.0	9.6	7.9	4.00	225	3945	1302	11	8	291	106	12	171	6	3653	1013	332	4	8	1	0.6	4	1	
sd	1.5	45.0	1.0	7.6	0.9	4.9	1.42	21.2	2480	10014	193	10	1809	37	37	1869	16	4060	351	26	4	30	0.2	0.5	5	5	
max	90.8	119.1	4.0	12.9	10.6	12.3	5.7	310	5106	22410	507	24	3941	202	53	3534	53	8070	1030	50	12	55	0.7	1.0	8	8	

S. tenellum

S. teres

S. warnstorffii

S. acutifolia-type

S. cuspidata-type

S. palustris-type

Bryidae (total)

Bryidae spp.

Aulacomnium palustre

Bryum spp.

B. pseudotriquetrum

		88.0	34.4	2.0	2.1	8.9	2.5	3.2	280	414	2945	161	5	728	130	0	156	22	282	533	0.6	3	0.8	0.2	0.1	0.5		
n	n=1	94.3	51.2	4.0	5.6	2.5	5.10	140	1740	2947	67	10	532	76	0	67	28	4089	524	61	6	44	4	1.1	8	1		
x	x	90.1	92.5	4.0	32.5	9.4	4.6	4.79	46	1975	2743	72	9	595	104	7	107	25	8361	780	244	5	30	0.8	1.1	14		
sd	sd	2.6	28.8	0.6	13.0	2.5	0.71	184	1324	1864	81	3	440	49	9	81	18	6776	178	241	1.1	18	0.9	0.5	10			
max	max	93.6	140.3	5.0	46.7	14.3	9.1	60	180	5556	6994	277	13	1579	193	28	312	58	25100	1070	782	6	60	3	2	40		
min	min	85.2	59.6	3.0	11.2	6.1	1.3	3.5	-50	141	323	4	3	71	37	0	39	4	494	570	22.4	3	4.7	0.1	0.27	1.2		
n	n	13	13	13	9	13	13	13	9	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	12	12	12	10	10	
x	x	90.9	83.6	3.7	37.1	8.4	7.2	5.33	75	1783	4304	120	14	970	132	5	213	26	13454	587	148	5	44	1.1	1.1	29		
sd	sd	2.5	24.6	1.0	14.4	2.0	5.1	0.70	138	1502	3008	103	15	662	79	6	424	34	15274	275	118	2	48	1.3	0.6	39		
max	max	94.7	187.4	9.0	76.3	15.6	32.2	6.7	425	9924	17214	583	102	3763	403	25	3736	241	117506	1764	971	14	304	9	3	323		
min	min	80.6	31.4	2.0	0.3	5.1	1.2	3.9	-180	124	692	1	1	48	27	0	12	3	584	89	5.1	2	1.5	0.0	0.1	14		
n	n	109	108	110	79	108	109	110	92	108	108	108	108	108	107	108	108	108	108	108	108	108	107	108	106	100	27	
x	x	85.0	148.9	5.0	8.9	41.0	6.10	6.52	5776	14268	225	54	1699	427	0	412	109	69732	310	8	35	0.5	1.0	8	35	1		
sd	sd	2.8	26.1	0.6	1.3	24.7	0.30	8	701	1625	50	8	80	237	7	282	26	102	62	987	2	7	27	0.6	2	2		
max	max	95.8	100.4	3.0	6.9	66.4	6.8	1834	3520	11834	507	45	1675	984	15	955	100	1103	2	7	43	0.9	2	2	2	2		
min	min	89.7	40.1	2.0	3.6	18.3	6.1	2052	8176	396	24	1501	514	0	277	39	838	2	5	10	0.4	1.0	0.4	1.0	0.4	1.0		
n	n	5	5	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	1	
x	x	89.5	91.5	3.3	12.9	9.7	8.5	5.23	157	576	10940	35	12	1062	164	17	373	15	3195	623	146	13	52	0.8	0.6	5		
sd	sd	1.0	14.3	0.5	1.1	5.3	0.24	96	367	5374	48	10	1083	97	14	347	11	2197	202	91	5	46	0.4	0.3	1.5	1.5		
max	max	90.9	119.1	4.0	12.9	11.4	19.6	5.6	310	1365	22410	161	33	3941	388	53	1225	32	8070	1030	297	18	161	1.4	1.3	8		
min	min	88.0	68.8	3.0	12.9	7.4	4.3	4.8	50	243	5598	10	4	623	102	9	97	5	1733	466	50	6	4	0.4	0.3	3		
n	n	9	9	9	1	9	9	9	6	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	2	
x	x	86.5	127.5	3.0	52.3	9.9	21.2	5.48	177	4705	10544	2114	22	2497	223	38	657	74	25972	855	47	5	20	0.4	0.4	48	48	
sd	sd	2.8	32.4	1.0	19.8	2.2	13.8	0.49	85	4706	6976	4278	10	1716	145	15	352	51	31770	265	54	3	20	0.4	0.2	66	66	
max	max	89.7	190.2	5.0	78.7	12.9	47.7	6.5	320	13074	22410	14983	42	5116	500	59	1318	208	92579	1158	194	9	63	2	0.8	164	164	
min	min	81.1	90.3	2.0	12.9	6.2	9.3	4.8	93	605	3095	73	8	562	95	17	195	20	2150	564	4	0.0	0.0	0.1	0.1	2	2	
n	n	12	12	12	11	12	12	12	11	12	10	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	9	9
x	x	87.5	116.7	3.5	58.1	10.9	13.0	5.60	91	3715	14203	2702	28	2458	121	26	381	60	18796	770	41	6	67	2	0.5	32	32	
sd	sd	3.1	33.8	1.4	20.9	2.8	7.2	0.55	129	4689	4595	6026	12	1070	45	19	311	76	36325	364	47	2	64	2	0.3	65	65	
max	max	91.9	169.9	5.0	78.7	14.5	26.9	6.5	320	11215	22216	14983	42	4039	187	55	802	208	92579	1207	133	9	193	6	0.8	164	164	
min	min	83.3	77.4	2.0	24.6	7.6	6.7	5.0	-55	475	10033	6	10	1070	57	6	88	6	800	255	6	5	13	0.1	0.1	2	2	
n	n	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	4	4
n=1	n=1	91.4	81.2	4.0	8.4	2.9	4.40	145	1266	1807	82	6	565	58	0	105	5	10149	174	124	3	17	1.2	0.6	58	1	1	
n=1	n=1	89.1	85.7	2.0	17.8	10.0	7.6	6.80	230	293	15263	154	11	3577	88	13	1981	13	271	761	2	4	8	0.8	0.04	0.4	1	
x	x	90.6	62.9	2.6	13.3	9.3	1.7	3.34	309	471	1439	39	3	676	186	9	584	29	986	349	148	2	12	0.1	1.3	3	3	
sd	sd	2.3	14.6	0.6	9.5	2.3	0.5	0.40	37	401	594	67	1	179	109	4	1163	16	409	165	185	1	11	0.1	1.0	2	2	
max	max	94.8	99.2	3.0	30.4	12.1	3.0	3.9	350	1582	2918	244	6	979	398	19	4733	53	2083	747	676	5	30	0.4	3	6	6	
min	min	87.6	29.9	1.0	0.4	5.2	1.1	2.9	250	197	837	2	1	376	48	3	48	8	280	185	4	1	0.4	0.05	0.04	0.6	0.6	
n	n	16	16	15	10	16	16	15	10	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	11	2
x	x	92.0	70.1	3.0	43.3	7.6	5.2	5.61	41	1132	2372	119	8	490	99	9	64	14	17292	730	149	5	39	0.6	2	24	24	
sd	sd	1.3	7.2	0.0	3.6	1.1	1.1	0.17	12	101	255	15	2	71	16	6	18	7	1525	137	34	0.26	11	0.1	0.3	4	4	
max	max	93.5	86.7	3.0	49.6	10.2	8.1	5.7	50	1239	2628	129	13	603	138	25	106	31	18883	1009	231	5	59	0.8	2	29	29	
min	min	88.9	61.3	3.0	39.7	6.2	4.6	5.2	20	968	1972	81	5	399	85	5	44	8	14552	573	116	4	19	0.4	1.3	19	19	
n	n	9	9	9	9	9	9	9	5	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	1	1
x	x	90.8	87.1	3.7	40.5	8.6	6.3	5.16	176	1837	5025	127	11	540	102	5	91	29	7431	775	63	10	53	0.5	1.1	13	13	
sd	sd	2.5	19.4	1.6	9.4	2.6	3.8	0.86	103	2876	3731	94	13	343	55	5	52	21	8122	428	70	4	32	0.7	0.4	11	11	
max	max	93.5	125.1	8.0	51.0	14.4	14.8	6.0	250	9910	11922	365	46	1303	196	16	193	66	20779	1265	195	17	106	3	2	29	29	
min	min	85.5	61.3	3.0	28.1	6.2	3.9	3.0	267	429	3	1	25	20	0	32	4	124	295	10	4	13	0.1	0.6	0.4	3	3	
n	n	11	11	11	6	11	11	11	4	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	6	6
x	x	89.8	88.1	3.8	35.4	9.5	6.3	4.99	44	1537	4474	77	9	791	115	17	2528	159	11573	624	188	5	28	0.7	0.7	19	19	

B. weigelii
Callitregon spp.

C. cordifolium

C. giganteum
C. megatophyllum

C. richardsonii

Campylytum stellatum

Cinchidium stygium

Dicranum spp.
D. majus
D. polysectum

Hamatocaulis lapponticus

H. vernicosus

Helodium blandowii

sd	1.6	17.6	0.8	15.2	1.3	2.4	0.56	77	838	3372	53	3	458	28	16	4630	269	9390	485	119	1.2	29	0.6	0.5	6	
max	92.3	124.0	6.0	57.4	11.6	13.5	6.1	140	3114	9876	186	15	1515	173	48	12603	749	31877	1285	304	8	71	2	2	36	
min	87.5	69.1	3.0	8.7	7.2	4.1	4.2	-48	428	1476	24	5	294	79	0	57	5	66	4	0.4	4	0.3	0.01	0.01	10	
n	13	13	13	13	13	13	13	11	13	13	12	13	13	13	13	13	13	12	13	13	12	13	13	13	5	
x	83.3	172.5	4.5	49.1	11.2	24.6	5.10	178	5317	8260	953	22	2301	312	18	542	32	10765	1150	39	4	28	0.9	0.8	15	
sd	4.8	58.7	0.8	21.7	2.9	23.3	0.43	100	4131	8116	1448	12	1807	266	20	452	26	6031	744	29	2	28	0.5	0.6	15	
max	88.0	281.3	5.0	65.3	14.4	60.5	5.6	310	13074	22410	3820	41	5116	772	53	1318	81	16826	2327	80	6	67	1.4	2	35	
min	74.8	119.1	3.0	12.9	6.2	6.8	4.4	80	1365	1699	59	10	822	130	1	82	8	3446	451	4	0.0	0.0	0.4	0.3	2	
n	6	6	6	6	6	6	6	6	6	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	5	
x	86.1	127.0	3.0	50.8	11.7	15.1	5.54	127	7546	9933	285	59	2035	178	18	519	38	5794	587	60	4	43	2	0.5	82	
sd	3.1	50.5	1.6	28.3	1.8	11.1	0.91	202	10093	9041	664	65	1334	113	19	487	21	10248	322	55	2	64	3	0.3	198	
max	89.4	224.0	5.0	78.7	14.0	34.0	6.7	320	28862	22216	1923	203	4039	339	55	1484	75	30580	951	142	6	194	7	1.1	485	
min	78.8	42.4	1.0	13.4	7.9	4.3	3.9	-150	395	2195	8	3	553	64	0	95	12	195	63	8	2	3	0.1	0.1	0.3	
n	8	8	8	8	8	8	8	6	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	3	
x	91.8	72.2	3.1	46.4	7.8	5.2	5.54	37	1134	2777	116	8	500	102	9	74	14	15655	756	139	5	39	0.6	2	21	
sd	1.4	9.0	0.3	5.8	1.3	1.1	0.22	11	286	1781	30	2	79	17	5	41	7	6049	202	48	2	11	0.2	0.4	8	
max	93.6	97.4	4.0	61.3	11.4	8.1	5.7	50	1611	9819	151	13	664	151	25	222	31	20872	1265	231	15	59	1.0	2	33	
min	88.1	61.3	3.0	39.7	6.1	4.1	5.1	20	332	1916	12	5	397	82	5	44	6	1800	499	28	4	17	0.3	0.5	4	
n	18	18	18	18	18	18	18	9	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	2	
x	88.0	119.1	3.0	12.9	10.6	12.3	5.60	310	1365	22410	161	22	3941	130	53	459	32	8070	1030	50	6	49	0.7	0.3	8	
sd	1.7	17.0	1.0	12.4	1.5	2.4	0.42	57	879	3570	92	8	672	83	6	124	21	10698	175	68.8	3.2	74.0	1.5	0.6	47	
max	93.8	172.1	8.0	62.4	16.3	14.9	6.6	170	3999	17505	305	34	3291	628	29	897	131	32774	923	346	13	314	7	4	323	
min	82.7	52.6	3.0	10.1	5.8	3.2	4.7	-80	124	2475	6	2	483	42	0	39	5	501	89	7	3	6	0.0	0.0	3	
n	58	57	57	33	57	58	57	48	57	57	57	55	57	56	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	9	
x	88.9	70.7	2.7	18.7	10.5	4.4	4.04	205	1204	4968	58	7	1045	81	16	848	33	1755	512	151	4	29	0.4	0.3	2	
sd	2.8	28.4	1.4	13.9	2.6	5.9	0.86	84	1265	8545	72	8	1145	55	16	1209	21	1870	205	210	4	66	1.0	0.3	2	
max	93.4	144.4	6.0	40.7	17.1	28.1	6.4	290	5186	33839	244	40	4282	263	74	4733	80	6774	855	676	17	291	4	0.9	6	
min	82.4	29.9	1.0	7.6	6.3	1.0	3.1	0	164	726	2	2	66	31	0	41	6	259	216	2	2	0.4	0.1	0.03	0.6	
n	19	19	19	5	19	19	5	19	13	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	9	8	
x	89.2	64.7	2.3	8.1	10.4	3.8	4.25	187	747	6605	102	5	1348	78	10	1132	35	1238	507	199	4	24	0.3	0.2	2	
sd	2.7	33.6	1.1	6.8	2.6	2.6	1.10	72	594	9382	125	3	1302	34	6	1195	18	1089	215	532	2	50	0.7	0.2	2	
max	93.6	170.3	5.0	17.8	17.1	11.6	6.8	290	2077	35081	448	13	4426	175	19	4733	80	4638	855	2533	9	226	3	0.8	5	
min	82.4	29.9	1.0	1.2	6.0	1.7	3.3	10	84	934	1	2	236	34	1	44	4	122	278	0.3	2	0.4	0.1	0.03	0.3	
n	23	23	23	5	23	23	23	13	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	7	8	
x	88.5	104.4	4.5	57.6	10.9	5.0	4.53	113	4317	2996	94	10	637	83	6	132	17	7443	525	211	5	30	1.0	0.8	26	
sd	2.4	27.3	0.9	9.6	2.2	3.2	0.70	88	4102	1667	171	8	344	40	7	92	13	7666	232	337	2	24	1.2	0.5	23	
max	91.6	143.4	7.0	70.1	15.7	16.3	5.6	260	15428	6426	813	26	1260	209	24	414	61	26381	1034	1649	8	111	4	3	56	
min	83.6	24.0	3.0	46.7	8.0	1.8	3.6	-10	240	869	2	2	197	40	0	51	4	683	324	19	3	6	0.05	0.3	1.2	
n	23	23	23	4	23	23	23	11	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	9	12
x	86.8	127.2	3.7	31.5	9.9	13.8	4.04	172	3250	2920	148	12	1018	195	14	1172	41	3865	152	79	3	5	0.5	0.3	2	
sd	9.1	122.8	1.8	15.6	2.5	18.5	0.44	85	2621	1813	194	9	515	132	6	962	27	3831	1156	77	3	7	0.4	0.3	2	
max	94.1	544.8	6.0	49.7	14.4	72.8	4.7	305	7955	8050	591	36	1866	586	23	2917	105	13990	4583	222	12	27	2	0.9	8	
min	56.0	38.4	1.0	0.1	5.7	2.3	3.2	0	333	726	6	3	302	64	5	117	6	218	501	0.4	1.3	0.7	0.1	0.1	0.3	
n	15	15	15	8	15	15	15	14	15	15	14	15	15	15	15	15	15	15	14	13	14	15	15	15	12	7
x	88.9	91.5	3.0	37.1	10.3	5.7	3.94	183	2000	4029	85	8	687	105	10	722	21	3687	747	189	7	24	0.8	0.5	5	
sd	3.7	47.9	1.4	21.4	2.7	6.4	0.54	64	2735	3363	140	8	393	67	8	1021	21	4384	444	195	6	26	0.9	0.3	3	
max	94.4	250.7	7.0	72.0	17.1	32.4	5.3	320	12913	11460	711	44	1893	317	40	3850	80	22367	2180	791	24	82	4	1.2	10	10
min	74.7	31.4	1.0	0.3	5.0	1.9	3.0	40	94	535	3	3	177	33	0	45	4	259	266	0.6	1.6	0.6	0.1	0.02	0.8	
n	33	33	33	17	33	33	33	29	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	24	13
x	85.2	145.0	5.0	65.3	13.4	9.4	5.30	80	3646	5142	804	17	981	177	1	130	12	15707	610	20	5	40	1.4	1.4	26	
n	89.8	95.1	3.8	41.3	8.7	9.6	5.34	52	2252	4187	121	15	970	165	16	3168	203	12430	530	135	5	25	0.8	0.8	23	

Hylocomium splendens

Loeskyppium badium

Meesia triquetra

Mnium spp.

Petalidella squarrosa

Phleurozium schreberi

Pohlia nutans

Polytrichum spp.

P. commune

P. strictum

P. swartzii

Pseudobryum cinctitoides

sd	5.0	66.3	0.9	14.3	1.7	12.1	0.59	142	974	2022	109	618	127	18	5004	290	20048	439	114	1.4	24	0.8	0.7	21		
max	93.9	489.4	6.0	85.2	15.3	78.6	6.5	355	6182	11366	583	99	3763	812	77	15306	811	117506	1764	528	8	78	3	3	89	
min	61.1	59.5	2.0	9.1	5.9	3.0	4.3	-90	1047	1018	4	5	294	48	0	29	3	63	4	0.3	2	0.3	0.01	0.01	1.4	
n	41	41	41	39	41	41	41	34	41	41	40	41	41	41	41	41	40	41	41	40	41	41	40	41	10	
<i>Pseudo-calliargon trifarium</i>	x	93.0	68.6	3.3	37.2	6.6	5.88	80	1820	8736	171	14	1102	205	3	126	35	3076	361	25	9	92	0.9	2	12	
sd	2.4	22.4	0.9	11.9	2.1	3.7	0.54	87	1468	3597	103	12	686	101	7	74	19	4178	138	33	3	67	1.3	1.0	13	
max	96.0	113.2	8.0	57.1	11.9	24.3	6.8	250	9924	19211	442	60	3291	523	53	428	109	33319	674	158	24	314	6	7	57	
min	86.9	38.3	2.0	20.2	3.9	0.9	4.1	-90	306	1127	6	2	61	24	0	29	5	437	189	2	3	9	0.1	0.3	2	
n	86	86	86	17	86	86	86	18	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	18	7
<i>Rhizonium</i> spp.	n=1	88.0	119.1	3.0	12.9	10.6	12.3	5.60	310	1365	22410	161	22	3941	130	53	459	32	8070	1030	50	6	49	0.7	0.3	8
<i>R. magnifolium</i>	x	75.1	300.1	3.0	57.4	9.0	45.0	5.05	308	1805	7244	136	29	1657	552	11	741	53	2679	1354	19	4	10	0.7	1.0	2
sd	19.7	267.8	0.0	6.9	1.0	47.6	0.07	11	732	2582	83	25	428	368	14	392	21	1928	581	3	0.4	2	0.7	1.0	0.6	
max	89.0	489.4	3.0	62.3	9.7	79	5	315	2322	9070	195	46	1959	812	21	1018	68	4042	1764	21	5	12	1.2	2	2	
min	61.1	110.7	3.0	52.5	8.3	11	5	300	1287	5418	77	11	1354	291	1	464	38	1315	943	17	4	9	0.2	0.3	1.4	
n	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1
<i>R. pseudopunctatum</i>	x	84.8	149.0	2.7	45.5	8.7	30.6	5.73	273	1416	12023	338	17	2827	404	18	1540	35	1270	862	10	4	8	0.6	0.6	1.1
sd	7.9	113.2	1.2	26.4	1.2	33.3	0.95	43	1219	5715	396	9	1132	447	9	866	20	867	142	15	0.5	1.4	0.3	0.9	1.1	
max	89.5	279.7	4.0	70.3	10.0	68.8	6.8	315	2712	15382	792	27	3577	915	29	2097	51	1830	962	27	5	10	0.8	2	2	
min	75.7	81.5	2.0	17.8	7.6	7.6	5.0	230	293	5424	67	11	1525	88	13	542	13	271	761	2	4	7	0.3	0.04	0.4	
n	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
<i>R. punctatum</i>	x	86.4	133.6	4.0	45.8	6.9	28.2	5.55	113	7062	5197	2047	21	3454	329	16	725	49	21404	534	50	1.5	20	0.5	0.8	49
sd	6.1	65.5	0.0	21.8	0.8	22.5	0.87	147	6944	180	2048	12	1920	198	18	685	37	5340	52	53	2	23	0.1	0.5	2	
max	92.0	190.2	4.0	64.6	7.8	47.7	6.3	240	13074	5324	3820	31	5116	500	31	1318	81	26916	570	102	3	42	0.6	1.3	50	
min	81.1	72.6	4.0	25.0	6.2	8.4	4.8	-20	858	5069	264	10	1738	150	0	120	16	16826	497	4	0.0	0.0	0.4	0.4	47	
n	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
<i>Rhytidolephus triquetrus</i>	n=1	81.1	190.2	4.0	64.6	6.2	47.7	4.80	240	13074	3820	31	5116	500	31	1318	81	16826	497	4	0.0	0.0	0.4	0.4	47	
<i>Sanoinia uncinata</i>	n=1	90.0	95.0	4.0	34.3	9.2	7.6	4.90	30	2137	3129	91	14	610	129	13	137	9	16256	594	179	5	23	2	0.9	12
<i>Scorpidium cossoni</i>	x	86.6	128.1	3.8	58.0	12.2	9.0	5.56	149	3701	12520	103	30	2360	104	17	285	27	3930	806	73	5	58	2	0.5	5
sd	2.4	25.2	1.0	20.7	2.1	4.7	0.80	113	3983	8046	126	15	1315	40	18	230	22	3141	317	56	1.1	59	1.3	0.3	6	
max	91.2	169.9	5.0	78.7	15.3	15.1	6.7	320	12115	22216	396	54	4039	163	55	747	75	10150	1207	141	6	194	5	0.9	18	
min	83.3	86.2	2.0	28.1	8.5	1.9	4.3	-55	605	1134	8	6	361	62	0	71	10	510	356	14	3	12	0.5	0.1	1.4	
n	8	8	8	6	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	
<i>S. revolvens</i>	x	91.9	76.1	3.3	46.6	7.3	8.0	5.84	95	1334	9056	819	12	1126	217	7	280	21	13400	723	67	8	64	0.7	2	25
sd	3.8	35.7	0.7	16.9	3.0	7.5	0.75	75	1453	4515	3211	8	624	112	9	413	27	35314	319	77	3	41	0.4	1.0	53	
max	96.0	195.8	5.0	82.9	15.1	41.6	6.8	230	8776	15263	18666	42	3577	438	41	1981	167	208053	1504	290	16	144	2	3	227	
min	80.8	38.3	2.0	17.8	3.9	1.7	4.5	0	88	2096	10	4	415	33	0	46	5	271	256	2	4	4	0.2	0.04	0.4	
n	33	33	33	11	33	33	33	15	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	17	10
<i>S. revolvens</i> coll.	x	90.9	87.3	3.0	37.0	8.1	9.3	5.87	63	1807	11012	170	17	1806	156	9	157	24	9526	475	68	8	64	0.7	2	20
sd	3.3	32.4	0.7	13.1	2.3	7.2	0.39	81	1598	4529	154	12	902	98	15	184	27	17373	339	80	3	41	0.4	1.0	33	
max	95.6	201.9	6.0	59.1	12.5	34.1	6.6	160	8089	19211	753	51	3291	389	59	724	109	90044	1541	297	16	144	2	3	159	
min	81.0	45.8	2.0	10.1	4.1	4.1	4.8	-155	387	1949	6	5	562	35	0	39	5	580	215	2	4	0.1	0.04	2	3	
n	33	33	33	23	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	23	
<i>Scorpidium scorpioides</i>	x	89.4	104.3	3.5	42.6	9.4	10.5	5.72	102	2586	10186	488	32	1495	123	8	174	43	11354	557	65	8	107	2	0.9	21
sd	1.9	18.9	1.3	14.1	1.4	7.5	0.55	92	2462	5242	2241	33	1069	80	13	160	41	22703	368	71	3	104	3	0.4	42	
max	92.3	162.0	8.0	78.6	13.8	41.0	6.7	240	12000	23516	14983	184	3569	427	53	802	208	92579	1494	310	17	470	16	2	164	
min	84.3	71.6	2.0	24.4	7.2	1.0	4.3	-90	267	1136	6	2	66	31	0	41	5	437	215	6	3	6	0.1	0.2	1.4	
n	44	44	44	27	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	27	8
<i>Streamergon stramineum</i>	x	90.9	84.2	3.7	36.3	8.6	5.2	5.05	88	1188	3754	105	9	838	120	6	209	21	10083	536	167	5	40	0.8	1.2	25
sd	3.2	38.5	0.9	15.6	2.1	5.3	0.78	97	1344	2537	95	16	527	84	8	470	32	8924	418	148	3	33	2	0.9	24	
max	95.4	544.8	7.0	76.3	17.0	72.8	6.8	390	7955	17083	517	211	3577	628	63	3736	335	58055	4583	777	25	237	16	8	122	
min	56.0	31.4	1.0	7.7	4.4	1.2	2.9	-160	88	421	2	1	63	4	0	7	3	271	150	1.8	1.3	0.5	0.0	0.0	0.4	
n	239	240	241	143	239	239	242	213	238	237	239	238	237	235	239	238	239	238	238	221	238	236	236	239	237	220

Tomenotypon nitens

x	89.6	94.8	3.5	30.2	9.3	9.0	6.04	49	1015	9101	202	21	2032	128	8	217	13	16972	559	91	5	92	2	1.2	33
sd	3.0	33.5	0.6	12.6	1.7	6.4	0.31	92	1435	5589	92	42	1227	54	12	381	8	10355	205	48	0.9	93	3	0.6	23
max	92.4	229.6	4.0	63.2	13.8	39	6.8	310	7023	22410	305	211	6145	331	53	1981	42	32774	1030	234	7	314	16	2	83
min	77.4	66.9	2.0	12.9	7.2	4.9	5.5	-55	131	2377	7	2	465	42	0	39	5	271	228	2	3	8	0.0	0.0	0.4
n	26	26	26	26	26	26	24	24	26	26	26	24	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	7

Warnstorfia spp.

x	92.0	73.1	3.2	45.9	7.7	4.0	5.16	91	1125	2574	73	7	550	99	6	398	59	9833	531	188	6	43	0.7	1.4	22
sd	1.5	17.8	0.8	14.2	1.4	1.7	0.57	75	1182	989	59	5	356	40	7	1491	150	7835	280	118	3	32	0.6	0.6	17
max	94.6	123.4	6.0	75.7	11.4	8.1	6	230	4946	5667	153	22	1610	193	25	6903	680	20872	1009	486	17	157	2	2	71
min	88.2	37.4	3.0	16.0	5.2	1.7	4	-30	144	865	2	2	61	38	0	36	5	75	3	0.8	3	0.4	0.01	0.03	2
n	21	21	21	13	21	21	20	12	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	18	20	20	20	18	8

W. exannulata

sd	91.8	75.8	3.4	41.2	7.6	6.3	5.16	132	1858	4500	96	11	624	168	9	694	72	4637	561	122	7	39	0.7	1.3	14
max	95.6	187.4	7.0	76.3	15.6	47.5	6.6	425	9924	1922	365	60	1658	592	109	9198	875	29002	1235	1076	18	227	12	7	60
min	80.6	30.0	1.0	0.3	4.4	0.8	3.3	-90	158	1	2	1	47	24	0	29	4	84	3	1	0.01	0.01	0.01	0.01	1
n	94	94	96	34	94	94	98	42	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94	45	95	95	95	45	20

W. fluitans

x	89.5	103.5	3.9	49.4	9.7	5.3	4.25	167	2654	1661	27	10	477	95	4	114	31	4683	608	194	4	32	0.8	1.4	11	
sd	4.0	42.8	1.0	22.4	3.2	11.1	0.52	48	5517	738	26	18	370	105	8	169	59	9296	874	154	2	31	0.9	1.2	10	
max	94.9	279.0	8.0	91.7	19.4	64.8	5.3	280	35505	3174	130	115	2317	691	48	855	347	63861	5162	899	14	193	4	8	58	
min	75.3	48.4	2.0	15.1	5.0	1.1	3.2	70	112	498	2	1	72	0	0	7	2	706	152	14	0.5	2.3	0.02	0.3	2	
n	46	47	47	17	46	46	47	35	45	45	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	45	46	45	34	15

W. sarmentosa

x	85.0	149.9	3.8	48.9	11.4	18.6	5.25	38	5962	10635	1838	32	2180	186	17	371	37	23346	769	59	5	82	2	0.7	62
sd	7.7	92.3	1.3	19.1	2.8	15.2	0.35	91	5422	4435	5087	27	882	122	14	335	44	56103	416	94	2	100	2	0.3	141
max	90.4	444.4	6.0	72.8	17.1	57.8	6.1	240	17421	17214	18666	108	4051	459	41	1132	167	208053	1387	346	8	304	6	2	485
min	59.6	94.0	1.0	10.1	7.9	5.9	4.7	-85	524	2574	6	9	757	35	1	51	5	333	63	11	1.3	6	0.1	0.3	0.4
n	14	13	14	14	13	14	13	14	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	5

W. trichophylla

x	93.9	56.6	2.8	7.7	11.7	4.4	3.97	255	1816	4674	173	7	1050	119	9	1286	61	5341	565	93	4	13	0.1	0.2	0.7	
sd	3.7	42.2	1.4	7.8	3.2	4.3	1.12	27	3466	3491	215	7	489	72	7	1334	49	10466	275	90	1	18	0.1	0.2	0.2	
max	90.8	152.6	5.0	13.2	17.1	13.3	6.4	280	9624	12064	507	23	2010	228	19	3534	163	28438	855	209	7	41	0.2	0.6	0.8	
min	82.4	34.4	1.0	2.1	9.0	1.2	3.1	226	282	1729	3	2	467	21	2	143	22	261	308	0.6	3	0.8	0.1	0.0	0.5	
n	7	7	7	2	7	7	7	3	7	7	7	7	7	7	6	7	7	7	7	3	7	7	7	7	3	6

Hepaticae

x	87.7	64.6	2.3	7.7	11.7	4.4	3.97	255	1816	4674	173	7	1050	119	9	1286	61	5341	565	93	4	13	0.1	0.2	0.7	
sd	3.7	42.2	1.4	7.8	3.2	4.3	1.12	27	3466	3491	215	7	489	72	7	1334	49	10466	275	90	1	18	0.1	0.2	0.2	
max	90.8	152.6	5.0	13.2	17.1	13.3	6.4	280	9624	12064	507	23	2010	228	19	3534	163	28438	855	209	7	41	0.2	0.6	0.8	
min	82.4	34.4	1.0	2.1	9.0	1.2	3.1	226	282	1729	3	2	467	21	2	143	22	261	308	0.6	3	0.8	0.1	0.0	0.5	
n	7	7	7	2	7	7	7	3	7	7	7	7	7	7	6	7	7	7	7	3	7	7	7	7	3	6

Marchantia

x	89.8	48.9	2.5	7.6	9.7	3.9	4.85	260	191	11532	110	4	2682	38	3	363	16	451	254	10	4	41	0.2	0.1	2
sd	2.3	14.4	0.7	0.0	1.8	3.4	1.91	28	51	11512	115	1	2263	3	3	135	3	120	35	12	10	47	0.1	0.1	0.2
max	91.4	59.0	3.0	7.6	11.0	6.3	6.2	280	227	19672	191	4	4282	40	458	18	535	278	18	5	74	0.3	0.1	1.9	
min	88.2	38.7	2.0	7.6	8.4	1.5	3.5	240	155	3391	29	3	1081	36	267	14	366	229	2	3	7	0.2	0.1	1.6	
n	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1

Lichenes

x	88.5	54.3	2.0	5.3	11.1	3.1	4.03	290	282	6086	52	6	1433	182	14	1106	37	554	509	43	4	17	0.2	0.2	1.7
sd	4.6	12.1	1.0	3.1	4.4	1.8	1.48	50	74	7624	49	3	1606	122	6	899	17	228	286	71	0.8	31.9	0.1	0.1	1.7
max	95.2	64.2	3.0	7.6	17.1	6.3	6.2	350	404	19672	130	9	4282	330	19	2644	60	915	855	170	5	74	0.3	0.4	4.6
min	82.4	36.2	1.0	1.0	4.7	1.6	2.9	240	227	1705	3	3	437	40	6	267	14	280	201	4	3	1.3	0.1	0.0	0.6
n	5	5	5	4	5	5	4	4	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	2

Cladonia spp.

n=1	95.2	36.2	1.0	4.7	4.7	2.4	4.89	120	228	2592	68	8	877	330	6	864	32	915	201	13	3	3	0.3	0.4	5	1
-----	------	------	-----	-----	-----	-----	------	-----	-----	------	----	---	-----	-----	---	-----	----	-----	-----	----	---	---	-----	-----	---	---

Canococcium graniforme

x	84.7	149.0	4.6	49.4	11.9	14.4	4.89	120	4528	6532	153	22	1289	172	9	316	35	7699	1018	155	6	43	1.4	0.8	11	
sd	7.3	92.5	1.3	18.0	3.1	17.8	0.90	104	4536	8526	397	31	1277	391	12	377	54	14787	1013	272	6	63	2	0.8	16	
max	95.6	717.0	8.0	89.8	19.4	88.7	6.5	315	28862	40258	3820	257	6145	4360	74	2973	74	15070	8540	2533	63	470	26	6.5	91	
min	45.7	30.0	1.0	0.9	4.4	1.1	3.3	-155	115	89	1	2	11	9	0	18	3	104	204	1	1	1	0.004	0.05	0.2	
n	141	141	141	116	141	141	143	103	139	139	136	140	140	137	140	140	140	139	91	136	139	139	140	137	90	51

