

## **Aapasoiden nuoret sukkessiovaiheet Pohjois-Pohjanmaan maankohoamisrannikolla**

Young successional stages of aapa mires on the land uplift coast of northern Ostrobothnia, Finland

Sakari Rehell & Raimo Heikkilä

*Sakari Rehell, Metsähallitus, luontopalvelut, PL 81, FI-90101, Oulu, Finland. e-mail: sakari.rehell@metsa.fi*

*Raimo Heikkilä, Suomen ympäristökeskus, luonnon monimuotoisuuden tutkimusohjelma, PL 111, FI-80101 Joensuu, Finland. e-mail: raimo.heikkila@ymparisto.fi*

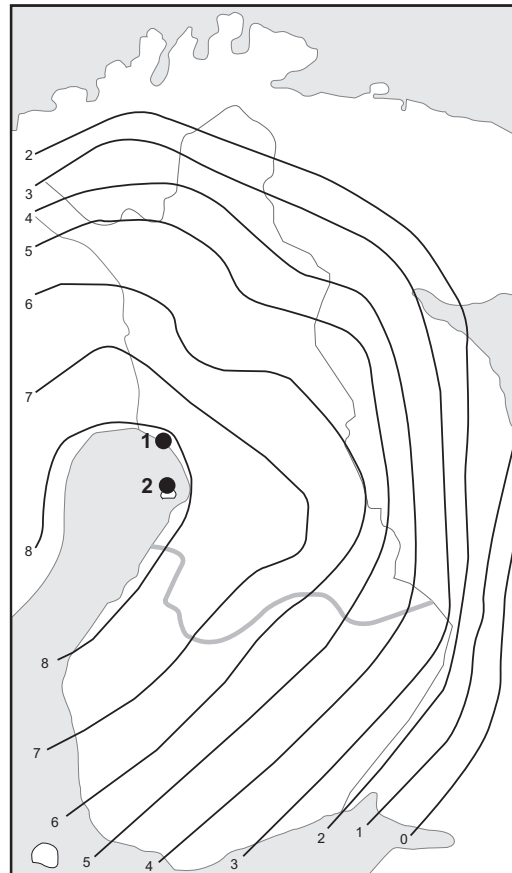
Maankohoamisesta johtuvan rannansiirtymisen tuloksena on Perämeren rannikolle syntynyt aapasoiden nuorista kehitysvaiheista koostuvia sukkessiosarjoja. Ne ovat ekologisesti ja tieteellisesti arvokkaita ekosysteemejä, jotka ovat ainutlaatuisia maailmassa. Näiden soiden ekologiaa ja nykyistä tilaa on kuitenkin tutkittu verrattain vähän. Tämän tutkimuksen tavoitteena oli tuottaa tietoa aapasoiden nuorten kehitysvaiheiden suojeluarvon ja niiden säilymiseen liittyvien uhkien arviointiin ja selvittää soistumiseen liittyviä syitä sekä kasvillisuuden ekologisten vaihtelusuuntien ilmenemistä hydrologialtaan erilaisissa osissa suoaltaita. Tässä tutkimuksessa esitetään tuloksia nuorten (alle 2000 vuotta) luonnontilaisten aapasoiden määrän arvioinnista ja niiden kasvillisuuskartoituksesta kahdelta laajimmalta yhtenäiseltä aapasoiden sukkessiosarja-alueelta Perämeren rannikolla. Alueista toisen maaperä on moreenivaltainen ja toisen hiekkavaltainen. Tulokset osoittivat, että aapasoiden kehitysvaiheissa on suuri osa lettomaisia ja keskiravinteisia nevoja ja vain hyvin rajallinen määrä rahkasammalten kasvusta eroaa rämeiden sukkession alkuvaiheiden kehityksestä. Aapasoiden sukkessiosarjat ulottuvat koko valuma-alueen soistumiseltaan useiden satojen hehtaarien alueelle. Hydrologialtaan erilaiset valuma-alueen osat kehittyvät yhdessä muodostaen yhden kokonaisuuden. Vedenjakajien tuntumassa primääristä soistumista ilmenee pienien painanteiden ja lampien soistumisena, missä rahkasammalten kasvu painanteiden yli on hyvin nopeaa. Valuma-alueen alajuoksun osissa primääristä soistumista tapahtuu laajoilla märillä luhdilla, jossa veden virtaus on voimakasta. Myöhempi suon kehitys, jossa tapahtuu mm. ympäröivien kangasmetsien soistumista näyttää johtavan aapasuokompleksin muodostumiseen, jossa reunaosat ovat rahkasammalten vallitsevia ja keskusosat rimpipintaisia. Tulokset osoittavat, että nuorten aapasoiden suojelussa olisi olennaista kiinnittää huomiota soistuvien valuma-alueiden hydrologian säilyttämiseen. Vain harva tällaisista valuma-alueista on enää luonnontilassa.

Avainsanat: Aapasuo, soiden ekohydrologia, soiden sukkessio, soiden kehitysvaiheet, soiden kasvillisuusgradientit, kronosekvenssi, maankohoamisrannikot.

## Johdanto

Maankohoamisesta johtuvan rannansiirtymisen tuloksena Perämeren rannikolle on syntynyt soiden nuorista kehitysvaiheista koostuvia sarjoja. Paikan korkeustasosta voidaan karkeasti päätellä ajanjakso, jonka se on ollut merenpinnan yläpuolella. Rannansiirtyminen Perämeren voimakkaimman maankohoamisen alueella voidaan katsoa muutamien tuhansien vuosien ajan olleen suhteellisen tasaista niin, että voidaan käyttää likimääräistä arviota maanpinnan kohoamisesta 1 m 100 vuoden aikana (esim. Taipale & Saarnisto 1991), vaikka epätarkkuutta aiheuttavia tekijöitä on olemassa (Ekman 2001). Merestä paljastuvan maan muuttuminen suoraan soiksi (ns. primääriinen soistuminen, Kujala 1924) on ollut laaja-alaista. Metsämaan soistuminen alkaa olla merkittävää n. 5 m merenpinnan tason yläpuolella, missä primäärisesti soistuneet painanteet ovat saavuttaneet reunojensa tason ja alkavat kasvaa yhteen (Huikari 1956). Siten primäärinen soistuminen on alle 500 vuoden aikana merestä paljastuneella vyöhykkeellä lähtökohtana valtaosalle ja näitä vanhemmillakin alueilla noin puolelle soista. Nuorten soiden vyöhykkeeksi on nimetty n. 20 m meren pinnan tason alapuolella olevaa vyöhykettä, jolla suotyypit ja suoyhdistymät eivät vielä ole kehittyneet vastaamaan tätä tasoa ylempää kuvattuja suotyyppejä ja suoyhdistymiä (Aario 1932, Brandt 1948, vrt. Huikari 1956).

Suomella on suuri kansainvälinen vastuu aapasoiden suojelussa. Aapasoiden nuoret sukkessiovaiheet muodostavat yhden aapasuolunontomme merkittävimmistä ja erikoislaatuisimmista osista (Heikkilä 1994), sillä vastaavaa soiden kehitystä ei tunneta muualta kuin Perämeren rannikolta. Näiden luontoa kuitenkin on tutkittu vain vähän eikä niiden nykytilasta ihmistoinnin muuttamalla rannikkoseudulla ole ollut tarkkaa tietoa. Tätä tietoa kuitenkin tarvittaisiin mm. luonnonsuojelun suunnittelun tueksi. Tämän tutkimuksen tavoitteina on selvittää, paljonko suokokonaisuuksia on säilynyt luonnontilaisina aapasuovyöhykkeen maankohoamisrannikolla ja miten laajoja tulisi mahdollisten suojelukokonaisuuksien olla, jotta maankohoamisrannikon soiden eri vaihtelusuunnat olisivat riittävästi edustettuina.



Kuva 1. Tutkimusalueiden sijainti aapa- ja keidassuovyöhykkeiden rajan (Ruuhijärvi 1988) sekä nykyisen maankohoamisen (mm/v) (Kakkuri 1985) suhteen.

*Fig. 1. The location of the studied areas in relation to the border of aapa mire and bog zones (Ruuhijärvi 1988) and the recent land uplift (mm/y) (Kakkuri 1985)*

Tavoitteiden saavuttamiseksi ilmakuvien ja karttojen avulla käytiin ensin läpi Perämeren ranta-alueiden ojitustilanne. Johtopäätöksiä vyöhykkeen soiden uhanalaisuudesta ja mahdollisesta suojelutarpeesta voidaan kuitenkin tehdä vasta, kun on saatu kuva siitä miten ne poikkeavat muista soista ja minkälaista vyöhykkeen sisäinen vaihtelu on. Tästä syystä merkittävimmillä luonnontilassa säilyneillä suoalueilla tehtyjen karttoitusten avulla pyrittiin saamaan käsitys rannikon aapasoiksi kehittyvien alueiden ominaispiirteistä, joilta selvitettiin, mitkä ovat nuorten soiden kasvi-

lajiston erikoispiirteet, minkälaisia muutoksia lajistossa tapahtuu merenrannan soistussa ja minkälainen on kasvillisuuden tärkeimpien vaihtelusuuntien vastaavuus suoaltaan iän ja hydrologian kanssa.

## Tutkimusalueet ja tutkimusmenetelmät

Tutkimuksen ensimmäisessä vaiheessa kartta- ja ilmakuvatarkastelun kohteeksi valittiin 20 m mpy korkeuskäyrän alapuolinen Perämeren rantavyöhyke Oulun ja Lapin läänien alueella (ml. Hailuodon saari). Tältä vyöhykkeeltä pyrittiin löytämään kaikki ojittamattomat vähintään 1 ha kokoiset suokuviot lukuun ottamatta säännöllisesti meriveden vaikutuspiirissä (alle 1 m keskiveden yläpuolella) olevia kosteikkoja. Ojitustilanne käytiin läpi uusimpien peruskarttojen ja ilmakuvien avulla. Tavoitteena oli saada kuva siitä, minkä verran rannikon eri osissa on ojittamattomia soita ja soistumia suojelualueilla ja niiden ulkopuolella. Soiden alueellisessa tarkastelussa tarkasteltu alue kuuluu aapasuovyöhykkeeseen ja osin keidassuovyöhykkeen pohjoisosiin (kuva 1).

Näiden alustavien tarkastelujen jälkeen tarkemmat tutkimukset suunnattiin kahdelle erityisen laajalle ja edustavalle kohteelle, joille molemmille on mahdollista löytää korkeampana sijaitsevilta alueilta geologiaaltaan ja topografialtaan vastaavia vertailukohteita. Kohteet poikkeavat toisistaan topografialtaan ja vesitaloudeltaan (taulukko 1), mutta edustavat kumpikin Pohjois-Pohjanmaalle varsin tyypillisiä tapauksia (Laitinen ym. 2007). *Tutkimusalue 1* Perämeren pohjoisosan mannerannalla käsittää maallemme hyvin tyypillistä moreeni- ja silttikivialuetta. *Tutkimusalue 2* sijaitsee Hailuodon saarella, missä maaperä muodostuu paksuista hiekkakerroksista. Varsinaiseksi tutkimusalueeksi on rajattu molemmilta tutkimusalueilta mahdollisimman luonnontilaisena säilyneet suokokonaisuudet. Suokasvillisuuden peittämän alueen osuus on kuitenkin arvioitu aina valuma-aluekokonaisuudelta, joka on voinut olla hieman varsinaisia tutkimusalueita laajempi.

Tutkimusalueiden korkeustasot on määritetty peruskarttojen korkeuskäyrien avulla. Litoraalivyöhykkeen rajojen (Elveland 1976) määrittämisessä on käytetty hyväksi havaintoja meren kasaamista valleista. Suoaltaiden pohjan korkeustason määrittämisessä on arvioidusta

Taulukko 1. Perustietoja tutkimusalueiden geologiasta, hydrologiasta, korkeustasosta ja iästä  
Table 1. Basic information on the geology, hydrology, elevation and age of the mapped areas.

	Alue 1 Area 1	Alue 2 Area 2
Maaperän ominaisuuksia <i>Soil properties</i>	Ohut, heikosti läpäisevä moreeni <i>Thin, poorly permeable till</i>	Paksu, läpäiseviä hiekkakerroksia <i>Thick, with permeable sandy layers</i>
Kallioperä <i>Bedrock</i>	Kiteinen graniittigneissi <i>Crystalline granit gneiss</i>	Sedimenttinen silttikivi <i>Sedimentary siltstone</i>
Pohjaveden kierto <i>Groundwater cycle</i>	Paikallinen, rannansiirtymis- vaikutus suppea <i>Local, the effect of shoreline regression small</i>	Alueellinen, muuttuu rannan siirtymisen edetessä <i>Regional, changes when shore regression goes on</i>
Suoaltaiden topografinen sijainti <i>Topographic location of mire basins</i>	Peitemoreenin verhoamissa kallioperän painanteissa <i>In depressions underlain by cover moraine and bedrock</i>	Rantavallien ja dyynien väleissä <i>Between sandy ridges</i>
Suoaltaiden pohjan korkeus <i>Elevation of mire basins</i>	0–20 m mpy / asl	0–9 m mpy / asl
Primäärin soistumisen ikä <i>Age of primary mire formation</i>	0–2000 v / y	0–1000 v / y

pinnantasosta vähennetty mitattu turpeenpaksuus. Suoaltaan pohjan tasosta voidaan päätellä, kuinka kauan ko. paikka on ollut merenpinnan yläpuolella, ts. suon ikä, mikäli soistuminen ko. paikalla on tapahtunut primäärisesti heti rantavaiheen jälkeen. *Tutkimusalueella 1* ylimpien suoaltaiden pohja on n. 18 m mpy, alueella 2 noin 9 m mpy (taulukko 1).

Valituilta tutkimusalueilta kartoitettiin suokasvilajisto kuviottain. Ilmakuva- ja karttatar-kasteluissa rajatut kuviot tarkastettiin maastossa ja samalla kunkin kuvion keskiosasta, edustavalta paikalta mitattiin turpeenpaksuus, veden pH sekä sähkönjohtavuus. Yhteensä vesinäytteitä otettiin rantavyöhykkeeltä kahdeksalta kuviolta ja ylempää 94 kuviolta. Veden laadun ajallista vaihtelua selvitettiin ottamalla neljältä rantavyöhykkeen kuviolta ja neljältä ylempältä suokuviolta yhdet rinnakkaisnäytteet vesitilanteeltaan erilaisina aikoina. Rantavyöhykkeellä verrattiin korkean ja alhaisen merenpinnan tilanteita, ylempänä sateen ja kuivan jakson tilanteita. Rantavyöhykkeellä tavattavien lajien suhtautumista meriveden ja ylhäältä tulevien valumavesien vaikutukseen tutkittiin moreenimaan tutkimusalueella kuvio-kartoituksen lisäksi rantavyöhykkeen vesitaloudeltaan erilaisiin osiin sijoitettujen 1 m<sup>2</sup> kasvillisuusnäytealojen avulla. Putkilokasvien nimistö on Hämet-Ahdin ym. (1998) mukainen ja sammalten Ulvisen ym. (2002) mukainen.

Kasvillisuuden perusteella määritettyjä rehevyystasoja erotettiin suomalaisen perinteen mukaisesti indikaattorilajien perusteella seuraavasti (Eurola ym. 1995, Tahvanainen 2004):

— Lettoisuus (eutrofia): Lettojen ilmentäjälajeja esiintyy runsaina

— Lettonevaisuus (meso-eutrofia): Lettonevojen lajeja (*Carex diandra*, *Helodium blandowii*, *Loeskyppnum badium*, *Sphagnum teres* sekä *S. warnstorffii*.) esiintyy, mutta lettolajeja korkeintaan hyvin niukasti.

— Ruohoisuus (mesotrofia) (runsaasti minerotrofian ilmentäjälajeja, myös ruohoisuuden ilmentäjiä kuten *Carex livida* ja *Sphagnum subsecundum*)

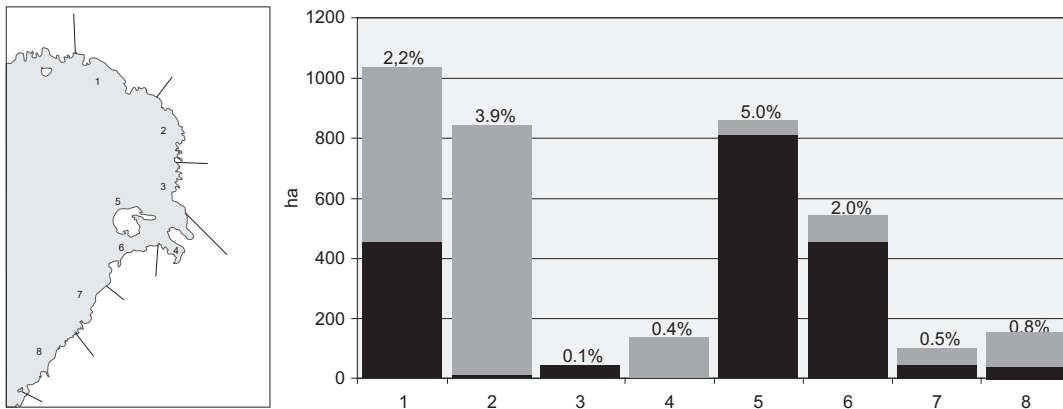
— Karu minerotrofia (oligotrofia): Vain karuimman minerotrofian osoittajia esiintyy (*Carex lasiocarpa*, *C. rostrata*). Mukaan otettu myös paikat, joissa sammalkerros ilmentää ombrotrofiaa,

mutta putkilokasvistossa esiintyy minerotrofian ilmentäjiä.

Suokasvillisuuden ja kasvillisuustyyppeiden vaihtelua eri vyöhykkeillä tutkittiin myös kartoittamalla tärkeimpien ns. reuna-keskustavaikutuksen (Eurola ym. 1995) eli ”omavaraisuuden” (Eurola & Huttunen 2006) vaihtelusuunnan indikaattorilajien esiintymistä. Suomalaisen perinteen mukaisesti tämä vaihtelusuunta on jaoteltu pohjamaan (korpisuus), pintavesien (luhtaisuus) ja pohjavesien (lähteisyys) vaikutuksiin.

Valuma-alueiden rajoja selvitettiin ilmakuva-tarkastelun sekä maastossa tehtyjen havaintojen avulla. Virtausta on havainnollistettu suolle kohtisuoraan korkeuskäyriä vastaan piirrettyjen virtausviivojen (Ivanov 1981) avulla. Ne kuvaavat suon pintakerroksessa virtaavaa vesimäärää niissä tapauksissa, missä syvemmissä kerroksissa virtaavan veden määrä voidaan katsoa merkityksettömäksi. Pohjavedenpinnan tasoa ja pohjaveden virtaussuuntaa arvioitiin hiekkamaan tutkimusalueen keskeisiin osiin asennettujen yksittäisten pohjavesihavaintoputkien avulla. Pohjavedenjakajien sijainti tutkimusalueella 2 on kuitenkin pohjavesihavaintojen niukkuuden vuoksi melko karkea arvio. Rantavyöhyke (hydroliitoraali ja geolitoraali) käsittää alimman ja ylimmän meriveden tason välin. Ylimmät meriveden tasot liittyvät täällä yleensä etelän puoleisiin myrskyihin, jolloin vesi voi nousta usein n. 1,5 m keskimääräisen tason yläpuolelle.

Rannikon soistuvien painanteiden ominaisuuksiin vaikuttaa ratkaisevasti se missä määrin niiden vesi on peräisin merestä, missä määrin taas sadannasta tai mantereelta tulevasta valunnasta. Näiden erilaisten vesilähteiden suhteita voidaan arvioida veden laadun perusteella. Molempien tutkimusalueiden kuvioilta mitattiin vesinäytteistä sarja pH- ja sähkönjohtavuusarvoja niin, että eri korkeustasot ja valumatilanteet ovat mahdollisimman kattavasti edustettuina. Näytteet otettiin kartoitusten yhteydessä. Yhteensä mittauspaikkoja *Tutkimusalueella 1* on 90, joista 9 rantavyöhykkeellä. *Tutkimusalueella 2* mittauspaikkoja on 17, näistä kaksi meriveden ajoittain vaikuttamalta vyöhykkeeltä. Vesinäyte otettiin muovipulloon tutkittavan kuvion keskiosasta, edustavasta kohdasta sammaleeseen painetusta syvennyksestä. Aivan vapaata pintavettä ei otettu



Kuva 2. Ojittamattomien soiden ja soistumien osuus koko maapinta-alasta aapasuovyöhykkeeseen rajoittuvalla alueella eri osissa (1-8, vasen kuva) Perämeren maankohoamisrannikkoa. Pylvään musta osa=suojelualueiden osuus, harmaa=suojelualueiden ulkopuoliset alueet.

Fig. 2. The percentage of pristine mires and mire formations of the total land area of the land uplift coast of Bothnian Bay. Protected (black part of the bar) and unprotected (grey part of the bar) areas are shown separately for each sub-area (1-8, map on the left).

näytteeksi lukuun ottamatta eräitä luhtapaikkoja, joilla sammalkerrosta ei juuri ollut. Joiltakin paikoilta on otettu vertailuksi toinenkin mittaus eri aikana. Näin on saatu kartoitettua ominaisuuksien vaihtelua etenkin rannan painanteissa. Näytteitä säilytettiin korkeintaan vuorokausi ennen mittausta. Mittaukset tehtiin n. 20 asteen lämpötilassa. Sähkönjohtavuusarvot korjattiin pH:n suhteen (Sjors 1950).

## Tulokset

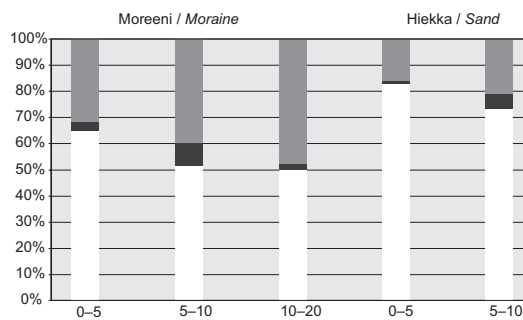
### Nuorten soiden vyöhykkeen ojitustilanne Oulun ja Lapin läänien alueella

Koko tarkastellulla rannikovyöhykkeellä ojittamattomia soita ja soistumia on yhteensä noin 3700 ha eli 1,7 % koko alueen maapinta-alasta, vaihtelu rannikon eri osilla on suurta (Kuva 2). Puolet ojittamattomista soista sijaitsee erilaisilla suojelualueilla. Pääosa kohteista on pieniä ja erilisiä, vain hyvin harvoissa paikoissa on säilynyt yhtenäisiä kehitys- eli sukkessiosarjoja. Tämän vyöhykkeen ojitustilannetta käsitellään tarkemmin myöhemmin.

### Tutkimusalueiden soiden määrä, vesitalous sekä turvepaksuudet

Moreenialueella primäärisesti rantavaiheessa soistuu pinta-alasta lähes kolmannes, hiekkamaan tutkimusalueella lähes viidennes (Kuva 3). Lampia on lukumääräisesti eniten aivan rannan lähellä, mutta täällä ne ovat kooltaan pieniä (Taulukko 2). Nuorimman vyöhykkeen suot ovat aina keskimäärin selvästi muita ohutturpeisempia ja turvekerros paksuntuu suon tullessa vanhemmaksi. Hiekkamaalla keskipaksuus jää 5–10 m tasolla selvästi pienemmäksi kuin moreenimailla (Taulukko 2).

Moreenimaata olevalla tutkimusalueella 1 virtauskuvio on yksinkertainen (kuva 4a): pintaveden- ja pohjavedenjakajat eivät yleensä eroa toisistaan ja pohjavedet purkautuvat moreenikankailta suoraan alapuolisille soille vähäisinä tihkupintoina. Hiekkapohjaisella tutkimusalueella 2 (Kuva 5a) virtaus on usein monikerroksista ja hydrologia on paljon vaikeampi tulkita kuin tiiviimmillä moreenimailla. Hiekkakankailta sade- ja sulamisvedet suotautuvat pääosin pohjavesiin, pintavalunta rajoittuu lähinnä rantavaiheiden välisten alaiden kohdille. Pohjaveden purkautuminen on selvintä merenrannan lähellä (alle 2 m mpy), missä joidenkin rantalampien ja luhtasoiden reunoilla



Kuva 3. Kangasmaan (valkoinen), vesistöjen (musta) sekä suokasvillisuuden (harmaa) pinta-alaosuudet moreeni- ja hiekkamaiden tutkimusalueilla eri korkeustasoilla.

Fig. 3: The proportion of heath forest (white), water bodies (black) and mire vegetation (grey) at different elevations of the study areas on moraine and sandy topography.

on pienekköjä avolähteitä, mutta epäilemättä suurin osa Hailuodon tutkimusalueen pohjavesistä virtaa syvemmällä olevia, johtavia harjukerroksia myöten kohti kauempaa, vielä meren alla olevia purkautumisalueita.

Paikan sijainti valuma-alueellaan (Kuva 4a, 5a sekä suoaltaan korkeustaso (Kuva 4b, 5b) vaikuttavat soiden turvepaksuuteen (Kuva 4c ja 5c). Moreenipeitteisellä alueella (*Tutkimusalue 1*) paksuturpeisimmat osat sijoittuvat tyypillisesti alaiden keskiosiin, missä virtaus on suuri. Hiekkaisella alueella (*Tutkimusalue 2*) sitä vastoin tavataan laajoja hyvin ohutturpeisia tai turpeettomia osia suoalaiden sellaisissa osissa, joihin vettä kerääntyy. Nämä ovat pohjaltaan läpäiseviä ns. arokosteikkoja (Laitinen ym. 2006) ja niiden laa-

juus näkyy myös hiekkamaiden turvepaksuuden pienempänä keskiarvona (taulukko 2). Turpeen suurimmat paksuudet hiekka- ja moreenimaan alueella ovat kuitenkin yhtä suuret edustuen tiivis pohjaisen altaan kehitystä

### Rehevyyden ja pH sekä veden sähkönjohtavuus eri tasoilla

Kuvioiden rehevyyden alueellista vaihtelua (kuva 4d, 5d) voidaan verrata niiden ikään ja sijaintiin valuma-alueella. Puhtaasti ombrotrofisia kuvioita ei tutkimusalueilla vielä tavata; karuimmillakin kuvioilla täysin ombrotrofisen sammalkerroksen keskellä esiintyy vielä niukkana joitakin syväjuurisia saroja. Ombro-oligotrofisia (*Sphagnum fuscum* -valtaisia) kuvioita tavataan paikoin vedenjakajilla yli viiden metrin korkeudella, mutta niiden osuus nuorten soiden vyöhykkeellä jää varsin pieneksi. Muutkin ruohoisuutta karummat suot ovat 0–10 m vyöhykkeellä molemmilla alueilla niukkoja (vain joillakin vedenjakajilla). Ylempiä vyöhykkeitä on vain *tutkimusalueella 1*, missä ylimmissä osissa ruohoisuutta karumpia soita on jo yli kolmasosa. Lettonevaiset ja lettoiset suot esiintyvät yleensä yhdessä. Ne ovat tutkimusalueella 1 yleisiä, mutta rajoittuvat *Tutkimusalueella 2* suppeisiin lähdevaikutteisiin kohtiin.

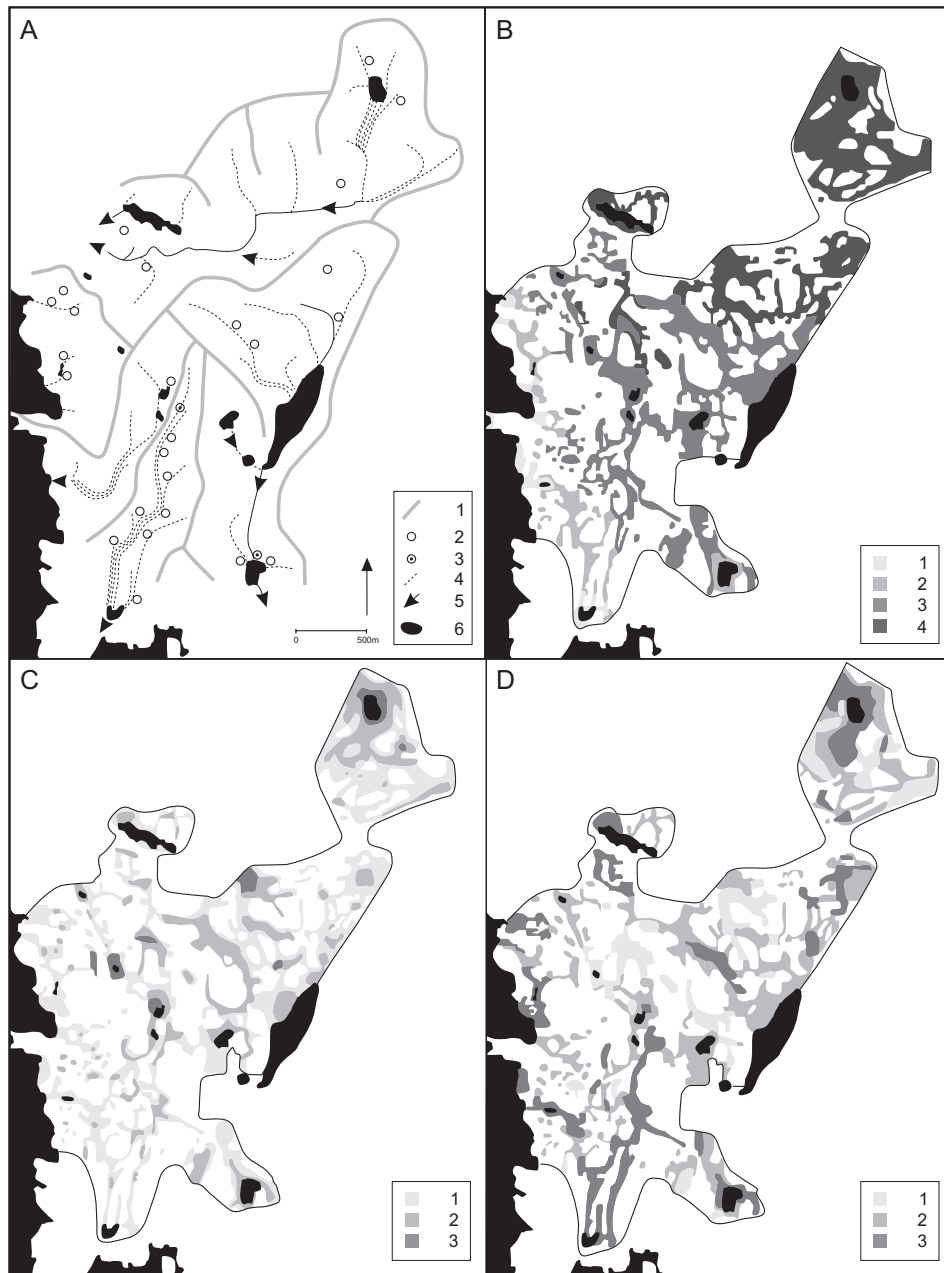
Kuvioiden rehevyyden ja vedestä mitatun pH:n välillä havaittiin riippuvuus (Kuva 6). Rehevillä hyvin reunavaikutteisilla ja kasvillisuudeltaan lettonevaisilla soilla pH on samaa luokkaa kuin lettoisilla eli vallitsevasti 5,8–6,7. Lettonevaisen tason korkeimmat pH-arvot (yli 6) mitattiin

Taulukko 2. Havainnot lampien ja suokuvioiden syvyyksistä tutkimusalueiden eri korkeustasoilla

Table 2. Observations of the depth of ponds and mire patches at different elevations of the study areas. mpy=above sea level (m), Hiekka=Sand, Moreeni=Moraine.

Korkeus merenpinnasta (m, mpy)	Pohjamaalaji Soil type	Lampien keskipinta-ala Mean pond area (ha)	Lampien keskisyvyys Mean pond depth (m)	Turpeen suurin paksuus Max peat thickness (m)	Turpeen keskipaksuus Mean peat thickness (m)
0–5	Hiekka	0,25	0,75	0,7	0,26
5–10	Hiekka	4,1	0,95	1,3	0,46
0–5	Moreeni	0,4	0,7	0,8	0,29
5–10	Moreeni	3,9	1,1	1,5	0,67
10–20	Moreeni	4,3	1,4	1,8	0,67



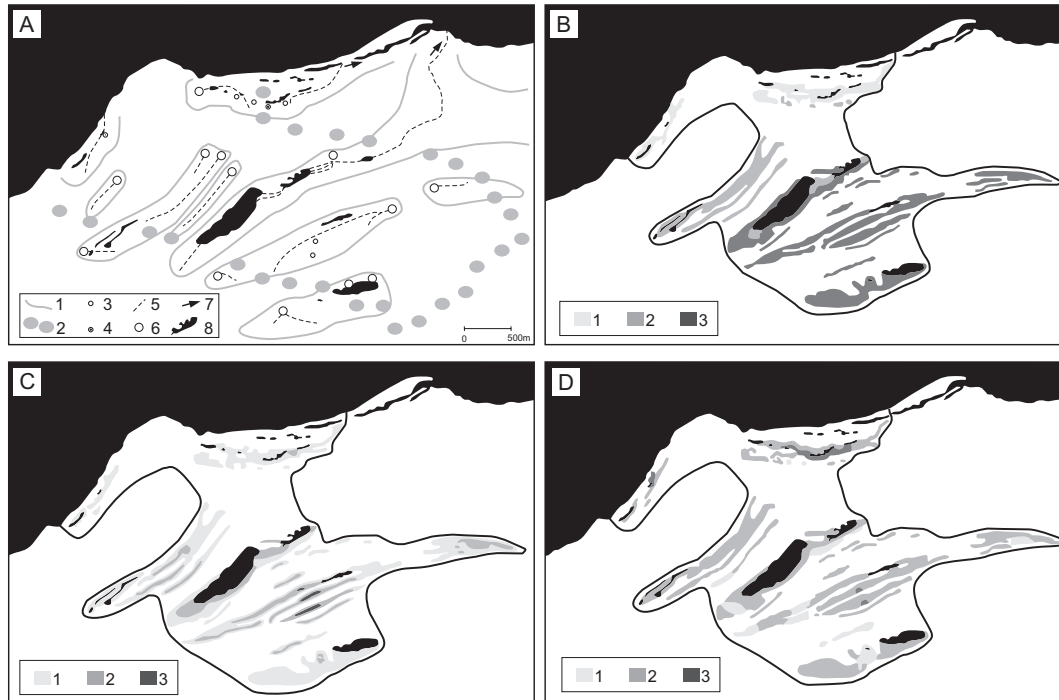


Kuva 4. Suoaltaiden ominaisuuksia moreenimaan tutkimusalueella 1.

A: Valuma-alueet ja virtausviivat (1: Vedenjakaja, 2: Pohjaveden purkautumista suolle, 3: Lähde, 4: Virtausviiva, 5: Puro, 6: Vesistö); B: Mineraalimaan korkeustasot soiden pohjalla (1: 0–1.5m, 2: 1.5–5 m, 3: 5–10 m, 4: 10–20 m p.y.); C: Soiden turvepaksuudet (1: 0–0,5 m, 2: 0,5–1 m, 3: 1–2 m); D: Soiden rehevyys (1: karu, 2: ruohoinen 3: lettonevainen–lettainen)

Fig. 4. Properties of mire basins in the study area 1 (moraine topography).

A: Catchment areas and flow lines Water divide 2. Groundwater discharge into the mire 3. Spring 4. Flow line 5. Brook 6. Water body); B: Elevation of the mineral soil bottom of mires, (1: 0–1.5m, 2: 1.5–5 m, 3: 5–10 m, 4: 10–20 m asl); C: Peat thickness (1: 0–0.5 m, 2: 0.5–1 m, 3: 1–2 m); D:(1: extremely poor, 2: moderately poor, 3: intermediate-rich)



Kuva 5. Suoaltaiden ominaisuuksia hiekkamaan tutkimusalueella 2.

A: Valuma-alueet ja virtausviivat (1: Pintaveden jakaja, 2: Arvioitu pohjavedenjakaja, 3: Pohjaveden purkautumista suolle, 4: Lähde, 5: Virtausviiva, 6: Pintaveden suotautumista pohjaveteen, 7: Puro, 8: Vesistö); B: Mineraalimaan korkeustasot soiden pohjalla ((1: 0–1.5m, 2: 1.5–5 m, 3: 5–10 m); C: Turvepaksuudet (1: 0–0,5 m, 2: 0,5–1 m, 3: 1–2 m); D: Soiden rehevyys (1: karu, 2: ruohoinen 3: lettonevainen)

Fig. 5. Properties of mire basins in the study area 2 (sandy topography).

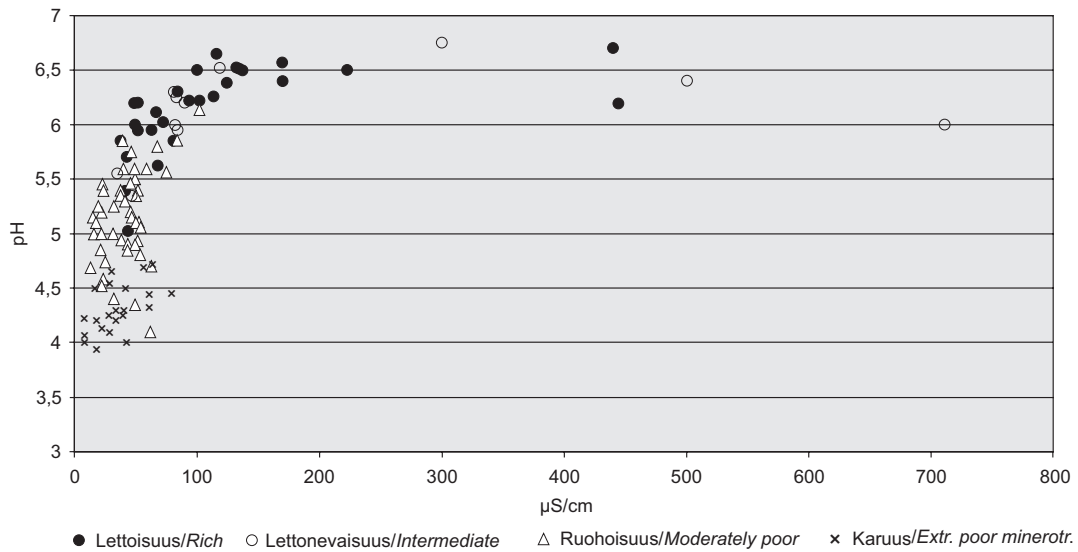
A: Catchment areas and flow lines (1: Surface water divide, 2: Approximate groundwater divide, 3: Groundwater discharge into the mire, 4: Spring, 5: Flow line, 6: Infiltration of surface water to groundwater, 7: Puro 8: Water body); B: Elevation of the mineral soil bottom of mires, (1: 0–1.5m, 2: 1.5–5 m, 3: 5–10 m asl); C: Peat thickness (1: 0–0.5 m, 2: 0.5–1 m, 3: 1–2 m); D:(1: extremely poor, 2: moderately poor, 3: intermediate)

rantavyöhykkeen luhdilta. Myös ruohoisiksi katsottujen kuviodien korkeimmat pH-arvot (yli 5,8) mitattiin luhdilta, alimmat pH-arvot (alle 4,7) taas rahkasammalta kasvavilta soilta, joiden sammalkerros on jo vallitsevasti karuutta osoittava. Ajallinen vaihtelu meriveden ajoittain vaikuttamissa painanteissa oli 0,23–1,05 pH-yksikköä, ylempänä 0,1–0,65 pH-yksikköä.

Sähkönjohtavuusmittauksissa (kuva 7) litoraalivyöhykkeillä havaittu vaihteluväli on 44–711  $\mu\text{S cm}^{-1}$ . Alimmat lukemat on mitattu matalan merenpinnan aikaan rankkasateen jälkeen, ylimmät tilanteista, jolloin merivettä tulee painanteisiin. Jälkimmäiset arvot ovat samalla paikalla noin kymmenkertaisia edellisiin verrattuna. Ylimmän

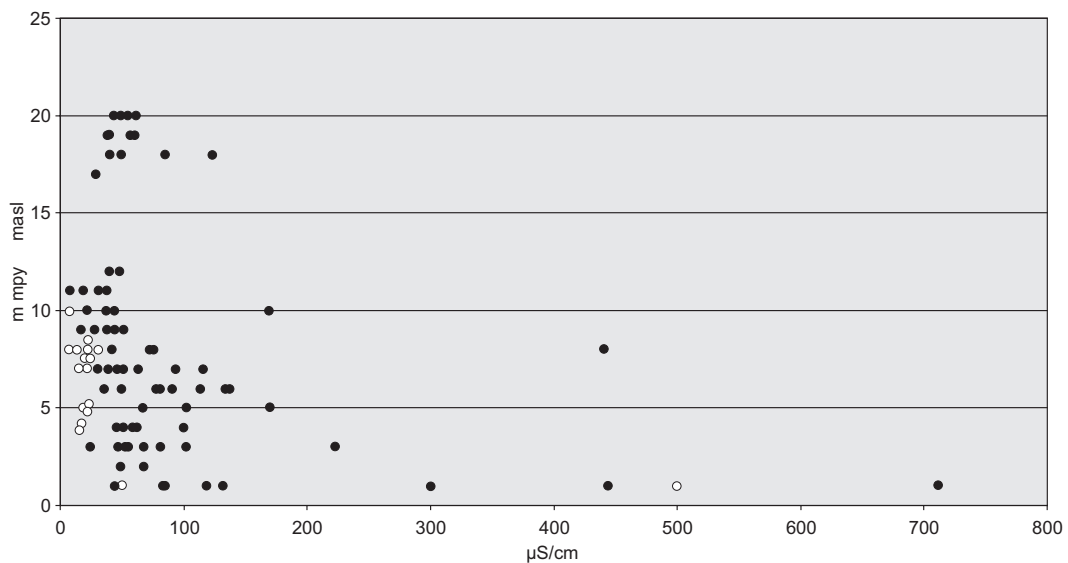
meriveden tason yläpuolelta korkeimmat arvot on mitattu rehevimmiltä soilta. Mittauksista 17 on arvoltaan yli 80  $\mu\text{S cm}^{-1}$ , näistä kaikki paitsi yksi rehevältä metsäluhdalta otettu näyte edustavat lettokuvioita. Letoilta mittauksia on tehty yhteensä 24 kpl, näiden vaihteluväli 32–440  $\mu\text{S cm}^{-1}$ , noin kahdessa kolmasosassa tapauksista yli 80  $\mu\text{S cm}^{-1}$ . Korkeimmat arvot on mitattu selvästi lähdevaikutteisilta lettokuvioilta. Kaikkein korkein sähkönjohtavuusarvo mitattiin lettonevaisen ruostevetisen *Drepanocladus aduncus*-tihkupinnan tuntumasta. Joillakin niukkaravinteisimmilla letoilla sähkönjohtavuusarvot ovat samaa luokkaa kuin tutkimusalueen karummille ja rahkaisemmilla soilla tyypilliset 25–35  $\mu\text{S}$





Kuva 6. pH ja sähkönjohtavuus eri rehevyytasoilla.

Fig 6. pH and electric conductivity in relation to the poor-rich gradient.



Kuva 7 Suoveden sähkönjohtavuus ( $\mu\text{S cm}^{-1}$ ) eri korkeuksilla merenpinnasta. Moreenimaan tutkimusalue 1 merkitty mustilla pisteillä ja hiekkamaan tutkimusalue 2 merkitty valkoisilla pisteillä.

Fig 7. The electric conductivity of mire water ( $\mu\text{S/cm}$ ) at different elevations above sea level. Area 1 on moraine topography as black dots and area 2 on sandy topography as white dots.

$\text{cm}^{-1}$ . Samoilta paikoilta otettujen rinnakkaisnäytteiden perusteella näyttää rankkasateen jälkeen sähkönjohtavuusarvo pienenevän enimmillään noin kolmanneksella. Hiekkamaata olevalla tut-

kimusalueella 2 rantavyöhykkeen yläpuolisilla soilla arvot sekä kausikuivissa että tasakosteissa paikoissa ovat hyvin alhaisia, lähes sadeveden luokkaa.

### Reunavaikutteisuus ja suokasvillisuuden päätyypit

Reunavaikutteisuutta kuvaavan suokasvillisuuden vaihtelusuunnan suhteesta paikan hydrologiaan, korkeuteen ja turvepaksuuteen saa käsityksen vertaamalla tyypillisten indikaattorilajien levinneisyyttä (kuvat 8 ja 9) kuvaan 4 ja 5. Tekstissä on tähdellä mainittu ne lajit, joista on esitetty levinneisyystiedot kartalla.

#### *Korvet ja korpikasvillisuus*

Pohjamaan vaikutus eli korpisuus on tunnusomaista *tutkimusalueen 1* ohutturpeisille osille. Lehtokorvet keskittyvät ylimmän meriveden tason tuntumaan, kangaskorvet ja varsinaiset korvet noin 5 m tason yläpuolella oleville metsämaasta soistuneille reunoille. Hiekkamaan *tutkimusalueella 2* korpisuutta ilmentävää lajistoa on vain pienialaisesti joillakin kankaan reunoilla ylimmän meriveden tason yläpuolella. Nuorten lehtokorpien levinneisyydestä saa käsityksen esim. kulleron (*Trollius europaeus*)\* lajikartasta. Metsämaan soistumisen kautta syntyneiden kangaskorpien tyyppilajeja ovat korpirahkasammal (*Sphagnum girgensohnii*), pallosara (*Carex globularis*) sekä metsäkorte (*Equisetum sylvaticum*)\*.

#### *Luhdat ja luhtakasvillisuus*

Luhtaisuus painottuu kartoitetuilla tutkimusalueilla voimakkaasti meren rannan tuntumaan. Luhtia ja moreenimaan tutkimusalueella myös luhtallettoja on melko yleisesti meren rannan tuntumassa n. 3 metrin tason alapuolella ja paikoin ylempänäkin voimakkaimmin virtaavissa juoteissa ja järvien rannoilla. Luhdat ovat useimmiten ohutturpeisia ja hyvin usein etenkin moreenialueella luhtaisuus ja korpisuus yhdistyvät. Osalla luhtaisista puustoisista kuvioista luhtalajit ovat niin vallitsevia, että voidaan puhua metsäluhdista (Eurola ym. 1994), joilla märät luhtapinnat ja kuivemmat puustoiset pinnat ovat pienimuotoisesti rinnakkain. Puustoisia luhtia on moreenimaan tutkimusalueella alle 5 m tasolla. Luhtaisia korpia esiintyy melko runsaasti kaikilla korkeustasoilla suokokonaisuuksien voimakkaimmin virtaavissa osissa. Avoluhdat esiintyvät tyypillisimmillään

kapealla vyöhykkeellä keskittyen geolitoraalin ylärajoille sellaisiin paikkoihin, joihin virtaa vettä ylempää.. Ylempänä vedenvirtausoloiltaan vastaavissa paikoissa esiintyy märkiä nevoja ja lettoja, joilla luhtaisuutta ilmentävä lajisto usein on yleistä.

Luhtaisuutta ilmentävän okarahkasammalen (*Sphagnum squarrosum*\*) lajikartta antaa hyvän käsityksen voimakkaan luhtaisuuden esiintymisestä. Luhtien lajistossa tyypillisiä ovat samat lajit kuin merenrantavyöhykkeen ylempien osien määrillä niityillä ja soistumilla, esim. kurjenjalka (*Potentilla palustris*), vehka (*Calla palustris*\*) ja luhtasirppisammal (*Drepanocladus aduncus*)\*. Tyypilliset rantaniittyjen ja rantapensaikoiden lajit esim. jokapaikansara (*Carex nigra*)\* ja suomyrtti (*Myrica gale*)\* ovat usein runsaita nuorten luhtien reunaosilla. Rannalla nykyisin paikoin hyvin runsaanakin esiintyvä järviruoko (*Phragmites australis*)\* yleensä puuttuu korkeimman meriveden tason yläpuolisilta alueilta tai esiintyy siellä vain hyvin pienialaisina kasvustoina.

#### *Lähteet ja lähdekasvillisuus*

Lähteisyyttä esiintyy puhtaimmillaan lähteiköissä ja lähdesoilla. Moreenimaan *tutkimusalueella 1* avolähteikköjä on tavattu vain kaksi. Tavattavia lajeja ovat mm. hetekuirisammal (*Calliergon giganteum*) ja lettotähtimö (*Stellaria crassifolia*). Tyypilliset lähdelajit ovat usein niukkoja, kuten esimerkiksi purolähdesammal (*Philonotis fontana*), tai puuttuvat kokonaan. Toisen lähteikön tiheällä tihkupinnalla valtalajina on *Drepanocladus aduncus*\* -lajiin määritetty sammal, tosin ulkonäöltään merenrantojen muodosta poikkeavana (Hedenäs 1993). *Tutkimusalueella 2* lähteitä on tavattu vain merenrannan tuntumassa n. 1–2 m mpy ja nekin ovat pieniä ja ilmeisen vakiintumattomia. Ne on merkitty lähteiksi näkyvän pohjavesipurkauman perusteella. Niiden kasvillisuus kuvastaa enemmän luhtia ja merenrantoja kuin varsinaista lähteisyyttä, mutta poikkeaa silti selvästi ympäröivistä luhdista ja merenrannoista (vrt. myös Havas 1961). Näihin Hailuodon merenrannan lähteikköihin liittyviä vaateliata virtaavaa vettä suosivia lajeja ovat etenkin liereäsara (*Carex diandra*) (Kuvat 8, 9), nuokkurusokki (*Bidens cernua*), vesihilpi (*Catabrosa aquatica*), lettotähtimö ja



Kuva 8. Eräiden indikaattorilajien levinneisyys tutkimusalueella 1.

Fig 8. The distribution of some indicator species in study area 1.



Kuva 9. Eräiden indikaattorilajien levinneisyys tutkimusalueella 2.

Fig 9. The distribution of some indicator species in study area 2.

luhtalitukka (*Cardamine pratensis*). Sammalia on niukasti, pääasiassa tavallisia luhtalajeja.

Laajempaa lähteisyys on tiikkuisilla lettokorpimaisilla paikoilla sekä koivuletto- ja luhtalettojuoteilla, joilla lähteisyys yhdistyy luhtaisuuteen ja osin korpisuuteenkin. Näitä on moreenimaan tutkimusalueilla paikoin laajempien moreenikankaiden juurella välillä 3–10 m mpy, ja hiekkamaan tutkimusalueilla pienialaisesti lähteikköjen alapuolisilla avoluhdilla. Luhtaisille soille tiikkuvan pohjaveden osoittajalajeja ovat tutkimusalueilla mm. hetekuirisammal, kampsammal (*Helodium blandowii*) sekä liereäsara\* ja lettokuirisammal (*Calliergon richardsonii*)\*. Korpimaisille suonreunoille tutkimusalueella 1 tulevaa pohjavesitihkua osoittavat mm. rassisammal (*Paludella squarrosa*) ja kultasammal (*Tomentypnum nitens*)\*.

#### *Omavaraiset rämeet nevat ja letot*

Vallitsevasti omavaraisiksi (keskustavaikutteisiksi) kehittyneitä räme- ja nevakuvioita on kartoitetuilla alueilla paikoitellen vedenjakajien tienoilla 4–5 metrin tasolta ylöspäin. Useimmat rämeille ja nevoille tyypillisistä mätäs- ja välipinnan lajeista esiintyvät tutkimusalueilla jo 1,5–5 m mpy vyöhykkeellä pienten suoaltaiden reunoilla, vedenjakajien kohdalla osin altaiden keskiosissakin. Mätäspinnan lajit kasvavat täällä usein aivan kivennäismaan tuntumassa (ks. Elveland 1976). Selviä räme- ja nevakuvioita tavataan moreenimaan tutkimusalueilla 5 m mpy tason yläpuolisilla osilla, laajimmin vedenjakajien ympärillä. Kehittymässä olevien ruskorahkasammalpintojen yhtenä erikoispiirteenä on minerotrofiaa ilmentävien sarojen kasvaminen niukkoina mätäspinnalla. Kehittyvien suoaltaiden reunamilla, missä valuma-alueet ovat pieniä ja virtaus vähäistä vallitsee rahkasammaleisen mätäs- ja välipinnan kasvu. Hyvin yleisiä ovat tupasvillaa ja mätäs-välipinnan rahkasammalia kasvavat suot, joilla on vaikea vetää rajaa ”rämepintojen” ja ”nevapintojen” välille. Hyvän käsityksen soiden karuille syrjäosille sijoittuvien rahkaisten räme-nevaosien laajuudesta ja sijoittumisesta saa punarahkasammalen (*Sphagnum magellanicum*)\* ja tupasvillan (*Eriophorum vaginatum*)\* lajikartoista. Rahkaisen mätäspinnan kehittämisestä

eri osilla saa hyvän kuvan ruskorahkasammalen (*Sphagnum fuscum*)\* lajikartasta. Tavallisista suokasvilajeista myös leväkkö (*Scheuchzeria palustris*) kuuluu niihin, joiden esiintyminen keskittyy karuille, rahkaisille soille. Suoaltaiden keskeisten, voimakkaammin virtaavien osien kehitys taas näyttää etenevän rimpipintavaltaisia tyyppisiä kohti. Karuilla hiekkamailla ja myös moreenimaan tutkimusalueen ylemmissä osissa suoaltaiden reunojen metsämaan soistuminen johtaa suhteellisen karujen, keskustavaikutteisten kangasrämeiden syntyyn. Näiden tyyppilaji on kangasrahkasammal (*Sphagnum capillifolium*)\*.

Altaiden virtaavimpiin keskiosiin muodostuu rimpilettoja ja rimpinevoja. Moreenimaalla näille on tunnusomaista jänteisyyden kehitys, tosin ylimmissäkin osissa prosessi on vielä kesken ja rimpijännekuvioitus vielä osin epäselvä. Rimpipintaisia nevoja on tutkimusalueella 1 melko vähän, lähinnä välipintaisten karujen nevojen tuntumassa, koska rimpipintaisten avosoista siellä suurin osa on lettoja. Hiekkamaan tutkimusalueella 2 nevoiksi luettavia karuja märkäpintaisia soita on runsaasti kaikkialla lukuunottamatta luhtien vallitsemaa nuorinta vyöhykettä. Hiekkamaalla selvää jänteiden muodostumista ei ole havaittavissa, vaan altaiden määrimmissä osissa on hiekkakaartojen patoamia tasaisia rimpinevoja. Hyvän käsityksen aapasuokeskustojen rimpialueiden sijoittumisesta saa esim. keräpäärahkasammalen (*Sphagnum subsecundum*)\*, jouhisaran (*Carex lasiocarpa*)\* ja vaaleasaran (*Carex livida*)\* pistekartoista.

Vastaava kehitys keskustavaikutteisemmiksi on havaittavissa myös hiekkamaan vesitilanteeltaan voimakkaasti vaihtelevissa painanteissa. Ääritapauksessa tuloksena on turpeettomia arokosteikkoja (Laitinen ym. 2005). Tutkimusalueella 2 vesitilanteeltaan hyvin epävakaa arokosteikot ovat laajoja. Alimmat niistä ovat n. 4 m mpy. Nämä liittyvät tyypillisiin arokosteikoihin kuitenkin lähinnä fyysikaalisen toimintansa puolesta; niillä tavattava kasvilajisto koostuu pääosin erilaisista merenrantalajeista: jokapaikansara\*, jousihivilä (*Juncus filiformis*) kurjenjalka, terttu-alpi (*Lysimachia thyrsiflora*), rönnsyrölli (*Agrostis stolonifera*) ja ojaleinikki (*Ranunculus flammula*). Reunalla paikoin tavataan vakiintuneemmille arokosteikoille tyypillistä korpikarhunsammalta (*Polytrichum commune*). Noin 3 m ylempänä

aivan topografialtaan vastaavassa paikassa rantalajit ovat yleensä hävinneet. Nevalajeja (esim. jouhisara\* ja paakkurahkasammal (*Sphagnum compactum*)\* on jo enemmän, ja kasvittomat mutakentät ovat erikoisen laajoja.

### Suokasvilajien esiintyminen rantavyöhykkeellä ja sen yläpuolella

Rantavyöhykkeellä tavattavat lajit eroavat toisistaan selvästi sen mukaan miten ne sijoittuvat toisaalta suhteessa merenpinnan tasoon ja toisaalta mantereelta tulevan veden virtaukseen (Kuva 10). Merenrantoihin erikoistuneita sammalia ovat etenkin luhtasirppisammal (*Drepanocladus aduncus*) ja luhtaväkäsammal (*Campylium polygamum*). Samoin otasammal (*Calliergonella cuspidata*) ja luhtakuirisammal (*Calliergon cordifolium*) ovat rannoilla yleisiä sellaisillakin kohdilla, missä meriveden vaikutus on voimakkaimmillaan. Rehevien soiden lehtisammalista hetesirppisammal *Warnstorfia exannulata*, pohjansirppisammal (*W. tundrae*), hetekuirisammal (*Calliergon giganteum*), lettolierosammal (*Scorpidium scorpioides*) ja lettokilpisammal (*Cinclidium stygium*) ovat esimerkkejä lajeista, joita tavataan rantavyöhykkeellä siellä missä yläpuolelta tulee soilta makeita pinta- ja pohjavesiä (vrt. Elveland 1976). Rahkasammalista okarahkasammal (*Sphagnum squarrosum*) ilmestyy säännöllisesti jo rantavyöhykkeen painanteisiin ja pensaikkoihin ja saavuttaa suurimman yleisyytensä heti ylimmän meriveden tason yläpuolella. Muista rahkasammalista viitarahkasammal (*S. fimbriatum*) ja haprarahkasammal (*S. riparium*) kasvavat niukkoina jo rantavyöhykkeellä, ja nekin ovat runsaimmillaan nuorilla soilla, ensin mainittu luhtaisten soiden reunoilla, jälkimmäinen seuraa okarahkasammalta avosuopinoilla. Monet tyypilliset luhtalajit esiintyvät runsaina rantavyöhykkeen kaikilla osilla. Märkäpintaisten nevojen tyyppilajeista raate (*Menyanthes trifoliata*), järvikorte (*Equisetum fluviatile*), pullosara (*Carex rostrata*) ja juurtosara (*Carex chordorrhiza*) ovat hyvin yleisiä jo rantavyöhykkeellä niillä osilla, minne tulee ylempää valumavesiä, mutta puuttuvat niiltä osilta, missä merivesi vaikuttaa yksinään ja näin vesitilanteen vaihtelu on voimakasta (Kuva 10).

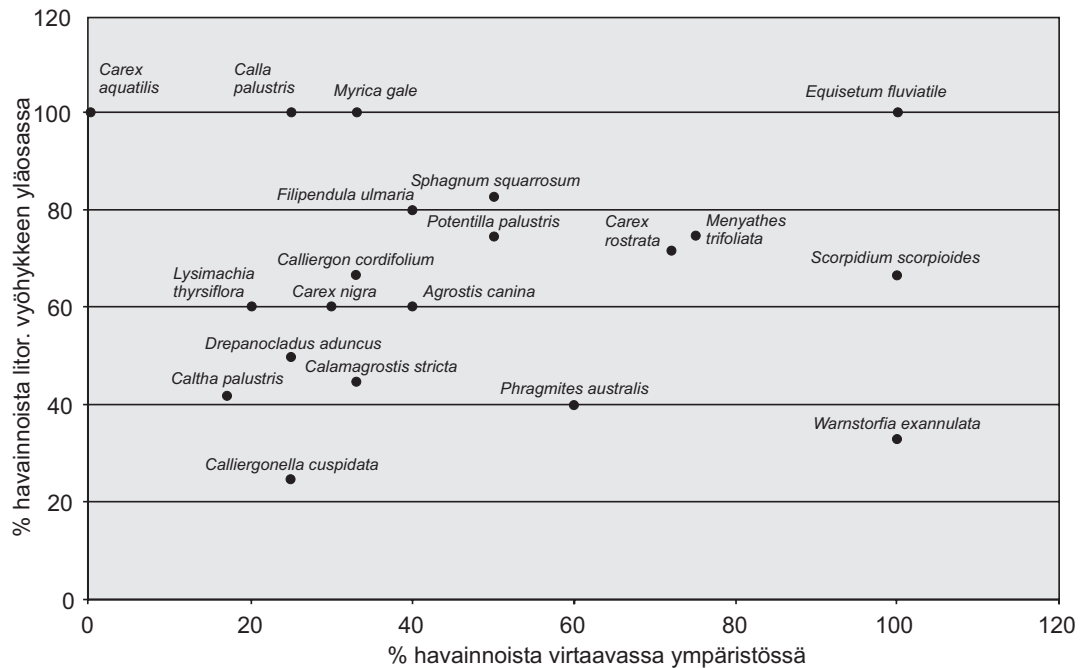
### Kasvillisuuden monimuotoisuus ja uhanalaiset lajit

Kartoituksessa havaittiin moreenimaan tutkimusalueella 1 puusto- ja pensaskerroksessa 18 lajia, kenttäkerroksessa 163 lajia ja pohjakerroksessa 54 lehtisammalta ja 29 rahkasammalta (Rehell 2006). Hiekkamaan tutkimusalueella vastaavat luvut ovat 10, 97, 27 ja 28. Tutkimusalueella 1 tavattiin lähes kaikkia tämän vyöhykkeen suokasvilajeja lukuunottamatta esim. selvimpiä kalkinvaatiijoita sekä eräitä lähdelajeja. Uhanalaisten lajien määrä on huomattavan suuri. Merkittävimpiä havaittuja lajeja täällä ovat mm. kiiltosirppisammal (*Hamatocaulis vernicosus*), isonuijasammal (*Meesia longiseta*), käyrälehtirahkasammal (*Sphagnum contortum*), kairasammal (*Meesia triquetra*), luhtakilpisammal (*Cinclidium subrotundum*), lettokilpisammal (*Cinclidium stygium*), lännenkynsisammal (*Dicranum leioneuron*), lettohammasammal (*Leiocolea rutheana*), lettoruoppasammal (*Gymnocolea boreale*), pitkäpääsara (*Carex elongata*), kaislasara (*Carex rhynchophysa*), jouhiluikka (*Eleocharis quinqueflora*), lettosara (*Carex heleonastes*) punakämmekkä ja verikämmekkä, (*Dactylorhiza incarnata* incl. ssp. *cruenta*) kaitakämmekkä (*Dactylorhiza traunsteineri*) ja velttosara (*Carex laxa*). Hiekkamaalla olevalla Hailuodon tutkimusalueella tavattu lajimäärä jää jonkin verran vähäisemmäksi kuin moreenimaalla. Uhanalaisista tai harvinaisista lajeista täällä mainittakoon ruskopiirtoheinä (*Rhynchospora fusca*), rentovihvilä (*Juncus bulbosus*), kuultorahkasammal (*Sphagnum aongstroemii*), etelänrahkasammal (*Sphagnum palustre*), luhtarahkasammal (*Sphagnum inundatum*), kuljurahkasammal (*Sphagnum cuspidatum*) sekä lapinsirppisammal (*Hamatocaulis lapponicus*).

### Tulosten tarkastelu

Soiden kehitys on olennainen osa maankohoamisrannikon luontotyyppien yleistä suksessiota. Primaarinen soistuminen on laajaa merestä kohoavien painanteiden keskeisissä osissa. Metsämaan soistuminen laajentaa soita n. 5 m mpy tason yläpuolella (vrt. Huikari 1956). Vesistöjen umpeenkasvun osuus soistumisesta on varsin pieni. Rantavyöhykkeellä tavataan kuitenkin





Kuva 10. Yleisimpien moreenimaan alueen litoraalivyöhykkeen näytealoilta löydettyjen suokasvilajien sijoittuminen meriveden ja mantereelta tulevan veden vaikutuksen suhteeseen.

Fig. 11. The most common species found in the sample plots of the littoral belt and their relation to the influence of the sea water (% of the observations on the uppermost part of the littoral belt) and terrestrial water (% of the observations on sites with flowing terrestrial water).

lukumääräisesti melko runsaasti pieniä, matalia lammikoita, joista pääosa soistuu umpeen hyvin nopeasti (vrt. Vainio 1987). Jotkut lammista kuitenkin jatkavat kehitystä soiden keskellä oleviksi lammiksi, jotka voivat muuttua syvemmiksi sitä mukaa, kun ympäröivien soiden turvekerros paksuntuu (ks. Aario 1932). Turpeen paksuuskasvu on voimakkainta heti alkuvaiheessa primäärisesti soistuneissa altaissa ja hidastuu sen jälkeen soiden alkaessa levitä laajemmalle (Huikari 1956, Mäkilä & Toivanen 2004, Rehell ym. painossa).

Kartoitetuilla alueilla näyttää hydrologia olevan tekijä, joka vaikuttaa soiden kehitykseen ja ravinteisuuteen kaikkein eniten (vrt. Rehell ym. painossa). Tästä syystä eri-ikäiset suoalueet voivat olla keskenään vertailukelpoisia vain, mikäli ne sijoittuvat valuma-alueellaan vastaaviin kohtiin. Moreenimailla onkin erotettavissa lähes identtisiä eri-ikäisiä toisistaan riippumattomia valuma-aluekokonaisuuksia, joiden erojen voidaan katsoa johtuvan vallitsevasti iästä ja

kehitysasteesta (Klinger & Short 1996). Sen sijaan hiekkamaan tutkimusalueen voidaan katsoa muodostavan yhden, laajan akviferin yhdistämän ryhmän (Laitinen ym. 2007), jossa pohjaveden muodostuminen on laajinta yläosissa ja purkautuminen keskittyy alimpaan osaan. Tällaisilla alueilla pohjaveden virtauskuvio muuttuu jatkuvasti maan kohoamisen myötä eikä vertailukelpoisia valuma-aluekokonaisuuksia ole mahdollista löytää nuorten soiden vyöhykkeeltä.

Rantavyöhykkeen lajien täytyy kestää voimakkaita vaihteluita ja pystyä kasvullisesti toimimaan erilaisten ääri-ilmiöiden aiheuttamista tuhoista (Ecke & Rydin 2000). Epäilemättä vedenpinnan tason ja veden laadun hyvin voimakas vaihtelu (ks. Elveland 1976) on syynä siihen, että rantavyöhykkeellä sammalkerros on hyvin heikosti kehittynyt ja koostuu vain muutamista lajeista. Virtaavammassa kohdissa niin sammalten kuin putkilokasvienkin lajisto on selvästi monimuotoisempi kuin muualla (Elveland 1976).

Rantavyöhykkeen ylimpiin ja virtaavimpiin osiin keskittyvien lajien (esim. raate, järvikorte, pullosara ja okarahkasammal) esiintymistä jollain osalla soistuvaa painannetta voitaisiinkin pitää hyvänä erotusperusteena luhtien ja märkien rantaniittyjen luontotyyppien välillä.

Lettojen runsaus *tutkimusalueen 1* soistumisissa on mielenkiintoinen piirre. Niiden määrä on lähes samaa luokkaa kuin geologisesti vanhempien vyöhykkeiden kalkkialueilla. Lettolajiston yleisyys yhdistää nykyisiä maankohoamisrannikon soita myös vanhempien keidas- ja aapasuo-yhdistymien varhaisiin vaiheisiin (Tolonen 1967). Lettonevaisuuden erottaminen katsottiin tarkoituksenmukaiseksi mm. siksi, että täällä löytyy runsaasti soita, joilla tyypilliset lettosammalet esiintyvät hyvin niukkoina tai puuttuvat, mutta lajiston yleiskuva ja vesikemia osoittavat huomattavaa rehevyyttä. Tämä voi osittain johtua siitä, että voimakas luhtaisuus ja siihen alimmissa osissa liittyvä ajoittainen meriveden vaikutus estävät tyypillisten lettosammalten kasvua sellaisilla paikoilla, joilla pH olisi niille riittävä. Tiedot luhtien pH-arvoista yleensä ovat vähäisiä. Todennäköisesti vapaana pinnalla olevasta vedestä otetun näytteen pH:n vaihtelu voi olla suurta (vrt. Tahvanainen & Tuomaala 2003). Lettonevaisuus näyttää maankohoamisrannikon tutkimusalueilla esiintyvän tyypillisesti yhdessä selvien lettokuvioiden kanssa ja liittyy selvästi pohjaveden purkautumispaikoihin. Tämä viittaa siihen, että yleisemminkin voisi olla syytä lettonevaisuuden erottamiseen ruohoisuuden ja lettoisuuden väliin. Tätä puoltaa myös myös kansainvälinen käytäntö (Sjörs 1950, Sjörs & Gunnarsson 2000, Tahvanainen 2004).

*Tutkimusalueella 1* nuorten aapasoiden keskusosien luhtaisilla ja lähteisillä letoilla tavataan runsaasti uhanalaisia suokasvilajeja, jotka puuttuvat ylempänä olevilta aapasoilta ns. lettokeskusten ulkopuolelta. *Tutkimusalueella 2* uhanalaiset lajit liittyvät usein kosteudeltaan vaihteleviin, kasvistoltaan aukkoisiin aloihin, joilla tavataan mm. avoimien ruoppaintojen harvinaisia lajeja sekä eräitä rahkasammalten erillisesiintymiä kaukana yhtenäisestä levinneisyysalueestaan. Erittäin harvinaisen ja uhanalaisen lapinsirppisammalen (*Hamatocaulis lapponicus*) esiintyminen lievästi lähdevaikutteisella lettonevaisella rimpipinnalla liittyy todennäköisesti myös siihen, että nuorten

soiden vaillinaisesti kehittyneessä kasvipeitteessä myös heikot kilpailijat voivat menestyä.

Kehittyvän valuma-alueen sisällä on nähtävissä selvä jako kahteen pääosaan, joka vastaa kehittyneiltä aapasoilta kuvattua pääjakoa syrjä- eli luovuttajaosiin ja keskus- eli vastaanottajaosiin (Laitinen ym. 2007). Syrjäosat sijoittuvat vedenjakajien tuntumaan. Merenrannan lähellä primaarisesti soistuvat painanteet vedenjakajien tuntumassa ovat tyypillisesti kooltaan pieniä ja valuma-alueeltaan vähäisiä. Niiden kehitykselle on ominaista rahkasammalien hyvin nopea kasvu; aluksi vaateliaimmat lajit, myöhemmin karumpien soiden lajit. Pääosa vedenjakajajalaeista muuttuu rantavyöhykkeen jälkeen kangasmetsiksi, joilla myöhemmin voi tapahtua metsämaan soistumista (Huikari 1956). Näin voidaan päätellä, että kehittyneempien aapasoiden syrjäosista todennäköisesti suuri osa on kehittynyt metsämaasta kangaskorpi- tai kangasrämevaiheiden kautta. Keskusosat sitä vastoin sijoittuvat valuma-alueen alemmissa osissa oleviin ympäristöään alempiin painanteisiin, joissa primääriinen soistuminen on laajaa. Vesiä kertyy laajalta alueelta ja läpivirtaus on voimakasta. Soistumat ovat usein märkiä luhtia, joiden kehitys näyttää johtavan aapasuo-keskustojen tyypillisiin jännerakenteisiin rimpinevoihin tai rimpilettoihin (vrt. Rehell ym. painossa).

Hiekkamaan tutkimusalueen erikoispiirteinä ovat laajat kausittain vaihtelevat arokosteikot (Laitinen ym. 2005) sekä esim. korpikasvillisuuden niukkuus. Kyseisen alueen suot näyttävät poikkeavan moreenimaiden nuorista suoaltaista hyvin selkeästi. Kehityksen erilaisuus perustuu pohjamaan läpäisevyyteen; tiiviin moreenimaan kohotessa merenrannan yläpuolelle pohjavedenpinta vakiintuu tietylle tasolle, mutta läpäisevässä hiekkamaassa pohjavedenpinta voi laskea maankohoamisen myötä, jolloin jo soistuneet altaat voivat jäädä vesitilanteeltaan epästabieleiksi (Lindroos 1990). Hiekkamaan soiden vähäisempi lajimäärä liittyy paljolti siihen, että pohjaveden virtausoloista johtuen lettojen lajistoa tutkitulla alueella on vain niukasti, mutta osaltaan voi vaikuttaa myös se, että tutkimusalue sijaitsee saarella (vrt. Siira 1999).

Keidassoiden sukkessiossa Merenkurkun ja Satakunnan alueilla (Aario 1930, Brandt 1948, vrt

myös Rehell 2006) näyttää olevan samoja piirteitä kuin pohjoisempanakin, mutta rahkoittuminen etelässä on paljon voimakkaampaa supistaen märkäpinnat vain kapeisiin juotteihin. Täällä luhtalajit ja korpilajit keskittyvät alle 5 m mpy tasolle. Neva- ja rämelajit ilmestyvät jo 5 m mpy tason alapuolella ja ovat tämän tason yläpuolella täysin vallitsevia siten, että 18–25 m mpy tason (vastaten suunnilleen ikää 3000 v) yläpuolella keidassuot ovat täysin kehittyneitä. Lettolajeja täällä on havaittu hyvin vähän. Havainnot keskittyvät nuorimmille soille n. 1,5–5 m mpy tasolle. Aapa- ja keidassualueiden sukkessiosarjat näyttävät siis muodostuvan alusta asti toisistaan poikkeaviksi. Ensin mainituille luonteenomaisia ovat laajat, märkäpintaist, usein reunavaikutteista lettoa olevat alat, jälkimmäisille taas puustoisten, rämemäisiksi kehittyvien soiden vallitsevuus altaiden keskiosissa.

## Johtopäätöksiä

Perämeren maankohoamisrannikolla on luontaisesti sijainnut nopean sukkession vyöhyke, joka on poikennut luonnoltaan hyvin selvästi sisämaan vanhemmista alueista ja myös eteläisemmästä maankohoamisrannikosta. Sen suoluonnolle on ollut hyvin tyypillistä mm. kuvioiden pienipiirteisyys ja vaihtelevuus sekä lettojen, luhtien ja korpien suuri määrä. Kasvilajisto, erityisesti sammallajisto on ollut poikkeuksellisen vaihteleva ja runsas käsittäen monia uhanalaistuneita lajeja. Tiivispohjaisten moreenimaan altaiden ja läpäisevähypohjaisten hiekkamaan altaiden hydrologia ja kehityskulut ovat poikenneet toisistaan monin tavoin. Tämä vyöhyke on muodostanut Suomen suoluonnon kansainvälisesti katsoen ainutlaatuisimman osan, joka on kuitenkin hävinnyt perusteellisemmin kuin mikään muu soidemme osa-alue. Tällaisen rehevien reunavaikutteisten soiden keskittymän häviäminen on todennäköisesti vaikuttanut monien lajien populaatioihin ja nykyisiin leviämismahdollisuuksiin.

Mikäli oletetaan, että tarkastellusta vyöhykkeestä luontaisesti on ollut suota tai soistumaa vähintään 30 %, niin voidaan arvioida, että alueella soista ja soistumista on aikojen kuluessa kuivattu vähintään 95 %. Jäljellä olevat ojitta-

mattomat suot ovat yleensä pieniä ja erillisiä ja ne ovat useimmiten karuja avosoita. Suojelluista suoalueista tällä vyöhykkeellä yli puolet sijaitsee hiekkamaan painanteissa Hailuodon saarella tai Siikajoella. Täällä laajimmat kohteet eivät kuitenkaan ulotu merenrannalle asti ja tässä tutkimuksessa kartoitettu alue on suojelluista kohteista ainoa, joka muodostaa yhtenäisen sukkessiosarjan merenrannalta ylöspäin. Moreenimaalla suojelualueet ovat yleensä erillisiä lettokohteita, jotka useimmiten sijaitsevat tässä tutkimuksessa tutkitun alueen korkeuden ylärajan (20 m mpy) tuntumassa. Hiekkamailla nuorten suokokonaisuuksien suojelutilannetta voidaan pitää kohtalaisena, mutta läpäisevän pohjamaan vuoksi näillä alueilla yksittäisten ojien vaikutus voi olla paljon laajempi kuin muilla soilla. Aapasuovyöhykkeen moreenipohjaisilla alueilla olevia edustavia nuorten soiden kokonaisuuksia ei esiinny nykyisillä luonnonsuojelualueilla.

Aapasoiden kasvillisuuden sukkessio koskee kokonaisia soistuvia valuma-alueita. Niiden eri osat kehittyvät toisistaan riippuvaisesti, vaikka ovatkin eri-ikäisiä. Nämä valuma-alueet koostuvat hydrologialtaan erilaisista osista, jotka yhdessä muodostavat kehittyvän aapasuokompleksin eri osat. Siksi maankohoamisrannikon soiden sukkessiosarjojen suojelussa tulisi pääpaino olla tällaisten kokonaisten soistuneiden valuma-alueiden hydrologian luonnontilan säilyttämisessä. Koska maankäyttö on ollut rannikkoalueilla hyvin voimaperäistä, maankohoamisrannikon soiden sukkessiosarjat ovat jo lähes täysin hävinneet.

## Kiitokset

FL Antti Huttunen on antanut lukuisia arvokkaita kommentteja. FT Tauno Ulvinen on auttanut kasvilajiston tunnistamisessa. Suunnittelija Pirjo Appelgrén Ystävyiden puiston tutkimuskeskuksesta viimeisteli artikkelin kuvat ja M.A. Karen Heikkilä teki englannin kielen tarkistuksen. Lämpimät kiitokset kaikille.

**Kirjallisuus**

- Aario, L. 1932. Pflanzentopographische und paläogeographische Mooruntersuchungen in N-Satakunta. *Fennia* 55 (1). 179 s.
- Backman, A. 1919. Torvmarksundersökningar i Mellersta Österbotten. *Acta Forestalia Fennica* 12. 152 s. + liitteet.
- Brandt, A. 1948. Über die Entwicklung der Moore im Küstengebiet von Süd-Pohjanmaa am Bottnischen Meerbusen. *Annales Botanici Societatis Zoologici Botanici Fenniae "Vanamo"* 23 (4). 134 s.
- Ecke, F. & Rydin, H. 2000. Succession on a land uplift coast in relation to plant strategy theory. *Annales Botanici Fennici* 37: 163–171
- Ekman, M. 2001. Computation of historical shore levels in Fennoscandia due to postglacial rebound. *Small Publications in Historical Geophysics* 8.
- Elveland, J. 1976. Myrar på Storön vid Norrbottenkusten. (Summary: Coastal mires on the Storön peninsula, Norrbotten, N-Sweden). *Wahlenbergia* 3. 274 s.
- Eurola, S., Hicks, S., Kaakinen, E. 1984. Key to Finnish mire types. *Teoksessa: Moore, P (ed.) European Mires: 11–117.*
- Eurola, S., Huttunen, A. & Kukko-oja, K. 1995. Suokasvillisuusopas. *Oulanka Reports* 13. 74 s.
- Geologian tutkimuskeskus, 1997. Suomen kallio-perä. 1:1000000. Geologian tutkimuskeskus.
- Eurola, S, Huttunen, A, 2006. Mire plant species and their ecology in Finland. *Teoksessa: Lindholm, T. & Heikkilä, R. (ed.) Finland – land of mires. The Finnish Environment* 23/2006: 127–144.
- Hedenäs, L. 1993. Field and microscopic keys to the Fennoscandian species of the *Calliergon-Scorpidium-Drepanocladus* complex (including some related or similar species). *Biodetector. Märsta.* 79 s.
- Havas, P. 1961. Vegetation und Flora der nördlichen Küste des des Bottnischen Meerbusens. *Archivum Societatis "Vanamo"* 16: 84–91.
- Heikkilä, R. 1994. Soidensuojelu Suomessa. *Terra* 106 (3): 226–231.
- Huikari, O. 1956. Primääriseen soistumisen osuudesta suomen soiden synnyssä. *Com-municationes Instituti Forestalis Fenniae* 46 (6): 79 s.
- Hämet-Ahti, L., Suominen, J., Ulvinen, T. & Uotila, P. 1998. *Retkeilykasvio. Luonnontieteellinen keskusmuseo. Kasvimuseo.* 656 s.
- Ivanov, K.E. 1981. *Water movement in mirelands.* Academic Press. 276 s.
- Kakkuri, J. 1985. Die Landhebung in Fennoskandien im Lichte der heutigen Wissenschaft. *Zeitschrift für Vermessungswesen.* 110.2:51–58
- Klinger, L.F. & Short S.K. 1996. Succession in the Hudson Bay Lowland, Northern Ontario, Canada. *Arctic and Alpine Research.* 28. (2): 172–183.
- Laitinen, J., Rehell, S., Huttunen, A. & Eurola, S. 2005. Arokosteikot. *Levinneisyys ja ekologia Pohjois-Pohjanmaalla ja Kainuussa.* (Summary: Aro wetlands: ecology, occurrence and conservation in north-central Finland *Suo* 56 (1): 1–17
- 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. *Suo* 58 (1): 1–26.
- Lindroos, H. 1990. Nuoren maan maannoskehityksestä Keski-Pohjanmaalla. (Summary: The development of soil profile on the land uplift coast of Middle Ostrobothnia.) *Geological Survey of Finland. Report of investigation* 105: 65–74.
- Mäkilä, M. & Toivonen, T. 2004. Rate of peat accumulation and its variability during the Holocene. *Teoksessa: Parviainen, J. (ed.) Wise use of Peatlands . Proc. 12 th Int. Peat Congress vol. 1* 50–55. *International Peat Society. Tampere, Finland.* 6–11.6.2004
- Rehell, S. 2006. Ryöskäri-Ihanalampi area – land uplift succession of aapamires. *Teoksessa: Heikkilä, R., Lindholm, T. & Tahvanainen, T. (ed.) Mires of Finland – Daughters of the Baltic Sea. The Finnish Environment* 28 / 2006: 31–39.
- Rehell, S, Huttunen, A, Kondelin, H, & Laitinen, J. (in press): Development of the large-scale hydrotopography of aapa mires on the land-uplift coastland in northern Finland. *The Finnish Environment.*

- Siira, J. 1970. Studies in the ecology of the seashore meadows of the Bothnian Bay with special reference to the Liminka area. *Aquilo Series Botanica* 9: 1–109.
- Siira, J. 1999. Kasvillisuuden kehitys Perämeren rannikolla. Teoksessa: Karlsson, (ed.) *Metsät Pohjanmaan rannikolla. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 723: 35–42.
- Sjörs, H. 1950. On the relation between vegetation and electrolytes in north-swedish mire waters. *Oikos* 2: 241–256.
- Sjörs, H. & Gunnarsson, U. 2000. Calcium and pH in north and central Swedish mire-waters. *Journal of Ecology* 30: 650–657.
- 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* 39:353–359.
- Tahvanainen, T., Sallantausta, T., Heikkilä, R. & Tolonen, K. 2002. Spatial variation of mire surface water chemistry and vegetation in northeastern Finland. *Annales Botanici Fennici* 39: 235–251.
- Tahvanainen, T. & Tuomaala, T. 2003. The reliability of mire water pH measurements. – a standard sampling protocol and implications to ecological theory. *Wetlands* 23: 701–708.
- Taipale, K. & Saarnisto, M. 1991. Tulivuorista jääkausiin. Suomen maankamaraan kehitys. WSOY. Porvoo. 414 s.
- Tolonen, K. 1967. Über die Entwicklung der Moore im Finnischen Nordkarelien. *Annales Botanici Fennici* 4: 219–416 + liite.
- Ulvinen, T., Syrjänen, K. & Anttila, S. (eds.) 2002. Suomen sammalet – Levinneisyys, ekologia, uhanalaisuus. Suomen ympäristö 560. 354 s.
- Vainio, M. 1987. Ranta- ja vesikasvillisuudesta sekä veden laadusta eräissä Hailuodon sisävesissä. Pro-gradu tutkielma. Oulun yliopisto, kasvitieteen laitos.

**Summary:****Young successional stages of aapa mires on the land uplift coast of northern Ostrobothnia, Finland**

This paper is a general description of the belt of young successional stages of aapa mires on the land uplift coast of Bothnian Bay. In the first stage, the distribution of mires on the coast in the aapamire zone of northern Finland (Fig. 1) was assessed using maps and aerial photographs. The studies were concentrated on two areas considered to contain the largest remaining pristine paludified catchment areas. The areas were chosen upon the criteria that the geology and topography of each area is homogenous and typical for the district (Table 1). Study area 1 contains a network of mire basins on morainic terrain. Study area 2 is located on the sandy northern coast of Hailuoto Island containing paludified basins between sandy dunes and beach ridges on both sides of an esker.

Vegetation mapping was carried out in these areas, where vegetation patches were defined using aerial photographs and the vegetation of paludified patches was field identified. At the centres of the patches, peat thickness was measured and water samples were taken for the measurements of pH and electrical conductivity. Small ponds were studied as parts of mire systems (Table 2). Heath forest vegetation was not studied, but the amount of mire sections in forests was measured to estimate the extent of mire vegetation in the study areas. The influence of terrestrial and saline water on vegetation was studied by establishing small (1 m<sup>2</sup>) vegetation sample plots in hydrologically different places in the littoral belt of study area 1. The poor-rich gradient of mire vegetation was studied using the indicator species of different trophic levels (Eurola *ym.* 1994). The tentative correlation with the poor-rich gradient in Sjörs (1950) and Sjörs and Gunnarsson (2000) is given in brackets as follows:

— rich fens with a large amount of rich fen indicators (eutrophic / moderately rich fens)

— intermediate fen level with demanding plant species, e.g. *Helodium blandowii*, *Carex diandra*, *Loeskyppnum badium*; a small amount of rich fen species may be present (meso-eutrophic / intermediate fens)

— moderately poor fens with e.g. *Sphagnum subsecundum*, no rich fen species (mesotrophic / moderately poor fens)

— extremely poor fens with indicators of poor minerotrophy, e.g. *Carex rostrata*, *Sphagnum fallax* (oligotrophic / extremely poor fens)

Water flow pattern was studied using aerial photographs and field surveys. The difference between morainic and sandy terrain is notable. In the morainic landscape the amount of surface flow is quite remarkable, and groundwater discharge takes place in the paludified depressions between heath forests. On sandy terrain, rainwater filtrates totally into the ground. The water in the paludified depressions concentrates in the lowest parts, where it percolates through the damming beach ridges, giving rise to unstable aro-wetlands (Laitinen *ym.* 2005) with little or no peat layer. The discharge of groundwater can take place far away, in the case of study area 2 on the seashore and beneath the sea.

In the belt of young mires on the land uplift coast, only less than 5% of the mires are in natural state (Fig. 2). The studied areas are the only remaining areas in the aapa mire zone containing whole succession series. Here, belts containing basins with known hydrology (Figs. 4A, 5A) and different ages (4B, 5B) can be studied. The results reveal the dynamics of paludification and peat growth as well as the development of the trophic (nutrient) level of the mires in relation to their age and position in their catchment areas. Primary paludification takes place in the depressions so that about 1/3 of the total land area in morainic terrain (see also Huikari 1956) and about 1/5 in sandy terrain gets paludified right after emergence from the sea. The peat layer thickens quickly in the depressions and the separate mires start to expand to the surrounding mineral soils. The area of ponds (Table 2) with permanent water varies from 2% to 8% of the area in different belts. In the littoral belt, there is always a large number of very small and shallow ponds, many of which turn into mires according to stratigraphical stud-



ies of mire patches located at higher elevations above sea level. The mires classified as extremely nutrient poor or ombro-oligotrophic cover only a small part of mire complexes, only appearing in some watersheds. Nutrient rich and intermediate patches are common in study area 1 on morainic terrain in places with groundwater discharge. In study area 2 on sandy terrain, true rich fens do not exist but a few intermediate patches, sometimes with a very small amount of rich fen species (e.g. *Calliergon richardsonii*), exist beneath places where groundwater discharges into mire basins, mostly near the seashore.

The measurements of pH and conductivity show the relation of trophic (nutrient) level and water quality. At the highest elevations above sea level, the patches with rich fen vegetation have the highest conductivity values and pH (fig 6). Swamps (Eurola ym. 1984) classified as moderately poor or intermediate mires can, however, have values as high as rich fens. The *Sphagnum* dominated extremely poor patches have the lowest pH and conductivity values. In the littoral belt, wet depressions are at times affected by brackish sea water and at times by terrestrial water or rainwater. Consequently, the quality of the water has a large variation (Fig 7).

The development of mire site types and the supplementary vs. inherent/self-sufficiency gradient (Eurola & Huttunen 2000) is best observed in maps showing the distribution of some indicator species (Figs 8 and 9), which can be compared with the physical characteristics of the areas (Figs 4 and 5). The surface water influence (Eurola ym. 1984) is very typical for all young mires on both morainic and sandy terrain, concentrating clearly in areas near the sea. Herb-sedge swamps, rich swamp fens and birch or alder swamps concentrate in depressions below the height 3 m a.s.l. Typical swamp species (e.g. *Potentilla palustris*, *Calla palustris*, *Sphagnum squarrosum*) are very common in the littoral belt and rare in the uppermost parts of the study areas. The mineral soil influence (spruce mires in Eurola ym. 1984) is common in morainic terrain. There, thin-peated rich and herb-grass dominated spruce mires have their largest extension below 5 m a.s.l. in the marginal parts of the primarily paludified depressions. The vegetation is largely composed of swamp and littoral

species (e.g. *Sphagnum squarrosum*, *Equisetum arvense*, *Carex nigra*, in most rich sites also *Trollius europeus*). Above that, paludified forests cover a great deal of land indicating the active expansion of mire vegetation to the heathlands. The vegetation is typically dominated by species like *Sphagnum girgensohnii*, *S. capillifolium*, *Carex globularis* and *Equisetum sylvaticum*, which are lacking in the littoral belt. The groundwater influence (Eurola ym. 1984) is also wide-ranging in the young mires although springs found in the areas are very small. The vegetation of the youngest springs in the littoral zone of the sandy area is quite different from older springs, having mostly species of the surrounding swamps with some intermediate fen species (*Carex diandra*, *Stellaria crassifolia*). The rich swamp fens in the area of morainic topography typically have a large amount of species indicating groundwater influence (*Calliergon richardsonii*, *Calliergon giganteum*). The same is also true for rich spruce fens on the margins of basins with species like *Tomentypnum nitens*, *Paludella squarrosa* and *Sphagnum warnstorffii*.

In the succession of young mires, species indicating mire expanse vegetation gradually become dominant. Species of hummock-level mire expanse vegetation (pine mires in Eurola ym. 1994) typically have their first appearance on the margins between young mires and mineral soil. They contain hummock-level *Sphagnum* species (*Sphagnum fuscum*, *Sphagnum magellanicum* and *Sphagnum angustifolium*) with e.g. *Eriophorum vaginatum*, *Empetrum nigrum* and *Ledum palustre*. Near the water divides these species can also appear in the more central *Sphagnum*-dominated parts of mire depressions. In the central parts of mire basins with more abundant water flow, ordinary fen species gradually displace the swamps species. Typical species of the string and flark-dominated central parts of developing aapamires above 5 m a.s.l. are e.g. *Carex lasiocarpa*, *Carex livida*, *Sphagnum subsecundum* and *Sphagnum papillosum*. The aro-wetlands (Laitinen ym. 2005) of depressions on sandy topography have their own succession series. In the youngest of them (about 4 m a.s.l.), the vegetation is composed principally of littoral species. Above that, fen species (most commonly *Carex lasiocarpa*) appear while the littoral species diminish.

In the littoral belt, the moss layer is very sparse and normally contains only a few species (*Drepanocladus aduncus*, *D. polygamus*, *Calliergon cordifolium*, *Calliergonella cuspidata*). In places where terrestrial waters appear, many moss species typical of fens can grow (e.g. *Warnstorfia exannulata*, *W. tundrae*, *Calliergon giganteum*, *Scorpidium scorpioides* and *Cinclidium stygium*) (see also Elveland 1976). *Sphagnum squarrosum* and in minor amounts *S. fimbriatum* and *S. riparium* appear regularly in the upper part of the littoral belt. Many typical fen species (*Menyanthes trifoliata*, *Equisetum fluviatile*, *Carex chordorrhiza* and *Carex rostrata*) are common in the littoral belt in places where terrestrial waters appear, but are found lacking in places where seawater is the main affecting water source (Fig 10).

The conservation value of young successional mires is very high. In addition to their scientific importance, they also have a very rich vegetation with a large amount of rare and threatened species. The species list of the study area on morainic topography covers nearly all plant species found in the aapamires of northern Ostrobothnia except some species demanding a calcareous environment or open spring water. The amount of threatened species is high, and they concentrate in rich fens with a strong surface water and groundwater influence. The study area on sandy topography has less species mainly due to the scantiness of rich fens (Tahvanainen 2004) and its location on an island (Siira 1999). Also there the intermediate spring-fed patches have some rare species. The large bare mudflats in developing aro-wetlands have some occurrences of rare species very far away from their main distribution area, e.g. *Sphagnum palustre*.

The study area on morainic terrain is composed of separate catchment areas at different elevations, which together produce an ideal chronosequence. On the contrary, in the study area on sandy terrain, the basins belong to one large system where groundwater recharge prevails on the upper part of the area. Limited groundwater discharge takes place at the lowest level, which continuously changes with land uplift. Therefore, on sandy terrain it is much more difficult to compare separate basins.

The succession of aapamires seems to concern whole paludifying catchment areas. Hydrologically different parts of the catchment develop in unison to create a single unit. In areas near water divides, primary paludification takes place in small depressions and ponds where *Sphagnum* invasion is rapid across the depression. In downstream parts, primary paludification takes place in larger, wet swamps and swamp fens with abundant water movement. The later development involving paludification of surrounding forests seems to lead to an aapamire complex with a *Sphagnum* dominated peripheral part and flark dominated central part (see also Laitinen ym. 2005). The typical patterning of an aapamire can be seen in the uppermost part of the study area on morainic topography (about 2 000 years in age), but the formation of strings and flarks is not as yet very clear. The development of aapamires can be compared with the development of bogs in the southern part of the land uplift coast (Aario 1932, Brandt 1948). At the young successional stages of bogs *Sphagnum* mosses seem to be more dominant than in the aapa mire zone, restricting the flowing flark level sections to narrow soaks.