

Lähteikköjen luonnontilan ja sammalajiston pitkäaikaismuutokset

Riikka Juutinen ja Janne S. Kotiaho

LUONTO



SUOMEN YMPÄRISTÖ 19 | 2009

Lähteikköjen luonnontilan ja sammalajiston pitkäaikaisuudet

Riikka Juutinen ja Janne S. Kotiaho

Helsinki 2009

SUOMEN YMPÄRISTÖKESKUS



S Y K E

SUOMEN YMPÄRISTÖ 19 | 2009
Suomen ympäristökeskus
Asiantuntijapalveluosasto

Taitto: Pirjo Lehtovaara
Kansikuva: Riikka Juutinen
Sisäsivujen kuvat: Riikka Juutinen

Julkaisu on saatavana myös internetistä:
www.ymparisto.fi/julkaisut

Edita Prima Oy, Helsinki 2009

ISBN 978-952-11-3457-9 (nid.)
ISBN 978-952-11-3458-6 (PDF)
ISSN 1238-7312 (pain.)
ISSN 1796-1637 (verkkoj.)

ALKUSANAT

Tämä teos käsittelee lähteikköjen ja niiden sammallajiston nykytilaa sekä niissä tapahtuneita muutoksia. Se pyrkii myös pieneltä osin valottamaan lähteikköjen ja lähdesammalten tulevaisuutta Etelä-Suomessa. Aihetta lähestytään käyttämällä Salpausselän alueen lähteikköjä esimerkkinä. Lähteikköjen sammallajisto on kartoitettu vuonna 1953 (Ulvinen 1955) sekä uudelleen vuonna 2006 (Juutinen 2007). Julkaisu koostuu neljästä erillisestä ja yksinäänkin luettavissa olevasta, mutta toisiinsa limityvistä osasta. Tällä rakenteella on pyritty helpottamaan runsaasti asiaa sisältävän julkaisun lukemista. Ensimmäisessä osassa käsitellään luonnontilan vaikutusta lähteikköjen sammallajistoon ja sammalyhteisön koostumukseen, toisessa lähteikköjen luonnontilan, sammallajiston, sammalyhteisön koostumuksien muutoksia, jotka ovat tapahtuneet viimeisten 50 vuoden aikana Salpausselän lähteillä, kolmannessa tarkastellaan metsälain mahdollisuuksista lähdesammallajiston säilyttämisessä esimerkkiaineiston valossa ja viimeisessä osassa esitellään lähdevaikutteisten ojien sammallajistoa ja sammalyhteisön koostumusta. Julkaisu on jaettu osioihin helpottamaan runsaan asiasisällön hahmottamista. Kussakin osassa esitellään aluksi lyhyesti käytetty aineisto ja sen tilastollinen käsittely. Näiden jälkeen siirrytään tuloksiin ja niiden tulkintaan, lopuksi kerrotaan tuloksista tehdyt johtopäätökset. Koko julkaisun tärkeimmät tulokset ja niiden käytännön merkitys on koottu julkaisun lopusta löytyviin loppupäätelmiin.

SISÄLLYS

Alkusanat	3
Johdanto	7
Mikä on lähde?	7
Lähteiden tutkimus	7
Luonnontilan heikkeneminen	8
Suojelu.....	8
Lajiston muuttuminen	9
Metsälaki	10
Lähdelajisto voimakkaasti ihmistoiminnan muuttamalla kohteilla.....	12
I Luonnontilan vaikutus lähteikköjen sammallajistoon ja sammalyhteisön koostumukseen sekä luonnontilan ja muiden ympäristömuuttujien väliset yhteydet	13
Aineisto	13
Salpausselän lähteiköt vuonna 2006.....	15
Tilastollinen käsittely	16
Luonnontilan vaikutus sammalten lajimäärän ja peittävyys.....	16
Luonnontilan vaikutus sammalyhteisön koostumukseen ja lajien esiintymiseen	16
Luonnontila ja muut ympäristömuuttujat.....	17
Tulokset.....	18
Luonnontilan vaikutus lajimäärään ja sammalten peittävyys.....	18
Luonnontilan vaikutus sammalyhteisön koostumukseen ja lajien esiintymiseen	19
Luonnontila ja muut ympäristömuuttujat.....	21
Tulosten tulkinta.....	21
Luonnontilan vaikutus lajimäärään ja sammalten peittävyys.....	21
Luonnontilan vaikutus sammalyhteisön koostumukseen ja lajien esiintymiseen	22
Luonnontila ja muut ympäristömuuttujat.....	23
Johtopäätökset	24
II Salpausselän lähteikköjen luonnontilassa, sammallajistossa ja sammalyhteisön koostumuksessa tapahtuneet muutokset 1953–2006	25
Aineisto	25
Tilastollinen käsittely	25
Luonnontila.....	25
Lajimäärä.....	25
Lajien runsaus	26
Lajien yleisyys	26
Sammalyhteisöjen koostumus	27
Tulokset.....	29
Luonnontila.....	29
Lajimäärä.....	30
Lajien runsaus	31
Lajien yleisyys	33
Sammalyhteisöjen koostumus	39
Tulosten tulkinta.....	44
Luonnontila.....	44
Lajimäärä.....	48

Lajien runsaus	48
Lajien yleisyys	51
Sammalyhteisöjen koostumus	56
Eräiden uhanalaisten ja harvinaisten sammalten esiintymisestä Salpausselällä	57
Lähdesammalkasvillisuuden vakaus	64
Johtopäätökset	69
III Metsälain erityisen tärkeän lähde-elinympäristön sisältävien lähteikköjen olemus, sammallajisto ja sammalyhteisön koostumus Salpausselällä	70
Aineisto	70
Tilastollinen käsittely	70
Tulokset	71
Taustamuuttujat	71
Luonnontila	72
Sammalten lajimäärä	73
Sammalyhteisön koostumus	74
Tulosten tulkinta	75
Taustamuuttujat	75
Luonnontila	75
Sammalten lajimäärä	75
Sammalyhteisön koostumus	76
Johtopäätökset	76
IV Lähdevaikutteisten oijen sammallajisto ja sammalyhteisön koostumus	77
Aineisto	77
Tilastollinen käsittely	77
Tulokset	78
Lajimäärä ja sammalten peittävyys	78
Sammalyhteisön koostumus ja indikaattorilajit	78
Tulosten tulkinta	78
Lajimäärä ja sammalten peittävyys	78
Sammalyhteisön koostumus ja indikaattorilajit	79
Johtopäätökset	79
Loppupäätelmät	80
Kiitokset	84
Kirjallisuus	85
Liitteet:	
Liite 1. Lähteikköjen kuvaukset	88
Liite 2. Synonyymisanasto	93
Liite 3. Maastolomakkeen täyttöohje	94
Liite 4. Maastolomakkeet	97
Liite 5. Lajimäärien laskemiseen käytetty lista	101
Liite 6. Ympäristömuuttujien ja lajistotunnusten korrelaatiot	102
Liite 7. Salpausselän lähteiden sammalet	104
Liite 8. Kartat	107
Kuvailulehdet	116

Johdanto

Mikä on lähde?

Eri tieteenalojen määritelmät lähteelle ovat erilaisia. Maantieteessä lähteellä tarkoitetaan geomorfologista muodostumaa, joka syntyy kun pohjaveden pinta leikkaa maanpinnan tason (Raatikainen 1989). Tällainen kasvillisuudesta riippumaton määrittely on riittävä, mikäli puhutaan yksittäisestä, avoimesta ja selvärajaisesta pohjaveden purkautumispaikasta – lähteestä, siten kuin se yleensä ymmärretään (Ulvinen 1955, Meriluoto ja Soininen 1998). Lähteet muodostavat kuitenkin usein laajoja, epäselvästi rajautuvia kokonaisuuksia, lähteikköjä, jotka sisältävät avoimien lähdeallikoiden ja purkauspaikkojen lisäksi lähdevaikutteisia puroja ja epämääräisempää tihkupintaa (Ulvinen 1955). Tihkupinnalla tarkoitetaan aluetta, jossa lähdevesi tihkuu maan läpi muodostamatta varsinaista silmäkettä (Kuusisto 1988). Tihkupintojen tunnistamisessa kasvillisuudella, erityisesti sammalilla, on merkittävä asema, sillä lähteisyys saattaa ilmetä ainoastaan lähteisiin sitoutuneen lajiston esiintymisenä, eikä lähdevettä ole välttämättä nähtävissä. Eräiden sammalten on pitkän aikavälin kuluessa havaittu sitoutuneen kasvamaan lähdevaikutteisilla paikoilla (Eurola ym. 1995, Ulvinen ym. 2002). Tapauksissa, joissa veden purkautumista ei ole havaittavissa, voidaan näiden lajien esiintymistä käyttää indikoimaan kohteen lähdevaikutteisuutta. Edellä mainituista syistä lähde, tai useammin lähteikkö, on tässä tutkimuksessa määritelty ekologisesti: elinympäristöksi, jossa esiintyy lähteisiin sitoutunutta sammallajistoa.

Lähteiden tutkimus

Ensimmäiset lähteitä sivuavat tutkimukset Suomessa olivat isompien tutkimusten osia (Ulvinen 1955). Ulvisen (1955) gradu ”Lähteiden ja lähteikköjen kasvistosta ja kasvillisuudesta ulomman Salpausselän itäisessä keskiosassa” on ensimmäinen varsinaisesti lähteisiin keskittynyt tutkimus Suomessa. Tutkimukseen sisältyy laaja yhteenveto aiemmista lähdelajistoa käsitelleistä tutkimuksista Itä-Fennoskandiassa ja siinä kuvataan 82 ensimmäisen eli uloimman Salpausselän alueella sijaitsevan lähteen putkilokasvi- ja sammallajisto. Varhaisemmat lähdekasvillisuustutkimukset ovat olleet laajaa listaavia. Tarkoituksena on ollut lähdelajiston tuntemuksen parantaminen, yksittäisten merkittävien lähteiden lajiston kartoittaminen ja jossain määrin myös maantieteellisten erojen selvittäminen (kts. kirjallisuuskatsaus Ulvinen 1955). Lajiston kuvaaminen on edelleen lähdetutkimuksissa oleellisessa osassa, mutta menetelmät ovat mm. tietokoneiden kehittyessä muuttuneet. Lähdekasvillisuuteen,

erityisesti sammallajistoon vaikuttavia tekijöitä on selvittänyt Suomessa tiettävästi ensimmäisen kerran tilastollisia analysointimenetelmiä apunaan käyttäen Saastamoinen (1989). Aivan viime aikoina lähteiden kasvillisuuden vaihtelua on pyritty kuvaamaan myös monimuuttujamenetelmin (Laitinen 2002, Sankari 2003 ja Salmela 2005a, b). Viimeistään Euroopan Unioniin liittymisen seurauksena on ilmennyt tarve soveltavammalle luonnonsuojelubiologiselle lähteiden tutkimukselle, sillä lähteiköt kuuluvat EU:n luontodirektiivin suojeltaviin luontotyypppeihin (Euroopan Komissio 2004).

Luonnontilan heikkeneminen

Merkittävä osa, Airaksisen & Karttusen (1998) mukaan 90% Etelä-Suomen luonnontilaisista lähteistä on tuhoutunut (Ulvinen ym. 2002, Leka ym. 2008). Pohjois-Suomessa tilanne on parempi (Virtanen 2003). Pienvesiluonnon säilyttäminen ja elvyttäminen oli yksi vesiensuojelun tavoiteohjelman vuoteen 2005 pää tavoitteista (Bäck & Lindholm 1999). Tutkimustieto ihmistoiminnan vaikutuksista lähteisiin, erityisesti maamme lähteiden kokonaismäärään (Ilmonen & Kokko 2006) ja luonnontilaisuuteen (Heino ym. 2005), on hyvin vähäistä. Johtopäätökset ihmistoiminnan vaikutuksista lähteiden kokonaismäärään, luonnontilaisuuteen ja lajistoon ovat perustuneet kentällä saatuun kokemukseen ja sen pohjalta annettuihin asiantuntijalausuntoihin (luonnontilaisuuden osalta esim. Airaksinen & Karttunen 2001). Lähteiden luonnontilaa on myös selvitetty alueellisten pienvesiselvitysten yhteydessä, mutta tulokset eivät ole kattavia eivätkä keskenään vertailukelpoisia (Ohtonen ym. 2005). Osassa tutkimuksia on esimerkiksi keskitytty ainoastaan aiemmin tiedossa olleisiin arvokkaisiin kohteisiin (Ohtonen ym. 2005). Voimakkaasti ihmistoiminnan muuttamat lähteet jäävät helposti havaitsematta, ellei niistä ole etukäteistietoa. Pohjois-Karjalassa arvioitiin 5,2 % talousmetsissä sijaitsevista lähteistä olevan luonnontilaisia (Ohtonen ym. 2005). Suomen ympäristökeskuksessa on tutkittu lähteiden luonnontilaa paikakatietomenetelmin kartta-aineistojen avulla pisteyttämällä ihmistoiminnan vaikutus lähteiden puskurialueella (100 m) (Ilmonen ym. 2008). Tutkimuksen mukaan eteläborealisella vyöhykkeellä luonnontilaisten lähteiden osuus on 12–22 %. Ihmistoiminnan vaikutuksista merkittävimmät Etelä-Suomessa ovat maatalous ja rakentaminen (Ilmonen ym. 2008). Saatuja tuloksia voidaan pitää useasta syystä lähinnä luonnontilaisten lähteiden määrän ylärajana (Ilmonen ym. 2008). Tutkimus on toteutettu täysin kaukokartoitusmenetelmin eikä tuloksia voida pitää suoraan vertailukelpoisina maastoinventointeihin (J. Ilmonen henk. koht. tiedonanto). Lähteiden luonnontilasta saataisiin totuudenmukaisempi kuva tutkimalla uudelleen aiemmin tutkitut lähteet, joiden sijainti on tarkasti tiedossa. Tällä tavoin vältetään voimakkaasti ihmistoiminnan muuttamien lähteiden huonon havaittavuuden aiheuttamalta luonnontilaisten lähteiden yliedustukselta. Heino ym. (2005) tutkivat uudelleen Saastamoisen (1989) Itä-Suomessa 15 vuotta aiemmin tutkimat 40 lähdetä. Tutkimus oli julkaisuhetkellään ensimmäinen ja ainut Euroopassa tehty lähteiden ja lähdesammalten seuranta tutkimus. 80-luvun lopulla lähteet olivat olleet lähes luonnontilaisia (Saastamoinen 1989). Vain 20 % lähteistä oli säilyttänyt luonnontilansa vuoteen 2000 (Heino ym. 2005). Suurin syy lähteiden luonnontilan heikentymiseen oli ojittaminen (60 % lähteistä).

Suojelu

Lähteet kuuluvat EU:n luontodirektiivin liitteen I luontotyypppeihin Lähteet ja lähdesuot (7160) ja Huurresammallähteet (7220) (Euroopan Komissio 2004, Airaksinen & Karttunen 2001). Lisäksi lähteisiä puroja kuuluu luontotyyppiin Pikkujoet ja purot

(3260) ja lähdelampia sisävesien järviluontotyyppisiin (3110–3160). EU velvoittaa jäsenvaltioitaan turvaamaan näiden Natura 2000-luontotyyppien suotuisan suojelun tason, jolla elinympäristöt pystyvät säilymään pitkällä aikavälillä (Euroopan Komissio 2004). EU:n asettamien velvoitteiden täyttämiseksi ja lähteiden tulevaisuuden turvaamiseksi on tärkeää tietää, mikä on lähteidemme nykytila ja mitkä ovat lähteisiin kohdistuvat uhat. Lähteiden suojelua toteutetaan maassamme metsä-, vesi- ja luonnonsuojelulaeilla. Luonnontilaiset tai luonnontilaisen kaltaiset, selkeästi ympäristöstään erottuvat lähteet välittömine lähiympäristöineen ovat metsälain mukaisia erityisen tärkeitä elinympäristöjä, joiden ominaispiirteiden heikentäminen metsänhoitotoimilla on kielletty (Metsäl 1996: 10 §). Vesilakiin on lisätty niin ikään 1996 pienvesisäädökset, jotka pyrkivät turvaamaan mm. luonnontilaisten lähteiden säilymistä (Vesil 1996: 17 a §). Lähteitä esiintyy luonnonsuojelulain mukaisilla luontotyypeillä (LsL 1996: 29 §), erityisesti tervaleppäkorvissa, ja muilla suojelualueilla, mutta lähteiden suojeluun ei ole luonnonsuojelulaissa erityisesti panostettu. Lähteiden luonnonsuojelulain mukainen toteutunut suojeluaste on Etelä-Suomessa kartta-analyyseihin perusteella 1,3 % (Ilmonen 2007). Natura 2000-verkostoon kuuluu 4,3 % Etelä-Suomen lähteistä (Leka ym. 2008).

Lajiston muuttuminen

Lähteiden merkitys sammalten monimuotoisuuden suojelulle on arvioitu merkittäväksi (Ulvinen ym. 2002). Useat lähteiden sammatet ovat harvinaistuneet koko maassa ja varsinkin Etelä-Suomessa. Tämän on arveltu olevan yhteydessä lähteiden luonnontilan heikkenemiseen. Valtakunnallisesti uhanalaisten sammalten yksittäisten esiintymien tilaa ovat seuranneet yliopistot, kasviharrastajat, alueelliset ympäristökeskukset ja Metsähallitus. Viimeisimmässä uhanalaisuustarkastelussa mm. lähdesammalten uhanalaisuutta arvioitiin valtakunnan tasolla ja alueellisesti sammalasiantuntijoiden maastokokemuksen, museonäytteiden ja Suomen ympäristökeskuksen uhanalaisten lajien tietokannan avulla. Lähteikköjä ja lähteisiä lettoja ensisijaisena elinympäristönään käyttää kahdeksan valtakunnallisesti uhanalaista sammaltaksonia, lehtisammalista isohuurressammal (*Palustriella commutata*, VU), kalkkilähdesammal (*Philonotis calcarea*, VU), purolähdesammal (*Plagiothecium platyphyllum*, VU) ja kiiltosirppisammal (*Hamatocaulis vernicosus*, VU) sekä maksasammalista isolimisammal (*Lophocolea bidentata* var. *rivularis*, VU), otalimisammal (*L. bidentata* var. *bidentata*, VU), tummakinassammal (*Scapania obscura*, VU) ja harsosammal (*Trichocolea tomentella*, VU). 11 % uhanalaisista lehtisammalista ja 13 % uhanalaisista maksasammalista esiintyy lähteillä. Valtakunnallisesti uhanalaiset ja silmälläpidettävät lähteiden sammatet ovat pääasiassa eutrofisten lähteiden tai lähdevaikutteisten lettojen lajeja. Uhanalaisten ja silmälläpidettävien sammalten lisäksi eräiden muiden lähdesammalten on havaittu tai pelätään harvinaistuvan.

Luonnontilaltaan erilaisten lähteiden sammallajistoa on tutkittu 1980-luvun lopulla Pohjois-Karjalassa ja Etelä-Kainuussa (Saastamoinen 1989). Tutkimuksessa havaittiin luonnontilaltaan muuttuneiden lähteiden lajimäärän olevan alempi, lajiston yksipuolisempaa ja lähdelajien peittävyys pienempiä kuin luonnontilaisilla lähteillä. Aineisto oli kuitenkin niukka muuttuneiden lähteiden osalta: niitä oli ainoastaan 5, kun luonnontilaisia oli 38. Heino ym. (2005) havaitsivat viidentoista vuoden aikana useiden lähdespesialistisammalien (mm. purolähdesammalten *Philonotis fontana* ja hetesirppisammalten *Warnstorfia exannulata*) taantuneen Saastamoisen (1989) tutkimilla lähteillä ja rahkasammalten (heterahkasammal *Sphagnum warnstorffii* ja korpi-rahkasammal *S. girgensohnii*) vastaavasti yleistyneen. Sekä lajimäärä että sammalten peittävyys laskivat. Lähdesammalten lajimäärä ja peittävyys olivat suurimmat luonnontilaisilla lähteillä (Heino ym. 2005).

Lähteikön sammallajiston määräävät lähteen sisäiset ja maisematason tekijät, sekä niissä tapahtuvat muutokset. Lähteikön sisäisiä tekijöitä ovat fysikaaliset ja kemialliset kasvupaikkatekijät (Krebs 2001, Freckleton & Watkinson 2002) ja biologiset vuorovaikutukset (Krebs 2001). Maisematason muodostavat useiden lähteikköjen kokonaisuudet, joiden tasolla lajien esiintymiseen ja runsauteen vaikuttavat leviämisen esteet (Krebs 2001, Freckleton & Watkinson 2002). Lähdesammalten runsauden, yleisyyden ja sammalyhteisön koostumuksen muutokset voivat siten olla seurausta muutoksista lähteikön kasvupaikkatekijöissä, biologisissa vuorovaikutuksissa tai lajin leviämismahdollisuuksissa tapahtuneista muutoksista. Lisäksi satunnaistekijät voivat aiheuttaa lajin häviämisen yksittäisiltä lähteiltä (Lande 1998). On oletettavaa, että lähteiden luonnontilan muutos vaikuttaa sammalten elinympäristön laatuun, kasvupaikkatekijöihin. Toisaalta elinympäristön laadun muutokset saattavat edelleen muuttaa biologisia vuorovaikutuksia lajien välillä, esimerkiksi sammalten ja putkilokasvien välistä kilpailutilannetta (Saastamoinen 1989). Lähteiden määrän, koon ja etäisyyden muutokset voivat niin ikään vaikuttaa lähdelajien runsauteen ja yleisyyteen, mikäli leviämisrajoitteisuus nousee tärkeämmäksi lajin levinneisyyttä rajoittavaksi tekijäksi kuin lähteen sisäiset tekijät.

Metsälaki

Metsälain (Metsäl 1996: 10 §) mukaan erityisen tärkeiden elinympäristöjen hoito- ja käyttötoimet tulee tehdä niiden erityispiirteet säilyttävällä tavalla, mikäli kohteet ovat luonnontilaisia tai luonnontilaisen kaltaisia, sekä ympäristöstään selkeästi erottuvia. Lähteistä on suojeltu metsälaille niiden välitön lähiympäristö, jonka metsäasetuksen 7 § (MetsäA 1996) määrittelee vyöhykkeeksi ”jonka puusto ja pensaskerros sekä pysyvän veden läheisyys luovat ympäristöstä poikkeavat kasvuolot ja pienilmaston”. Metsälain 10 § mainittu luonnontilaisuus on määritelty niin ikään tarkemmin metsäasetuksessa. Sen mukaan luonnontilaisena tai luonnontilaisen kaltaisena voidaan pitää kohdetta, jonka ”biologisen monimuotoisuuden kannalta olennaiset ominaispiirteet ovat säilyneet ihmisen toiminnasta huolimatta” tai elinympäristöä on käsitelty metsälain antamien määräysten mukaisesti. Luonnontilaisen, metsälain mukaisen erityisen tärkeän elinympäristön on tulkittu muuttuvan luonnontilaisen kaltaiseksi, kun sitä käsitellään määräysten mukaisesti (Soininen 2000). Erityisesti pienvesistä on lisäksi säädetty, että niiden lähiympäristöjä voidaan pitää luonnontilaisen kaltaisina vaikka ihmisen toiminnan vaikutuksesta veden laatu olisikin huonontunut tai virtausuhteet muuttuneet (MetsäA 1996: 8 §).

Alueelliset metsäkeskukset ja Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio ovat kartoittaneet metsälain erityisen tärkeitä elinympäristöjä 1998–2004 yhteensä 15 miljoonan hehtaarin alueella Maa- ja metsätalousministeriön toimeksiannosta (Yrjönen 2004). Näistä 10 miljoonaa hehtaaria on toteutettu erilliskartoituksena metsälain erityisen tärkeiden elinympäristöjen kartoitusprojektin, METE:n ja loput 5 miljoonaa hehtaaria alueellisen metsäsuunnittelun yhteydessä (Yrjönen 2004). Inventoinneilla pyrittiin varmistamaan kohteiden säilyminen ja parantamaan metsänomistajien oikeuksia vähentämällä tahattomia metsälain rikkomuksia (Yrjönen 2004). Lähteiden suojelu metsälaille ei vaadi kohteen rajausta, mikä tarkoittaa käytännössä sitä, että vastuu lakikohteiden säilyttämisestä on viimekädessä metsurilla tai metsäkoneen kuljettajalla – varsinkin kun osa lähteistä jää väistämättä etukäteen kartoittamatta. Yksittäisten kohteiden kartoitustulokset eivät ole julkista tietoa, eikä niitä saa antaa ulkopuolisille (mm. metsäyhtiöille ja –urakoitsijoille) ilman maanomistajan lupaa (Yrjönen 2004). Metsäkeskus voi kuitenkin erikseen tiedusteltaessa antaa tietoja yksittäisistä tarkasti määritellyistä kohteista metsätalouden toimijoille (Pekka Järvinen/Kaakkois-Suomen metsäkeskus henk.koht. tiedonanto). Tällöin metsäkeskus selvittää, onko kyseessä

lain tarkoittama erityisen arvokas elinympäristö vai ei (Pekka Järvinen henk.koht. tiedonanto).

Metsälain merkitys metsäisten lähteiden luonnontilan turvaamisessa voi olla erittäin suuri, sillä suurin osa lähteistä sijaitsee varsinkin Etelä-Suomessa suojelualueiden ulkopuolella (Leka ym. 2008). Metsälain mahdollisuuksista turvata lähteiden säilyminen ei ole saatavilla kattavaa tutkimusta. Pitkän aikavälin vaikutuksia lähdelajiston säilymiselle ei ole ollut mahdollista vielä tutkia. Metsälain tarkoittamien erityisen tärkeiden elinympäristöjen ja muiden vastaavien, lain kriteerejä täyttämättömien kohteiden lajistoa vertailevia tutkimuksia on sen sijaan julkaistu muutama. Korvenpää ym. (2002) ovat vertailleet metsälailla suojeltujen ja muiden pienvesien putkilokasvi- ja sammallajistoa. Lajisto määritettiin mm. 27 metsälain mukaiselta ja 20 muulta lähteeltä. Tutkimuksessa havaittiin lajimäärien olevan sama metsälain suojelemilla ja muilla lähteillä. Sen sijaan uhanalaista tai silmälläpidettävää kasvilajistoa esiintyi yksinomaan metsälakikohteiksi katsotuilla lähteillä. Tutkimuksen arvoa laskee kuitenkin se, ettei aineistoa ole analysoitu ollenkaan tilastollisesti.

Metsälain erityisen tärkeiden elinympäristöjen käytännön merkitystä vähentävät ongelmat voidaan jakaa karkeasti ottaen kahteen ryhmään: ongelmiin itse metsälaissa ja ongelmiin sen toimeenpanossa. Ensimmäiseen ryhmään kuuluvat mm. korkea luonnontilaisuuden vaatimus sekä elinympäristöjen valinta ja määrittely. Laissa puhutaan mm. selvärajaisuudesta (Metsäl 1996: 10 §), mikä ei lähteikköjen kohdalla useinkaan toteudu. Metsälaissa lähteen välitön lähiympäristö määritellään puuston ja pensaskerroksen perusteella. Lähteisyys näkyy kuitenkin selkeämmin kenttä- ja varsinkin pohjakerroksessa kuin pensaskerroksessa. Luultavimmin metsälain muotoilulla on pyritty helpottamaan metsäammattilaisten työtä, mikä on ymmärrettävää. Sitä, onko biologisen ja metsätaloudellisen rajauksen välillä ristiriitaa, ei ole tutkittu.

Luonnontilaisia lähteitä on jäljellä erittäin vähän. Voidaankin kysyä, riittääkö luonnontilaisten ja niiden kaltaisten lähteiden suojelu turvaamaan lähteiden tulevaisuuden (Ohtonen ym. 2005 s. 35). Metsälakikohteen kriteerit on käytännössä asetettu niin tiukoiksi (katso Soininen 2000), että lakikohteita tulee löytymään vain niukasti (Rassi ym. 2001 s. 30). Lähteiden suojelun kannalta olisi tärkeää suojella myös vähän muuttuneita kohteita, varsinkin tihkupintoja (Ohtonen ym. 2005).

Metsälain toimeenpanossa on havaittu useita ongelmia (Kotiaho & Selonen 2006, Pykälä 2007). METE-erilliskartoituksen laatu ja luotettavuus on osin kyseenalaistettu (Kotiaho & Selonen 2006). Kohteiden valintakriteerejä ei ole pyrkimyksistä huolimatta (mm. Soininen 2000) onnistuttu vakioimaan (Pykälä 2007): ongelmia on mm. rajauksen tekemisessä ja lahopuun arvioimisessa (Kotiaho & Selonen 2006). Vähintään 20 % (Yrjönen 2004) – jopa 90 % (Lohja; Pykälä 2007) kohteista arvioidaan olevan vielä löytymättä.

Uudistetun metsälain ja -asetuksen suurin ongelma on niiden epämääräisyys. Metsälakia (Metsäl 1996), -asetusta (MetsäA 1996) ja metsälain perusteluja (Hallituksen esitys 1996) onkin tulkittu hyvin eri tavalla eri puolilla maata (Päivänen 2001, Kotiaho & Selonen 2006, Pykälä 2007). Käytännönläheisiä kriteereitä metsälakikohteen arvioinnille ei ole julkaistu. Mete-kartoitusprojektia varten laadittiin sisäiseen käyttöön tarkoitettu maastotyöopas (Soininen 2000), mutta se ei sisällä tarkkoja ohjeita ja kriteerejä lakikohteen määrittämiseksi olennaisina pidetyille luonnontilaisuudelle ja pienialaisuudelle. Ratkaisuja ongelmiin haettiin maastokäynneillä (Yrjönen henk. koht. tiedonanto), mutta pohdintoja ei ole julkaistu.

Lähteen välittömän ympäristön jättäminen metsänkäsittelytoimien ulkopuolelle ei riitä turvaamaan lähteen ominaispiirteiden säilymistä. Riittävän leveän suojavyöhykkeen jättäminen on olennaista pienilmaston säilyttämiseksi. Suojavyöhykkeen voidaan tulkita kuuluvan metsälakikohteen välittömään lähiympäristöön (Kajava ym. 2002). Suojavyöhykkeen leveydeksi suositellaan metsätaloudessa 5–30 metriä (Tapio 2002, Heinonen ym. 2004), mutta varsinaisia määräyksiä sen leveydestä ei

ole. Näin laajan suojavyöhykkeen jättäminen nostaa metsälakikohteen pinta-alallista vaikutusta metsänhoitotoimiin huomattavasti. Pistemäisten lähteiden kohdalla ominaispiirteiden säilymisen edellyttämää suojavyöhykkeen leveyttä ei ole tutkittu.

Ongelmallinen on myös metsälakikohteiden kartoituksessa käytetty alueellinen suhteutus: alueilta, joilla tiettyä luontotyyppiä esiintyy eniten, vain edustavimmat on luokiteltu metsälakikohteiksi (Soininen 2000). Tähän ei ole perusteita, sillä vaikka metsälaissa (Metsäl 1996: 10 §) on annettu mahdollisuus antaa asetuksella määräyksiä alueellisesta soveltamisesta, Maa- ja metsätalousministeriö ei ole niin tehnyt.

Lähdelajisto voimakkaasti ihmistoiminnan muuttamilla ojakohteilla

Merkittävä osa eteläisen Suomen lähteiköistä on luonnontilaltaan eriasteisesti muuttuneita (Leka ym. 2008). Eniten lähteiden luonnontilaa ovat muuttaneet soiden ojitukset (Heino ym. 2005). Useat tutkijat ovat kuitenkin havainneet, että lähteikön luonnontilan ja lajiston välillä ei ole välttämättä selvää riippuvuutta, ja että voimakkaasti muuttuneissakin lähde-elinympäristöissä, kuten ojissa ja sähkölinjoilla, voi esiintyä monimuotoista ja edustavaa sammallajistoa (mm. Ilmonen ym. 2001). Lähdevaikutteisten ojien määrä lienee maassamme suuri, niiden lajistoa ei ole tähän mennessä kuitenkaan tutkittu.

I Luonnontilan vaikutus lähteikköjen sammalajistoon ja sammalyhteisön koostumukseen sekä luonnontilan ja muiden ympäristömuuttujien väliset yhteydet

Aineisto

Tutkitut 79 lähdettä sijaitsevat Salpausselän Iitin Kausalan ja Lappeenrannan välisellä osalla, Etelä-Savon, Etelä-Hämeen ja Etelä-Karjalan eliömaakunnissa etelä-boreaalaisella vyöhykkeellä. Lähteet sijaitsevat Salpausselällä kulkevan Lahden ja Lappeenrannan välisen 6-tien molemmin puolin ja jakautuvat seuraavien kuntien alueille: Iitti (5 lähdettä), Kuusankoski (6), Kouvola (8), Valkeala (13), Anjalankoski (6), Luumäki (31) ja Lappeenranta (10) (Kuva 1). Lyhyet sanalliset kuvaukset lähteistä on liitteessä 1.

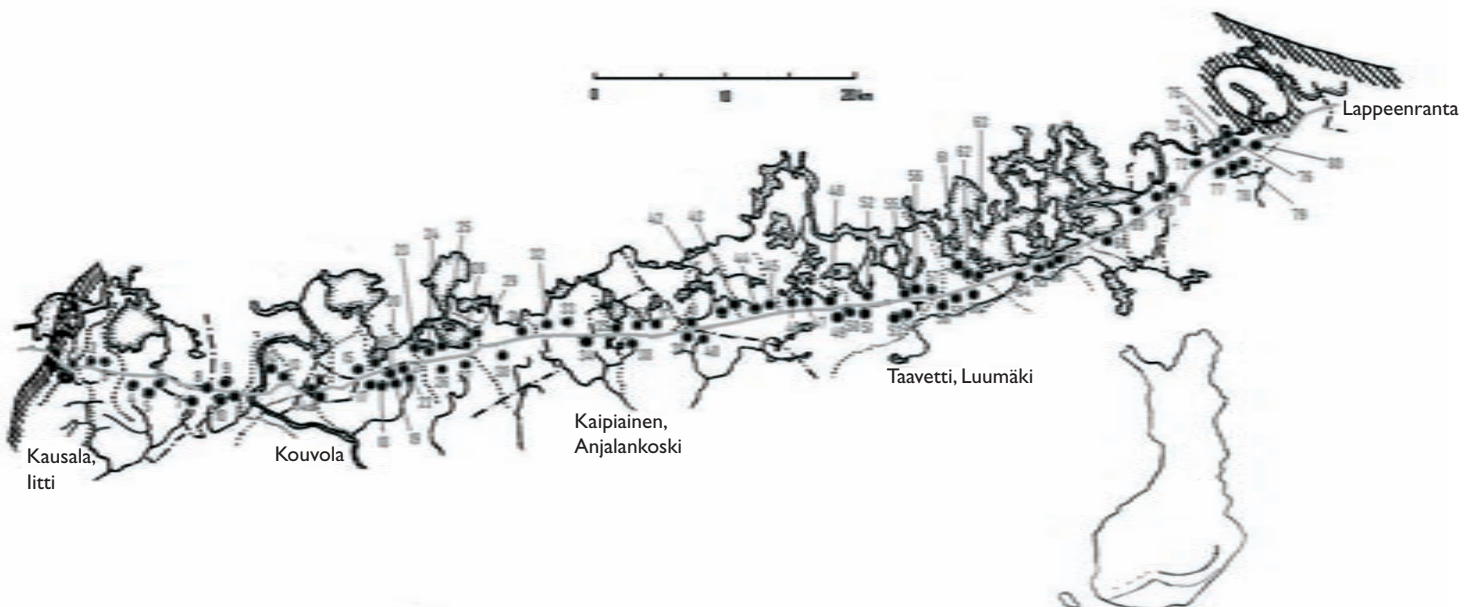
Aineistoina tutkimuksessa käytetään Tauno Ulvisen vuonna 1953 keräämää sekä Riikka Juutisen vuonna 2006 keräämää aineistoa mm. lähteikköjen luonnontilasta ja sammalajistosta. Lähteiden luonnontilaisuus määritettiin vuonna 2006 maastossa käyttämällä samaa neliluokkaista asteikkoa kuin Ulvinen (1955) aikanaan: täysin luonnontilainen, jokseenkin luonnontilainen, jokseenkin kulttuurivaikutteinen ja täysin kulttuurivaikutteinen. Kulttuurivaikutus viittaa tässä tutkimuksessa ihmistoininnan merkkeihin varsinaisella lähteikköalueella tai sen välittömässä läheisyydessä. Luonnontilan kasvulla tarkoitetaan luonnontilan parantumista, luokan nousua kulttuurivaikutteisesta luonnontilaiseen päin. Ulvisen tekemä luonnontilaisuuden arviointi on tehty lähteen yleisilmeen perusteella (T. Ulvinen suul.). Rakenteiden ja metsänkäsittelyn ym. lisäksi Ulvinen on käyttänyt arviointiperusteina kasvillisuutta (T. Ulvinen suul.). Ulvisen luokittelusta poiketen luonnontilaisuus arvioitiin ilman, että kiinnitettiin huomiota kasvilajiston koostumukseen. Näin toivottiin välttävän hankalilta kehäpäätelmiltä luonnontilaisuuden ja lajiston välillä. Poikkeuksen edelliseen muodostavat tuhoutuneet lähteet, joiksi määriteltiin kohteet, joilta ei tavattu yhtään lähdespesialistisammalta. Tällainen päätös oli käytännön kannalta välttämätön, sillä merkittävä osa lähteistä purkautui ojiin, jolloin lähdevaikutus ei ollut havaittavissa muuten kuin lähdelajiston esiintymisenä (kts. myös Sankari 2002 s. 10). Lähteiden luonnontilaa heikentäneet tekijät lähteikön välittömässä lähiympäristössä määritettiin luokille jokseenkin luonnontilainen – täysin kulttuurivaikutteinen. Kullakin lähteellä saattoi olla useita luonnontilaa laskeneita tekijöitä. Täysin luonnontilaisilla lähteillä ei sen sijaan saanut olla merkittäviä luonnontilaa laskeneita tekijöitä. Luonnontilaa muuttaneilla tekijöillä tarkoitetaan tekijöitä, jota olivat kohteella tutkimushetkellä havaittavissa. Lähteiden luonnontila arvioitiin vuonna 2006 toisella käyntikerralla uudelleen arvion vakioimiseksi, sillä määrittelyperusteet olivat tarkentuneet ja yhtenäistyneet tutkimuksen edetessä.

Ulvisen keräämä sammalaineisto sisältää lähteiden lajilistat sekä yhdestä kuuteen 1 m x 1 m kokoista näytealaa 26 lähteeltä. Aineisto on julkaistu kokonaisuudessaan

vuonna 1955 (Ulvinen 1955) sekä Ulvisen luvalla muutamin korjauksin uudestaan vuonna 2007 (Juutinen 2007). Vuoden 2006 inventoinnit toteutettiin mahdollisimman tarkasti dokumentoiduilla menetelmillä (Juutinen 2007), Ulvisen (1955) käyttämiä menetelmiä seuraten siellä, missä se oli mahdollista. Vuonna 2006 kunkin lähteen sammallajisto (lehti- ja maksasammalet) määritettiin viiden 1 m x 1 m suuruisen näytealan avulla. Näytealat sijoitettiin lähteikköpinnoille mahdollisimman edustavasti, varsinaisesti satunnaistetusta otoksesta ei voida siten puhua (esim. McCune & Grace 2002 s. 17). Näytealat edustavat erilaisia lähteikköpintoja (hete, allikko, puro) likimain samassa suhteessa kuin näitä esiintyi lähteiköllä. Lisäksi kirjattiin ylös näytealojen ulkopuolelta tavatut (lähde)lajit. Näin saatiin ylös lähteiden lajisto kokonaisuudessaan (näytealat ja alojen ulkopuoliset havainnot) ja arvio eri lajien peittävyyksistä (näytealat) prosentin tarkkuudella. Tutkimuksessa käytetyt synonyymit Ulviseen (1955) verrattuna ovat liitteessä 2. Tieteelliset ja suomenkieliset nimet sekä lajien uhanalaisuus ovat Ulvisen ym. (2002) mukaiset.

Luonnontilan lisäksi lähteiltä kirjattiin säännönmukaisesti ylös muitakin ympäristömuuttujia. Vuonna 2006 kerätystä ympäristömuuttuja-aineistosta on kerrottu tarkemmin maastolomakkeen täyttöohjeessa (liite 3) ja teoksessa Juutinen (2007). Tutkimuksessa käytetyt tyhjät lomakepohjat löytyvät liitteestä 4.

Puhtaaksi kirjoitetut maastolomakkeet, kartat ja uhanalaisen lajin maastolomakkeet on talletettu ja aineisto on saatavilla ensimmäiseltä kirjoittajalta mahdollisia jatko- ja seurantatutkimuksia varten. Aineisto on olemassa myös sähköisessä muodossa ja aineiston syötöstä on laadittu erillinen ohje. Kerätyt sammalnäytteet on talletettu tieteellisesti pääosin ensimmäisen kirjoittajan omiin kokoelmiin, josta niitä



Kuva 1. Tutkitut lähteet. Tiheään pisteytetty Salpausselän osa Kaakkois-Suomessa Suomen kartassa kuvaa tutkittua aluetta. Ylempi kuva Ulvisen (1955), muokattu Tauno Ulvisen luvalla.

Salpausselän lähteiköt vuonna 2006

Lähteiden *pH* oli keskimäärin 6,5 (vaihteluväli 5,42...7,87), ne edustavat hyvin tavallisia eteläsuomalaisia lähteikköjä.

Sähkönjohtokyky, joka kertoo veteen liuenneiden elektrolyyttien määrästä, vaihteli lähteikköillä hyvin paljon. Keskimäärin se oli 177 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (24...761 $\mu\text{S}/\text{cm}$), mikä on epätavallisen korkea. Korkeat sähkönjohtokyvyn arvot liittyvät tässä tapauksessa läheiseltä 6-tieltä lähdeveteen sekoittuviin tiesuolaa sisältäviin valuveisiin.

Lähdeveden keskimääräinen *lämpötila* syyskuussa 2006 oli 9 °C (5,0...15,1 °C).

Lähteikön *koko* oli keskimäärin 4 aaria. Koko vaihteli 5 m²:sta 35 hehtaariin. Lähteen kokoon vaikuttaa suuresti se käsitys, mikä mittaajalla on lähteestä. Tässä tutkimuksessa lähteet, jotka olivat lähes kaikki lähteikköjä, käsitettiin laajoina, vähitellen vaihettuvina lähdesammalyhteisinä ja lähdevaikutteiset reunatyypitkin luettiin yleensä kuuluviksi lähteikköön. Suurimmat lähteet olivat enimmäkseen tihkupintaisia. Toisinaan muun muassa korprien ja lehtojen heikosti lähdevaikutteisia tihkupintoja ei pidetä lähteinä, vaikka ne sitä geologisesti ja kasvillisuutensa puolesta ovatkin.

Keskimääräinen *puuston pohjapinta-ala* oli 15 m²/ha (1...32 m²/ha). Relaskoop-pimittauksen perusteella yleisimmät puulajit lähteen ympärillä olivat kuusi (keskimäärin 5,1 m²/ha), hieskoivu (2,8 m²/ha), mänty (2,0 m²/ha), harmaa- (1,8 m²/ha) ja tervaleppä (1,4 m²/ha). Vähemmässä määrin lähteillä esiintyy myös rauduskoivuja, isoja pihlajia, raitoja, haapoja, muita pajuja ja pylväsmäisiä katajia.

Lähteikköjen alasta 84 % (1...100 %) oli *hetepintaa*, *puron* osuus oli 11 % (0...50 %) ja *allikoiden* 6 % (0...99 %). Hetepinnan suuri osuus johtunee ainakin osittain lähteikön rajaamisesta varsin laajana. Purojen määrää tutkimusalueelle lisää ojien suuri määrä, sillä selvästi virtaavat lähdevaikutteiset ojat tulkittiin puropinnoiksi. Selkeitä allikkolähteitä tutkittuihin lähteikköihin sisältyi vain muutama.

Lähteiköllä tehtyjä metsätaloustoimia kuvaavat muuttujat, kehitysluokka ja metsänkäsittelyn intensiteetti, osoittivat molemmat metsätaloustoimien olevan havaittavia. Lähteitä ympäröivät metsät olivat yleisimmin varttuneita (kehitysluokka 03) tai nuoria (kehitysluokka 02) kasvatusmetsiköitä ja ympäristössä oli tehty joitain hakkuita. Ihmistoiminnan vaikutukset näkyvät myös lähteikköjen luonnontilaisuudessa: enemmistö lähteistä oli kulttuurivaikutteisia.

Lähteiköiltä tavattiin keskimäärin 17 sammallajia (vaihteluväli 2...30 lajia), joista lähdelajeja oli keskimäärin 4 tai 5 (2...10 lajia). Sammalten peittävyys vaihteli 3 %:n ja 94,8 %:n välillä, keskimäärin se oli 45 %.

12 lähteellä havaittiin vain kaksi lähdelajia. Näiden lähdelajimäärältään niukkojen lähteiden yleisimmät lähdeindikaattorit olivat lähdelelväsammal (*Rhizomnium magnifolium*) (10/12), purosukerosammal (*Brachythecium rivulare*) (6/12) ja hetealvesammal (*Chiloscyphus polyanthos*) (3/12). Tulos viittaisi siihen, että lajit ovat joko nopeita asuttamaan uusia elinympäristöjä tai elinympäristövaatimuksiltaan muita lähdelajeja laaja-alaisempia.

lainataan pyynnöstä. Sammalten havaintoaineisto molemmilta vuosilta on syötetty Keski-Suomen luontomuseon kautta GBIF:n (Global Biodiversity Information Facility, www.gbif.org), data on tältä osin saatettu maailmanlaajuisesti vapaasti saataville.

Tilastollinen käsittely

Luonnontilan vaikutus sammalten lajimäärän ja peittävyteen

Lajimäärään laskettiin näytealoilta ja niiden ulkopuolelta tavatut lajit. Analyysit tehtiin koko lajimäärälle ja lähdelajien määrälle erikseen. Lajimäärän laskemista varten laadittiin olemassa olevan tiedon perusteella lista (Liite 5), josta selviävät lajimäärään ja lähdelajien määrään laskettavat lajit. Tällä pyrittiin vähentämään aineiston kerääjän vaikutusta lajimäärään mm. poistamalla satunnaisia ja puutteellisesti ylös kirjattuja lajeja. Lähdelajien määrään/lähde tämä ei vaikuta, sillä kaikki tavatut lähdelajit ovat mukana listassa. Lajimäärään ei laskettu mukaan mm. kangasmetsäsammalia, sillä niiden "löytämiseen" vaikuttaa näytealojen asettelu ja lähteen rajaus erittäin suuresti. Lisäksi muun muassa suonihuopasammalta (*Aulacomnium palustre*) ei voitu laskea lajimäärään, sillä sen esiintymiseen yleisenä ei-lähdelajina ei kiinnitetty riittävästi huomiota vuonna 2006. Laji on yleensä kirjattu ylös vain jos se on sattunut näytealalle. Vuonna 1953 tällaisia taksoneita ovat olleet mm. laakasammalet (*Plagiothecium* sp.) ja metsäkamppisammal (*Sanionia uncinata*), jotka on jätetty kirjaamatta ylös, sillä ne esiintyvät yleensä kannoilla tai liekopuilla (T. Ulvinen henk. koht. tiedonanto). Sammalten peittävyys on saatu laskemalla kullekin lähteikölle keskiarvo näytealojen kaikkien lajien yhteispeittävydestä.

Luonnontilan vaikutusta sammalten lajimäärään ja peittävyteen testattiin varianssianalyysillä (ANOVA) tai tarvittaessa parametrittömällä χ^2 -testillä. Testattavina olivat: selittääkö luonnontilaisuusluokka lajimäärää vuonna 1953 tai 2006 ja vaikuttaako luonnontila 1953 lajimäärään 2006. Lisäksi tehtiin parittaiset vertailut eri luonnontilaisuusluokkien välillä (Tukey, Tamhane). Lopuksi testattiin vielä ANOVA:lla selittääkö luonnontilan muutos lajimäärän muutosta. Sama analyysi toistettiin lähdelajien määrälle ja sammalten peittävyydelle. Valtakunnallisesti tai alueellisesti uhanalaisten lajien määrän riippuvuutta lähteikön luonnontilasta testattiin χ^2 -testillä.

Luonnontilan vaikutus sammalyhteisön koostumukseen ja lajien esiintymiseen

Luonnontilan vaikutusta sammalyhteisön koostumukseen havainnollistettiin graafisesti molempina vuosina erikseen NMS-ordinaation avulla. NMS tuottaa n-ulotteisen graafisen esityksen, jossa kullakin lähteiköllä on oma sijaintinsa. NMS (Nonmetric Multidimensional Scaling) on iteratiivinen eliöyhteisöjen graafiseen kuvaamiseen soveltuva ordinaatiomenetelmä, joka soveltuu erityisen hyvin normaalijakaumasta poikkeavalle ja epäjatkuvalle aineistolle (McCune & Grace 2002). Menetelmän tärkeimmät edut verrattuna muihin ordinaatiomenetelmiin ovat, ettei ympäristömuuttujien ja lajiston koostumuksen välisten suhteiden oleteta olevan lineaarisia, ja että sillä voidaan käsitellä runsaasti nollia sisältäviä aineistoja (McCune & Grace 2002). Menetelmä perustuu lajien runsauksista laskettuun lähteiden etäisyysmatriisiin (McCune & Grace 2002). Etäisyysmittana käytettiin Sörensenin (Bray-Curtis) etäisyysmittaa. Lähteet ovat lopullisen ordinaatiokartan pisteitä (McCune & Mefford 1999). Ordinaation poikkeamaa todellisesta tilanteesta mitataan stressiarvolla (McCune & Grace 2002). Poikkeama johtuu siitä, että yhteisöjen koostumusta kuvaavassa ordinaatiossa on aina käytännön syistä vähemmän ulottuvuuksia (akseleita) kuin

aineiston täydellinen kuvaaminen vaatisi. McCune & Grace ym. (2002 s. 132) mukaan hyvän ordinaation stressiarvo on alle 10. Stressiarvon lähestyessä 20:tä väärintulokinnan mahdollisuus kasvaa, eikä siihen tulisi enää luottaa liikaa. Stressiarvo pyrkii kasvamaan otoskoon kasvaessa (McCune & Grace 2002 s. 133): isoissa aineistoissa on vaikeampi saavuttaa stressiarvoa, joka olisi alle 10. Isoilla aineistoilla ($n > 50-150$) stressiarvot välillä 15...20 ovat tavallisia (J. Ilmonen henk. koht. tiedonanto). Ennen varsinaista ordinaatiota suoritettiin alustava ajo McCunen & Meffordin (1999) suositusten mukaisesti. Ajosta piirrettiin kuvaaja, josta ilmeni stressi akselien lukumäärän funktiona. Kuvaajan perusteella valittiin akseleiden määrä, joka on kaikissa suoritetuissa ordinaatioissa kolme. Lopullinen ajo suoritettiin kolmella akselilla ja aloituskoordinaatteina käytettiin niitä alustavan ajon aloituskoordinaatteja, joilla oli saavutettu pienin stressiarvo.

Graafisen tarkastelun jälkeen luonnontilan vaikutusta testattiin MRPP-testillä molempien vuosien aineistoista erikseen. MRPP (Multi-response Permutation Procedures) on parametriton menetelmä edeltä määrättyjen ryhmien välisten yhteisökoostumuksen erojen testaamiseen (McCune & Grace 2002). MRPP ei vaadi aineistolta multinormaalisuutta eikä verrattavien ryhmien varianssien yhtäsuuruutta (McCune & Grace 2002). MRPP antaa tulokseksi p-arvon ja vaikutuseron, A (effect size/ chance-corrected within-group agreement) (McCune & Grace 2002 s. 133). A kertoo ryhmien sisäisestä yhtenäisyydestä: jos kaikki lähteet ovat ryhmän sisällä identtiset, A on 1 (McCune & Grace 2002). Kun A on 0, ryhmien sisäinen vaihtelu on satunnaista. Jos $A < 0$ ryhmien sisäinen yhtenäisyys on sattumaa pienempää. A vaihtelee välillä $[-1...1]$. Yhteisöekologiassa A jää usein alle 0,1 ja yli 0,3:n arvoja voidaan pitää melko korkeina (McCune & Mefford 1999). Tuloksen tilastollista merkitsevyyttä testattiin Monte Carlo -menetelmällä (McCune & Mefford 1999).

Dufrenen ja Legendren (1997) indikaattorilajianalyysillä etsittiin ilmentäjälajeja eri luonnontilaisuusluokille. Menetelmä käyttää indikaattoriarvon (IV) laskemiseen lajin runsauden tai esiintymisen keskittymistä tiettyyn luokkaan ja lajin uskollisuutta tälle luokalle (McCune & Grace 2002). Täydellinen indikaattorilaji ($IV = 100\%$) on aina läsnä luokan näytteissä eikä esiinny muiden luokkien näytteissä (Dufrene & Legendre 2002). Indikaattoriarvon tilastollista merkitsevyyttä testattiin Monte Carlo -menetelmällä (McCune & Mefford 1999). Myös indikaattorilajianalyysi tehtiin erikseen vuoden 1953 ja 2006 aineistoille.

Ordinaatioiden muodostamiseen, MRPP-testiin ja indikaattorilajianalyysiin käytettiin kolmenlaisia aineistoja. Runsausaineisto on koostettu sammalten keskimääräisistä lähdekohtaisista prosenttisista peittävyysistä näytealoilla. Esiintymisaineistot sisältävät joko kaikkien lajien tai ainoastaan liitteen 5 mukaisten lajien binäärisen esiintymistiedon lähteiköllä (näytealat ja alojen ulkopuoliset lajit). Peittävyysaineistosta tehtäviä analyysejä varten jokaiselle lähteelle laskettiin näytealoista lajien keskiarvopeittävyudet. Alle 1 % havainto näytealalta merkittiin 0,1 prosentiksi. Peittävyudet pyöristettiin vastaamaan Ulvisen oletettavasti käyttämää asteikkoa (+/0,1, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100) vastaavaksi ennen peittävyyskeskiarvon laskemista. Yhteisöaineiston analysoinnissa (NMS, MRPP ja indikaattorilajianalyysi) käytettiin PC-ORD 4.17 - ohjelmaa (McCune & Mefford 1999).

Luonnontila ja muut ympäristömuuttujat

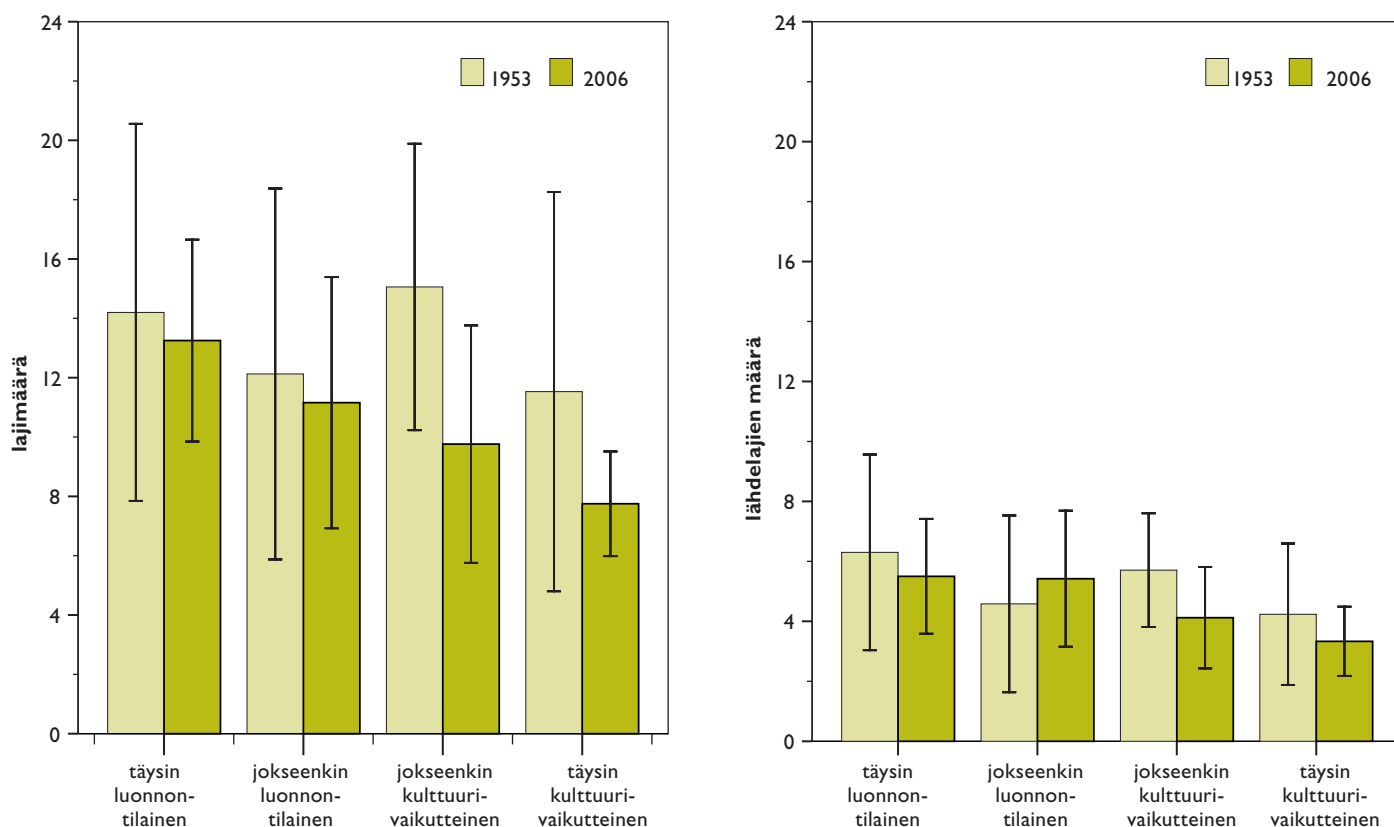
Ympäristömuuttujien välisiä korrelaatioita tarkasteltiin Spearmanin korrelaatiokerroin avulla vuoden 2006 aineistosta. Sähkönsäilytyskyvyssä, lähteen koossa ja allikon osuudessa oli havaittu muutamalla lähteellä hyvin poikkeavia arvoja. Spearmanin korrelaatiokerroin on parametriton järjestyskorrelaatiokerroin, jonka arvoon poikkeavien havaintojen suuruudella ei ole vaikutusta (Ranta ym. 1991).

Tulokset

Luonnontilan vaikutus lajimäärään ja sammalten peittävyteen

Vuoden 1953 aineistossa luonnontilaltaan erilaiset lähteiköt eivät eroa toistaan lajimäärän suhteen ($F_{3,74}=1,357$, $p=0,263$) (Kuva 2). Sen sijaan vuoden 2006 aineistossa luonnontilaisuudella näyttäisi olevan vaikutusta lajimäärään ($F_{3,74}=3,123$, $p=0,033$). Parittaiset vertailut (Tukey) eivät kuitenkaan paljastaneet yhtään tilastollisesti merkitsevää eroa luonnontilaisuusluokkien välillä. Rannan ym. (1991 s. 241) mukaan rajatapauksissa näin saattaa käydä, koska Tukeyn testi on erityisen konservatiivinen verrattuna ANOVAan. Lähteen luonnontilaisuusluokka vuonna 1953 ei vaikuta lajimäärään vuonna 2006 ($F_{3,74}=2,317$, $p=0,085$). Lajimäärän lasku ei selity lähteen luonnontilan muutoksella ($F_{6,53}=0,517$, $p=0,793$).

Lähdelajien määrä on luonnontilaltaan erilaisilla lähteiköillä hyvin samansuuruinen vuoden 1953 aineistossa ($\chi^2=5,954$, $df=3$, $p=0,114$) (Kuva 2). Sen sijaan vuonna 2006 luonnontilaisuusluokkien väliset erot lähdelajien määrässä ovat merkitseviä ($\chi^2=9,488$, $df=3$, $p=0,023$). Parittaisissa vertaluisissa (Tamhane, varianssien yhtäsuuruutta ei oleteta) paljastui, että ero lajimäärissä johtuu erosta täysin kulttuurivaikutteisten ja jokseenkin luonnontilaisten lähteiden välillä ($p=0,013$). Vuoden 1953 lähdelajien määrä ei vaikuta lähdelajien nykyiseen määrään lähteiköllä ($F_{3,74}=1,302$, $p=0,283$). Lähdelajimäärän lasku ei selity lähteen luonnontilan muutoksella ($F_{6,53}=0,404$, $p=0,873$). Sammalten peittävyys ei eronnut vuonna 1953 eriasteisesti luonnontilaisten lähteiden välillä ($F_{3,20}=0,683$, $p=0,573$), sen sijaan vuonna 2006 luonnontilaisilla lähteillä sammalkasvustot olivat tilastollisesti erittäin merkitsevästi peittävämpiä ($F_{3,57}=8,790$,



Kuva 2. Lajimäärä ja lähdelajien määrä (keskimäärin/lähde) vuosittain eri luonnontilaisuusluokissa. Hajontayksikkönä on keskihajonta (sd).

$p < 0,0001$). Vuonna 2006 havaittu ero sammalten peittävydessä on nimenomaan kulttuurivaikutteisten ja luonnontilaisten lähteiden välillä. Peittävyden absoluuttinen muutos (prosenttiyksikköinä) ei tulosten perusteella liity lähteikköjen luonnontilan muuttumiseen ($F_{4,19}=1,045$, $p=0,410$).

Uhanalaisten ja silmälläpidettävien sammallajien määrä vuonna 2006 ei eroa luonnontilaltaan erilaisten lähteikköjen välillä ($\chi^2=7,262$, $df=3$, $p=0,064$). Täysin kulttuurivaikutteisilta kohteilta ei tavattu ollenkaan uhanalaisia lajeja.

Luonnontilan vaikutus sammalyhteisön koostumukseen ja lajien esiintymiseen

Luonnontilaisuusluokat eivät ole tai ovat vain heikosti yhteydessä sammalyhteisöjen koostumukseen vuoden 1953 aineistossa. Vuoden 2006 aineistossa luonnontila selittää heikosti lähteiden yhteisökoostumusta (Taulukko 1).

Yksittäisistä lajeista etsittiin indikaattorilajeja kullekin luonnontilaisuusluokalle eri vuosien aineistoista (Taulukko 2). Vuonna 1953 täysin kulttuurivaikutteisia lähteitä indikoivat runsausaineiston perusteella lehtopalmikkosammal (*Breidleria pratensis*), otaluhtasammal (*Calliergonella cuspidata*) ja lapasammalet (*Pellia* spp.) Esiintymisaineiston perusteella samaa indikoi sirppiluhtasammal (*Calliergonella lindbergii*). Täysin luonnontilaisille lähteille löytyi esiintymisaineiston perusteella useita indikaattorilajeja (mm. hetehiirensammal *Bryum weigelii*, poimulehvänsammal *Plagiomnium undulatum*, okarahkasammal *Sphagnum squarrosum* ja harsosammal *Trichocolea tomentella*), mutta indikaattoriarvot ovat järjestäen melko alhaisia, 20 %:n molemmin puolin. Jokseenkin luonnontilaisille tai jokseenkin kulttuurivaikutteisille ei löytynyt yhtään indikaattorilajia. Vuoden 2006 aineistossa luonnontilaisia lähteitä luonnehtivat runsausaineiston perusteella kiiltolehvänsammal (*Pseudobryum cinclidioides*) sekä hetesirppisammal (*Warnstorfia exannulata*) ja esiintymisaineiston perusteella lettohiirensammal (*Bryum pseudotriquetrum*) ja rimpisirppisammal (*Scorpidium revolvens* s.lat). Nauhasammal (*Aneura pinguis*) indikoi samaa kaikkien aineistojen perusteella. Jokseenkin luonnontilaisten lähteiden indikaattorit ovat isonäkingsammal (*Fontinalis antipyretica*) ja hetehiirensammal (*Bryum weigelii*). Kulttuurivaikutteisille kohteille ei löytynyt yhtään indikaattorilajia.

Taulukko 1. Luonnontilan vaikutuksen tutkimiseksi muodostettujen ordinaatioiden stressiarvot, aineiston koko sekä MRPP-testin tulokset erilaisilla aineistoilla. Kaikki ordinaatiot ovat kolmiulotteisia.

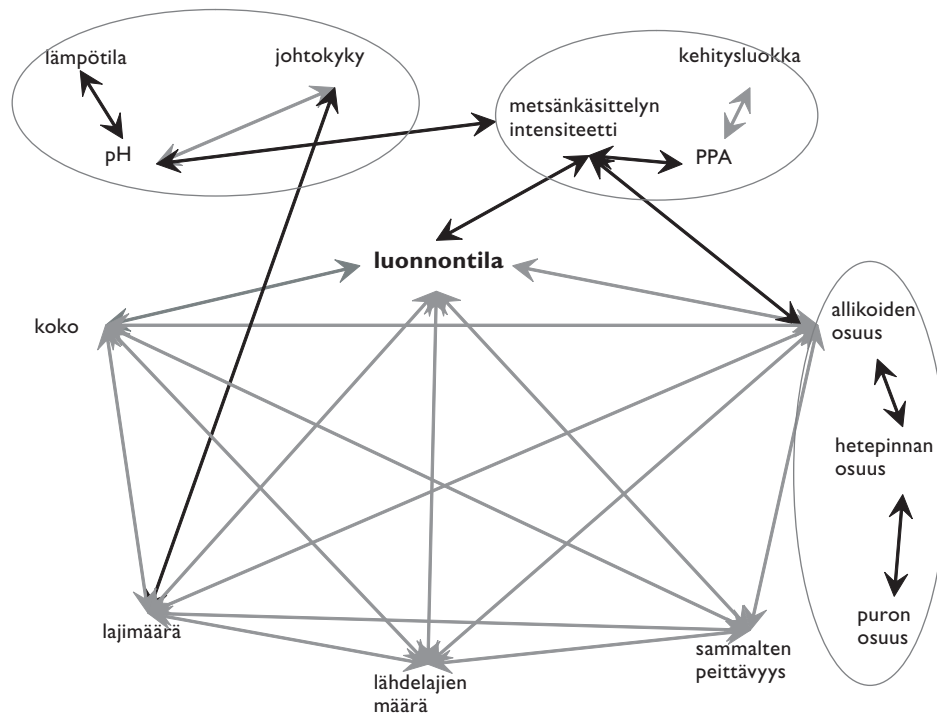
		runsausaineisto (prosenttiset peittävydet näytealoilta)		esiintymisaineisto, kaikki lajit	esiintymisaineisto, liitteen 5 lajit
1953	NMS	stressi lähteitä	12,9 26	18,0 79	17,8 79
	MRPP	A p	-0,023 0,928	0,018 0,002	0,017 0,005
2006	NMS	stressi lähteitä	19,2 60	20,1 60	20,6 60
	MRPP	A p	0,028 <0,001	0,028 0,001	0,032 0,002

Taulukko 2. Indikaattorilajit eri luonnontilaisuusluokille erilaisista vuosien 1953 ja 2006 aineistoista laskettuna.

		runsausaineisto (prosenttiset peittävydet näytealoilta)		esiintymis- aineisto, kaikki lajit		esiintymis- aineisto, liitteen 5 lajit	
		1953	IV (%)	p	IV (%)	p	IV (%)
täysin luonnontilainen	hetehiirensammal			20,4	0,044	20,4	0,046
	kiiltolehväsammal			23,2	0,021	23,2	0,013
	corpikerrossammal			14,3	0,039	14,3	0,041
	okarahkasammal			25,2	0,008	25,2	0,005
	poimulehväsammal			15,6	0,018	15,6	0,032
	harsosammal			23,8	0,017	23,8	0,013
jokseenkin luonnontilainen	-						
jokseenkin kulttuuri- vaikutteinen	lehtopalmikkosammal	43,1	0,031				
täysin kulttuuri- vaikutteinen	otaluhtasammal	88,6	0,020				
	sirppiluhtasammal			21,0	0,013	21,0	0,011
	lapasammalet	48,7	0,042				
	2006	IV (%)	p	IV (%)	p	IV (%)	p
täysin luonnontilainen	hetesirppisammal	42,6	0,031				
	kiiltolehväsammal	49,4	0,016				
	lettohiirensammal			29,9	0,047		
	rimpisirppisammal s. lat.			27,3	0,044	27,3	0,033
	nauhasammal	65,9	0,003	40,4	0,008	40,4	0,020
jokseenkin luonnontilainen	hetehiirensammal			28,2	0,028	28,2	0,024
	isonäkingsammal	31,6	0,035	41,2	0,020	41,2	0,017
jokseenkin kulttuuri- vaikutteinen	-						
täysin kulttuuri- vaikutteinen	-						

Luonnontila ja muut ympäristömuuttujat

Luonnontilaa mittaavat muuttujat luonnontilaluokka ja metsänkäsitteilyn intensiteetti korreloivat useiden muuttujien kanssa (Kuva 3, Liite 6). Luonnontilaiset lähteet ovat isompia ($r_s=0,506$, $p<0,0001$), niillä on enemmän allikkopintaa ($r_s=0,499$, $p<0,0001$) ja vähemmän metsänkäsitteilyn jälkiä ($r_s=-0,379$, $p=0,003$). Metsänkäsitteilyn intensiteetin kasvaessa pH:n ($r_s=-0,290$, $p=0,026$) ja allikkopinnan osuuden ($r_s=-0,291$, $p=0,023$) havaittiin laskevan. Mitatuista vesimuuttujista mikään ei ollut yhteydessä luonnontilaan.



Kuva 3. Ympäristö- ja lajistomuuttujien väliset korrelaatiot (Spearman, r_s). Mustat nuolet kuvaavat negatiivisia ja harmaat positiivisia korrelaatioita. Kuvassa ainoastaan merkitsevät ($p<0,05$) korrelaatiot. PPA=puuston pohjapinta-ala (m^2/ha).

Tulosten tulkinta

Luonnontilan vaikutus lajimäärään ja sammalten peittävyyteen

Vuoden 2006 aineistossa luonnontilaltaan heikentyneillä lähteiköillä sammalten lajimäärä ja lähdelajien määrä ovat alemmat kuin luonnontilaisemmillä kohteilla. Heino ym. (2005) ja Saastamoinen (1989) havaitsivat saman kuin tässä tutkimuksessa: lähdesammalten lajimäärä on suurin luonnontilaisilla lähteillä. Voimakkaasti kulttuurin muutamilla lähteillä esimerkiksi kilpailu putkilokasvien kanssa on voimakkaampaa. Suurten putkilokasvien aiheuttama varjostus vaikuttaisi laskevan sammalten peittävyyttä ja tätä kautta myös lajimäärää (kts. myös Saastamoinen 1989). Kulttuurivaihteiset lähteet ovat myös luonnontilaisia lähteitä yksipuolisempia kasvupaikkoja ja erilaisten pienhabitaattien vähyys rajoittaa joidenkin lajien esiintymistä. Ulvisen (1955) keräämässä aineistossa lajimäärä tai lähdelajien määrä eivät sen sijaan riipu luonnontilaisuudesta. Ero vuoteen 2006 verrattuna voi johtua esimerkiksi luonnon-

tilaisuusluokituksen eroista tai alueen lähteiden keskimääräisen luonnontilaisuuden tasoerosta vuosien välillä. Tutkimusta suunniteltaessa ajateltiin, että 50-luvun luonnontilaisuusluokalla saattaisi olla vaikutusta vielä nykyiseenkin lajimäärään. Tutkimuksen mukaan näin ei ole. Koska vuoden 1953 lajimäärällä ja luonnontilalla ei ole yhteyttä, ei ole yllättävää, että laji- tai lähdelajimäärän lasku ei selity luonnontilan laskulla.

Lajimäärien laskemiseen käytettyä listaa voidaan pitää ainoastaan yhtenä näkemysnä, erityisesti lajien jako lähdelajeihin ja muihin lajeihin on jossain määrin subjektiivinen. Lähdespecialistisammaleksi ei ole tässä esimerkiksi hyväksytty useimpia lähteisten lettojen lajeja. Tältä osin lähdelajin kriteerit ovat tiukat. Lista yritettiin muodostaa siten, että se sisältäisi ainoastaan tai enimmäkseen lähteistä kaikkein riippuvaisimpia specialistilajeja. Toisaalta esimerkiksi heterahkasammal (*Sphagnum warnstorffii*) ja varsinkin lettorahkasammal (*S. teres*) olisi voitu perustellusti sijoittaa muihin kuin lähdelajeihin. Lähdesammaliksi luokiteltavat lajit vaihtuvat osittain toisiksi pohjois-eteläsuuntaisella akselilla (Ulvinen 1955), ja siksi muualla tehtyjen tutkimusten specialistisammallistoja ei voi suoraan verrata.

Lajimäärä ja sammalten peittävyys korreloivat voimakkaasti keskenään (kts. Liite 6). Tämän takia tulokset sammalten peittävyyden yhteydestä lähteikön luonnontilaan ovat hyvin yhteneväiset lajimäärän ja luonnontilaisuuden yhteydestä saatujen tulosten kanssa.

Lähteet, joilta on havaittu vuonna 1953 kaksi tai kolme uusimmassa uhanalaisyhtälössä (Ulvinen ym. 2002) valtakunnallisesti (CR, EN, VU) tai alueellisesti (RT) uhanalaiseksi luokiteltavaa lajia keskittyvät alueen keskiosiin, lähteille 30–39 (ks. Kuva 1), vuoteen 2006 mennessä ilmiö on entisestään voimistunut. Valtakunnallisesti tai alueellisesti uhanalaisten lajien esiintyminen ei keskity erityisen selvästi luonnontilaisimmille lähteiköille. Valtakunnallisesti tai alueellisesti uhanalaisia lajeja esiintyy tulosten valossa sellaisilla lähteiköillä, joilla edes osa lähteiköstä on säilynyt kohtuullisen luonnontilaisena. Jopa jokseenkin kulttuurivaikutteisilla lähteiköiltä tavattiin harvinaista sammallajistoa. Tällöin uhanalaiset lajit useimmiten löytyivät ojien ulkopuolella säilyneiltä tihkupinnoilta. Havaintojen perusteella vaarantunut (VU) harsosammal (*Trichocolea tomentella*) ja alueellisesti uhanalainen (RT) lehtohavusammal (*Thuidium tamariscinum*) pystyvät ainakin väliaikaisesti kasvamaan ojissa tai niiden reunoilla

Luonnontilan vaikutus sammalyhteisön koostumukseen ja lajien esiintymiseen

Luonnontilaltaan erilaisilla lähteillä on hyvin samankaltainen sammalyhteisö. Lähteiden suojeluarvo, mm. metsälaissa (Metsälä 1996), määräytyy kuitenkin pääasiassa lähteen luonnontilaisuuden mukaan. Luonnontilaisuuden korostamista voidaan pitää tulosten valossa ongelmallisena.

Kaikkien muodostettujen NMS-ordinaatioiden stressiarvot ovat suuria, lähellä 20:tä. Tämä johtuu osaltaan aineiston koosta (McCune & Grace 2002 s. 133), joka on huomattavan suuri, ja toisaalta osaltaan sen heterogeenisuudesta. Ordinaatioiden muodostamiseen käytetyn aineiston koko vaihteli 26 lähteestä 120 (2x60) lähteeseen. Pienin stressi, 12,9, saatiin vuoden 1953 runsausaineistolla, joka oli käytetyistä aineistoista selkeästi pienin. Suurin ero stressissä on aina runsauksista ja esiintymisistä

muodostettujen ordinaatioiden välillä. Luultavasti suurin osa tästä erosta johtuu eroista käytettyjen aineistojen koossa, sillä kohteiden määrän kasvu johtaa yleensä stressiarvon kasvuun (McCune & Grace 2002) ja yleistäen voidaan sanoa, että lähteitä oli runsausaineistoissa vähemmän kuin esiintymisaineistoissa. Tämä johtui Ulvisen (1955) tutkimien näytealojen pienemmästä lukumäärästä ja niiden keskittymisestä tietuille lähteille. Lajien poistaminen esiintymisaineistosta liitteen 5 mukaiseksi vaikutti stressiarvoon vain vähän. Tämä on oletettavaa, sillä pois jätetyt lajit ovat aineistoissa enimmäkseen satunnaisia.

Sammalten esiintymisaineistot erottelivat luonnontilaltaan erilaiset lähteet paremmin kuin runsauksiin perustuva aineisto ja erot näkyvät indikaattorilajien määrässä. Eri aineistojen indikaattorilajilistoissa on vain kaksi yhteistä lajia: nauhasammal täysin ja isonäkingsammal jokseenkin luonnontilaisissa, molemmat vuonna 2006 kerätyssä aineistossa. Suurimmat yksittäiset indikaattoriarvot omaavat vuonna 1953 täysin kulttuurivaikutteisia lähteitä ilmentävä otaluhtasammal (88,6 % täydellisestä indikaatiosta) ja 2006 täysin luonnontilaisia lähteitä ilmentävä nauhasammal (65,9 %). Tulokset ovat yhteneväisiä aiempien havaintojen kanssa. Huomionarvoista eri vuosien aineistoista muodostetuissa indikaattorilajilistoissa on, että niissä on hyvin vähän päällekkäisyyttä. Kaksi lajia esiintyy molempien vuosien listoissa: hetehiirensammal ja kiiltolehvänsammal. Lähdelaji hetehiirensammal ilmensi vuonna 1953 täysin luonnontilaisia lähteitä, mutta vuonna 2006 jokseenkin luonnontilaisia. Laji on tulosten perusteella Salpausselän alueella luonnontilaisuuden ilmentäjä. Tulos on yhdenmukainen Ulvisen (1955) näkemyksen kanssa, jonka mukaan hetehiirensammal on hemerofobi eli kulttuurinkarttaja. Kiiltolehvänsammal ilmentää molempina vuosina täysin luonnontilaisia lähteitä. Toinen huomionarvoinen seikka on jokseenkin luonnontilaisten ja jokseenkin kulttuurivaikutteisten lähteiden ilmentäjien puute vuonna 1953 sekä jokseenkin ja täysin kulttuurivaikutteisten vuonna 2006. Tämä voi johtua siitä, että kyseisten luokkien yhteisöt ovat muita luokkia samankaltaisempia. Ainakin vuoden 2006 aineistossa kulttuurivaikutteisten lähteiden samankaltaisuus olisi helposti perusteltavissa, sillä erona jokseenkin ja täysin kulttuurivaikutteisilla lähteillä oli pääasiassa ojan osuus lähteikön alasta (kts. Liite 3). Täysin kulttuurivaikutteiset lähteet saattoivat koostua yksinomaan lähdevaikutteisesta ojasta, jokseenkin kulttuurivaikutteisilla lähteillä oli ainakin jonkin verran lähdepintaa myös ojan ulkopuolella.

Luonnontila ja muut ympäristömuuttajat

Se, että luonnontilaiset lähteet ovat isompia ja niillä on enemmän allikkopintaa, johtunee kulttuurivaikutteisten kohteiden lähdevaikutteisten ojien suuresta määrästä ja lähdesammalten esiintymisen rajoittumisesta ojiin voimakkaasti ojitetuilla alueilla. Lähteikön rajaaminenhan tehtiin pääasiassa sammalten esiintymisen perusteella. Pienimmät lähteet ovat lähes poikkeuksetta runsaasti tai yksinomaan lähdevaikutteisista ojaa sisältäviä. Ojissa myös allikoiden osuus on hyvin pieni, koska vain riittävän vanhoihin ojiin voi muodostua seisovavetisempiä allikoita.

Isojen allikkolähteiden säästyminen metsänhoitotoimista huolimatta on huomattavasti todennäköisempää kuin lähinnä hetepintaa sisältävien tai pienempien lähteikköjen. Myös tämä seikka saattaa heijastua tuloksiin.

Johtopäätökset

Tulosten perusteella luonnontilaisia lähteitä tulisi suojella, sillä niillä saattaa esiintyä peittävämmiin sammalia ja enemmän lähdelajeja kuin kulttuurin muuttamilla kohteilla. Luonnontilaisuuden vaatimuksen korostaminen voi olla kuitenkin harhaanjohtavaa, sillä valtakunnallisesti tai alueellisesti uhanalaisten sammalten määrä ja sammalyhteisön koostumus ovat hyvin samanlaiset luonnontilailtaan erilaisilla lähteiköillä. Joillain kulttuurin muuttamilla lähteiköillä, erityisesti sähkölinjoilla ja vanhoissa ojissa, saattaa esiintyä hyvinkin vaateharmaita ja monimuotoista lähde- ja lettosammalkasvillisuutta. Tulosten valossa lähteikön luonnontilaisuuden käyttämistä tärkeimpänä perusteena suojelupäätöksiä tehtäessä tulisi välttää. Luonnontilaisuus määritettiin tutkimuksessa erilaisten luonnontilaa laskevien tekijöiden määrän ja vaikutuksen voimakkuuden sekä puuston luonnontilaisuuden perusteella. Tällainen menettely on hyvin tavallinen, mutta ongelmaton se ei havaintojen valossa ole.

Luonnontilaisten lähteikköjen havaittiin olevan isompia ja selviten allikkoisia. Tällaisten lähteikköjen säilyminen on kaikkein todennäköisintä, sillä niiden havaitseminen ja lähteiksi tunnistaminen on helppoa. Pienialaisten lähteiden ja varsinkin tihkupintojen suojeluun tulisi kiinnittää enemmän huomiota.

Kulttuurin muuttamien lähteiden tutkimiseen liittyy eräitä ongelmia, joita jouduttiin ratkaisemaan tutkimuksen kuluessa. Lähteikön määritelmän uudistaminen oli välttämätöntä voimakkaasti kulttuurivaikutteisia lähteitä tutkittaessa. Mielikuva lähteestä yksittäisenä avoimena pohjaveden purkautumispaikkana on vanhentunut. Usein lähteen tunnistamiseksi sammal- tai vähintään putkilokasvilajiston tuntemus on välttämätöntä. Myös lähteen luonteen kuvailu hete-, puro- ja allikkopintojen osuuksina on kulttuurin muuttamilla lähteillä, varsinkin lähdevaikutteisissa ojissa, osin ongelmallista.

II Salpausselän lähteikköjen luonnontilassa, sammallajistossa ja sammalyhteisön koostumuksessa tapahtuneet muutokset 1953–2006

Aineisto

Aineistoina tässä osiossa käytettiin samoja kuin edellisessä osiossa, eli tietoja lähteikköjen luonnontilaisuudesta, lajimäärästä, lajien runsaudesta ja esiintymisestä.

Tilastollinen käsittely

Luonnontila

Luonnontilan yleistä muuttumista testattiin kahden riippuvan otoksen parametrittomalla testillä (Wilcoxon). Haluttiin myös testata, onko luonnontilaisuuden muutos ollut erilaista eri luonnontilaisuusluokissa. Sitä testattiin samalla testillä, mutta jakamalla aineisto ryhmiin vuoden 1953 luonnontilaisuuden mukaan. Lähteikköjen vuoden 1953 mukaisen luonnontilan yhteyttä luonnontilaan vuonna 2006 testattiin Spearmanin korrelaatiokertoimella. Luonnontilaa heikentäneet tekijät luokiteltiin ja eri tekijöiden frekvenssi eli yleisyys laskettiin. Lisäksi laskettiin tekijöiden esiintymisen (%) kaikilla lähteillä (frekvenssi/lähteiden kokonaismäärä).

Lajimäärä

Lähdekohtaisen lajimäärän muutoksien vertailemiseksi aineistosta laskettiin edellisessä osiossa mainitun lajilistan (Liite 5) avulla lajimäärä ja lähdelajien määrä. Eri vuosien lajimääriä verrattiin parittaisella t-testillä ja lähdelajimääriä kahden riippuvan otoksen parametrittomalla testillä (Wilcoxon). Lisäksi selvitettiin onko lajimäärän muutos ollut saman suuruista lähde- ja muissa lajeissa. Tätä varten testattiin Wilcoxonin testillä muiden kuin lähdelajien määrän muutosta ja saatua testisuureen arvoa verrattiin lähdelajien vastaavaan seuraavan kaavan (1) mukaisesti. Tässä kaavassa Z on standardisoidun normaalijakauman poikkeama (standard normal deviate). Otoskoon ollessa riittävän suuri, kuten tässä tutkimuksessa, Wilcoxonin testisuure noudattaa normaalijakaumaa (Ranta ym. 1991).

$$Z = \frac{Z(\text{lähde}) - Z(ei - lähde)}{\sqrt{2}} \quad (\text{Rosenthal 1991}) \quad (1)$$

Lajien runsaus

Lajien runsausmuutoksia testattiin kahden riippumattoman otoksen parametrittomalla testillä (Mann-Whitney U). Testaukseen käytettiin riippumattomien otosten testiä, sillä oltiin kiinnostuneita lajien yleisistä, ei lähdekohtaisista runsauksista tapahtuneista muutoksista. Runsaudella tarkoitetaan sammalen keskimääräistä peittävyttä näytealalla. Aineistona käytettiin kaikkien näytealallisten lähteiden näytealoista laskettuja peittävyyskeskiarvoja molemmilta vuosilta. Analyysiä varten näytealoista laskettuihin lähdekohtaisiin peittävyyskeskiarvoihin lisättiin näytealojen ulkopuoliset havainnot (0,1 %). Vertailut tehtiin vuosien välillä siten, että mukana olivat aina vain ne lähteet joilla kyseistä lajia esiintyi. Runsauden muutosta testattiin kaikilta liitteen 5 mukaisilta lajeilta, joilta oli peittävyysaineistoa molemmilta vuosilta. Lisäksi verrattiin näytealojen kokonaissammalpeittävyksiä vuosien välillä Wilcoxonin testillä.

Lajien yleisyys

Muutoksia lajien yleisyydessä testattiin merkkitestillä. Yleisyydellä tarkoitetaan tässä tutkimuksessa niiden lähteiden määrää tai osuutta, jolla laji esiintyy. Testi ottaa huomioon ainoastaan tapaukset, joissa on tapahtunut muutosta lajin esiintymisessä, ja testaa, onko tuhoutuneiden esiintymien määrä yhtä suuri kuin uusien esiintymien. Lähdelajeja ei esiintynyt tuhoutuneilla lähteillä, joten lähdelajien osalta analyysiin voitiin ottaa mukaan kaikki lähteet. Tuhoutuneilta lähteiltä ei kirjattu ylös lajistoa, joten analyysijä tehdessä ei voitu tietää mitä muita kuin lähdelajeja niillä oli esiintynyt. Siksi muiden kuin lähdelajien kohdalla testiin otettiin ainoastaan säilyneet lähteet. Analyysi tehtiin vain sellaisille lajeille, joiden olemassaolo katsottiin arvioiduksi luotettavasti (Liite 5). Kaikkia vuosien välisiä vertailuja varten tutkimusten taksonomisit yksiköt muutettiin toisiaan vastaaviksi (Liite 2). Esimerkiksi lettorippisammal (*Scorpidium cossoni*) (Hedenäs 1989) ja lähdelelväsammal (*Rhizomnium magnifolium*) (Koponen 1968) on erotettu omiksi lajeikseen vasta Ulvisen tutkimuksen jälkeen. Ulvisen kilpilelväsammaleksi (*Rhizomnium punctatum*) nimeämät näytteet ovat myöhempien määritysten mukaan sisältäneet sekä kilpi- että lähdelelväsammalta, vaikkakin lähdelelväsammal on ollut tavallisempi (T. Ulvinen suul.). Tästä syystä lähde- ja kilpilelväsammalet käsiteltiin vertailuissa yhtenä taksonina. Merkkitestin lisäksi laskettiin kullekin lajille yleisyyden (Y) suhteellinen muutos (2). Joillekin lajeille saattaa olla ominaista voimakas laikkudynamiikka, josta yleisyyden muutokset eivät kerro mitään. Tästä syystä laskettiin lisäksi lajien ekstinktio(E)- ja kolonisaatio(K) prosentit (3 ja 4). Ekstinktioprosentti on tuhoutuneiden esiintymien osuus kaikista lajin vuoden 1953 esiintymistä ja kolonisaatioprosentti uusien esiintymien määrä verrattuna esiintymien määrään 1953. Ekstinktio- ja kolonisaatioprosentteja lähdelajien ja muiden lajien välillä tarkasteltiin kahden riippumattoman otoksen parametrittomalla testillä (Mann-Whitney U). Korrelaatiota ekstinktio- ja kolonisaatioprosenttien välillä mitattiin Spearmanin korrelaatiokertoimella.

$$Y = \frac{\text{esiintymät 2006} - \text{esiintymät 1953}}{\text{esiintymät 1953}} \quad (2)$$

$$E = \frac{\text{tuhoutuneet esiintymät}}{\text{esiintymät 1953}} * 100\% \quad (3)$$

$$K = \frac{\text{uudet esiintymät}}{\text{esiintymät 1953}} * 100\% \quad (4)$$

Sammalyhteisöjen koostumus

Sammalyhteisöjen koostumuksen muutoksia tarkasteltiin graafisesti piirtämällä lähteet molempina vuosina samaan NMS-ordinaatiokuvaan ja yhdistämällä eri vuosien sammalyhteisöjä kuvaavat ordinaatiopisteet vektorilla. Ajan (1953 ja 2006) vaikutusta sammalyhteisöjen koostumukseen testattiin graafisen tarkastelun jälkeen MRPP-testillä. NMS-ordinaatiosta ja MRPP-testistä on kerrottu tarkemmin edellä ensimmäisen osion yhteydessä.

Sen lisäksi, että luonnontilan vaikutusta sammalyhteisön koostumukseen testattiin molempina vuosina erikseen, haluttiin lisäksi selvittää näkyykö luonnontilan muutos sammalyhteisön muutoksen suuruudessa tai suunnassa. Luonnontilan muutoksen vaikutusta sammalyhteisön koostumuksen *muutoksen suuruuteen* testattiin laskemalla kunkin lähteen vuosien 1953 ja 2006 lajistoille Sörensenin samankaltaisuusindeksit (C). Indeksit laskettiin sekä näytealojen prosenttipeittävyksiä sisältävästä runsausaineistosta (n=24) (6), että koko binäärisestä, muotoa 0/1 olevasta, kaikki lajit sisältävästä esiintymisaineistosta (n=60) (5). Etäisyysmenetelmä, jolla laskettiin samankaltaisuudet, on sama, jota käytettiin NMS-ordinaatiossa. Aineistoina käytettiin samoja aineistoja kuin yhteisöanalyysissä. Lopuksi testattiin ANOVA:lla riippuuko samankaltaisuusindeksin arvo luonnontilan muutoksesta (luonnontila 1953 – luonnontila 2006).

Sörensenin samankaltaisuusindeksi esiintymisaineistolle (Hanski ym. 1998)

$$C = \frac{2j}{(S53 + S06)} \quad (5)$$

j = molempina vuosina esiintyneiden lajien määrä

$S53, S06$ = lähteen lajimäärät vuosina 1953 ja 2006

Czekanowskin/Sörensenin (Bray-Curtis) samankaltaisuusindeksi runsausaineistolle (Kent & Coker 1992, McCune & Grace 2002)

$$C = \frac{\sum \min(p53i, p06i)}{\sum p53 + \sum p06} \quad (6)$$

$\sum \min(p53i, p06i)$ = lähteellä molempina vuosina esiintyneiden lajien pienempien peittävyysien summa

$\sum p53$ = lähteen sammalten kokonaispeittävyys vuonna - 53

Luonnontilan muutoksen vaikutusta sammalyhteisön koostumuksen *muutoksen suuntaan* tarkasteltiin muodostamalla ensin vuosien välillä tapahtunutta sammalyhteisöjen muutosta kuvaava vektori NMS-ordinaation tuottamista kolmiulotteisista koordinaattitiedoista. Tämän jälkeen kaikkien vektoreiden pituudeksi skaalattiin yksi eli niistä muodostettiin yksikkövektoreita. Tämä tapahtuu jakamalla vektorin eri akseleiden suuntaiset komponentit vektorin pituudella. Näin toimittiin, sillä yhteisön muutoksen suuntaa testattiin jo erikseen. Tuloksena jokaiselle lähteelle saatiin muodostettua samanpituisen, mutta erisuuntainen muutosta kuvaava vektori. Jotta

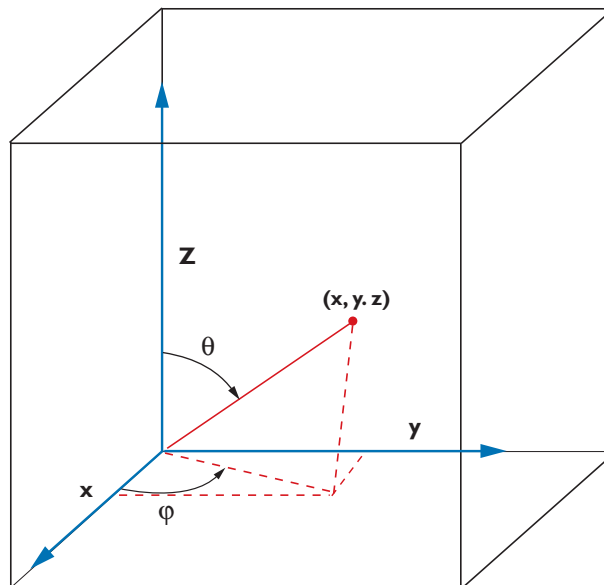
suunta saadaan esitettyä kaksiulotteisessa koordinaatistossa, kolmen eri akselin suuntaiset komponentit muutetaan ilmaistavaksi pallokoordinaatiston kahden kulman, φ ja θ avulla kaavan (7) mukaisesti. φ kertoo x- ja y-akseleiden muodostaman pinnan suuntaisen kulman ja θ positiiviselta z-akselilta negatiiviselle z-akselille eli kulma kertoo x- ja y-akseleiden muodostaman tason korkeuden (Kuva 4). Kaava antaa tuloksen radiaaneina, havainnollisuuden vuoksi radiaanit muutettiin asteiksi. Trigonometrinen funktioiden jaksollisuudesta johtuu, että kaavan antama φ on aina kahdesta mahdollisesta kulmasta pienempi. Tästä aiheutuu, että negatiivisilla y-koordinaateilla kaava antaa väärän kulman. Korjaus suoritettiin näissä tapauksissa vähentämällä saatu kulma 360 asteesta. Tulosta tarkastellaan graafisesti sirontakuviosta, jonka akseleina ovat φ ja θ , ja jossa eri-asteisesti luonnontilaltaan muuttuneet lähteet on merkitty toisistaan eroavin symbolein. Sammalyhteisöjen muutosta tarkastellaan sekä näyteala/runsausaineistosta, että liitteen 5 lajien esiintymisaineistosta.

Lopuksi molemmille vuosille etsittiin indikaattorilajeja indikaattorilajianalyysillä. Käytetty indikaattorilajianalyysi on esitelty edellä ensimmäisessä osiossa.

Kolmen akselin suhteen ilmaistun yksikkövektorin koordinaattien yhteys pallokoordinaatiston φ - ja θ -kulmiin (Leino 2000).

$$\begin{aligned} x &= \sin \theta \cos \varphi \\ y &= \sin \theta \sin \varphi \\ z &= \cos \theta \end{aligned} \tag{7}$$

$$\begin{aligned} \varphi &\in [0, 2\pi] \text{ eli } [0^\circ, 360^\circ] \\ \theta &\in [0, \pi] \text{ eli } [0^\circ, 180^\circ] \end{aligned}$$

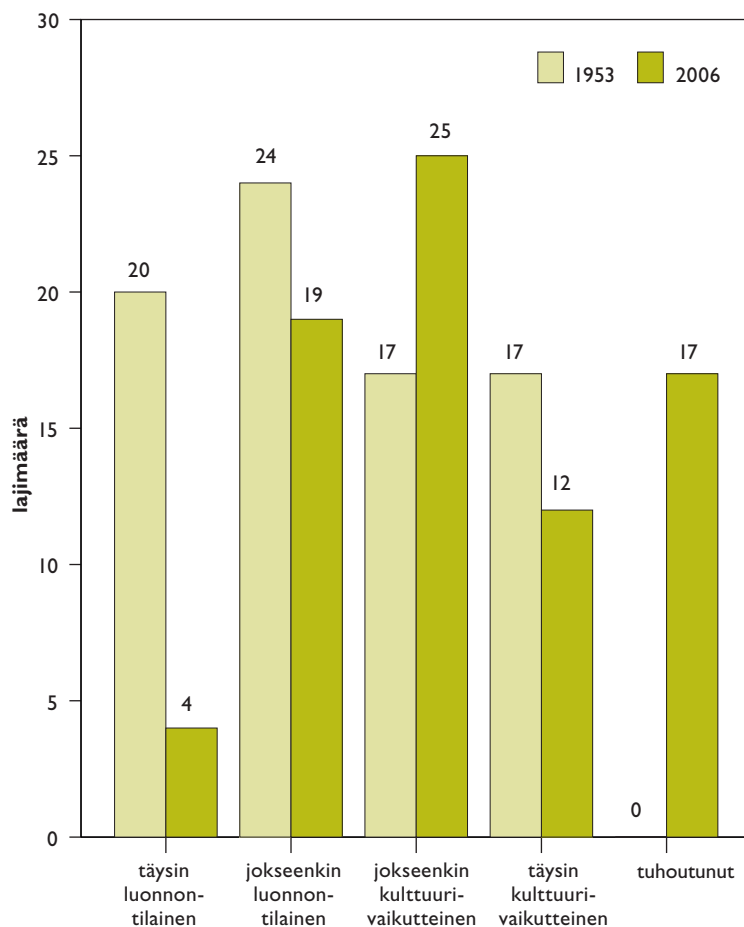


Kuva 4. Kolmiulotteisessa koordinaatistossa sijaitsevan yksikkövektorin suunta voidaan ilmaista kulmien φ ja θ avulla. φ on xy-tasossa $0 \dots 360^\circ$ (tai radiaaneina $0 \dots 2\pi$) ja θ positiiviselta z-akselilta negatiiviselle z-akselille $0 \dots 180^\circ$ (radiaaneina $0 \dots \pi$).

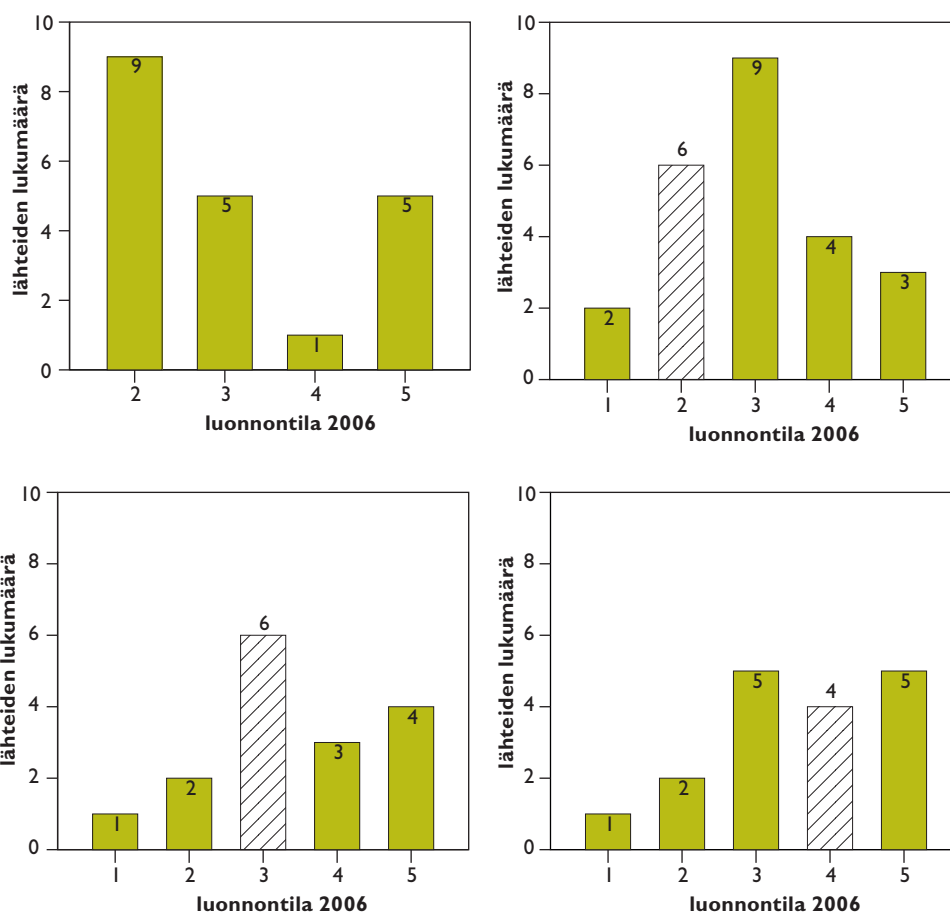
Tulokset

Luonnontila

Luonnontila on heikentynyt kokonaisuudessaan tilastollisesti erittäin merkitsevästi vuodesta 1953 vuoteen 2006 (Wilcoxon $Z=-4,416$, $n=77$, $p<0,0001$, Kuva 5). 17 lähdettä (22 %) oli tuhoutunut täysin. Tuhoutuneet lähteet olivat tasaisesti kaikista vuoden 1953 luonnontilaisuusluokista. Tuhoutuneella lähteellä tarkoitetaan tässä kohdetta, jolta ei havaittu yhtään lähdesammalta (kts. Johdanto, lähteen ekologinen määrittelmä). Tällainen määrittely oli tarpeen, sillä huomattava osa lähteistä sijaitti ojissa, joissa lähteen olemassaolon paljasti ainoastaan lähdesammalten esiintyminen. Yksikään vuonna 1953 täysin luonnontilaisista lähteistä ei ollut säilynyt täysin luonnontilaisena vuoteen 2006. Luonnontilan heikkeneminen kokonaisuudessaan aiheutuu nimenomaan vuonna -53 täysin tai jokseenkin luonnontilaisten lähteiden luonnontilan heikkenemisestä (täysin luonnontilaiset Wilcoxon $Z=-3,976$, $n=20$, $p<0,0001$; jokseenkin luonnontilaiset $Z=-3,294$, $n=24$, $p=0,001$). Jokseenkin ja täysin kulttuurivaikutteisilla lähteillä luonnontila ei ole muuttunut merkitsevästi ($Z=-1,413$, $n=17$, $p=0,158$; $Z=-1,327$, $n=17$, $p=0,185$) (Kuva 6). 13 lähteellä havaittiin luonnontilan parantuneen tarkastelujakson aikana, mutta kokonaisuutena havainto ei ole tilastollisesti merkitsevää. Edellä mainittujen luonnontilaisuuden muutosten vuoksi lähteen luonnontilaisuus vuonna 2006 ei kokonaisuutena korreloinut vuoden 1953 luonnontilaisuusasteen kanssa ($r_s=0,194$, $n=77$, $p=0,09$).



Kuva 5. Lähteiden jakautuminen luonnontilaisuusluokkiin vuonna 1953 ja 2006. Pylvään päällä lähteiden lukumäärä.

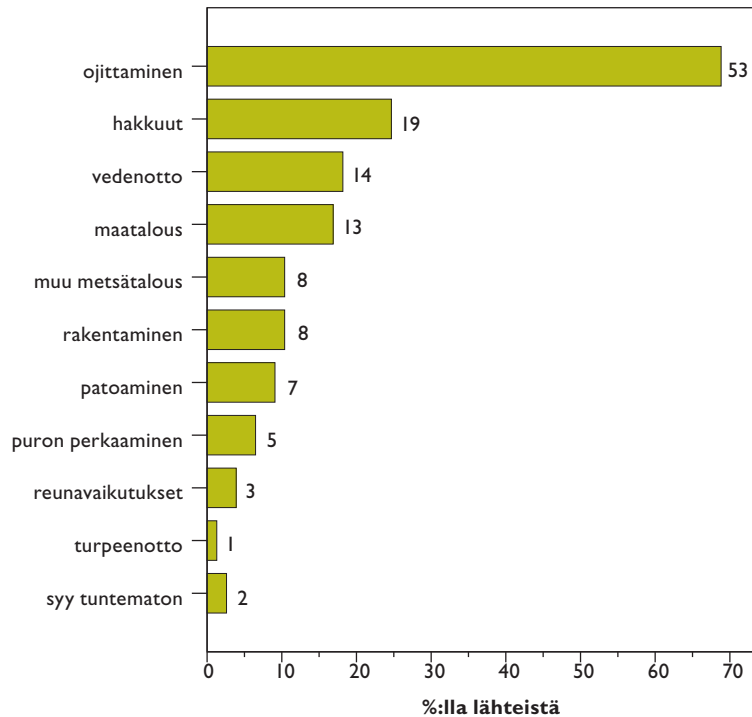


Kuva 6. Lähteiden luonnontilan kehittyminen eli luonnontila vuonna 2006 vuoden 1953 luokkien mukaan jaoteltuna. Viivoitettu luokka kuvaa lähteitä, joiden luonnontila on pysynyt ennallaan. 1=täysin luonnontilainen, 2=jokseenkin luonnontilainen, 3=jokseenkin kulttuurivaikutteinen, 4=täysin kulttuurivaikutteinen, 5=tuhoutunut.

Tärkein alueen lähteiden luonnontilaluokkaa laskeva tekijä on ojittaminen: lähes 70 % lähteistä oli ojituksia välittömässä lähiympäristössä (Kuva 7). Merkittävä osa lähteistä sisälsi siten lähdevaikutteista ojaa, eräät koostuivat yksinomaan siitä. Muita merkittäviä luonnontilan alenemisen syitä ovat hakkuut, maatalous ja vedenotto. Metsätaloustoimet kokonaisuudessaan ovat merkittävin lähteiden luonnontilaisuutta muuttanut tekijä.

Lajimäärä

Lajimäärä on laskenut tilastollisesti erittäin merkitsevästi vuodesta 1953 (13,7 lajia/lähde, $sd=6,0$) vuoteen 2006 (10,0 lajia/lähde, $sd=3,9$) ($t=3,861$, $df=59$, $p<0,0001$). Myös lähdelajien määrä on laskenut ($Z=-2,461$, $n=60$, $p=0,014$): vuonna 1953 lähdelajeja oli lähteiköillä keskimäärin 5,4 ($sd=2,8$), nyt 4,5 ($sd=2,0$). Kun muita kuin lähdelajeja tarkasteltiin erikseen, havaittiin että myös niiden lukumäärä oli laskenut ($Z=-6,409$, $n=60$, $p<0,0001$). Lähdelajien väheneminen on ollut tilastollisesti merkitsevästi vähäisempää kuin muiden lajien väheneminen ($Z=2,792$, $p=0,005$).



Kuva 7. Luonnontilaa laskevien tekijöiden yleisyys. Mukana säilyneiden lähteiden lisäksi tuhoutuneet kohteet, yhteensä 77 lähettä. Pylvään vieressä lähteiden lukumäärä, jolla tekijä esiintyi. Kullakin lähteellä oli yleensä useita luonnontilaa laskevia tekijöitä.

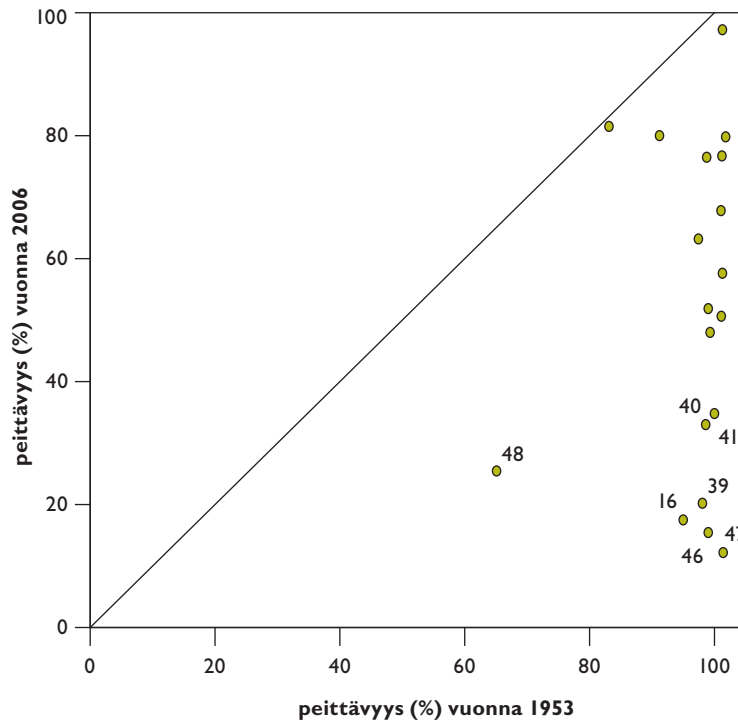
Lajien runsaus

Lajien peittävyksiä näytealoilla vuosien välillä verrattaessa huomataan, että lähes kaikki merkitsevät muutokset ovat olleet negatiivisia (Taulukko 3). Eräiden lähdelajien (purosuikerosammal *Brachythecium rivulare*, hetehiirensammal *Bryum weigeli* ja heterahkasammal *Sphagnum warnstorffii*) peittävyudet aloilla ovat laskeneet, samoin on käynyt joillekin lettolajeille (lettohiirensammal *Bryum pseudotriquetrum* ja nauhasammal *Aneura pinguis*). Ainoat runsastuneet taksonit ovat okarahkasammal (*Sphagnum squarrosum*) ja lapasammalet (*Pellia* spp.).

Lähteiden näytealoilta laskettu keskimääräinen sammalpeittävyys (1953: 98 %, n=24, sd=9 %; 2006: 56 %, n=24, sd=25 %) on laskenut tilastollisesti erittäin merkitsevästi vuodesta 1953 vuoteen 2006 ($Z=-4,286$, n=24, $p<0,0001$) (Kuva 8). Näytealoilta mitattu sammalpeittävyys on laskenut jokaisella lähteellä.

Taulukko 3. Sammalten runsausmuutokset (Mann-Whitney U) ja muutoksen suunta. Peittävyys eri vuosina on esitetty mediaanina, sillä hajonta on hyvin suurta ja jakaumat vinoja. Peittävydet 0,1 % tarkkuudella. Lajit peittävimmästä vähiten peittävään vuoden 1953 mukaan järjestettynä. Muutoksen suunta on katsottu Mann-Whitneyn U-testistä. Taulukossa on esitetty ainoastaan ne liitteen 5 lajit, joilta on peittävyysaineistoa molemmilta vuosilta. Merkitsevät ($p < 0,05$) tulokset lihavoituina. * = lähdelajit liitteen 5 mukaan. n = sellaisten lähteiden määrä, joilta on näytealoja, ja joilla laji esiintyi/esiintyy. Uhanalaisuus: VU (vaarantunut), NT (silmläpidettävä), RT (alueellisesti uhanalainen).

	peittävyys 1953, % mediaani	peittävyys 2006, % mediaani	Mann- Whitney U	n(53); n(06)	p	suunta
kuovinrahkasammal	20	0,1	0,0	1; 1	1,000	-
purosuikerosammal*	10,0	3,0	289,5	19; 50	0,013	-
poimulehväsammal* RT	7,8	0,7	5,0	4; 4	0,375	-
heterahkasammal*	7,5	0,5	164,5	20; 32	0,003	-
hetehiirensammal*	5,0	0,4	34,0	13; 11	0,029	-
korpilehväsammal	5,0	0,9	316,0	22; 46	0,013	-
kilpi- & lähdelehväsammal*	5,0	2,2	508,0	21; 61	0,159	-
lettolehväsammal	3,3	0,2	25,0	7; 10	0,326	-
lettorahkasammal*	3,3	0,6	329,0	26; 30	0,310	-
kiiltolehväsammal	3,0	3,0	131,0	13; 28	0,152	-
korpilehväsammal	3,0	1,0	7,0	1; 26	0,435	-
hetesirppisammal*	2,5	0,4	113,5	11; 25	0,392	-
lettohiirensammal	2,3	0,4	75,0	14; 26	0,002	-
rassisammal	1,3	0,1	3,0	7; 2	0,200	-
purolähdesammal s. lat.*	1,3	0,4	166,5	14; 30	0,270	-
otaluhtasammal*	1,1	3,2	209,0	14; 34	0,421	+
lettosiipisammal	1,0	0,1	0,0	1; 2	0,221	-
kalvaskuirisammal	0,9	0,1	65,5	12; 17	0,099	-
<i>Sphagnum recurvum</i> -ryhmä	0,7	0,2	19,5	6; 7	0,822	-
kampasammal	0,5	0,1	18,5	13; 6	0,052	-
hetekuirisammal*	0,2	4,0	38,0	6; 16	0,454	+
kultasammal	0,2	0,1	1,0	4; 1	0,429	-
lettokuirisammal	0,1	3,0	0,0	1; 1	0,317	+
isonäkingsammal	0,1	11,0	2,0	2; 10	0,079	+
haprarahkasammal	0,1	0,2	0,0	2; 1	0,157	-
niittyhavusammal	0,1	0,1	0,5	1; 1	1,000	
luhtakuirisammal	0,1	0,2	76,0	7; 39	0,061	+
lettoväkäsammal	0,1	0,1	3,0	3; 3	0,700	-
isolehväsammal	0,1	1,0	3,5	1; 20	0,281	+
lehtolaakasammal	0,1	0,2	6,0	2; 8	0,588	+
rimpisirppisammal s.lat.	0,1	0,1	21,0	4; 11	0,887	+
vaalearahkasammal	0,1	0,2	42,0	5; 18	0,815	+
okarahkasammal	0,1	0,4	58,0	6; 41	0,037	+
keuhkosammal*	8,3	0,6	18,0	3; 17	0,423	-
nauhasammal	1,0	0,1	78,0	20; 16	0,008	-
hetealvesammal*	0,7	0,6	269,0	13; 43	0,838	-
harsosammal* VU	0,6	1,8	57,5	12; 10	0,868	-
lapasammalet	0,1	0,2	106,0	11; 38	0,010	+
haaraliuskasammal* NT/RT	0,1	0,1	2,5	9; 2	0,095	-
rantakinnassammal	0,1	0,1	13,5	4; 9	0,462	-
purokaltiosammal	0,1	0,4	0,0	1; 1	0,317	+



Kuva 8. Sammalten peittävyden muutos lähteiköillä vuosien 1953 ja 2006 välisenä aikana. Hal-
kaisijalla olevilla lähteillä sammalten peittävyys on säilynyt ennallaan, sen alapuolella peittävyys on
laskenut. Vuonna 1953 sammalten peittävyys on ollut hyvin tasaisesti lähellä 100 prosenttia, usein
ylikin. Vuoteen 2006 mennessä peittävyden vaihtelu on kasvanut huomattavasti. Kuvassa on aino-
astaan ne 24 lähettä, joiden peittävyksiä oli mahdollista verrata. Tästä syystä pienimmät vuonna
2006 mitatut peittävydet puuttuvat. Kuvassa olevat numerot viittaavat lähteikköjen numeroihin
(Liite I ja Kuva I).

Lajien yleisyys

Vuoden 1953 yleisimmän lajin, lettorahkasammalen (*Sphagnum teres*) esiintymien määrä oli laskenut tarkastelujakson aikana alle puoleen. Esiintymiä oli vuonna 1953 73, nyt niitä oli enää 30 (Taulukko 4). Yleisimmäksi taksoniksi on noussut lähde/ kilpilehväsammal (*Rhizomnium magnifolium/punctatum*). Lajiparin yleisyys on lähinnä lähdelelväsammalen aiheuttamaa, sillä tutkimuslähteillä harvinaisempi kilpilehväsammal esiintyi vuonna 2006 yleensä lähteillä, joilla oli myös lähdelelväsammalta. Muita vuonna 1953 yleisiä lähdelajeja olivat heterahkasammal (*Sphagnum warnstorfi*) ja lähdelelväsammal (ja kilpilehväsammal) ja vuonna 2006 purosuikerosammal (*Brachythecium rivulare*) ja hetealvesammal (*Chiloscyphus polyanthos*). Yleisimmät lajit ovat vuodesta riippumatta lähdelajeja. Muista lajeista yleisimpiä olivat vuonna 1953 korpilehväsammal (*Plagiomnium ellipticum*), lettohiirensammal (*Bryum pseudotriquetrum*) ja nauhasammal (*Aneura pinguis*), ja vuonna 2006 korpilehväsammal, okarahkasammal (*Sphagnum squarrosum*) ja luhtakuirisammal (*Calliergon cordifolium*). Sammalten yleisyys eli esiintymisfrekvenssi on muuttunut eri elinympäristöjen lajeilla eri suuntaan (Taulukot 4 ja 5). Useat lähdelajit, kuten hetehiirensammal (*Bryum weigelii*), purolähdesammal (*Philonotis fontana* s.lat.) ja heterahkasammal ovat harvinaistuneet (Kuva 9). Harvinaistuneisiin lajeihin kuuluu myös joukko lettojen ja lähteisten lettojen sammalia (lettoväkäsammal *Campylium stellatum*, kampsammal *Helodium blandowii*, rassisammal *Paludella squarrosa*, nauhasammal). Vastaavasti osa kosteiden ympäristöjen yleis- ja luhtalajeista (mm. luhtakuirisammal, isolehväsammal *Plagiomnium medium*, okarahkasammal ja lapasammalet *Pellia* spp.) on yleistynyt.

Taulukko 4. Sammalten esiintyminen lähteillä 1953 ja 2006 ja yleisyyden muutos. Lajit yleisimmästä harvinaisempaan vuoden 1953 mukaan. Taulukossa on esitetty ainoastaan liitteen 5 mukaiset lajit. Lajeja, joista on vain yksittäinen havainto, ei ole esitetty. Merkitsevät (merkkiteesti, $p < 0,05$) tulokset lihavoituina. * = lähdelajit liitteen 5 mukaan. Uhanalaisuus: VU (vaarantunut), NT (silmiäpidettävä), LC (elinvoimainen), RT (alueellisesti uhanalainen).

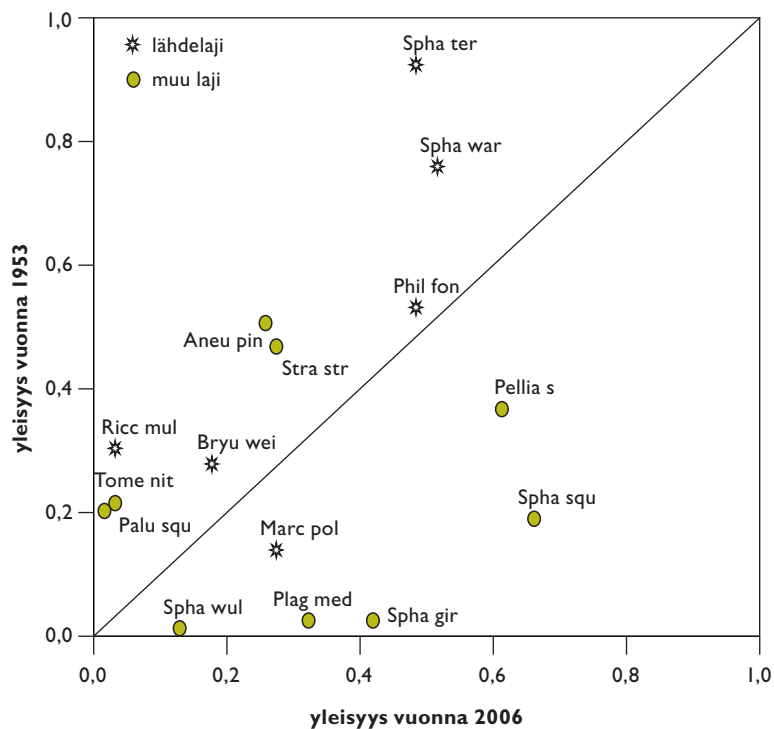
	esiintymät vuonna 1953	lajin asuttamien lähteiden osuus kaikista lähteistä vuonna 1953	esiintymät vuonna 2006	lajin asuttamien lähteiden osuus kaikista lähteistä vuonna 2006	yleisyyden muutos (%)
lettorahkasammal*	73	0,92	30	0,48	- 59
heterahkasammal*	60	0,76	32	0,52	- 47
korpilehvasammal	48	0,61	46	0,74	- 4
kilpi- & lähdelehvasammal*	45	0,57	57	0,92	+ 27
lettohiirensammal	44	0,56	26	0,42	- 41
otaluhtasammal*	42	0,53	34	0,55	- 19
purolähdesammal s.lat.*	42	0,53	30	0,48	- 29
purosuikerosammal*	40	0,51	50	0,81	+ 25
kalvaskuirisammal	37	0,47	17	0,27	- 54
hetesirppisammal*	36	0,46	25	0,40	- 31
vaalearahkasammal	29	0,37	18	0,29	- 38
kampasammal	29	0,37	6	0,10	- 79
<i>Sphagnum recurvum</i> -ryhmä	27	0,34	7	0,11	- 74
<i>Sphagnum subsecundum</i> -ryhmä	23	0,29	-	-	- 100
rimpisirppisammal s.lat.	22	0,28	11	0,18	- 50
hetehiirensammal*	22	0,28	11	0,18	- 50
luhtakuirisammal	20	0,25	39	0,63	+ 95
kiiltolehvasammal	20	0,25	28	0,45	+ 40
hetekuirisammal*	17	0,22	16	0,26	- 6
lettoväkäsammal	17	0,22	3	0,05	- 82
rassisammal	17	0,22	2	0,03	- 88
kultasammal	16	0,20	1	0,02	- 94
okarahkasammal	15	0,19	41	0,66	+ 173
lettokynsisammal	13	0,16	-	-	- 100
lettolierosammal	11	0,14	2	0,03	- 82
lettolehvasammal	10	0,13	10	0,16	0
lettosiipisammal	8	0,10	2	0,03	- 75
lehtolaakasammal	7	0,09	8	0,13	+ 14
sirppiluhtasammal	7	0,09	-	-	- 100
poimulehvasammal* LC/RT	5	0,06	4	0,06	- 20
kuovinrahkasammal	5	0,06	1	0,02	- 80
kiiltosirppisammal VU	4	0,05	-	-	- 100
niittyhavusammal	5	0,05	1	0,02	- 80
isonäkinsammal	4	0,05	10	0,16	+ 150
lettokuirisammal	4	0,05	1	0,02	- 75
haprarahkasammal	4	0,05	1	0,02	- 75
lehtopalmikkosammal LC/RT (2b)	4	0,05	-	-	- 100
aapasirppisammal	4	0,05	-	-	- 100
korpikerrossammal	3	0,04	3	0,05	0
lettokilpisammal LC/RT	3	0,04	-	-	- 100
korpirahkasammal	2	0,03	26	0,42	+ 1200

	esiintymät vuonna 1953	lajin asuttamien lähteiden osuus kaikista lähteistä vuonna 1953	esiintymät vuonna 2006	lajin asuttamien lähteiden osuus kaikista lähteistä vuonna 2006	yleisyyden muutos (%)
isolehväsammal	2	0,03	20	0,32	+ 900
pallopäärahkassammal	1	0,01	8	0,13	+ 700
kangasrahkassammal	1	0,01	3	0,05	+ 200
tihkulehväsammal	1	0,01	1	0,02	0
lampisirppisammal	-	-	5	0,08	+
<hr/>					
hetealvesammal*	41	0,52	43	0,69	+5
nauhasammal	40	0,51	16	0,26	- 60
lapasammalet	29	0,37	38	0,61	+31
haaraliuskassammal* NT/RT	24	0,30	2	0,03	- 92
harsosammal* VU	16	0,20	11	0,18	- 31
rantakinnassammal	16	0,20	9	0,15	- 44
keuhkosammal*	11	0,14	17	0,27	+55
purokaltiosammal*	5	0,06	1	0,02	- 80
suokinnassammal	2	0,03	-	-	- 100
purokinnassammal	1	0,01	2	0,03	+100

Taulukko 5. Sammalten esiintymisessä tapahtuneet muutokset ja niiden merkitsevyys (merkkitesti). Taulukossa on esitetty ainoastaan listan (Liite 5) mukaiset lajit. Lajeja, joista on vain yksittäinen havainto, ei ole esitetty. n = lähteiden määrä, jolla muutosta on tarkasteltu. Merkitsevät (p<0,05) tulokset lihavoituina. * = lähdelajit liitteen 5 mukaan. Uhanalaisuus: VU (vaarantunut), NT (silmiälläpidettävä), LC (elinvoimainen), RT (alueellisesti uhanalainen). a. Asymp. sig., b Exact sig.

	tuhoutuneet esiintymät	uudet esiintymät	esiintymisessä ei muutosta	n	merkkitesti	
					Z	p
aapasirppisammal	3	-	57	60		0,250 ^b
haprarahkasammal	4	1	55	60		0,375 ^b
hetehiirensammal*	15	4	58	77		0,019^b
hetekuirisammal*	13	12	52	77		1,000 ^b
heterahkasammal*	30	2	45	77	-4,773	<0,0001^a
hetesirppisammal*	20	10	47	77	-1,643	0,100 ^a
isolehvasammal	1	18	41	60		<0,0001^b
isonäkinsammal	2	9	49	60		0,065 ^b
kalvaskuirisammal	21	8	31	60	-2,228	0,026^a
kampasammal	18	3	39	60		0,001^b
kangasrahkasammal	1	3	56	60		0,625 ^b
kiiltolehvasammal	6	14	40	60		0,115 ^b
kiiltosirppisammal VU	4	-	56	60		0,125 ^b
kilpi- & lähdelehvasammal*	9	20	48	77	-1,857	0,063 ^a
corpikerrossammal	2	2	56	60		1,000 ^b
corpilehvasammal	7	14	39	60		0,189 ^b
corpirahkasammal	1	25	34	60	-4,511	<0,0001^a
kultasammal	11	-	49	60		0,001^b
kuovinrahkasammal	4	1	55	60		0,375 ^b
lampisirppisammal	-	5	55	60		0,063 ^b
lehtolaakasammal	5	7	48	60		0,774 ^b
lehtopalmikkosammal LC/RT (2b)	3	-	57	60		0,250 ^b
lettohiirensammal	20	10	30	60	-1,643	0,100 ^a
lettokilpisammal LC/RT	2	-	58	60		0,500 ^b
lettokuirisammal	3	2	55	60		1,000 ^b
lettokynsisammal	10	-	50	60		0,002^b
lettolehvasammal	7	8	45	60		1,000 ^b
lettolierosammal	7	2	51	60		0,180 ^b
lettorahkasammal*	26	1	33	77		<0,0001^b
lettosiipisammal	6	2	52	60		0,289 ^b
lettoväkäsammal	11	1	48	60		0,006^b
luhtakuirisammal	4	30	26	60	-4,287	<0,0001^a
niittyhavusammal	5	1	54	60		0,219 ^b
okarahkasammal	4	32	24	60	-4,500	<0,0001^a
otaluhtasammal*	21	15	41	77	-0,833	0,405 ^a
pallopäärahkasammal	1	8	51	60		0,039^b
poimulehvasammal* LC/RT	2	1	74	77		1,000 ^b
puolähdesammal s.lat.*	22	9	46	77	-2,155	0,031 ^a
puosuikerosammal*	11	21	45	77	-1,591	0,112 ^a
rassisammal	12	-	48	60		<0,0001^b
rimpisirppisammal s.lat.	11	4	45	60		0,118 ^b
sirppiluhtasammal	5	-	55	60		0,063 ^b

	tuhoutuneet esiintymät	uudet esiintymät	esiintymisessä ei muutosta	n	merkkitesti	
					Z	p
<i>Sphagnum recurvum</i> -ryhmä	19	-	41	60		<0,0001 ^b
<i>Sphagnum subsecundum</i> -ryhmä	17	-	43	60		<0,0001 ^a
tihkulehväsammas	1	1	58	60		1,000 ^b
vaalearahkasammas	15	1	44	60	-0,588	0,556 ^a
haaraliuskasammas* NT/RT	21	-	56	77		<0,0001 ^b
harsosammas* VU	5	-	72	77		0,063 ^b
hetealvesammas*	22	22	33	77		1,000 ^b
keuhkosammas*	3	14	43	60		0,013 ^b
lapasammalet	8	21	31	60	-2,228	0,026^a
nauhasammas	23	5	32	60	-3,213	0,001 ^a
purokaltiosammas*	5	1	71	77		0,219 ^b
purokinnassammas	1	2	57	60		1,000 ^b
rantakinnassammas	11	6	43	60		0,332 ^b
suokinnassammas	1	-	59	60		-



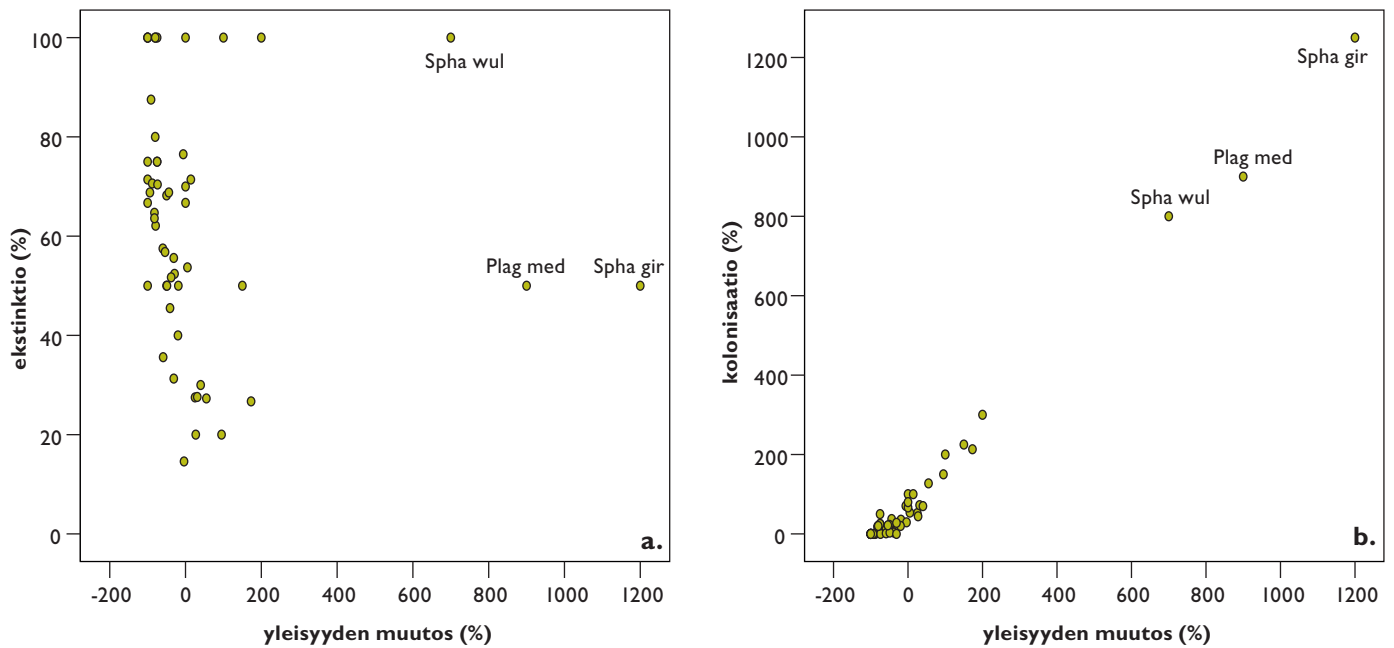
Kuva 9. Sammalten yleisyys eli lajin asuttamien lähteiden osuus kaikista lähteistä vuonna 1953 ja 2006. Kuvassa on esitetty kaikki liitteen 5 mukaiset lajit, joiden esiintymien määrä on muuttunut tilastollisesti merkitsevästi (merkkitesti, $p < 0,05$). Halkaisijan alapuolella olevat lajit ovat yleistyneet ja yläpuolella olevat harvinaistuneet. Sammalten nimet lyhenteinä. Suomenkieliset nimet kts. liite 7.

Suuri vaihtuvuus lajistossa näkyy suurina ekstinktio- ja kolonisaatioprosentteina (Taulukko 6). Kaikista suurimmat kolonisaatioprosentit kuuluvat yleistyneille kosteiden paikkojen yleislajeille. Ekstinktioprosentit olivat lähdelajeilla (ka. =51,7 %, sd=23,2, n=15) pienempiä kuin muilla lajeilla (ka. =67,0 %, sd=23,9, n=40) (U=190,0, n=55, p=0,037). Ero kolonisaatioprosenteissa lähdelajien (ka.=33,1 %, md=21,4, sd=33,9, n=15) ja muiden lajien (ka.=121,3 %, md=22,7, sd=264,2, n=40) välillä ei ole tilastollisesti merkitsevä (U=284,5, n=55, p=0,768). Keskiarvojen erot johtuvat muutamasta hyvin poikkeavasta kolonisaatioprosentista, mediaanit sen sijaan ovat lähellä toisiaan. Ekstinktio- ja kolonisaatioprosentit eivät korreloi keskenään ($r_s = -0,219$, n=55, p=0,108). Korrelaatiota ei ole havaittavissa myöskään lähdelajeja ($r_s = -0,202$, n=15, p=0,470) ja muita lajeja ($r_s = -0,218$, n=40, p=0,177) erikseen tarkasteltaessa. Kolonisaatio- ja ekstinktioprosentit ovat yhteydessä yleisyyden muutokseen (Kuvat 10a ja b).

Taulukko 6. Sammalten ekstinktio (E)- ja kolonisaatio(K)prosentit. Yleistyneet ja harvinaistuneet lajit on lihavoitu (merkkitesti, $p < 0,05$). Taulukossa ei ole esitetty lajeja, joista on vain yksittäinen havainto, tai joista ei ollut havaintoja vuodelta 1953. * = lähdelajit liitteen 5 mukaan.

$$E = \frac{\text{tuhoutuneet esiintymät}}{\text{esiintymät 1953}} * 100\% \quad K = \frac{\text{uudet esiintymät}}{\text{esiintymät 1953}} * 100\%$$

	E	K		E	K		E	K
purosuikerosammal*	27,5	52,5	kultasammal	68,8	-	poimulehväsammal*	40	20
aapasirppisammal	75	-	kuovinrahasammal	80	20	purolähdesammal s.lat.*	52,4	21,4
haprarahkasammal	100	25	lehtolaakasammal	71,4	100	rassisammal	70,6	-
hetehiirensammal*	68,2	18,2	lehtopalmikkosammal	100	-	rimpisirppisammal s.lat.	50	22,7
hetekuirisammal*	76,5	70,6	lettohiirensammal	45,5	22,7	sirppiluhtasammal	71,4	-
heterahkasammal*	50	3,3	lettokilpisammal	66,7	-	Sphagnum recurvum -ryhmä	70,4	-
hetesirppisammal*	54,1	27	lettokuirisammal	75	50	tihkulehväsammal	100	100
isolehväsammal	50	900	lettokynsisammal	100	-	vaalearahkasammal	51,7	3,4
isonäkinsammal	50	225	lettolehväsammal	70	80			
kalvaskuirisammal	56,8	21,6	lettolierosammal	63,6	18,2	nauhasammal*	57,5	12,5
kampasammal	62,1	10,3	lettorahkasammal*	35,6	1,4	haaraliuskasammal*	87,5	-
kangasrahasammal	100	300	lettosiipisammal	75	25	harsosammal*	31,3	-
kiiltolehväsammal	30	70	lettoväkäsammal	64,7	5,9	hetealvesammal*	53,7	53,7
kiiltosirppisammal	100	-	luhtakuirisammal	20	150	keuhkosammal*	27,3	127,3
kilpi- & lähde-lehväsammal*	20	44,4	niittyhavusammal	100	20	lapasammalet	27,6	72,4
korpikerrossammal	66,7	66,7	okarahkasammal	26,7	213,3	purokaltiosammal*	100	20
korpilehväsammal	14,6	29,2	otaluhtasammal*	50	35,7	purokinnassammal	100	200
korporahkasammal	50	1250	pallopääräkasammal	100	800	rantakinnassammal	68,8	37,5
						suokinnassammal	50	-



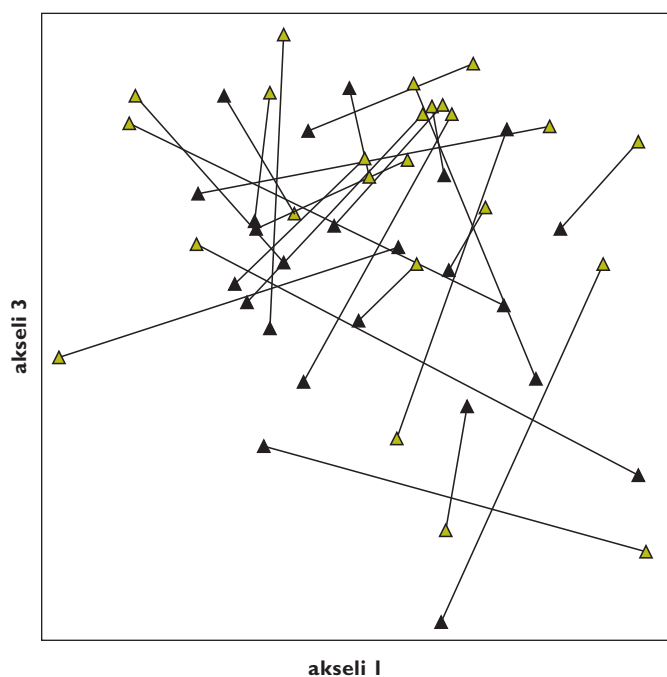
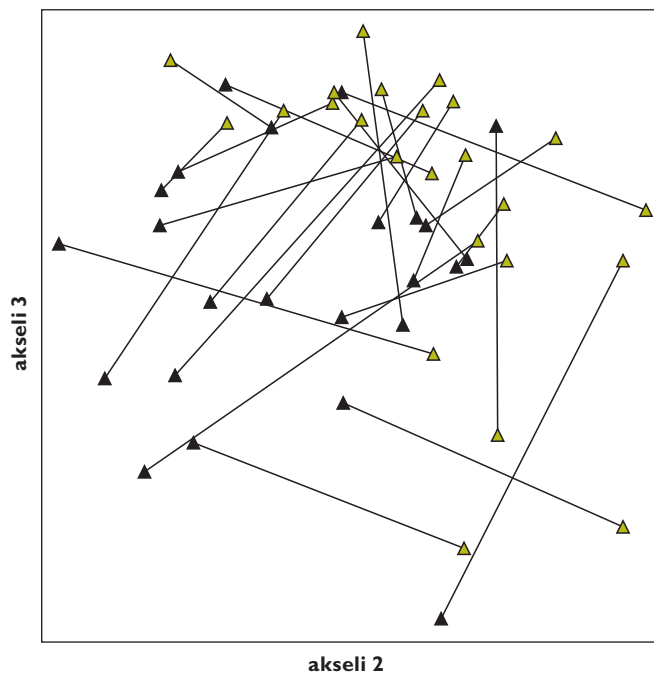
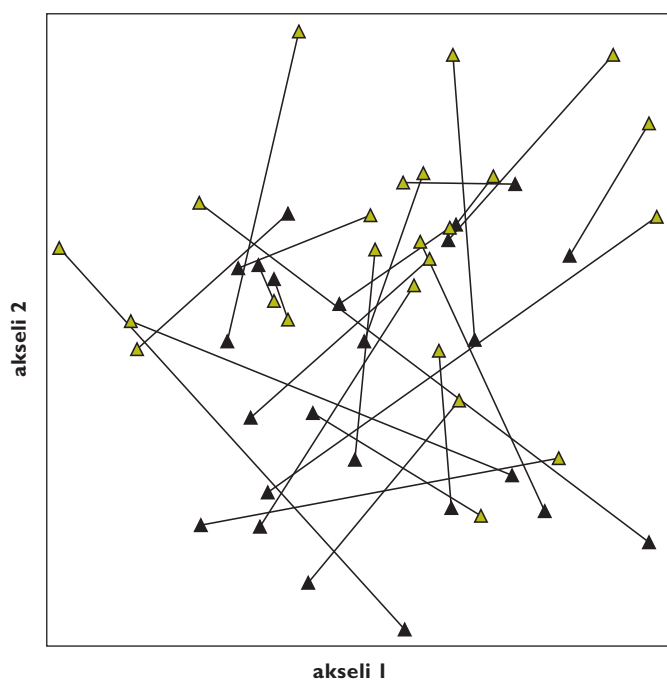
Kuva 10. Sammalten ekstinktio- ja kolonisaatioprosentit ovat yhteydessä yleisyyden muutokseen. Lajit, jotka ovat samanaikaisesti hävinneet useilta lähteiltä ja asuttaneet voimakkaasti uusia, on nimetty. Lajit lyhenteinä. Suomenkieliset nimet kts. Liite 7. a. $r_s = -0,427$, $n=54$, $p=0,001$; b. $r_s = 0,898$, $n=54$, $p < 0,0001$

Sammalyhteisöjen koostumus

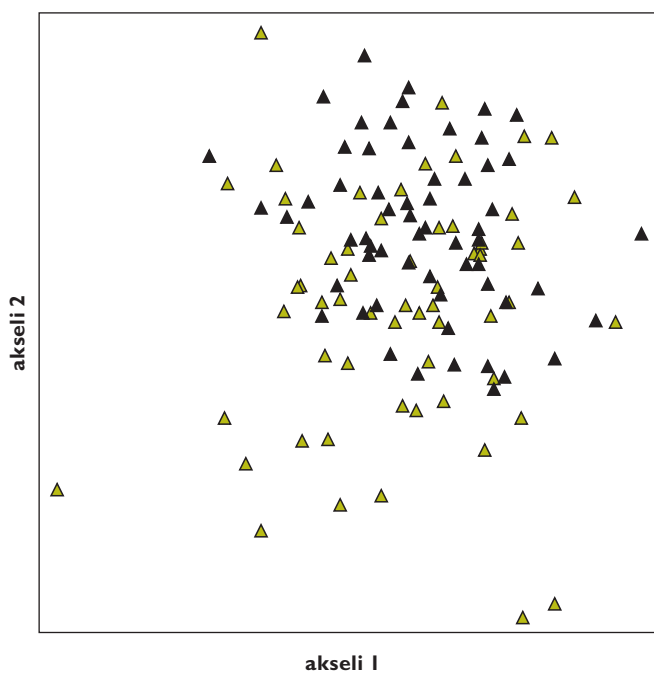
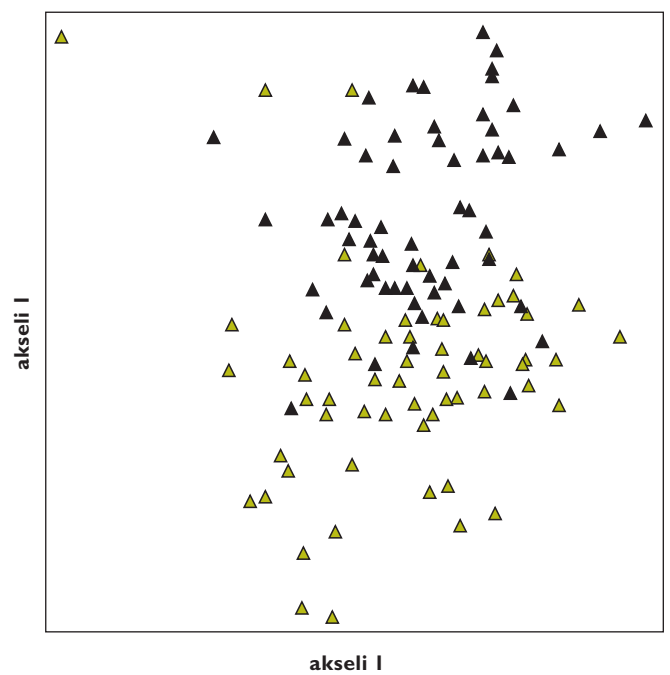
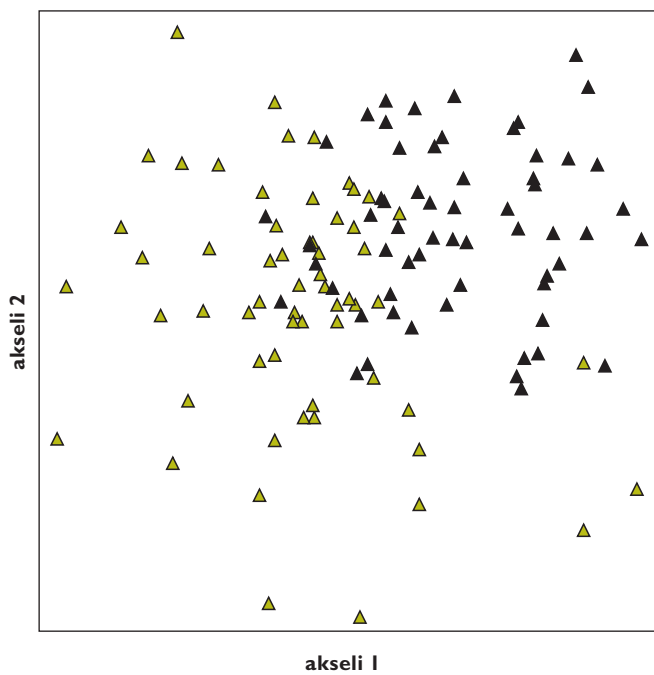
Sammalyhteisöjen koostumuksia peittävyysaineistosta vuosina 1953 ja 2006 MRPP-testillä vertailtaessa aika osoittautui tilastollisesti merkitseväksi koostumukseen vaikuttavaksi tekijäksi (Taulukko 7), vuosien 1953 ja 2006 sammalyhteisöt erosivat kuitenkin vain heikosti toisistaan. Kolmiulotteisen runsausaineistosta piirretyn NMS – ordinaatiokuvan (Kuva 11) mukaan lähteiden sammalyhteisöjen koostumuksen muutos on ollut yleensä hyvin suurta ja vaikuttaisi siltä kuin se olisi vailla tiettyä suuntaa. Myös kaikki lajit sisältävässä esiintymisaineistossa havaittiin ajan aiheuttavan eroja yhteisön koostumukseen (Taulukko 7). Ero vuosien välillä on selvempi kuin peittävyysaineistossa. Suurin vaikutusero (A) saatiin käyttämällä liitteen 5 mukaisten lajien esiintymisaineistoa, ero kaikki lajit sisältävään esiintymisaineistoon on kuitenkin pieni. Ordinaatio on tästä syystä esitetty ainoastaan karsitusta esiintymisaineistosta (Liitteen 5 lajit). Lajien esiintymisten perusteella piirretyssä ordinaatiokuvassa (Kuva 12) eri vuosien lähteet erottuvat kenties hieman selvemmin kuin runsausaineistosta piirretyssä (Kuva 11). Muutos lähteiden sisällä näyttäisi olevan lajien esiintymisaineiston perusteella hieman selvemmin tietyn suuntaista kuin näytealojen perusteella, joskin pääsuunnasta täysin poikkeaviakin muutoksia lajikoostumuksessa on tapahtunut. Selvimmin lähteiden muutoksen suuntaus näkyy akselien 1 ja 2 suhteen piirretyssä ordinaatiossa (Kuva 13), jossa suurin osa muutoksista näyttäisi olevan akselin 1 suuntaisia. Paremmin yhteisön muutoksen suuntaa voi kuitenkin tarkastella muutoksen suuntaa kuvaavien kulmien suhteen piirretyssä kuvasta, mistä lisää jäljempänä.

Taulukko 7. Vuoden vaikutus sammalyhteisön koostumukseen erilaisilla aineistoilla. NMS-ordinaatiot ovat kolmiulotteisia.

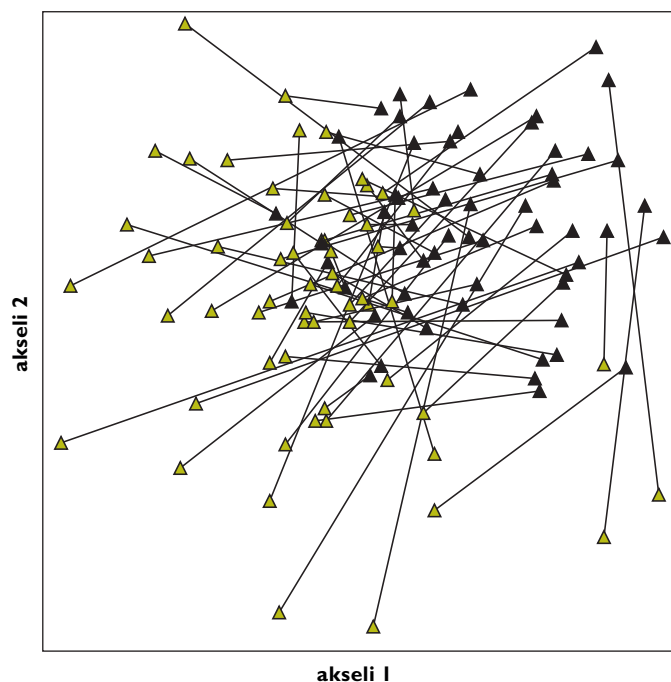
		runsausaineisto (prosenttiset peittävydet näytealoilta)	esiintymisaineisto, kaikki lajit	esiintymisaineisto, liitteen 5 lajit
NMS	stressi lähteitä	17,5 24 molemmilta vuosilta	19,0 60 molemmilta vuosilta	18,6 60 molemmilta vuosilta
MRPP	A p	0,019 0,0004	0,055 <0,00001	0,061 <0,00001



Kuva 11. Yhteisön lajikoostumuksen muutokset lähteittäin runsausaineistosta vuosien 1953 ja 2006 välillä akselien 1, 2 ja 3 suhteen kuvattuna (NMS). Kolmiot edustavat kuvassa lähteitä vuosina 1953 (▲) ja 2006 (▲). Saman lähteen eri vuosien koordinaatit on yhdistetty vektorilla.



Kuva 12. Karsitusta, ainoastaan liitteen 5 lajit sisältävästä esiintymisaineistosta muodostettu kolmiulotteinen NMS-ordinaatio. Vihreät kolmiot (\blacktriangle) kuvaavat tilannetta vuonna 1953 ja mustat (\blacktriangle) vuonna 2006.

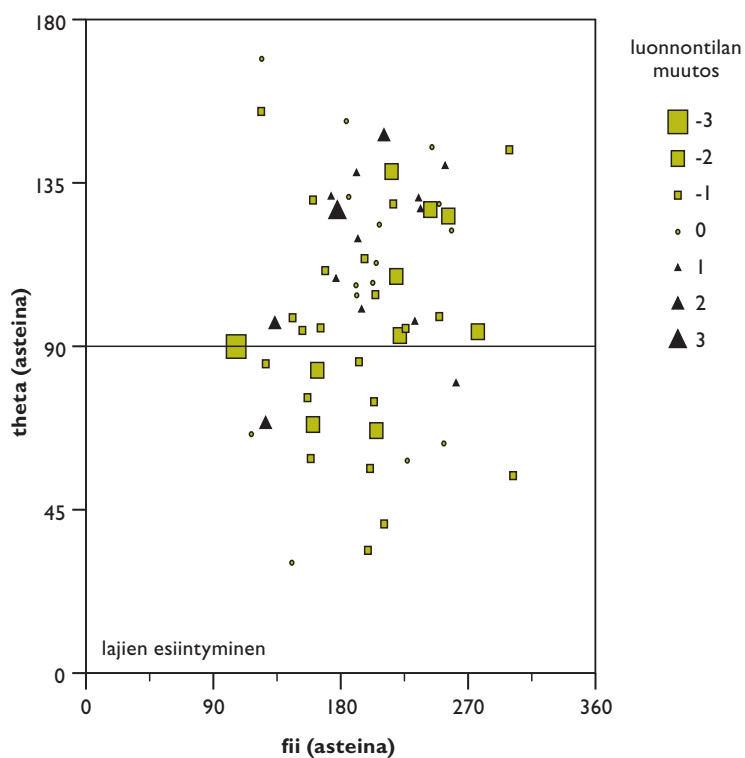
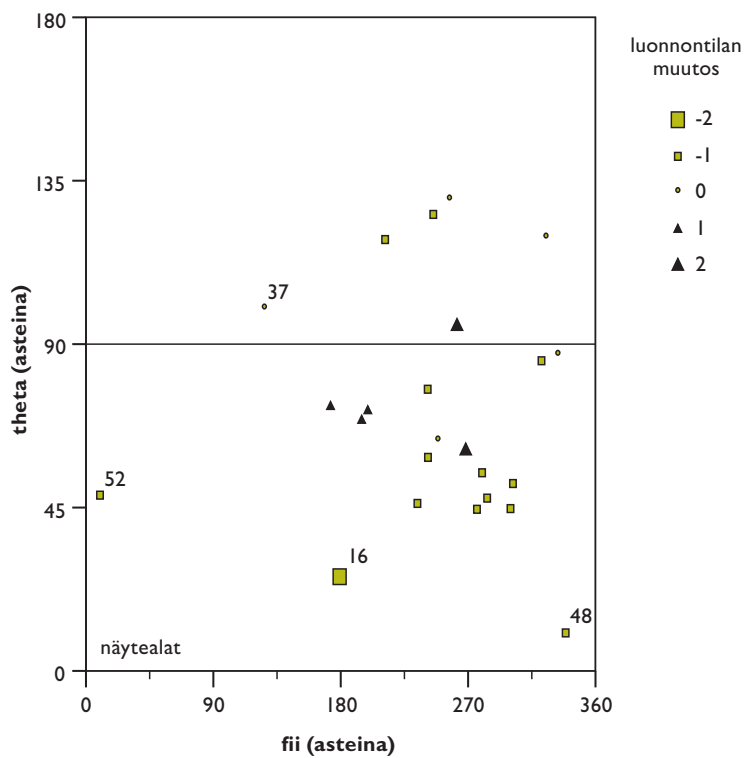


Kuva 13. Esiintymisaineistosta (Liitteen 5 lajit) muodostettu kolmiulotteinen NMS-ordinaatio, joka kuvaa lajiston muutosta vuosien 1953 (▲) ja 2006 (▲) välillä. Saman lähteen eri vuosien koordinaatit on yhdistetty vektorilla. Selvyyden vuoksi ainoastaan ordinaatio akselien 1 ja 2 suhteen, jossa muutos näkyy selvimmän, on esitetty. Kuva ovat vektoreita lukuun ottamatta sama kuin akselien 1 ja 2 suhteen piirretty kuvassa 12.

Sörensenin indeksillä näytealoista laskettu lähteikköjen samankaltaisuus vuosien 1953 ja 2006 välillä on keskimäärin 0,200 (sd=0,147) ja lajien esiintymisistä laskettu samankaltaisuus 0,333 (sd=0,167). Sammalyhteisöjen muutos on ollut siten hyvin suurta. Luonnontilan muutos ei selitä sammalyhteisön koostumuksen muutosten suuruutta (samankaltaisuusindeksin suuruutta) runsausaineistossa ($F_{4,19}=0,198$, $p=0,937$) eikä esiintymisaineistossa ($F_{6,53}=0,905$, $p=0,499$).

Sammalyhteisöjen muutoksen suuntaa tarkasteltiin edellä ordinaatiokuvien perusteella. Suunta on kuitenkin paremmin hahmotettavissa kuvaparista 14, jossa se on ilmaistu kahden kulman avulla ja koko tulos on nähtävissä yhdellä kertaa. Sekä näytealojen että lajien esiintymisen (Liitteen 5 lajit) perusteella tarkasteltuna havaitaan, että lähteet ovat muuttuneet keskimäärin jokseenkin samaan suuntaan, varsinkin kun tarkastellaan lajien esiintymistä (Kuva 14, alempi). Mikäli muutos olisi ollut lähteillä sattumanvaraista, tulisi lähteiden sijoittua muutoksen suhteen tasaisesti kaikkiin mahdollisiin suuntiin. Kuitenkin lajien esiintymisen perusteella havaitaan lähteiden keskittyvän ϕ :n suhteen 180 asteen tienoille. Näytealoilla (Kuva 14, ylempi) muutos on ollut vaihtelevamman suuntaista ja osalla lähteistä muutoksen suunta on poikennut keskimääräisestä huomattavankin paljon. Luonnontilaltaan eriasteisesti muuttuneet lähteet eivät ole tulosten perusteella muuttuneet eri suuntaan.

Indikaattorilajianalyysillä löytyi aineistosta riippuen vaihteleva määrä indikaattorilajeja molemmille vuosille. Runsausaineistosta löytyi vähemmän tilastollisesti merkitseviä indikaattorilajeja kuin esiintymisaineistoista (Taulukko 8).



Kuva 14. Sammalyhteisöjen muutoksen suunta ilmaistuna kahden kulman, φ (fii) ja θ (theta) avulla. Ylemmässä kuvassa muutos näytealoilla ja alemmassa lajien esiintymisessä. Luonnontilan muutos tarkoittaa luonnontilaluokan muutosta: -3 tarkoittaa luonnontilaluokan muutosta kolme luokkaa kulttuurivaikutteiseen päin ja 3 vastaavasti luonnontilaiseen päin. Viiva 90 asteen kohdalla kuvaa tasoa, jossa z-koordinaatti on nolla. Ylempään kuvaan on nimetty yleisistä suunnasta voimakkaimmin poikkeavat lähteet.

Taulukko 8. Indikaattorilajit vuosille 1953 ja 2006 runsaus- ja esiintymisaineistoista. Taulukossa on esitetty ainoastaan merkitsevät tulokset (Monte Carlo, $p < 0,05$).

1953	runsausaineisto (prosenttiset peittävydet näytealoilta)		esiintymisaineisto, kaikki lajit		esiintymisaineisto, liitteen 5 lajit	
	IV (%)	p	IV (%)	p	IV (%)	p
heterahkasammal	56,3	0,011	48,0	0,001	48,0	0,005
kalvaskuirisammal			31,9	0,034	31,9	0,020
kampasammal	33,3	0,004	14,8	0,002		
kultasammal			18,5	0,002	18,5	0,001
lettokynsisammal			16,7	0,006	16,7	0,004
lettorahkasammal	49,6	0,048	62,2	0,001	62,2	0,001
lettoväkäsammal			17,6	0,019	17,6	0,012
rassisammal			20,4	0,002	20,4	0,003
sirppiluhtasammal					8,3	0,049
<i>Sphagnum recurvum</i> -ryhmä					22,3	0,035
<i>Sphagnum subsecundum</i> -ryhmä			28,3	0,001	28,3	0,001
haaraliuskasammal	20,7	0,046	28,7	0,001	28,7	0,001
nauhasammal	54,0	0,007	38,5	0,001	38,5	0,002
2006	runsausaineisto (prosenttiset peittävydet näytealoilta)		esiintymisaineisto, kaikki lajit		esiintymisaineisto, liitteen 5 lajit	
	IV (%)	p	IV (%)	p	IV (%)	p
isolehvasammal	25,0	0,037	28,7	0,001	28,7	0,001
korpilehvasammal			40,2	0,001		
lähdelehvasammal			57,6	0,001	57,6	0,001
lampisirppisammal					8,3	0,047
luhtakuirisammal			48,7	0,001	48,7	0,001
okarahkasammal	61,7	0,001	51,9	0,001	51,9	0,001
pallopäärahkasammal			11,9	0,031	11,9	0,034
purosuikerosammal			48,6	0,002	48,6	0,001
hetealvesammal			41,6	0,035	41,6	0,041
keuhkosammal			20,1	0,045	20,1	0,050
lapasammalet	27,9	0,035	39,5	0,012	39,5	0,010

Tulosten tulkinta

Luonnontila

Ulvisen (1955) tutkimuksen aikana täysin luonnontilaisia lähteistä oli 26 %. Lähteiden luonnontila on heikentynyt tarkastelujakson aikana entisestään: vuonna 2006 enää 7 % (4) säilyneistä lähteistä oli täysin luonnontilaisia. Luonnontila on heikentynyt erityisesti lähteillä, jotka ovat olleet Ulvisen (1955) tutkimuksen aikaan jokseenkin tai täysin luonnontilaisia. Yksikään vuonna 1953 täysin luonnontilainen lähde ei

ole säilynyt täysin luonnontilaisena. Lähteen luonnontilaluokituksen muuttuminen esimerkiksi ojituksen vaikutuksesta voidaan katsoa kertaluontoiseksi tapahtumaksi. Ojitetun lähteen luonnontilaluokka on monesti niin alhainen, ettei se voi enää laskea, ellei lähde sitten kuiva ja kasvillisuus häviä ojituksen vaikutuksesta kokonaan. Toisin sanottuna käytetystä luonnontilaisuuden asteikosta saattaa johtua, ettei kulttuuri-vaikutteisten kohteiden luonnontila ole laskenut: ei yksinkertaisesti ole olemassa alemmaa luokkaa, johon täysin kulttuurivaikutteinen lähde voisi pudota. Käytetty luonnontilaisuuden luokittelu on subjektiivinen, vaikka subjektiivisuuden vaikutusta on pyritty pienentämään laatimalla hyvin yksityiskohtaiset kriteerit luonnontilaisuusluokan määrittämiseksi (Liite 3.). Ulvisen (1955) luokittelukriteerit ovat saattaneet olla tiukemmat kuin nyt käytetyt, sillä 50-luvulla lähteiden luonnontilaisuuden taso on yleisesti ottaen ollut korkeampi. Asiasta ei voi kuitenkaan varmistua, sillä Ulvinen ei ole gradussaan (1955) määritellyt luokkia tarkemmin. Jotain kuvaa voi saada lähteiden kuvauksia ja luokitusta vertaamalla, mutta lähdekuvauksessa ei ole todennäköisesti kerrottu kaikkia päätökseen vaikuttaneita seikkoja. Ulvisen (1955) lähdekuvauksia lähteiden nykytilaan verrattaessa huomattiin luonnontilan muutoksen ilmenevän melko hyvin luonnontilaluokan muutoksena. Ainoastaan viidellä sellaisella lähteellä, lähteillä 2, 10, 22, 60 ja 80, joiden luonnontilaluokka oli säilynyt samana, luonnontila oli selvästi alentunut Ulvisen (1955) kuvaukseen verrattuna. Nyt käytetyn luokituksen perusteiden yhdenmukaisuus Ulvisen käyttämään lienee riittävä muutoksen suunnan kuvaamiseen. Selvää on, että lähteiden tila on voimakkaasti heikentynyt, mutta tarkkojen määrällisten johtopäätösten tekemistä hankaloittaa tiedon puuttuminen Ulvisen (1955) luokitteluperusteista.



Kuva 15. Rahkasammalvaltaista tihkupintaa avoimeksi hakatussa korvessa Korpelan luoteispuolella Luumäellä.

Luonnontilan heikentymisestä saadut tulokset ovat yhteneväisiä Heinon ym. (2005) tutkimuksen kanssa. Myös Ilmosen (2007) tulokset ovat samansuuntaisia, vaikka menetelmäeroista johtuen tuloksia ei voikaan suoraan verrata. Luonnontilaisten lähteiden osuus on tutkimusalueella kuitenkin pienempi kuin kummassakaan edellä mainitussa tutkimuksessa. Ilmonen (2007) mainitseekin luonnontilaisten lähteiden määrästä saamansa luvun olevan luultavasti yliarvio. Toisaalta Ohtosen ym. (2005) Pohjois-Karjalasta saamiin tuloksiin verrattuna Salpausselän lähteiden luonnontila on hyvin samankaltainen. Ero Heinon ym. (2005) tutkimukseen selittynee lähteiden luonnontilassa olevilla maantieteellisillä eroilla. Etelä-Suomessa on yksinkertaisesti säilynyt vähiten luonnontilaisia lähteitä (Leka ym. 2008). Eroja saattaa aiheuttaa myös se, että tässä tutkimuksessa vertailukohtana käytetty, vuoden 1953 mukainen tilanne (Ulvinen 1955), oli erilainen kuin Saastamoisen (1989), jota Heino ym. (2005) käyttivät. Heino ym. (2005) uudelleen tutkimat lähteet olivat 80-luvun lopussa lähes luonnontilaisia (Saastamoinen 1989), kun taas nyt uudelleen tutkitut Ulvisen (1955) lähteet olivat vaihtelevasti ihmistoiminnan muuttamia jo 50-luvulla. Lähteen eri vuosien luonnontilaisuudella ei havaittu kuitenkaan olevan yhteyttä, joten historialliset tekijät eivät ole todennäköinen selitys. Ilmosen (2007) aineisto on luultavasti puutteellinen tihkupintojen osalta. Karttatarkastelussa ei ole myöskään voitu havaita kaikkia ihmistoiminnasta kertovia tekijöitä, kuten hakkuita ja pienimuotoisia rakenteita tai muita karttoihin merkitsemättömiä häiriötekijöitä (Ilmonen 2007). Muun muassa nämä seikat selittävät luonnontilaisten lähteiden määrän eroa. Toisaalta Ilmosen (2007) tutkimuksessa ihmistoiminnan vaikutus on otettu huomioon 100 metrin matkalta, tässä tutkimuksessa on tyydytty ”välittömään lähiympäristöön”. Mikäli tarkastelu olisi ulotettu 100 metrin päähän, yksikään lähteistä ei olisi ollut täysin luonnontilainen. Lopuksi on todettava, että luonnontilaisuuden määrittelyerojen vuoksi tulokset eivät ole täysin vertailukelpoisia muiden tutkimusten kanssa.



Kuva 16. Lähteistä lettorämettä sähkölinjalla Riistamaassa Anjalankosken Kaipiaisissa.

Tässä tutkimuksessa käytetty luokitteluasteikko ei ole välttämättä sellaisenaan sovellettavissa muualla Suomessa käytettäväksi. Luokittelu soveltuu parhaiten erias-teisesti ihmistoiminnan muuttamien lähteiden luokitteluun. Mikäli luokitusta käytet-täisiin pohjoisemmassa Suomessa, se ei erottelisi lähteitä luonnontilan mukaan enää niin hyvin, sillä luonnontilan skaala on eri. Tiukemmalla asteikolla tarkasteltuna lähes kaikki tutkitut lähteet olisi voitu lukea kulttuurivaikutteisiksi.

Ojitukset olivat tärkein luonnontilaa laskeva tekijä, kuten Heino ym. (2005) tutki-muksessa Itä-Suomessa. Ojittaminen ei näyttäisi tuhoavan lähdeä kokonaan kovin-kaan usein, sillä lähdevaikutteisten ojien määrä säilyneillä lähteiköillä oli suuri. Läh-delajit pystyvät käyttämään ojia vaihtoehtoisena kasvupaikkana. Aiheesta on tehty aiemminkin havaintoja (kts. esim. Ilmonen ym. 2001), mutta lähdevaikutteisten ojien sammallajistoa ei ole varsinaisesti tutkittu. Oleellisinta kasvillisuuden säilymisen kan-nalta lienee ojan häiriöttömyys, toisin sanottuna perkausväli. Muiden luonnontilaa laskevien tekijöiden vaikutukset lähteiden säilymiseen ovat hyvin erilaisia ja eriastei-sia. Esimerkiksi vedenoton vaikutukset riippuvat oletettavasti pumpattavan veden määrästä suhteessa lähteen antoisuuteen. Haitallisia vaikutuksia ei välttämättä ilme-ne, mikäli vedenotto ei kuivata lähdeä. Salpausselän alue on tärkeää pohjavesialuet-ta ja siitä johtuu vedenoton suuri edustus lähteiden luonnontilaa laskevissa tekijöissä. Voimakkaimmin lähteitä lopullisesti tuhoava tekijä on rakentaminen. Muut tekijät ei-vät välttämättä tuhoa lähdeä kokonaan: lähde voi siirtyä vaihtoehtoiseen paikkaan, esimerkiksi suo-ojaan, tai säilyä pienialaisempana ja luonnontilaltaan heikentyneenä entisellä paikallaan. Rakentamisen vaikutus näkyy laajentuneiden asutuskeskusten, erityisesti Kouvolan ympäristössä tuhoutuneiden lähteiden keskittymänä. Tutki-muksen mukaan hakkuiden vaikutukset tuskin ovat ainakaan välittömästi lähdeä kokonaan tuhoavia, poikkeuksena mahdollisesti pienialaiset tihkupinnat (kts. myös Ohtonen ym. 2005). Hakkuiden vaikutus on ajourien muodostuminen ja puuston var-jostuksen poistuminen, mistä edelleen seuraa pienilmaston muuttuminen. Muutama lähde sijaitsi avohakatuilla sähkölinjoilla. Näille kohteille oli muodostunut omalei-maisia letto- tai lettorämemäisiä tihkupintoja, jollaisia ei juuri esiintynyt muualla. Metsätalouden - ojitusten, hakkuiden, muiden metsätalouden vaikutusten ja reuna-vaikutusilmiön kautta tulevien hakkuiden vaikutusten - lähteitä muuttava vaikutus on Salpausselällä hyvin suuri. Sama havaittiin myös Pohjois-Karjalassa (Ohtonen ym. 2005). Metsälain asema luonnontilaisten lähteiden suojelussa onkin alueella hyvin keskeinen. Lopuksi on huomattava, että tutkimuksessa luonnontilaa heikentäneellä tekijällä tarkoitetaan ainoastaan niitä tekijöitä, jotka olivat tutkimushetkellä ilmeisiä. Lähteillä on voinut tapahtua muitakin muutoksia, eikä lähteen tuhoutumisen syy ole välttämättä se, miltä se tutkimushetkellä näyttää.

Lähteen tuhoutuminen määritettiin tutkimuksessa käytännön syistä lähdesammal-ten puuttumisen kautta. Tällainen määritelmä on kaikkea muuta kuin ongelmaton, mutta olosuhteet huomioon ottaen aivan välttämätön. On mahdollista, että (suurin) osa vuoteen 2006 mennessä tuhoutuneista lähteistä (lähteet 1, 13, 18, 25, 29, 38, 42, 45, 58, 69, 76) on lähdesammalille mahdollisia elinympäristöjä, vaikka niiltä ei nyt tavattukaan lähdesammalia. Asian tutkiminen olisi vaatinut siirtoistutuksia (Söderström & During 2005). Kaksi lähdeä, lähteet 11 ja 20, olisi tulkittu nykyisillä kri-teereillä tuhoutuneiksi vuonna 1953, sillä niillä ei esiintynyt yhtään lähdesammalta. Paikallisesta dynamiikasta johtuen kaikki laikut eivät ole välttämättä samanaikaisesti lajin asuttamia (Silvertown & Charlesworth 2001): kaikilla lähteillä ei tavata lähde-sammalia. Lähdesammalten populaatioiden mahdollista metapopulaatorakennetta ei ole tutkittu, eikä aiheeseen ole tässäkin tutkimuksessa erityisesti paneuduttu. Toisaalta on myös mahdollista, että lähdesammalia esiintyy kohteella, vaikka paik-ka ei olisikaan enää niille sovelias elinympäristö, sillä lajin häviäminen tapahtuu viiveellä. Lähdesammalet voivat olla jääne elinympäristön aiemmasta tilasta ja olla vasta häviämässä alueelta.

Lajimäärä

Lähdekohtaisen lajimäärän havaittiin laskeneen vuodesta 1953 vuoteen 2006. Lajimäärän havaittivat tutkimuksessaan laskeneen myös Heino ym. (2005). Heidän mukaansa lajimäärän lasku liittyy alueellisiin, laajemman mittakaavan muutoksiin, joita he eivät sen tarkemmin eritelleet. Tässä tutkimuksessa lajimäärän lasku ei ole tulosten perusteella seurausta luonnontilan laskusta, vaan se selittyy todennäköisesti lähde- ja erityisesti lettolajien sekä tietyntyyppisten lähteiden harvinaistumisella, mistä lisää jäljempänä. Osin lajimäärän lasku voi olla seurausta myös lähteiden koon pienenemisestä luonnontilan laskiessa. Koon muutoksiin on valitettavasti mahdotonta päästä jälkikäteen kiinni, sillä Ulvinen (1955) ei ole kirjannut ylös lähteiden kokoja. Lajimäärän muutoksia tällaisessa seuranta-tutkimuksessa saattavat aiheuttaa myös eräät menetelmien eroista johtuvat tekijät, muun muassa kartoitukseen käytetty aika. Maastossa käytetty aika lienee kuitenkin samaa luokkaa kuin Ulvisella. Luonnollisesti havaittuun lajimäärään vaikuttavat myös tekijän ominaisuudet: lajintuntemuksen taso ja kokeneisuus. Ei ole syytä olettaa, että näissä tekijöissä tutkimusten tekijät eroavat toisistaan (T. Ulvinen suul.).

Lähdelajien määrä/lähde osoittautui vähentyneen vähemmän kuin muiden lajien määrä. Tulos on jossain määrin yllättävä, sillä lähdelajien oletettiin vähentyneen kaikista eniten. Toisaalta muissa lajeissa on runsaasti harvinaistuneita lettolajeja, joiden vaikutus lajimäärän laskuun on huomattava. Itse asiassa harvinaistuneista lajeista useampi on letto- kuin lähdelaji. Letoilla ja lettokorvissa sijaitsevia lähteitä oli säilynyt vuoteen 2006 huomattavan vähän Ulvisen (1955, s. 236–237) lähteiden tyyppitelyyn verrattuna. Lähdelajien harvinaistumisesta suhteessa muihin lajeihin saatu tulos saattaa johtua osin myös aineiston keruussa tehdystä painotuksesta: päähuomio keskitettiin nimenomaan lähdesammaliin. Aineiston keruusta syntynyttä vinoumaa pyrittiin korjaamaan käyttämällä lajimäärän laskemiseen vain tietyt lajit sisältävää listaa. Lajimäärään ei hyväksytty laskettavaksi lajeja, joiden esiintymisen aineistossa arveltiin olevan voimakkaasti tekijästä ja näytealojen sijoittelusta riippuvaista. Heino ym. (2005) eivät havainneet, että lähdesammalten ja muiden lajien välillä olisi ollut eroa lajimäärän muutoksessa vuosien välillä. Ero johtunee erilaisesta käsityksestä, mikä on lähdelaji. Heino ym. (2005) tutkimuksessa lähdelaji oli käsitetty laajemmassa mielessä, lähteillä tavattavana lajina.

Lajien runsaus

Huomionarvoista runsausmuutoksissa on, että lajit, joiden runsaus on laskenut, ovat nimenomaan lähteiden, lettojen ja korpien lajeja. Tulos on odotettu, sillä rehevien soiden tila on Etelä-Suomessa erityisen heikko (Virkkala ym. 2000) ja monet näiden elinympäristöjen lajit ovat taantuneet koko maassa tai erityisesti Etelä-Suomessa (Ulvinen ym. 2002). Lajit, jotka ovat runsastuneet, ovat vastaavasti ympäristövaatimuksiltaan laajempialaisempia, luhtien ja muiden kosteiden ympäristöjen yleislajeja. Tulokset ovat tältä osin samansuuntaisia Heino ym. (2005) saamien tulosten kanssa. Itä-Suomessa havaittiin kuitenkin 14 vuoden aikana ainoastaan yhden lettolajin, lettohiirensammalen (*Bryum pseudotriquetrum*), osalta sama runsauden lasku kuin tässä tutkimuksessa (Heino ym. 2005) (Taulukko 9). Tutkimuksissa ei ole yhtään lajia, joka olisi runsastunut sekä Itä-Suomessa että Salpausselällä. Kyseisessä tutkimuksessa havaittiin myös neljän sellaisen lajin, kahden lähdelajin (purolähdesammalen *Philonotis fontana* s.lat. ja hetesirppisammalen *Warnstorfia exannulata*), yhden lettolajin (rimpi-sirppisammalen *Scorpidium revolvens*) ja esiintymiseltään edellisiä laaja-alaisemman karvaskuirisammalen (*Straminergon stramineum*), runsauden lasku, jota ei havaittu Salpausselällä. Yksi laji, korpilahkasammal (*Sphagnum girgensohnii*), oli runsastunut Itä-Suomessa, mutta ei Salpausselällä. Heino ym. (2002) tutkimuksessa ei puolestaan

Taulukko 9. Runsausmuutosten vertailu Heino ym. (2005) tutkimuksen ja tämän tutkimuksen välillä. Taulukossa on esitetty ainoastaan merkitsevät tulokset ($p < 0,05$; Itä-Suomi: Wilcoxon, Salpausselkä: Mann-Whitney U). – lajin runsaus on laskenut, + laji on runsastunut, 0 runsaus ei ole muuttunut, ? muutosta ei ole tarkasteltu. * = lähdelajit liitteen 5 mukaan.

	Itä-Suomi (Heino ym. 2005)	Salpausselkä (tämä tutkimus)
hetehiirensammal*	0	-
heterahkasammal*	+	-
hetesirppisammal	-	0
kalvaskuirisammal	-	0
corpikarhunsammal	+	?
corpilehvasammal	0	-
corpirahkasammal	+	0
lettohiirensammal	-	-
okarahkasammal	-	+
purolähdesammal s.lat.	-	0
purosuikerosammal*	0	-
rimpisirppisammal	-	0
lapasammalet	-	+
nauhasammal	?	-

havaittu neljän lajin, letoilla kasvavan nauhasammalen (*Aneura pinguis*), lähteillä kasvavien hetehiirensammalen (*Bryum weigeli*) ja purosuikerosammalen (*Brachythecium rivulare*) sekä corpilaji corpilehvasammalen (*Plagiomnium ellipticum*), runsauden laskua. Heterahkasammal (*Sphagnum warnstorffii*), jonka peittävyys on tämän tutkimuksen mukaan laskenut Salpausselän lähteillä, on runsastunut Itä-Suomessa (Heino ym. 2005). Tässä tapauksessa kyseessä voivat olla alueelliset erot, sillä Ulvinen ym. (2002) toteavat lajin elinympäristöjen taantuneen ojitusten takia erityisesti Etelä-Suomessa. Runsaus on muuttunut eri suuntaan myös okarahkasammaleella (*Sphagnum squarrosum*) ja lapasammalilla (*Pellia* spp.): molemmat ovat runsastuneet Salpausselällä ja toisaalta niukentuneet Itä-Suomessa. Salpausselällä ei havaittu Heinin ym. (2002) havaitsemaa rahkasammalten peittävyyden kasvua. Muutosta oli tapahtunut lajeissa, hete- ja lettorahkasammalet (*Sphagnum teres*) olivat monin paikoin vaihtuneet vaatimattomampiin lajeihin, kuten oka- ja corpirahkasammaleeseen, ei niinkään rahkasammalten peittävyydessä sinänsä. Asiaa ei kuitenkaan testattu tilastollisesti. Lopuksi on huomautettava, että tilastollinen testaus erosi tutkimusten välillä: Heino ym. (2005) olivat tutkineet runsauden muutosta parittaisella testillä (Wilcoxon), kun tässä tutkimuksessa käytettiin riippumattomien otosten testiä (Mann-Whitney U). Wilcoxon testaa peittävyyden muutosta ajankohtien välillä samalla lähteellä, Mann-Whitney testaa peittävyyden yleistä muutosta alueella. Parittaisessa vertailussa havaitaan Salpausselällä ainoastaan neljällä lajilla (lettohiirensammal, heterahkasammal, nauhasammal ja lapasammalet) lähdekohtaisen peittävyyden muutos (Juutinen, julkaisematon). Ero johtuu osittain parittaiseen vertailuun käytettävissä olevan aineiston pienuudesta verrattuna riippumattomien otosten testiin. Parittaisessa testissä voidaan käyttää ainoastaan lähteitä, joilta on olemassa näyteala-aineistoa molemmilta vuosilta ($n=24 \times 2$), riippumattomien otosten testiin sen sijaan on otettu mukaan kaikki lähteet vuodelta 2006 ja vuodelta 1953 kaikki lähteet, joilta oli mitattu peittävyyttä ($n=61+26$).

Heikkisen & Reinikaisen (2001) mukaan eri vuosina tehtyjen inventointien runsauksien ja yleisyyksien vertailun luotettavuutta parantaa, jos runsauden ja esiintymisfrekvenssin muutosten lisäksi tarkastellaan lajien runsauden ja yleisyyden sijaluvussa

tapahtuneita muutoksia. Mikäli runsauden tai esiintymisfrekvenssin muutoksen lisäksi havaitaan muutos sijaluvussa, on päätelmä muutoksesta varmemmalla pohjalla kuin pelkän frekvenssin pohjalta (Heikkinen & Reinikainen 2001). Kaikkien tilastollisesti merkitsevästi ($p < 0,05$; Mann-Whitney U) runsastuneiden tai niukentuneiden lajien sijaluku on muuttunut (Taulukko 10). Tuloksia voidaan täten pitää melko luotettavina. Kuitenkin kahden sammalen (purosuikero- ja korpilehväsamalten) kohdalla sijaluvun muutos on niin pieni, että harvinaistumisesta tai yleistymisestä ei voi sanoa mitään varmaa. Voimakkainta on ollut lähdelaji hetehiirensammalen ja lettolaji nauhasammalen runsauden lasku ja luhtaisuutta ilmentävän okarahkasammalen sekä lapasammalten runsastuminen.

Kaikki lajit, joiden peittävyys on laskenut, on arvioitu maassamme elinvoimaisiksi. Lajeista hetehiirensammal ja heterahkasammal osoittavat Etelä-Suomessa huomionarvoisia luontoarvoja. Luontoarvoja osoittavat lajit ovat yleensä vaateaiiden elinympäristöjen lajeja, jotka ovat alueella taantuneita tai harvinaisia (Ulvinen ym. 2002). Hetehiirensammal on selvä lähdelaji ja heterahkasammal lähde-lettolaji. Alueella tavattavien, molempina vuosina näytealalle sattuneiden valtakunnallisesti tai alueellisesti uhanalaisten lähdelajien (harsosammal *Trichocolea tomentella* (VU), pöimulehväsammal *Plagiomnium undulatum* (RT), haaraliuskasammal *Riccardia multifida* (NT/RT)) runsaus ei ole tulosten mukaan muuttunut. Lajeista erityisesti haaraliuskasammal esiintyi yleensä yksittäisinä versoina muiden sammalten seassa. Niukkojen ja hajanaisten esiintymien sattuminen näytealalle on hyvin sattumanvaraista. Näytealojen määrä vaikuttaa näissä tapauksissa, ei varsinaisesti itse runsauteen, vaan siihen saadaanko lajista ollenkaan, sen jäädessä näytealan ulkopuolella, runsautta mitattua. Muiden uhanalaisten lajien runsaudessa tapahtuneita muutoksia ei voitu arvioida näyteala-aineiston puuttuessa. Uhanalaisten, harvinaisten ja niukkojen kasvustoina esiintyvien lajien runsausmuutosten seurantaan sopivatkin paremmin niiden seuranta varten perustetut kiinteät näytealat.

Lajien runsausmuutosten tulkintaa vaikeuttaa Ulvisen (1955) näytealojen sijoittelumenetelmään liittyvä epävarmuus ja tuloksiin tulee suhtautua tietyllä varauksella. Runsausten vertailu perustuu oletukseen, että näyteala-aineistot on kerätty samalla tavalla. Näytealojen sijoittelu vaikuttaa eniten niukoista lajeista saatuihin peittävyystuloksiin. Oletuksena oli, että Ulvisen näytealat olisi sijoitettu järjestelmällisesti kasvillisuuden kannalta parhaille ja hienoimmille paikoille. Vuonna 1953 runsaana esiintyneiden lajien peittävyys on kuitenkin laskenut useammin kuin lajien, jotka olivat tuolloin niukkoja. Mikäli saadut tulokset olisivat seurausta oletetun kaltaisista näytealojen sijoittelun eroista, olisi vuonna 1953 peittävyydeltään niukkojen lajien

Taulukko 10. Yhteenveto merkitsevistä runsauden muutoksista (Mann-Whitney U; $p < 0,05$) ja lajien runsausjärjestyksestä molempina vuosina. 1. tarkoittaa runsainta lajia eli lajia, jonka mediaanipeittävyys on suurin. * = lähdelajit listan (Liite 5.) mukaan.

	runsauden (peittävyiden) muutos	runsaus 1953 (järjestysluku)	runsaus 2006 (järjestysluku)
hetehiirensammal*	-	7.	20.
heterahkasammal*	-	5.	16.
korpilehväsammal	-	7.	11.
lettohiirensammal	-	14.	20.
okarahkasammal	+	34.	20.
purosuikerosammal*	-	2.	5.
lapasammalet	+	34.	26.
nauhasammal	-	19.	36.

peittävyys pitänyt laskea eniten. Näytealat pyrittiin tässä tutkimuksessa sijoittamaan lähteelle mahdollisimman edustavasti, keskimääräisille paikoille, karttamatta niukkasammaleisiakaan alueita, mikäli ne olivat lähteelle tyypillisiä. Kun tämä otetaan huomioon, voitaneen todeta, että peittävyysmuutokset tuskin johtuvat yksinomaan näytealojen sijoittelun eroista.

Näytealojen mukaan sammat muodostavat lähteillä systemaattisesti selvästi niukempia kasvustoja kuin vuonna 1953. Osittain eroja saattaa selittää näytealojen sijoittelu, mutta kuten yllä todettiin, tämä ei voi kokonaan selittää saatuja tuloksia. Sammalten peittävyys lasku lienee pääasiassa seurausta lähteiden luonnontilan laskusta, kuten edellä todettiin, sillä luonnontila ja sammalten peittävyys korreloivat keskenään positiivisesti. Lähdeojissa ja entisillä lähteisillä pelloilla sammalten peittävyys jää usein hyvin alhaiseksi. Syy kulttuurivaikutteisten lähteiden sammalten peittävyys pienempiin arvoihin voi olla toisilla lähteillä kilpailun voimistuminen putkilokasvien kanssa (kts. myös Saastamoinen 1989) ja toisilla, erityisesti ojissa, kasvuympäristön lyhytaikaisuus. Ojan perkauksesta kulunut aika lienee lyhyehköllä aikavälillä merkittävä sammalten peittävyttä selittävä tekijä.

Lajien yleisyys

Yleisyyden muutoksissa näkyy sama kehitys kuin runsausmuutoksissa: harvinaistuneet lajit ovat enimmäkseen lähteiden ja lettojen sammalia. Suurin prosentuaalinen väheneminen esiintymisfrekvenssissä, eli suurin yleisyyden muutos, on ollut lettolajeilla. Harvinaistuneista lajeista puolet on lettosammalia: nauhasammal (*Aneura pinguis*), lettoväkäsammal (*Campylium stellatum*), lettokynsisammal (*Dicranum bonjeanii*), kampasammal (*Helodium blandowii*), rassisammal (*Paludella squarrosa*) ja kultasammal (*Tomentypnum nitens*). Kaksi lajia ilmentää letto-lähde- (lettorahkasammal *Sphagnum teres*, heterahkasammal *S. warnstorffii*) ja kolme lähdevaikutusta (hetehiirensammal *Bryum weigelii*, purolähdesammal *Philonotis fontana* s.lat. ja haaraliuskasammal *Riccardia multifida*) (Kts. Liite 8). Lähes kaikkien, lukuun ottamatta *Sphagnum fallax*-ryhmälajia ja kalvaskuirisammalta (*Straminergon stramineum*), tutkimuksen mukaan harvinaistuneiden lajien elinympäristöt ovat taantuneet tai osittain taantuneet etenkin Etelä-Suomessa (Ulvinen ym. 2002). Sammalten kannat on kuitenkin arvioitu maassamme elinvoimaisiksi, poikkeuksena kultasammal, joka on arvioitu elinvoimaiseksi ainoastaan pohjoisessa. Puolet harvinaistuneista lajeista, hetehiirensammal, lehtopalmikkosammal (*Breidleria pratensis*), kampasammal, rassisammal, letto- ja heterahkasammalet sekä kultasammal ilmentävät huomionarvoisia luontoarvoja. Valtakunnallisesti tai alueellisesti uhanalaisista lajeista ainoastaan haaraliuskasammal (NT/RT) on tulosten perusteella harvinaistunut tilastollisesti merkitsevästi, mutta myös kahden muun verratun uhanalaisen sammalen, poimulehväsamman (*Plagiomnium undulatum* (RT)) ja varsinkin harsosammalen (*Trichocolea tomentella* (VU)) esiintymien määrä on laskenut.

Yleistyneissä sammalissa on muutama laji, isolehväsamman (*Plagiomnium medium*), luhtakuirisammal (*Calliergon cordifolium*), pallopäärahkasammal (*Sphagnum wulfianum*) ja lapasammalet (*Pellia* spp.), joiden elinympäristöt ovat Ulvisen ym. (2002) mukaan taantuneet. Näistä lajeista luhtakuirisammal pystyy kasvamaan lähteiden lisäksi monenlaisissa muissakin paikoissa, esimerkiksi ojissa ja laji saattaa olla ihmis-toiminnasta hyötyvä. Isolehväsamman yleistymistä sen sijaan on vaikea ymmärtää. Kyseessä voi olla lähteikön rajaamiseen liittyvä harha: isolehväsamman kasvat pinnat on mahdollisesti rajattu vuonna 1953 lähteikön ulkopuolelle (T. Ulvinen suul.). Lapasammalet ovat Salpausselällä erityisen runsaita ojien reunoilla, vaikka Ulvisen ym. (2002) mukaan laji on kärsinyt ojituksista. Tutkimusalueella laji vaikuttaisi jopa ojituksista hyötyvältä. Osittain se, että lapasammalten havaittiin yleistyneen, saattaa olla seurausta niiden sekoittumisesta samannäköisen nauhasammalen kanssa vuonna

1953 (T. Ulvinen suul.). Muita yleistyneitä lajeja ovat korpilajit korpi- (*Sphagnum girgensohnii*) ja pallopääraikasammal sekä luhtalaji okarahkasammal (*S. squarrosum*) ja keuhkosammal (*Marchantia polymorpha*). Osittain korpilahkasammalen yleistyminen voi olla samantapaisen, vuonna 1953 tehdyn lähteikön rajaukseen liittyvän päätöksen aiheuttamaa harhaa kuin isolehväsammalenkin kohdalla (T. Ulvinen suul.). Tätä rahkasammalta kasvavat alueet on ehkä säännönmukaisesti rajattu lähteikön ulkopuolelle. Toisaalta myös vuonna 2006 korpilahkasammal kirjattiin ylös ainoastaan, jos sitä esiintyi lähdesammalten välittömässä läheisyydessä. Jokseenkin samanlainen tilanne on myös pallopääraikasammalen kohdalla (T. Ulvinen suul.). Keuhkosammal on Ulvisen ym. (2002) mukaan ihmistoiminnasta hyötyvä, mikä voi selittää lajin yleistymistä. Laji kasvoikin usein lähdevaikutteisessa ojassa.

Kaikkien harvinaistuneiden tai yleistyneiden lajien esiintymien määrän muutos ilmenee myös yleisyyden sijaluvun muutoksena (Taulukko 11). Varmimpia lajeja, jotka ovat todella harvinaistuneet - lajeja, joilla sijaluvun muutos on suurin - ovat lettolajit lettoväkäsammal, lettokynsisammal, kampasammal, rassisammal ja kultasammal sekä lähdelaji haaraliuskasammal. Sen sijaan useilla harvinaistuneilla lähdelajeilla – hetehiirensammalella, purolähdesammalella (s.lat.) sekä letto- ja heterahkasammalilla - sijaluvun muutos on ollut kohtuullisen pieni. Yleistyneistä lajeista luotettavimmin

Taulukko 11. Yhteenveto merkitsevistä yleisyyden muutoksista (uusia esiintymiä on tilastollisesti enemmän tai vähemmän kuin häviämisiä; merkkitesti; $p < 0,05$) ja lajien yleisyysjärjestyksestä molempina vuosina. 1. tarkoittaa koko aineiston yleisintä lajia eli lajia, jonka esiintymisfrekvenssi on suurin. * = lähdelajit liitteen 5 mukaan. Uhanalaisuus: NT (silmläpidettävä), RT (alueellisesti uhanalainen).

	yleisyyden (esiintymis- frekvenssin) muutos	yleisyys 1953 (järjestysnumero)	yleisyys 2006 (järjestysnumero)
hetehiirensammal*	-	22.	31.
heterahkasammal*	-	2.	9.
isolehväsammal	+	70.	17.
kalvaskuirisammal	-	12.	23.
kampasammal	-	17.	46.
korpilahkasammal	+	70.	14.
kultasammal	-	30.	88.
lehtopalmikkosammal	-	53.	-
lettokynsisammal	-	33.	-
lettorahkasammal*	-	1.	11.
lettoväkäsammal	-	27.	62.
luhtakuirisammal	+	24.	6.
okarahkasammal	+	32.	5.
pallopääraikasammal	+	91.	38.
purolähdesammal s.lat.*	-	8.	11.
rassisammal	-	27.	71.
<i>Sphagnum recurvum</i> -ryhmä	-	18.	42.
<i>Sphagnum subsecundum</i> -ryhmä	-	20.	-
haaraliuskasammal* NT/RT	-	19.	71.
keuhkosammal*	+	35.	23.
lapasammalet	+	15.	7.
nauhasammal	-	11.	25.

todellisuudessa yleistyneitä ovat sijalukujen vertailun perusteella isolehväsammal, korpilehväsammal ja pallopäärahkasammal. Toisaalta juuri näiden lajien yleisyyden muutos saattaa johtua osin lähteikköalueen rajaamisen eroista vuosien välillä (kts. edellä).

Heino ym. (2005) tuloksiin verrattuna lajien esiintymisfrekvenssien muutokset ovat olleet huomattavasti suurempia. Tämä selittynee osittain sillä, että tarkastelujakso oli tässä tutkimuksessa lähes neljä kertaa pidempi. Lisäksi on huomattava, että Heino ym. (2005) tutkimukseen verrattuna sammat ovat yleisesti ottaen tässä tutkimuksessa keskimäärin yleisempiä vuodesta riippumatta. Esimerkiksi Salpausselän lähteiden yleisimmät taksonit, lettorahkasammal (*Sphagnum teres*) vuonna 1953 ja lähde/kilpilehväsammal (*Rhizomnium magnifolium/punctatum*) vuonna 2006, esiintyivät yli 90 prosentilla kaikista lähteistä. Heino ym. (2005) tutkimuksessa mikään laji ei esiintynyt yli puolella kaikista lähteistä. Salpausselän lähteiden sammallajiston vaihtelu lähteiden välillä on pienempää kuin Heino ym. (2005) tutkimilla Itä-Suomen lähteillä. Heino ym. (2005) eivät ole testanneet yksittäisten lajien esiintymien määrän muutosta, joten lajikohtaista vertailua Itä-Suomen ja Salpausselän välillä ei voitu tehdä.

Lajin harvinaistuminen voi johtua useista eri tekijöistä. Elinympäristön laadun heikkeneminen, elinympäristölaikkujen määrän, koon tai etäisyyden muutokset ja stokastiikka voivat kaikki johtaa lajin harvinaistumiseen. Elinympäristön laadun muutokset ovat paikallisen tason dynamiikkaa (Freckleton & Watkinson 2002), ne tapahtuvat yksittäisten lähteiden tasolla. Lähteikköjen määrässä, koossa ja etäisyydessä tapahtuvat muutokset vaikuttavat sen sijaan alueellisella, lähteiden muodostaman verkoston tasolla (Freckleton & Watkinson 2002). Alueen lähteiden luonnontila on selvästi heikentynyt ja lettomaisten lähteiden määrä laskenut. Luonnontilaisia ja lettoisia lähteitä elinympäristökseen vaativien lajien lasku on todennäköisesti seurausta elinympäristön laadun heikkenemisestä. Varsinkin lettosammalten harvinaistuminen saattaa osittain johtua varjostuksen kasvusta lähteiköillä, joka voi olla toisaalta ojituksen aiheuttamaa ja toisaalta luonnollista kehitystä. Muutamalla täysin ojitattomalla lähteiköllä havaittiin muutos lähdevaikutteisesta letosta tai lettokorvesta korpeen päin, jolloin luonnollinen puuston kasvu oli johtanut varjostuksen kasvuun ja lettosammalten häviämiseen.

Lähteikköjen määrä ja koko sekä niiden kautta myös lähteiden välinen etäisyys ovat hyvin todennäköisesti muuttuneet sitten 50-luvun. Herbenin & Söderströmin (1992) tutkimuksen mukaan sammat saattavat olla näistä herkimpiä elinympäristölaikkujen tiheydessä tapahtuville muutoksille. Toisaalta useimmat sammalten elinympäristöt, joita on tutkittu, ovat luonteeltaan ajallisesti vaihtelevia, jolloin leviämisen vaikutus korostuu (Söderström 1992). Lähteiköt eivät ole nykytietämyksen mukaan tällaisia elinympäristöjä. Lähteikköjen etäisyyden kasvaessa voi leviämisrajoitteisuus kuitenkin estää lajien leviämisen lähteikköjen välillä. Lajien rajoitettu leviäminen ja elinympäristön laikuittainen esiintyminen, joista ainakin laikuittaisuus liittyy lähteisiin, yleensä rajoittavat kasvien kykyä vastata alueellisiin, elinympäristön määrässä tapahtuneisiin muutoksiin (Freckleton & Watkinson 2003). Harvinaistuminen voi olla seurausta leviämisrajoitteisuudesta, esimerkiksi mikäli harvinaistuneiden sammalten leviäminen tapahtuu pääasiassa tai yksinomaan suvuttomasti sekovarren kappaleilla tai isojen itiöiden avulla (Söderström 1992). Sekovarren kappaleet tai hyvin isot itiöt eivät leviä yhtä tehokkaasti kuin pienet itiöt (Hedderson 1992, Söderström 1992). Monilla Salpausselän lähteillä harvinaistuneilla sammalilla itiöpesäkkeet ovat harvinaisia tai ne tuottavat isoja itiöitä (Ulvinen ym. 2002), mutta selvästikään tekijät eivät ole kaikkia harvinaistuneita lajeja yhdistäviä. Lisäksi se, että lähdesammalten kolonisaatio Salpausselällä ei eroa muiden sammalten kolonisaatiosta, viittaisi siihen, että lähdesammat ryhmänä eivät ole sen leviämisrajoitteisempia kuin muutkaan tutkitut, yleensä elinympäristövaatimuksiltaan laaja-alaisemmat sammat.

Suvuton lisääntyminen saattaa olla tärkeämpää paikallisen runsauden ylläpidon kannalta ja sitä kautta populaation säilymiselle (Söderström & During 2005), kuin tehokas pitkänmatkan leviäminen. Pitkäikäisissä elinympäristöissä, jollaisia lähteet oletettavasti ovat, voisi ajatella paikallispopulaation säilymisen olevan lajin kannalta tärkeämpää kuin tehokkaan leviämisen. Yleisesti on ajateltu monien sammalten olevan levinneisyydeltään laaja-alaisia, mutta elinympäristövaatimuksiltaan tiukkoja (Pharo ym. 2004). Sammalten leviämisrajoitteisuudesta vakaisissa luonnonympäristöissä on vähän todisteita (Sundberg ym. 2006).

Lajien populaatiokoon luonnollisen vaihtelun, populaation vakauden ja elinympäristön stokastisuuden tunteminen on tärkeää, jotta voidaan tehdä onnistuneita johtopäätöksiä lajin harvinaistumisesta (Söderström ym. 1992). Joillain sammalilla esiintyy esimerkiksi leviäinpankkeja (diasporipankkeja) tai ne saattavat selvitä epäsuotuisten, normaaliin ympäristön vaihteluun kuuluvien ajanjaksojen ajan suoja-paikoissa (refuugioissa) (Söderström ym. 1992). Tällöin johtopäätöksen tekeminen lajin harvinaistumisesta, ilman tietoa ympäristövaihteluista ja niitä seuraavasta lajin luonnollisesta dynamiikasta, voi olla harhaanjohtavaa (Söderström ym. 1992). Yleisesti ottaen tutkimuksessa harvinaistuneiksi todetut lajit ovat kuitenkin lajeja, joiden harvinaistumisesta on tehty havaintoja jo aiemmin ja jotka ovat joko alueellisesti tai valtakunnallisesti harvinaistuvia. Tällä perusteella voidaan olettaa lähde- ja lettosammalten harvinaistumisen olevan kokonaisuudessaan todellista, eikä ainoastaan huonojen vuosien aiheuttamaa vääristymää. Demografinen stokastisuus voi aiheuttaa pienten populaatioiden häviämisen. Mikäli lajien harvinaistuminen olisi seurausta pienten populaatioiden tuhoutumisesta, pitäisi lähteillä niukkoina populaatioina esiintyvien lajien olla harvinaistunut enemmän kuin runsaiden. Harvinaistuneet lajit jakautuvat kuitenkin tasaisesti runsaudeltaan erilaisiin lajeihin. Todennäköistä on, että demografinen stokastisuus on saattanut johtaa joidenkin lajien yksittäisten populaatioiden häviämiseen, mutta yleistä harvinaistumista selittäväksi tekijäksi siitä ei ole. Kokonaisuutena voidaan todeta, ettei mikään yksittäinen tekijä, lähteikköjen laadun ja määrän muutosten lisäksi, voi selittää kaikkien lajien harvinaistumista, muut edellä mainitut tekijät ovat saattaneet vaikuttaa joidenkin yksittäisten lajien harvinaistumiseen. Mikäli halutaan tehdä johtopäätöksiä yksittäisten lajien harvinaistumisen syistä, on tieto kunkin lajin biologiasta välttämätöntä (Pharo ym. 2004). Tällaista tietoa on kuitenkin saatavilla hyvin harvoista sammalista.

Lajit, joiden runsaus on muuttunut, eivät yleisesti ottaen ole samoja kuin lajit, joiden yleisyys on muuttunut (Taulukko 12). Lajin runsauden lasku voi olla varoitus lajin harvinaistumisesta ja yleisyyden lasku runsauden laskusta (Gaston ym. 2000, Löbel ym. 2006). Purosuikerosammal (*Brachythecium rivulare*), lettohiirensammal (*Bryum pseudotriquetrum*) ja korpilehväsammal (*Plagiomnium ellipticum*) saattavat olla vaarassa harvinaistua tulevaisuudessa. Harvinaistuneista lajeista lettoväkäsammal (*Campylium stellatum*), lettokynsisammal (*Dicranum bonjeanii*), kampasammal (*Helodium blandowii*), rassisammal (*Paludella squarrosa*), purolähdesammal (*Philonotis fontana* s.lat), lettorahkasammal (*Sphagnum teres*), kalvaskuirisammal (*Straminergon stramineum*), kultasammal (*Tomentypnum nitens*) ja haaraliuskasammal (*Riccardia multifida*) puolestaan saattavat olla vaarassa niukentua esiintymispaikoillaan. Huomattavaa tässä listassa on lettolajiston suuri määrä. *Sphagnum fallax* -lajiryhmän lähteillä tavattavien lajien niukentumista on vaikea pitää kovin todennäköisenä, sillä havainnot tehtiin vuonna 2006 rämerahkasammalesta (*S. angustifolium*), joka on laaja-alainen ja koko maassa hyvin tavallinen kaikenlaisten soiden ja soistuneiden paikkojen yleislaji.

Sammalten *ekstinktio-* ja *kolonisaatioprosentit* ovat suuria, toisaalta tutkimuksia, joihin tuloksia voi vertailla, ei juuri ole. Karttunen ja Toivonen (1995) ovat laskeneet vastaavia häviämisen- ja immigraationopeuksia eräiden suomalaisten järvien sammalille 30 vuoden aikana. Näihin arvoihin verrattuna Salpausselän lähteiden sammalille lasketut ovat yli kaksinkertaisia. Toisaalta myös ajanjakso oli Karttunen & Toivosen

Taulukko 12. Yhteenveto merkitsevästä ($p < 0,05$) muutoksista lajien runsaudessa tai yleisyydessä.

	runsaus	yleisyys
purosuikerosammal	-	
lettohiirensammal	-	
hetehiirensammal	-	-
luhtakuirisammal		+
lettoväkäsammal		-
lettokynsisammal		-
kampasammal		-
rassisammal		-
purolähdesammal (s. lat.)		-
korpilehvasammal	-	
isolehvasammal		+
<i>Sphagnum recurvum</i> -ryhmä		-
korpirahkasammal		+
okarahkasammal	+	+
lettorahkasammal		-
heterahkasammal	-	-
pallopäärahkasammal		+
kalvaskuirisammal		-
kultasammal		-
nauhasammal	-	-
keuhkosammal		+
lapasammalet.	+	+
haaraliuskasammal		-

(1955) tutkimuksessa lähes kaksi kertaa lyhempi. Lähdesammalten häviäminen lähteiltä (ekstinktio) on ollut tulosten mukaan vähäisempää kuin muiden sammalten. Tulokseen vaikuttaa se, että muissa lajeissa on runsaasti voimakkaasti harvinaistuneita lettolajeja. Lettolajien ekstinktioprosentit ovat itse asiassa olleet keskimäärin suurempia kuin lähdelajien (Juutinen, julkaisematon). Myös se, että kolonisaatio on ollut kaikilla lajeilla samansuuruisista, johtuu lettolajien suuresta osuudesta muissa lajeissa. Lettosammalet ovat myös asuttaneet uusia lähteitä kaikista vähiten. Suurimmat kolonisaatioprosentit ovat yleistyneillä lajeilla ja pienimmät harvinaistuneilla. Myös monilla lajeilla, mm. kangasrahkasammalella (*Sphagnum capillifolium*), isonäkinsammalella (*Fontinalis antipyretica*) ja purokinnassammalella (*Scapania undulata*), joiden yleisyys ei ole muuttunut, on kolonisaatio ollut melko suurta. Ekstinktioprosentit eivät juuri eroa yleistyneiden, harvinaistuneiden tai yleisyydeltä samanlaisina säilyneiden lajien välillä. Yhtään selkeää dynaamista lajia, jonka esiintymät ovat vaihtaneet paikkaa, mutta yleisyys ei ole muuttunut, ei Salpausselän lähteiden sammalten joukossa ole. Tällaisella lajilla tulisi kolonisaatioiden ja ekstinktioiden olla pitkällä aikavälillä yhtä suuret. Kokonaisuutena ekstinktio- ja kolonisaationopeudet eivät ole yhteydessä toisiinsa. Sen sijaan kolme yleistynyttä lajia (isolehvasammal, korpirahkasammal ja pallopäärahkasammal) on samanaikaisesti hävinnyt useilta vanhoilta esiintymispaikoiltaan ja asuttanut voimakkaasti uusia lähteitä. Tulos viittaa siihen, että nämä korprien lajit olisivat tutkimusalueella esiintymiseltään enemmän dynaamisia kuin pysyviä ja pitkäikäisiä. Seikka vaatii kuitenkin lisää tutkimuksia.



Kuva 17. Lähdevettä tihkuvaa vanha oja Pöllömaässä Valkealassa.

Sammalyhteisöjen koostumus

Sammalyhteisöt ovat MRPP:n mukaan muuttuneet vuosien välillä kaikilla aineistoilla tarkasteltuna merkitsevästi ($p < 0,05$). Vaikutusero (A) jää kuitenkin aina pieneksi, pienemmäksi kuin McCunen & Meffordin (1999) asettama 0,1. Näin ollen voidaan sanoa, että yhteisöt kyllä eroavat toisistaan, mutta ero on kokonaisuutena hyvin pieni. Parhaaseen vaikutuseroon päästään käyttämällä liitteen 5 mukaisten lajien esiintymisaineistoa. Tällä aineistolla saadaan samalla koko tutkimuksen suurin vaikutusero, 0,061. Vaikutuseron pienuudesta johtuu, että ordinaatiokuvista vuosien välinen ero näkyy huonosti. Mielenkiintoista ordinaatiokuvissa on, että yksitätäisten lähteiden muutos on ollut hyvin suurta. Yhteisökoostumuksen muutos on suurta, tarkastelupa sitä mistä aineistosta hyvänsä. Sammalkasvillisuuden runsauksista tai lajien esiintymisistä laskettu Sørensenin samankaltaisuus eri vuosille on huomattavan pieni. Lähteiden samankaltaisuusindeksi vuosien välillä laskettiin, koska haluttiin tutkia, onko yhteisön muutoksen suuruudella ja luonnontilan muutoksen voimakkuudella yhteyttä. Tulosten perusteella yhteisön muutos ei ole yhteydessä luonnontilan muuttumiseen. Tämä ei ole yllättävää, sillä luonnontila ei ole, tai on vain heikosti, yhteydessä sammalyhteisön koostumukseen (lisää alla), jolloin sen ei voida välttämättä odottaa selittävän koostumuksen muutoksiakaan. Sammalyhteisön lajien esiintymisen muutoksen havaittiin olleen kaikilla lähteillä jokseenkin samansuuntainen. Pelkistä ordinaatiokuvista tarkastellessa vaikutti siltä, ettei sammalyhteisöjen muutoksella olisi ollut kokonaisuudessaan selvää suuntaa. Kun muutoksen suuntaa havainnollistettiin ilmaisemalla se kahden kulman avulla, havaittiin lähteiden muuttuneen kokonaisuudessaan selvästi samaan suuntaan luonnontilan muutoksesta riippumatta. Tällainen muutos on selitettävissä sellaisten tekijöiden avulla, jotka ovat vaikuttaneet kaikkiin lähteisiin samalla tavalla. Metsätaloudessa tapahtuneet muutokset, ja niiden aiheuttama yleinen luonnontilaisuuden tasoero vuosien välillä sekä yleinen lähteikköjen määrän lasku, voivat kenties selittää sitä, että kaikilla lähteillä muutos

on ollut jokseenkin samansuuntainen. Näytealojen perusteella havaittiin lähteiden muuttuneen selvästi enemmän eri suuntiin kuin lajien esiintymisen perusteella. Tulokset heijastelee eroja, joita havaittiin lajien esiintymisen ja runsauden muutoksissa. Muutamalla lähteellä (16, 37, 48 ja 52) näytealojen sammalyhteisön muutos on ollut selkeästi erisuuntaista kuin keskimäärin. Lähdekasvillisuuden ajallista vaihtelua on pohdittu tarkemmin jäljempänä.

Vuosien erottuminen toisistaan heikosti ordinaatioissa johtaa siihen, että indikaattorilajeja löytyy vähän. Varsin luotettavasti voidaan sanoa kolmen lajin (lettorahkasammalen *Sphagnum teres*, heterahkasammalen *S. warnstorffii* ja nauhasammalen *Aneura pinguis*) ilmentävän vuotta 1953. Niiden indikaattoriarvot ovat korkeimmat ja ne esiintyvät kaikista aineistoista tehdyissä indikaattorilajilistoissa. Lajit ovat niukentuneita ja harvinaistuneita lajeja, lettorahkasammalta lukuun ottamatta, joka on ainoastaan harvinaistunut. Vuoden 2006 tilanne on epäselvempi, sillä runsaus- ja esiintymisaineistojen perusteella saatujen indikaattorilajien välillä on suurempi ero. Lajeista, jotka esiintyvät kaikissa indikaattorilajilistoissa, korkea indikaattoriarvo on vain yhdellä lajilla, okarahkasammalla (*Sphagnum squarrosum*). Tämän lisäksi vuotta 2006 ilmentävät esiintymisaineiston perusteella voimakkaimmin purosuikerosammal (*Brachythecium rivulare*), luhtakuirisammal (*Calliergon cordifolium*) ja lähdelelväsammal (*Rhizomnium magnifolium*).

Eräiden uhanalaisten ja harvinaisten sammalten esiintymisestä Salpausselällä

Merkittävimpää ainoastaan vuonna 1953 havaittuja lajeja ovat nykyään valtakunnallisesti (VU, EN, CR) tai alueellisesti (RT) uhanalaisiin luettavat etelänsuikerosammal (*Brachythecium campestre* NT/RT), lehtopalmikkosammal (*Breidleria pratensis* LC/RT 2b), lettokilpisammal (*Cinclidium stygium* LC/RT), kiiltosirppisammal (*Hamatocaulis vernicosus* VU), isonuijasammal (*Meesia longiseta* EN) sekä kantoraippasammal (*Anastrophyllum hellerianum* NT/RT 2b). Näistä etelänsuikerosammal ja kantoraippasammal eivät varsinaisesti kuulu lähteitä vaativaan lajistoon, muut ovat lähteiden tai lähteisten soiden lajeja (Ulvinen ym. 2002).

Lehtopalmikkosammal esiintyi vuonna 1953 lähteillä 31 Pöllömäki NW, Mankki (Valkeala), 55 Puntari (Luumäki), 64 Välimaa, Haimila (Luumäki) ja 68 Askola (Luumäki). Näistä Välimaan lähteikköä ei ollut enää löydettävissä. Lehtopalmikkosammal on koko maassa paikoittainen kalkkipohjaisten kosteiden lehtojen, lehtokorpjen ja lettosoiden reunusten laji, joka suosii lähteisiä paikkoja (Ulvinen ym. 2002). Esiintymäpaikoista ensimmäinen on ollut korven lettopinta, jälkimmäiset voimakkaasti kulttuurin muuttamia niittyjä (Ulvinen 1955). Pöllömäen lähteiköltä laji olisi ehkä ollut vielä löydettävissä. Toisaalta Ulvinen (1955) mainitsee lajin esiintyneen kaikilla paikoilla ”hyvin niukalti, aivan yksin versoin”, jolloin lajin häviäminen sattuman vaikutuksesta on hyvin mahdollista. Toisaalta laji on voinut jäädä niukkuutensa vuoksi helposti huomaamattakin, kuten myös Ulvinen (1955) toteaa.

Lettokilpisammal tavattiin vuonna 1953 lähteiltä 10 Venäläistöyry NW (Kuusankoski), 15 Viilansuo (Kouvola) ja 69 Vatoinalhteensuo S (Luumäki). Venäläistöyryn lähteikkö on vuoteen 2006 mennessä lähes kokonaan voimakkaasti ojitettu ja ojien varsille tiheään kasvaneet nuoret kuuset tekivät alueesta paikoin useimmille kasveille liian varjoisan: tiheimpien kuusikkojen alla ei ollut juuri sammalia tai muutakaan kasvillisuutta. Ojien väleissä on kuitenkin säilynyt jopa melko laajoja luonnontilaisia, pusikoituvia tai korpimaisia tihkupintoja. Sieltä lajin olisi ehkä vielä voinut löytää. Tosin lettokilpisammal suosii avoimia kasvupaikkoja - lettojen väli- ja rimpipintoja, lähdesoistumia ja lähdepuroja (Ulvinen ym. 2002) - ja avoimia lettomaisia pintoja ei ollut juuri säilynyt. Viilansuon lähteikkö oli pahoin vedenoton vuoksi kuivunut, eikä Ulvisen (1955) mainitsemia eutrofisia juotteja ollut enää suolta löydettävissä. Vatoinal-

lähteen lähdevaikutteista suonreunaa ei enää vuonna 2006 ollut. Lettokilpisammal löydettiin vuonna 2006 sähkölinjan alle syntyneeltä letolta lähteen 66 Vuorela NE, Jurvala (Luumäki) läheltä. Hyvin samantyyppisiä sähkölinjanaluslettoja oli erityisesti Luumäellä muitakin. Lähteet 55 Puntari, 56 Sorosenlahti ja 62 Iihola, samoin kuin lähde 37 Riistama/Loikala Anjalankoskella, muistuttavat paikoittain hyvin paljon Vuorelan lähteikköä ja olisivat kenties lajille soveliaita kasvupaikkoja.

Vaarantunut kiiltosirppisammal kasvoi vuonna 1953 neljällä lähteellä. Näistä Kultasuon lähteikkö (Valkeala) (22) on muuttunut Ulvisen (1955) kuvaukseen verrattuna huomattavasti varjoisammaksi. Vuonna 1953 lähteikkö on ollut "harvapuista lettokorpea, jopa lettoa". Syynä on luultavasti osittain luonnollinen ja osittain ojituksen aiheuttama kehitys avoimmasta suosta kohti puustoisempia korpia. Lajia ei löydetty vuonna 2006, sitä ei ollut löytynyt myöskään vuonna 1995 Tauno Ulvisen käydessä lähteiköllä (T. Ulvinen suul.). *H. vernicosus* on avoimien ja vähäpuustoisten lähteikköjen, lähdevaikutteisten lettojen ja lettokorprien laji (Ulvinen ym. 2002). Ulvinen ym. (2002) mainitsevat erääksi taantumisen syyksi kasvupaikkojen umpeenkasvun. Kivimäen eteläpuolella Taavetissa (Luumäki) (59) sijaitseva lähteikkö oli suurelta osin muutaman vuoden ikäistä taimikkoa ja alue oli lähes kokonaan ojitettu. Taimikon reunasta löytyi kuitenkin pieni säästynyt laikku letto- tai lettokorpimaista kasvillisuutta. Kiiltosirppisammalta sieltä ei kuitenkaan löytynyt. Lajia eivät ole löytäneet alueelta vuonna 2000 myöskään Huttunen ja Pohjamo (T. Ulvinen suul. uhanalaisten lajien maastolomakkeesta). Iiholan (Luumäki) (62) ja Vuorelan Jurvalan (Luumäki) (66) lähteiköillä laji olisi voinut esiintyä edelleen. Sitä ei kuitenkaan löydetty tässä tutkimuksessa, eikä myöskään aiemmissa inventoinneissa vuonna 1999 (Iihola, Tauno Ulvinen) tai 2000 (Vuorela, Huttunen ja Pohjamo) (T. Ulvinen suul. uhanalaisten lajien maastolomakkeesta). Laji esiintyi vuonna 1953 Kultasuon ja Kivimäen lähteiköillä runsaana, muualla se oli Ulvisen (1955) mukaan niukka. On mahdollista, että joku niukka esiintymä on jäänyt inventoinneissa havaitsematta, myös niukan esiintymän häviäminen lienee todennäköistä. Laji on Etelä-Suomessa voimakkaasti harvinais-



Kuva 18. Tihkupintaa Viilansuon reunassa Kouvolassa.

tunut (Ulvinen ym. 2002), joten se, ettei lajia löydetty enää vuonna 2006, ei vaikuta poikkeukselliselta. Kiiltosirppisammalen sekoittuminen toiseen lajiin, lettosirppisammaleeseen (*Scorpidium cossoni*), on mahdollista (T. Ulvinen suul.). Esimerkiksi vuonna 1953 lähteeltä 1 Kausalan keskusta (Iitti) kerätty ja kiiltosirppisammaleksi määritetty näyte on määritetty myöhemmin lettosirppisammaleksi (T. Ulvinen suul.). Kivimäen ja Vuorelan määrityksistä vuodelta 1953 ei voi varmistua, sillä lajista ei ole kerätty näytteitä, Kultasuon ja Iiholan näytteet sen sijaan on varmistettu kiiltosirppisammaleksi (T. Ulvinen henk. koht. tiedonanto).

Kärjenlahden ranta/Oronoja oli vuonna 1953 viimeisimmässä sammalten uhanalaistarkastelussa (Ulvinen ym. 2002) erittäin uhanalaiseksi katsotun isonuijasammalen ainoa esiintymispaikka tutkimusalueella. Tuolloin lähteikkö oli ollut lähdevai-kutteinen mäntyä kasvava räme (Ulvinen 1955), sittemmin räme on lähes kokonaan ojitettu ja lähteisyys ilmenee lähes yksinomaan rannan välittömässä läheisyydessä olevalla luhtaletolla. Isonuijasammal on keski- ja runsasravinteisten lettojen ja nevojen lähteisten ja luhtaisten osien laji (Ulvinen ym. 2002). Ranta voisi olla lajille soveltuva kasvupaikka, valitettavasti Ulvisen (1955) gradusta ei ilmene esiintymän kokoa tai sen tarkempaa sijaintia. Mikäli laji yhä kasvaa lähteiköllä, on se saattanut jäädä havaitsematta niukkuutensa ja steriilinä myös vaatimattoman ulkonäkönsä takia. Myöskään Huttunen ja Pohjamo eivät löytäneet sammalta vuonna 2000 (T. Ulvinen suul. uhanalaisten lajien maastolomakkeesta). Monet lajin tunnetuista esiintymistä ovat hävinneet ja nykyesiintymät ovat suppeita (Ulvinen ym. 2002).

Uhanalaisten lajien lisäksi Ulvinen (1955) löysi tutkimusalueelta muitakin mielenkiintoisia lajeja, joita ei tavattu ollenkaan vuonna 2006. Hetevarstasammal (*Pohlia wahlenbergii*) löytyi vuonna 1953 lähteeltä 28 Haukkajärven ranta, Ranta-Utti (Valkeala). Valitettavasti kohteella ei päästy käymään uudelleen, sillä lähteikkö sijaitsee Utin varuskunnan alueella. Kohde on Ulvisen (1955) kuvauksen perusteella varsin jännittävän kuuloinen: rannalle on muodostunut järven kuivattamisen seurauksena ”vesijättömaa, johon purkautuu vettä lähteensilminä tai muuten hetteikkönä. -- Kasvillisuus hyvin epäyhtenäinen, sammalkerros varsinkin on laikuttainen. Lajistossa piirteitä ranta-, vesi-, niitty- ja suokasvillisuudesta.”. Hetevarstasammal on mm. lähteikköjen, lähdepurojen ja -ojien sammal. Varsinkin pohjoisen lähteillä sitä tapaa usein. Tutkimusalueella laji on hyvin harvinainen, vaikka Ulvisen ym. (2002) mukaan laji on osittain kulttuurihakuinen ja Etelä-Suomessakin yleinen. Sompasammalten suvusta tavattiin vuonna 1953 kahta lajia, päärynäsompasammalta (*Splachnum ampullaceum*) (kolme havaintoa) ja punasompasammalta (*S. rubrum*) (yksi havainto). Molemmat lajit ovat eläinten jätöksillä kasvavia lyhytikäisiä lajeja, joiden kannat ovat taantuneet Etelä-Suomessa metsälaidunnuksen loputtua. Yksikään vuoden 1953 esiintymäpaikoista ei ole kuitenkaan ollut Ulvisen (1955) mukaan karjan laidunnettavana. Sompasammalet eivät ole erityisesti lähteiden lajeja, mutta useat lähteet toimivat jäljistä ja havainnoista päätellen hirvien juomapaikkoina. Lajien esiintyminen on niiden kasvupaikkavaatimusten vuoksi hyvin laikuitaista, mutta esiintyessään ne ovat helposti tunnettavissa. On vaikea sanoa, johtuiko lajien havaitsematta jääminen niiden puuttumisesta vai ohitse katsomisesta.

Valtakunnallisesti tai alueellisesti uhanalaisia lajeja, joista tehtiin havaintoja molempina vuosina, ovat notkoritvasammal (*Amblystecium radicale* NT/RT 2a), poimulehväsammal (*Plagiomnium undulatum* LC/RT), harsosammal (*Trichocolea tomentella* VU) ja haaraliuskasammal (*Riccardia multifida* NT/RT). Kaikista lajeista tehtiin vuonna 2006 vähemmän havaintoja kuin vuonna 1953. Poimulehväsammal, haaraliuskasammal ja harsosammal esiintyvät Salpausselän lähteillä levinneisyysalueensa pohjoisrajoilla (Ulvinen ym. 2002). Näiden sammalten esiintymiä lähteillä voidaan pitää Etelä-Suomessa reliktiluontoisina, jäänteinä viimeisimmän jääkauden jälkeisiltä lämpimiltä kausilta (T. Ulvinen suul., Ulvinen ym. 2002). Lajien harvinaisuus ja uhanalaistumiskehitys voivat olla osittain seurausta niiden reliktiluonteesta.

Ulvinen (1955) oli löytänyt notkoritvasammalen neljältä lähteeltä, 2 Urheilukenttä N, Kausala (Iitti), 32 Montonen, Multasenmäki (Valkeala), 49 Somerharju 1 (Luumäki) ja 55 Puntari (Luumäki). Vuonna 2003 Tauno Ulvinen on kerännyt lajin lisäksi Pöllömäen lähteiköltä (31) (Valkeala) (T. Ulvinen suul.). Vuoden 2006 ainut havainto tehtiin Tottokörvenmäen koillispuoleiselta ojitetulta lähteiköltä (9) (Kuusankoski), jossa laji esiintyi hyvin niukkana paljaalla maalla ajourassa. Notkoritvasammal on harvinainen kosteiden ja varjoisten elinympäristöjen laji, joka kasvaa tervaleppäkorvissa, lähdekorvissa ja rehevissä metsäluhdissa lahoppuulla ja karikkeisella maalla (Ulvinen ym. 2002). Laji on saattanut jäädä seurantatutkimuksessa osin huomaamatta, sillä se ei ole varsinaisesti lähdepintojen laji. Lajin elinympäristöt ovat taantuneet ojitusten, lahoppuiden vähenemisen, säännöstelyn ja vesirakentamisen vuoksi (Ulvinen ym. 2002). Sammalen aikaisempien esiintymispaikkojen luonnontila ei ole ajankohtien välillä kokonaisuudessaan heikentynyt, mutta lahoppuun väheneminen lienee todennäköistä. Muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta, jolloin lahoppu oli pieniläpimittaista, lähteikköjen ympäristöissä oli hyvin vähän lahoppuuta. Montosen lähteikkö on tuhoutunut lähes kokonaan korpikuusikon päätehakuussa talven 2007 aikana (Juutinen, henk.koht. havainto).

Poimulehväsammalen esiintymistä kolme, lähteillä 33 Suuretlähteet (Valkeala), 35 Vedenottamo, Kaipainen (Anjalankoski) ja 63 Kosenlahti, lomakylä (Luumäki), on säilynyt. Kaikki edellä mainitut lähteiköt ovat jokseenkin luonnontilaisia ja ympäristössä tapahtuneet muutokset ovat olleet pieniä, tosin Kaipiaisten vedenottamon lähteikkö on otettu vedenottokäyttöön vuoden 1953 jälkeen. Poimulehväsammal kasvaa lehdoissa ja varjoisissa lettokorvissa, sisämaassa esiintymät rajoittuvat yksinomaan lähteiköille (Ulvinen ym. 2002). Usein lajin löysi peittävän hiirenporraskasvillisuuden alta, tosin lähes avoimillakin pinnoilla sitä näki. Esiintymät ovat tuhoutuneet lähteiltä 30 Lentokenttä S, Utti (Valkeala) ja 43 Savisillanoja, Kaitjärvi (Luumäki). Utin lehtokentän takana sijaitseva lähteikkö on voimakkaasti ojitettu, mutta tästä huolimatta esimerkiksi harsosammal löysi vielä kasvupaikan eräästä ojan mutkasta. Harsosammal ja poimulehväsammal kasvoivat Salpausselän lähteillä usein yhdessä, alueellisesti uhanalainen poimulehväsammal on kuitenkin tutkimuslähteillä harvinaisempi kuin valtakunnallisesti uhanalainen vaarantunut harsosammal. Savisillanojan lähteiköllä on vanhoja oja, mutta luonnontilassa olevia lähdepintoja oli säilynyt runsaasti, niillä kasvoi mm. edellä mainittu harsosammal. Poimulehväsammal on ollut lähteiköllä niukka (Ulvinen 1954), eikä se ole sattunut yhdellekään vuonna 1953 tutkitusta kuudesta näytealasta. Uusia poimulehväsammalen havaintoja tehtiin yksi, lähteeltä 31 Pöllömäki NW, Mankki (Valkeala), jolta löytyi 1m²-kasvusto sammalta. Pöllömäen lähteikkö on jyrkän rinteiden alla sijaitseva jokseenkin luonnontilainen lähdevaikutteinen korpi. Havainto osoittaa, että laji pystyy vielä leviämään uusille lähteiköille, mikäli ne ovat lajille soveliaita. Poimulehväsammalen esiintymät keskittyvät tutkimusalueen keskiosaan, Pöllömäen lähteikön tuntumaan ja muiden esiintymien läheisyys on saattanut edistää sammalen leviämistä Pöllömäen lähteikölle. Toisaalta on myös mahdollista, että laji on esiintynyt lähteiköllä jo vuonna 1953, mutta se on jäänyt silloin huomaamatta (T.Ulvinen henk. koht. tiedonanto).

Harsosammal on eteläinen varjoisten lähdehetteikköjen, lähdepurojen palteiden, lähdekorpien ja tihkupintojen laji (Ulvinen ym. 2002). Se kasvoi Salpausselällä yleensä puolivarjoisissa tai varjoisissa paikoissa, eikä se vaikuta yhtä voimakkaasti ojituksista kärsivältä kuin samanlaisia kasvupaikkoja suosiva poimulehväsammal. Lajin saattoi löytää jopa ojien reunoilta. Harsosammal on hävinnyt viideltä lähteiköltä, joista kolme, 21 Kaatopaikka N, Kullasvaara (Valkeala), 38 Kaipainen SE (Anjalankoski) ja 45 Hauksuo, Kaitjärvi (Luumäki) on kokonaan tuhoutunut. Esiintymä on tuhoutunut



Kuva 19. Vaarantunut harsosammal kasvaa runsaana Taavetin lomakylän lähteiköllä Luumäellä.



Kuva 20. Tihkupintaa ja allikkoo Valkealan Suurilla lähteillä.

säilyneiltä Someronmäen (Luumäki) (47) ja Korpelan (Luumäki) (61) lähteiköiltä. Someronmäen lähteikkö on koostunut vuonna 1953 erilaisista lähteisistä niityistä ja korvista. Lähteikön yli on rakennettu melko äskettäin uusi tie, jonka itäpuoli oli vastikään avohakattu, käännetty ja ojitettu. Lähteisyys on alueella yhä voimakasta, mutta hakkuun aiheuttama häiriötila on ilmeinen. Harsosammal olisi saattanut mahdollisesti säilyä tien länsipuolen korvessa, joka tosin oli ojitusten takia kuivahtanut, mutta lajia ei löydetty. Korpelan lähteikkö koostui vuonna 1953 erilaisista avoimista lähdepinnoista, lettomaisista osista, lähdepuroista ja lähdevaikutteisista korvista (Ulvinen 1955). Lähteiköltä on löydetty harsosammalta vielä vuonna 1999 (T. Ulvinen, uhanalaisten lajien maastolomake). Alue oli jo tuolloin ojitettu ja osaksi hakattu. Kasvuston koko oli vain muutama dm² ja sen kunto oli Ulvisen arvion mukaan huonohko. Vuoteen 2006 mennessä suurin osa järeistä tervalepistä, joiden halkaisija on ollut jopa yli 60 cm, oli hakattu, lähteikkö oli kuivahtanut ja saniaisetkin alueelta hävinneet. Esiintymän sijainti oli tiedossa tarkasti Ulvisen kirjoittaman maastolomakkeen ansiosta, mutta lajia tai sille soveltuvaa elinympäristöä ei enää paikalta löytynyt. Itiöpesäkkeet ovat lajilla hyvin harvinaisia, eikä siltä ole tavattu myöskään suvutomia leviäimiä (itujuväsiä) (Ulvinen ym. 2002). Harsosammal on todennäköisesti sopeutunut lähteisten paikkojen tarjoamaan pitkäaikaiseen elinympäristöön ja on huono leviäjä. Uusia havaintoja lajista ei tehty. Harsosammal on säilynyt 11 lähteellä. Lähteet ovat pääasiassa täysin tai jokseenkin luonnontilaisia, poikkeuksena lähde 32 Montonen (Valkeala), joka on kokonaisuudessaan jokseenkin kulttuurivaikutteinen, mutta harsosammaleesiintymän kohdalta jokseenkin luonnontilainen. Montosen lähteikkö on tuhoutunut hakkuissa vuoden 2007 aikana, harsosammal kasvoi yhä hakkuuaukolla laikkuina (Juutinen, henk.koht. havainto). Esiintymä tulee tuhoutumaan lähitulevaisuudessa. Kahdella lähteellä, lähteillä 30 Lentokenttä S, Utti (Valkeala) ja 34 Vesioronsuo N, Kaipiainen (Anjalankoski) sammal kasvoi ojan reunassa tai sen välittömässä läheisyydessä.

Haaraliuskasammalta kasvaa lähteiköissä, lähdepuroissa, lähdeletoilla ja metsäluhdissa ja sen levinneisyys keskittyy Etelä-Suomeen (Ulvinen ym. 2002). Tutkimusalueella sammal näyttää voimakkaasti taantuneelta, laji on hävinnyt 21 lähteeltä. Uusia havaintoja ei tehty ja kaksi vuoden 1953 esiintymää, lähteiköillä 31 Pöllömäki (Valkeala) ja 63 Kosenlahti, lomakylä (Luumäki), todettiin säilyneiksi. Lisäksi Tauno Ulvinen on havainnut sammalen lähteellä 30 Lentokenttä S, Utti (Valkeala) vuonna 2003 ja lähteellä 62 Iihola (Luumäki) vuonna 1999 (T. Ulvinen suul. uhanalaisten lajien maastolomakkeesta). Hävinneistä esiintymistä neljä oli tuhoutuneilla lähteillä. Lajin harvinaistumisessa satunnaistekijöillä saattaa olla merkittävä rooli, sillä ainakin näytealojen mukaan lajin esiintymät ovat olleet niukkoja jo vuonna 1953 (Ulvinen 1955). Vuoden 2006 havaintojen perusteella laji näyttäisi kasvavan harvakseltaan muiden sammalten seassa pienellä alueella. Toisaalta niukoista kasvustoista johtuen laji on saattanut jäädä toisinaan huomaamatta ja se voi olla yleisempi kuin miltä tutkimuksen perusteella näyttää.

Muita mielenkiintoisia lähteisten kasvupaikkojen sammalia, jotka havaittiin molempina vuosina, ovat esimerkiksi tihkulehväsammal (*Plagiomnium elatum*) ja purokaltiosammal (*Harpanthus flotovianus*). Tihkulehväsammal on eutrofisten purovarsiensa, tervaleppäkorpiensa, lettojen ja lähteikköjen sammal (Ulvinen ym. 2002). Lajin elinympäristöt ovat taantuneet ojitusten takia, mutta kanta on arvioitu etelässä yhä elinvoimaiseksi (Ulvinen ym. 2002). Laji havaittiin molempina vuosina yhdeltä lähteeltä, vuonna 1953 lähteeltä 24 Lahdenpohja, Karhula (Valkeala) ja vuonna 2006 viereiseltä lähteeltä 23 Korpela, Karhulanjärven ranta (Valkeala). Ulvinen (1955) toteaa Lahdenpohjan lähteestä lyhykäisyydessään seuraavaa: "Lähde on pellon ojassa, siihen on asetettu yksi sementtirengas vedenoton helpottamiseksi.". Samanlainen

lähde on edelleenkin, tosin pelto on jo alkanut metsittyä, mutta tihkulehväsammal ei paikalla enää kasvanut. Korpelan lähteikkö on pellon ja rannan väliselle suojakais-taleelle muodostunut tihkupintainen ja allikkoinen koivuluhta. Tihkulehväsammal kasvoi lähdeallikon vieressä tihkupinnalla huomattavan runsaana, peittävyys näy-tealalla oli 90 %. Laji vaatii yleensä korkeampaa ravinteisuutta ja yleisin se on kalk-kialueilla (Ulvinen ym. 2002). Lähdeallikoiden savipohjalla saattaa olla yhteyttä lajin esiintymiseen, sillä hienojakoisen mineraaliaineksen esiintyminen on lajille ilmeisesti edullista (T. Ulvinen suul.). Purokaltiosammal esiintyy korvissa ja lähteiköissä kos-tealla maalla, joskus lahoppuulla, runkojen tyvillä, kivillä ja turpeisissa palteissa (Ul-vinen ym. 2002). Sen elinympäristöt ovat taantuneet etenkin etelässä mm. ojitusten ja metsänhakkuiden vuoksi (Ulvinen ym. 2002). Lajin viidestä vuonna 1953 tehdystä esiintymästä kolme, lähteillä 1 Kausalan keskusta (Iitti), 17 Tornionmäki (Kouvola) ja 45 Hauksuo, Kaitjärvi (Luumäki) olevat, sijaitsi vuoteen 2006 mennessä tuhoutu-neilla lähteillä. Lähteistä, joilla laji esiintyi vuonna 1953, Somerharju 2 (Luumäki) (50) ja Iihola (Luumäki) (62) olivat säilyneet, niiltä ei lajia kuitenkaan enää löytynyt. Somerharju 2 on voimakkaasti vuoteen 1953 verrattuna muuttunut, sillä lähteen vedet on padottu kahdeksi lammeksi. Ei ole todennäköistä, että lajin esiintymä, varsinkin jos se on ollut pienialainen, olisi säilynyt muutoksessa. Sen sijaan Iiholan lähteiköltä laji olisi voinut olla yhä löydettävissä. Ainut havainto vuonna 2006 tehtiin lähteeltä 32 Montonen, Multasenmäki (Valkeala), jossa laji esiintyi vanhassa ojassa olevalla näytealalla 2 % peittävyydellä.

Ainoastaan vuonna 2006 havaituista lajeista merkittävin on Suurilta lähteiltä (Val-keala) (33) löydetty särmälähdesammal (*Philonotis seriata* LC/RT). Laji on alueelle KAS 2a uusi (Ulvinen ym. 2002) ja samalla yksi Suomen eteläisimmistä havainnoista. Suuretlähteet on kahdesta lähdelammesta ja niiden läheisyydessä olevista tihkupin-noista koostuva lähteikkö. Särmälähdesammal kasvoi vesirajassa hyvin niukkana muiden sammalten (lähinnä hetekuirisammalen) seassa. Esiintymän laajuus on kar-toitettu tarkemmin lokakuussa 2007 (Juutinen, uhanalaisen lajin maastolomake), jolloin havaittiin pienen (vain muutama cm²) ja vaikeasti paikannettavan kasvuston koostuvan ainoastaan muutamasta toisistaan erillisestä versosta. Lajin häviäminen satunnaistekijöiden vaikutuksesta on hyvin mahdollista. Tauno Ulvinen on kerännyt vuonna 1959 Savisillanojan/Pantiansaarenojan lähteikön (Luumäki) (43) länsiosasta lähdesammalen (*Philonotis* sp.), jonka hän on myöhemmin vuonna 1991 määrittänyt särmälähdesammaleksi (T. Ulvinen, henk. koht. tiedonanto). Lajia ei kuitenkaan löydetty lähteeltä enää vuonna 2006. Ainoan lähteiköltä havaitun lähdesammalen määrittäminen varmistettiin Tauno Ulvisella, ja se säilyi kaikkialla lähteillä yleisenä puro-lähdesammalena (*P. fontana*). Särmälähdesammal on hyvin todennäköisesti hävinnyt lähteiköltä. Lajia on kerätty Etelä-Savon eliömaakunnasta Suurten lähteiden ja Sa-visillanojan lisäksi yhdestä paikasta Valkealasta n. 20 km edellisiä pohjoisemmasta vuonna 1956 (Kujala ym. 1979, T. Ulvinen, henk. koht. tiedonanto). Etelä-Hämeestä (EH) Ruovedeltä on yksi ja Satakunnasta (St) muutama havainto, laji yleistyy vasta Kainuusta pohjoiseen (T. Ulvinen, henk. koht. tiedonanto). Someroltakin (EH) sär-mälähdesammal on aivan viime aikoina kerätty (J. Ilmonen henk. koht. tiedonanto). Tämä esiintymä lienee Suomen eteläisin.

Utin lentokentän eteläpuolella olevassa lähdevaikutteisessa ojassa (Valkeala) (30) on letohavusammalen (*Thuidium tamariscinum* LC/RT) ainut esiintymä Salpausselän tutkimuslähteillä. Esiintymä on Etelä-Savon ainoa, Etelä-Karjalasta lajia ei tunneta (T. Ulvinen henk. koht. tiedonanto). Tauno Ulvinen on löytänyt lajin kohteelta ensimmäi-sen kerran vuonna 2003 (T. Ulvinen, uhanalaisten lajien maastolomake). Letohavu-sammal on eteläinen lehtojen, lähteikköjen ja lähteisten lehtokorpien sammal, jonka esiintyminen rajoittuu sisämaassa ainoastaan lähteiköille (Ulvinen ym. 2002). Laji on

taantunut ojitusten ja metsänhoitotoimien takia (Ulvinen ym. 2002). Lajin esiintymää ojassa uhkaavat tulevaisuudessa ojien perkaukset, joita olikin läheisillä ojilla jo tehty. Esiintymä on hyväkuntoinen ja laajahko.

Ainakin yksi nykyään valtakunnallisesti tai alueellisesti uhanalaiseksi luettava laji (Ulvinen ym. 2002) havaittiin vuonna 1953 yli puolelta lähteistä (42/79), vuonna 2006 enää 18 % (11/61) lähteistä esiintyi yksi tai useampi valtakunnallisesti tai alueellisesti uhanalainen laji. Tulos kertoo nykyään uhanalaiseksi luokiteltavien lajien uhanalaistumiskehityksestä. Lähteet, joilta on havaittu vuonna 1953 kaksi tai kolme nykyään valtakunnallisesti tai alueellisesti uhanalaista lajia keskittyvät alueen keskiosiin, lähteille 30–39. Vuoteen 2006 mennessä keskittyminen tutkimusalueen keskiosien lähteille on entisestään voimistunut. Uhanalaisten lajien esiintyminen ei keskity kumpanakaan vuotena selkeästi luonnontilaisille lähteiköille. Usein uhanalaiset lajit löytyivät kuitenkin lähteikköjen luonnontilaisimmista osista. Havaintojen perusteella harsosammal ja lehtohavusammal saattavat pystyä ainakin väliaikaisesti kasvamaan ojissa tai niiden reunoilla.

Lähdesammalkasvillisuuden vakaus

Sammallajiston vaihtuvuus aineistossa on suurta. Tämä näkyy suurina ekstinktio- ja kolonisaatioprosentteina, pieninä samankaltaisuusindeksien arvoina vuosien välillä ja ordinaatiotuloksissa. Hyvin monella lähteellä näytealojen samankaltaisuus on vain joitakin prosentteja, eri vuosien yhteisöillä on keskimäärin vain vähän yhtäläisyyksiä, eikä samankaltaisuudella ole yhteyttä luonnontilan muutoksen suuruuteen. Saatu tulos on yllättävä, sillä lähteitä on perinteisesti totuttu pitämään vakaina elinympäristöinä ja vakaan yhteisön on ajateltu olevan seurausta vakaasta ympäristöstä (Pie-lou 1975). Esimerkiksi Heinon ym. (2005) tutkimuksessa havaittiin luonnontilaisena säilyneiden lähteiden olevan samankaltaisempia kuin voimakkaasti muuttuneiden. Jatkossa on tärkeä tutkia luonnontilaisten lähteiden sammalyhteisöjen vakautta, jotta nyt saadut tulokset sammalyhteisön muutoksesta voitaisiin suhteuttaa luonnolliseen dynamiikkaan.

Sammalyhteisöjen samankaltaisuutta eri vuosina lähteen sisällä tarkasteltiin sekä näytealoilla (runsausaineistosta) että lajien esiintymisen perusteella (esiintymisaineistosta). Pienin muutos (näytealojen samankaltaisuus 47,8 % / lajiston 63,0 %) näytealojen lajistossa on tapahtunut lähteellä 31 Pöllömäki NW, Mankki (Valkeala). Pöllömäen lähteikkö on Salpausselän jyrkän rinteiden alapuolella oleva laaja ja monipuolinen lähteinen rehevä korpi, joka rajautuu korpimuuttumaan. Lähde ei ole Ulvisen (1955) kuvauksesta juurikaan muuttunut, alapuolinen korpikin on ollut jo tuolloin ojitettu. Suurin muutos näytealoilla (samankaltaisuus 0,3 % / 16,0 %) on tapahtunut kaivoksi muutetulla lähteellä 46 Kiurunmäki (Luumäki). Luonnontilaiset lähdepinnat ovat kohteelta ojituksen, pelloksi raivaamisen ja kaivon rakentamisen jälkeen lähes kokonaan hävinneet. Toisaalta pelto ja sen reunaosat lienevät olleet olemassa jo Ulvisenkin (1955) aikana. Lajien esiintymisten perusteella vähiten on muuttunut lähde 62 Iihola (Luumäki), jonka lajiston samankaltaisuus vuosien välillä on 69,2 % (näytealojen 20,4 %). Iiholan lähteikkö on jokseenkin luonnontilainen, paikoin voimakkaasti tihkupintainen puronvarsikorpi. Kuten Pöllömäen lähteikkö, tämäkin kohde on säilynyt ympäristöltään hyvin samanlaisena Ulvisen (1955) kuvaukseen verrattuna, tosin puro on todennäköisesti 50-luvun jälkeen yläosiltaan perattu. Vähiten samanlaisena on säilynyt esiintymisten perusteella lähde 11 Napasuo N (Kuusankoski), josta ei havaittu yhtään molemmille vuosille yhteistä lajia (näytealojen samankaltaisuutta ei voitu laskea / lajiston 0 %). Ulvisen (1955) mukaan lähde on koostunut vuonna 1953 lähdevaikutteisesta pellonojasta, mahdollisesti pellostä ja sen pohjoispuoleisesta rinteestä. Pohjoispuolinen rinne on nykyään ojitettu ja pellon eteläpuolelle on rakennettu maantie, pelto on yhä paikoillaan. Lähteisyyttä esiintyy enää pellon

pohjoispäässä ja tien eteläpuolella olevissa ojissa. Luonnontilan selvästä heikkene-
misestä huolimatta vuonna 2006 havaittiin 12 lajia, kun Ulvinen (1955) oli havainnut
vain kaksi. On vaikea sanoa, mitkä tekijät ovat vaikuttaneet siihen, että näillä lähteillä
sammalyhteisöt ovat muuttuneet vähemmän tai enemmän kuin suurimmalla osalla
lähteistä. Luultavasti tekijöitä on useita ja ne vaihtelevat lähteittäin. Luonnontilan
ei havaittu selittävän yhteisökoostumuksen eroja lähteiden välillä, niitä eivät selitä
mitkään muutkaan tutkimuksessa mitatut ympäristötekijät (Juutinen, julkaisematon).
Koska luonnontila tai muut mitatut ympäristötekijät eivät selitä sammalyhteisön
koostumuksen eroja, on odotettua, että ne eivät selitä myöskään siinä tapahtuneita
muutoksia. Useilta lähteiltä oli käytettävissä ainoastaan yksi näyteala vuodelta 1953,
mikä saattaa selittää osan havaitusta muutoksesta, sillä vuoden 1953 näytealojen
määrän ja vuosien välisen samankaltaisuuden välillä on voimakas positiivinen riip-
puvuus (Juutinen, julkaisematon).

Vakauden kannalta oleellisempaa on kenties yhteisömuutoksen suuruus kuin sen
suunta, mutta myös sammalyhteisön muutoksen suuntien erot ovat kiinnostavia, var-
sinkin kun niiden ei havaittu liittyvän luonnontilan muutokseen. Sammalyhteisöjen
muutoksia lajien esiintymisen perusteella muodostetusta ordinaatiosta tarkasteltaessa
huomattiin lähteiden sammallajiston muutoksessa pääsuunta, joka oli akselin 1 suun-
tainen. Päätelmien tekeminen ainoastaan kahden akselin suhteen voi olla kuitenkin
harhaanjohtavaa. Muutoksen suuntaa kuvattiin kahden kulman avulla ja näiden kul-
mien suhteen piirretystä kuvasta nähdään koko ordinaation mukainen tilanne kerral-
la. Kolmen akselin suhteen esitetyn ordinaation tulos saadaan näin tiivistettyä yhteen
kaksiulotteiseen kuvaan. Kuvasta huomataan, että näytealoilla sammalyhteisöt ovat
muuttuneet voimakkaammin eri suuntiin kuin lajien esiintymisen perusteella. Lajien
esiintymisen muutokset ovat olleet kaikilla lähteillä jossain määrin samansuuntaisia
luonnontilan muutoksesta riippumatta. Näytealojen perusteella havaitaan selkeäm-
min joitain poikkeavia muutoksia. Sammalyhteisön muutoksen suunta näytealoilla
on ollut poikkeava esimerkiksi lähteillä 16, 37, 48 ja 52. Lähteellä 52 Kahrasensuo S
(Luumäki) tapahtuneen muutoksen suunta on erittäin voimakkaasti muista lähteistä
poikkeava. Ulvisen (1955) kuvaukseen verrattuna lähteikkö vaikuttaisi muuttuneen
vain vähän: ympäristö oli edelleen rehevää korpea ja lähteikkö koostuu suurista
hyllyvistä pinnoista, parista allikosta ja niistä alkavista lähdepuroista. Kuusikko oli
ollut 50-luvulla kituvaa, nyt se oli järeää ja hyvinvoivan oloista, lisäksi lähteikön
reunat oli ojitettu. Näytealojen sijoittelu on ilmeisesti ollut molempina vuosina sa-
mankaltainen. Kahrasensuon lähteikkö on yksi hienoimmista ja monipuolisimmista
tutkituista lähteiköistä. Lähteikkö 16 Käyrälammen leirintäalueen (Kouvola) lähellä
on muuttunut todella voimakkaasti vuoteen 1953 verrattuna. Ulvisen (1955) mukaan
lähteikkö on ollut pienehkö allikkolähde, jonka vaikutus kasvillisuuteen on ollut mel-
ko heikko. Kohtaan on sittemmin rakennettu tekolampi ja -joki, joiden läheisyyteen
on muodostunut lähinnä nuorta lehtipuuta kasvava kosteikko. Lähteisyys ilmenee
lisäksi lähdesammalina ympäröivällä nurmella. Riistamaan/Loikalan (37) (Anjalan-
koski) lähteikkö sijaitsee avoimella sähkölinjalla ja sen pohjoispuolella. Muutoksen
suunta saattaa vaikuttaa poikkeukselliselta tässä tapauksessa yksinkertaisesti näyte-
alaotannasta johtuvista syistä. Vuoden 1953 sammalyhteisöä edustaa ainoastaan yksi
näyteala, joka on otettu sähkölinjan reunalta. Vuonna 2006 näytealoja otettiin vaihte-
levasti sähkölinjalta, sen reunalta ja alueen pohjoisosan luhtakorvesta. Lähteikön eri
osissa oli hyvin erilaiset lähdevaikutteiset sammalyhteisöt. Myllyojen lähteikön (48)
(Luumäki) sammalyhteisön muutoksen suuntaa selittänevät samankaltaiset tekijät,
sillä myös sieltä oli ainoastaan yksi näyteala vuodelta 1953. Luonnontilan muutoksen
suunnan tulkitseminen erillään sen suuruudesta ei ole välttämättä järkevää. Hyvin
poikkeavan suuntaisetkaan muutokset eivät ole kiinnostavia, mikäli ne ovat hyvin
pieniä. Kaikkien edellä mainittujen lähteikköjen muutos on ollut suurta (samankal-
taisuus 1–14 %), joten suunnan käsitteleminen on perusteltua.



Kuva 21. Luonnontilainen allikkolähde Kahrasensuon eteläpuolella Luumäellä.



Kuva 22. Okkolan puro-tihkupintalähde Luumäellä.

Luonnontilaisten lähteiden suknessiota ei ole tiettävästi ollenkaan tutkittu. Hyvä esimerkki lähteestä, jonka lajiston muuttuminen on todennäköisesti seurausta luonnollisesta suknessiosta, on Okkolan (54) lähde Taavetissa (kuva 22). Lajiston päällekkäisyys on pientä (näytealojen samankaltaisuus 24 %, lajiston 32 %). Ulvinen (1955) kertoo lähteestä seuraavaa: "Lähteikkö sijaitsee loivarinteisen kankaan reunassa ja se alkaa kankaasta n. 1,2 m:n korkuisella kynnyksellä. Kynnyksen alapuolella on laaja hetteinen pinta, jossa ohuen sammalkerroksen alla on pehmeää märkää hiekkaa. Sammallajit, varsinkin *Brachyth. rivulare*, muodostavat laajoja yhtenäisiä kasvustoja. – vettävaluvalla pinnalla vain harvat lajit muodostavat pieniä yhtenäisiä kasvustoja.". Vettä valuvalla pinnalla otettujen näytealojen sammalpeittävyys on kuitenkin yli 100 prosenttia, joten näytealat sijoittuvat todennäköisesti Ulvisen mainitsemiin pieniin yhtenäisiin kasvustoihin. Heterahkasammalta (*Sphagnum warnstorffii*) ja niukempina myös lettorahkasammalta (*S. teres*), esiintyi ainoastaan lähteen reunamilla. Ulvinen arvelee lähteiköltä äskettäin kuoritun turpeen pois, minkä jälkeen kasvillisuus on uudelleen kehityksessä. Vaihtoehtoisesti veden virtauksen voimakkuuden takia lähteikölle ei ole kehittynyt yhtenäistä turvekerrosta (Ulvinen 1955). Näytealojen runsaimmat lajit vuonna 1953 olivat hetehiirensammal (*Bryum weigeli*), paikoin jopa 50 % peittävyydellä, ja purosuikerosammal (*Brachythecium rivulare*) (Taulukko 13). Lehväsammalista lähteiköllä tavattiin korpilehväsammal (*Plagiomnium ellipticum*) ja lähdelehväsammal (*Rhizomnium magnifolium* s.lat.), jotka olivat lähteiköllä laikuittaisia (5–20 % näytealalla) (Ulvinen 1955). Vuonna 2006 lähde oli säilynyt Ulvisen (1955) kuvauksesta hyvin tunnistettavana, mikä ei ollut suinkaan tavallista. Yleensä lähteiden ympäristöt olivat muuttuneet niin paljon, ettei Ulvisen (1955) kuvaus muistuttanut millään tavalla sitä lähdetä, joka vuonna 2006 oli löydettävissä. Lähde määritettiin vuonna 2006 täysin luonnontilaiseksi, eikä ole oletettavaa, että lajistomuutokset olisivat seurausta ihmistoiminnan välittömästi aiheuttamista muutoksista lähteellä. Vuoden 2006 maastolomakkeessa lukee Okkolan lähteestä seuraavaa: "Todella hieno varjoinen lähteikkö! Vesi purkautuu rinteiden kynnyksen alta hetteen läpi pieninä puroina. Laaja tihkupinta osittain hyvin hyllyvä (ei kestä astumista). Kenttäkerros ei erityisen runsas, lähteikön keskellä mörkimällä osalla ei ollenkaan putkilokasveja *Athyrium* –mätästä lukuun ottamatta. Hete lähes yksinomaan lehväsammalvoittoinen." Pohjamateriaali on pehmeää turvetta, purojen kohdalla paljastuu hienoa hiekkaa. Lähteellä dominoivat lähdelehväsammal (keskimäärin 27 % näytealalla), korpilehväsammal (18 %), kiiltolehväsammal (*Pseudobryum cinclidioides*) (17 %) ja keuhkosammal (*Marchantia polymorpha*) (18 %) (Taulukko 13). Kaikki edellä mainitut lajit pääsevät jopa 80–99 % peittävyteen jollain näytealalla. Vuoden 1953 yleisimmät lajit hetehiirensammal ja purosuikerosammal olivat hävinneet varsinaiselta lähteeltä kokonaan. Purosuikerosammal löytyi sentään läheisestä ojasta, jonne lähteen vedet laskevat. Myöskään Ulvisen (1955) kertomaa laikuittaista sammalkasvustoa vettävaluvalla pinnalla ei ollut enää havaittavissa, sammalkasvillisuus oli pieniä puroja lukuun ottamatta tasaisen yhtenäinen. Näytealoilla ei päästy aivan yhtä suuriin sammalpeittävyksiin kuin mitä Ulvinen (1955) oli aikoinaan mitannut, keskimääräinen sammalten peittävyys oli näytealalla kuitenkin lähellä sataa. Toisilla lähteiköillä, esimerkiksi yllä kuvailluilla Pöllömäen ja Iiholan lähteiköillä, jotka olivat säilyneet ympäristöltään silminnähden samanlaisina, ei ollut tapahtunut lajistossa kovin suurta muutosta. Tutkimuksen perusteella ei voi valitettavasti vastata kysymykseen, miksi toiset silminnähden samankaltaisina ympäristöltään säilyneet lähteet ovat muuttuneet lajistoltaan huomattavasti enemmän kuin toiset. Okkolan lähteikön ympäristö on päätehakattu lokakuussa 2007 ja lähteikkö on rajattu hakkuiden ulkopuolelle hyvin kapealla suojavyöhykkeellä (Juutinen, henk.koht. havainto). Tulevaisuus näyttää, miten sammallajisto reagoi varjostusolosuhteiden täydelliseen muuttumiseen.

Taulukko 13. Okkolan (54) lähteen näytealat vuosilta 1953 ja 2006. Peittävydet prosentteina näytealasta. ¹lähde- & kilpilehvä-sammal vuodelta 2006 lähdelehväsamalta.

	1953				2006				
	keskiosa, vettä valuva pinta	N-osa, pienen vesivalun luona	N-reuna, hyllyvä pinta	S-reuna, läheltä puron alkua	S-reuna, hete-pinta	keskiosa, hetepinta	kuten ed.	lähteestä alkava puro, 4 m ennen ojaa	S-reuna, hetepinta
hetehiirensammal	20	50	2	10	-	-	-	-	-
heterahkasammal	-	-	40	20	-	-	-	-	-
hetesirppisammal	-	-	15	-	-	-	-	-	-
isokynsisammal	-	-	-	-	-	-	-	10	-
kalvaskuirisammal	-	-	-	2	-	-	-	-	-
kampasammal	-	-	-	15	-	-	-	-	-
kiiltolehvä-sammal					-	80	5	-	-
korpiharhunsammal	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-
korpilehvä-sammal	20	10	-	5	-	-	-	-	90
korpirahkasammal	-	-	-	-	-	-	-	5	-
lähde- & kilpilehvä-sammal. ¹	-	5	20	20	99	19	3	3	-
lettohiirensammal	-	-	5	5	-	-	-	-	-
lettorahkasammal	-	-	15	5	1	-	-	-	-
metsäkerrossammal	-	-	-	-	-	-	1	-	-
okarahkasammal	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-
otaluhtasammal	10	5	-	5	-	-	0,1	-	-
purosuikerosammal	40	30	-	10	-	-	-	-	-
ruusukesammal	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-
suonihuopasammal	-	-	-	8	-	-	-	-	-
vaalearahkasammal	-	-	-	-	-	-	-	1	-
haaraliuskasammal	-	-	5	-	-	-	-	-	-
hetealvesammal	10	-	1	3	-	-	-	-	-
keuhkosammal	100	110	108	108	-	-	89	-	-
nauhasammal	-	10	5	-	-	1	-	15	-

Johtopäätökset

Salpausselän lähteillä näkyy erityisen selvästi varsinkin Etelä-Suomessa havaittu radikaali lähteiden tuhoutuminen ja luonnontilan heikkeneminen. Osittain yllättävääkin sitä vastoin on se, että lähteiden luonnontila on ollut jo 50-luvulla heikko, vain puolet lähteistä on ollut tuolloin luonnontilaisia. Havaittu lähdelajien uhanalaistumiskehitys ja eräiden muiden lähdesammalten harvinaistuminen vahvistavat olemassa olevaa käsitystä lähdelajien nykytilasta. Lettojen lähes täydellinen häviäminen alueelta on johtanut lettolajiston voimakkaaseen harvinaistumiseen. Tutkimuksen perusteella on edelleen aihetta epäillä eräiden lajien harvinaistuvan tulevaisuudessa, mikäli nykyinen kehitys jatkuu. Metsätalouden monimuotoisuustoimien merkitys on Salpausselällä lähteiden ja lähdesammalten säilymisen kannalta erittäin keskeinen, esimerkiksi lähdevaikutteiset ojat ovat hyvin tavallisia.

Lähteikköjen sammalyhteisöjen havaittiin muuttuneen yllättävän paljon. Muutosta oli tapahtunut yleisesti ottaen tiettyyn suuntaan, mutta tätä ei onnistuttu kytkemään luonnontilan muutokseen. Lähteillä tapahtuvaa luonnollistakaan sukkessiota ei ole tutkittu, joten muutoksen vauhtia ei voitu suhteuttaa aiempaan tietoon. Lähdesammalten luonnollista dynamiikkaa olisi jatkossa tutkittava lisää.



Kuva 23. Lähdevesivaikutteinen, mutta lähdesammaletton oja Haapasillan eteläpuolella Kuusankoskella.

III Metsälain erityisen tärkeän lähde-elin ympäristön sisältävien lähteikköjen olemus, sammallajisto ja sammalyhteisön koostumus Salpausselällä

Aineisto

Aineistona käytettiin osaa kahdessa edeltävässä osiossa käytetyistä aineistosta. Siitä on erotettu käytettäväksi ainoastaan 58 metsäiseksi todettua lähdettä tai lähteikköä. Näistä kahdeksan sisälsi joko erilliskartoituksessa (Yrjönen 2004) tai alueellisen metsäsuunnittelun yhteydessä löydetyn metsälain erityisen tärkeän elinympäristön (METE-kohteen). Näiden lisäksi kaksi lähdettä sisälsi muun arvokkaan elinympäristön (Pekka Järvinen/Kaakkois-Suomen metsäkeskus, henk.koht. tiedonanto). Lisäksi löydettiin kahdeksan mahdollista metsälakikohdetta, joista Kaakkois-Suomen metsäkeskuksella ei ollut tietoa. Lähteikköjen metsälakistatus saatiin käyttöön vasta maastokäyntien jälkeen. Metsälakistatuksella tarkoitetaan tässä yhteydessä sitä, sisältääkö kyseinen lähteikkö metsäkeskuksen aiemmin kartoittaman ja erityisen tärkeäksi elinympäristöksi katsoman kohteen. Jatkossa METE-kohteen sisältäviä lähteikköjä verrataan kaikkiin muihin lähteikköihin. Muut lähteiköt sisältävät myös muut arvokkaat elinympäristöt, löydetty mahdolliset erityisen tärkeät elinympäristöt ja muut lähteiköt. Tutkimuskohteet edustavat eteläsuomalaisia lähteikköjä kattavasti muun muassa luonnontilan ja lähde tyyppin suhteen. Sammalaineistosta poistettiin lajit, joiden esiintyminen on katsottu arvioidun puutteellisesti (muut kuin Liitteen 5 lajit).

Tutkimuksessa selvitettiin, eroavatko METE-lähteen sisältävät lähteiköt muista lähteistöistä mm. sammallajistonsa suhteen. On huomattava, että tässä tutkimuksessa vertaillaan metsälain mukaisen elinympäristön *sisältäviä* lähteikköjä ja muita lähteikköjä. Varsinainen METE-kohde on näin ollen usein vain pieni osa huomattavasti laajemmasta lähteikkökokonaisuudesta.

Tilastollinen käsittely

METE-lähteen sisältävien ja muiden lähteikköjen eroja taustamuuttujien arvoissa, luonnontilassa ja sammalten lajimäärässä (lajimäärä, lähdelajien määrä, uhanalaiset lajit) testattiin parametrittomalla Mann-Whitneyn testillä. Uhanalaisiin lajeihin luetaan tässä yhteydessä kaikki valtakunnallisesti (CR, EN, VU) ja alueellisesti (LC/RT, NT/RT) uhanalaiset sammallajit (Ulvinen ym. 2002). Ryhmien keskimääräisiä ympäristömuuttujien arvoja kuvataan mediaanilla, sillä useiden muuttujien jakaumat ovat voimakkaasti vinoutuneita. Lähdelajit ja uhanalaiset lajit on eritelty liitteessä 5.

Sammalyhteisöjen koostumuksen eroja tarkasteltiin näytealoilta kerätyn runsausaineiston avulla NMS-ordinaatiomenetelmällä ja MRPP-testillä (McCune & Mefford 1999). Lisäksi etsittiin Dufrenen & Legendren (1997) indikaattorilajianalyysillä indikaattoreita, jotka erottelevat parhaiten METE-kohteen sisältävät lähteiköt muista lähteistöistä.

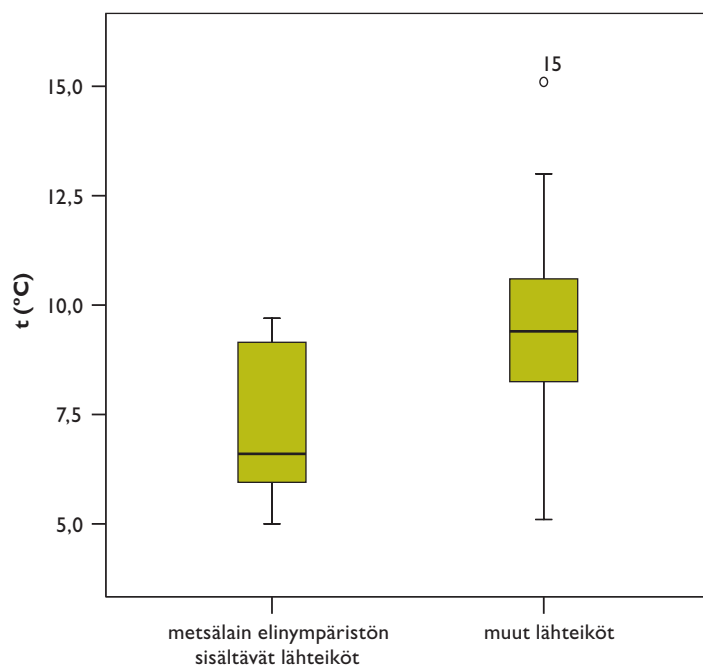
Tulokset

Taustamuuttujat

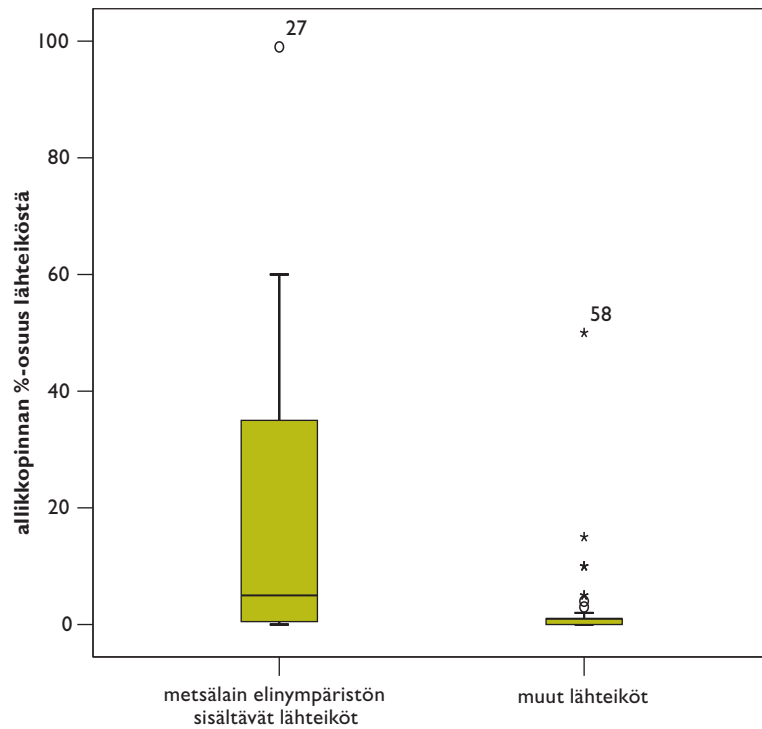
METE-lähteen sisältävät lähteiköt ovat ympäristömuuttujiltaan hyvin samankaltaisia muiden lähteikköjen kanssa (Taulukko 14). Ainoastaan lähdeveden lämpötilan suhteen ne ovat kylmempää (Mann-Whitney $U=91,5$, $n=56$, $p=0,019$; Kuva 24) ja niillä on enemmän allikkopintaa (Mann-Whitney $U=111,5$, $n=58$, $p=0,044$; Kuva 25) kuin muilla lähteiköillä.

Taulukko 14. Lähderyhmien taustamuuttujien keskiluvut ($md \pm sd$) ja erojen merkitsevyys (Mann-Whitney U).

	METE-lähteen sisältävät lähteiköt	muut lähteiköt	Mann-Whitney		
			U	n	p
pH	6,7 ± 0,4	6,5 ± 0,4	126,5	8/48	0,125
sähkönjohtokyky ($\mu\text{S/cm}$)	110 ± 43	150 ± 161	141,0	8/48	0,232
lämpötila ($^{\circ}\text{C}$)	6,6 ± 1,8	9,5 ± 2,2	91,5	8/48	0,019
hetepinnan osuus (%)	88 ± 34	95 ± 18	122,5	8/50	0,079
puuron osuus (%)	3,0 ± 10	2,0 ± 16	184,0	8/50	0,713
allikkopinnan osuus (%)	5,0 ± 37	1,0 ± 7,9	111,5	8/50	0,044
lähteikön koko (aaria)	4,5 ± 3,0	2,0 ± 6,3	138,0	8/50	0,160
puuston pohjapinta-ala (m^2/ha)	17 ± 10	13 ± 6,6	156,0	8/50	0,321
kehitysluokka	4,5	5	182,0	8/47	0,876



Kuva 24. METE-lähteen sisältävien lähteikköjen vesi on kylmempää kuin muiden lähteikköjen. Numero viittaa lähteikön numeroon (Liite I).



Kuva 25. METE-lähteen sisältävillä lähteiköillä on enemmän allikkopintaa kuin muilla lähteiköillä. Numerot viittaavat lähteikön numeroon (Liite I).

Luonnontila

METE-lähteen sisältävät lähteiköt ovat suuntaa antavasti luonnontilaisempia kuin muut lähteiköt (Mann-Whitney $U=129,0$, $n=58$, $p=0,088$) (Taulukko 15). Vain yksi tässä tutkimuksessa täysin luonnontilaisiksi luokitelluista lähteiköistä oli määritetty METE-kohteeksi.

Taulukko 15. Lähderyhmien lähteikköjen jakautuminen luonnontilaisuusluokkiin.

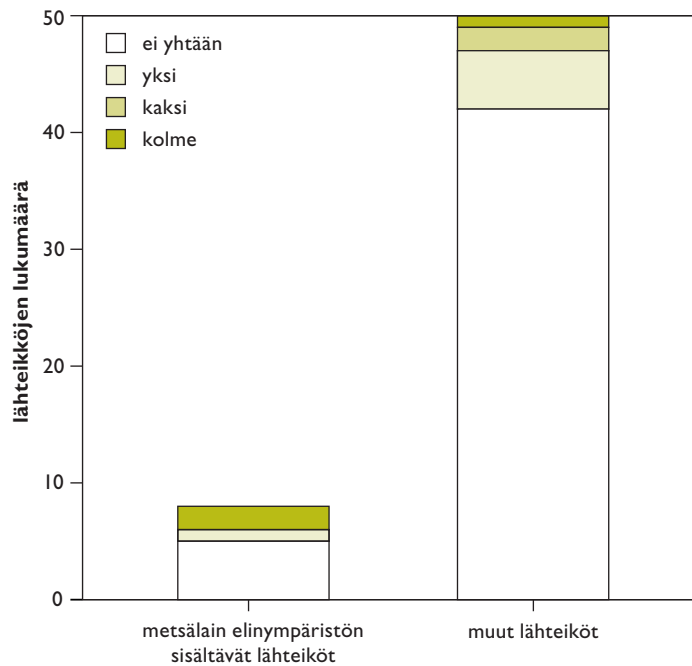
	täysin luonnontilainen	jokseenkin luonnontilainen	jokseenkin kulttuuri-vaikutteinen	täysin kulttuuri-vaikutteinen
METE-lähteen sisältävät lähteiköt	1	5	1	1
muut lähteiköt	3	15	23	9

Sammalten lajimäärä

Sammalten lajimäärä, lähdesammalten lajimäärä ja valtakunnallisesti tai alueellisesti uhanalaisten lajien määrät eivät eronneet METE-lähteen sisältävien lähteikköjen ja muiden lähteikköjen välillä (Taulukko 16). Valtakunnallisesti ja alueellisesti uhanalaisia lajeja tavataan sekä METE-lähteen sisältäviltä lähteiköiltä että muilta lähteiköiltä (Kuva 26). Merkittävä osa näistä esiintymistä sijaitsee kuitenkin muilla kuin METE-lähteillä. Lisäksi osa METE-lähteen sisältävillä lähteiköillä havaituista valtakunnallisesti tai alueellisesti uhanalaisten lajien esiintymistä sijaitsee METE-lähteen elinympäristön rajauksen ulkopuolella. Sammalten peittävyys on melkein merkitsevästi suurempi erityisen tärkeän elinympäristön sisältävillä lähteiköillä kuin muilla lähteiköillä (Taulukko 16).

Taulukko 16. Lähderyhmien lajimäärien keskiluvut (md ± sd) sekä erojen merkitsevyys (Mann-Whitney).

	METE-lähteen sisältävät lähteiköt	muut lähteiköt	Mann-Whitney		
			U	n	p
sammalten lajimäärä	11,0 ± 2,3	9,5 ± 4,2	157,5	8/50	0,336
lähdesammalten lajimäärä	6,0 ± 2,2	4,0 ± 1,9	139,5	8/50	0,176
sammalten peittävyys (%)	60 ± 18	40 ± 24	114,5	8/50	0,054
uhanalaisten sammallajien määrä	0,0 ± 1,4	0,0 ± 0,6	151,5	8/50	0,280

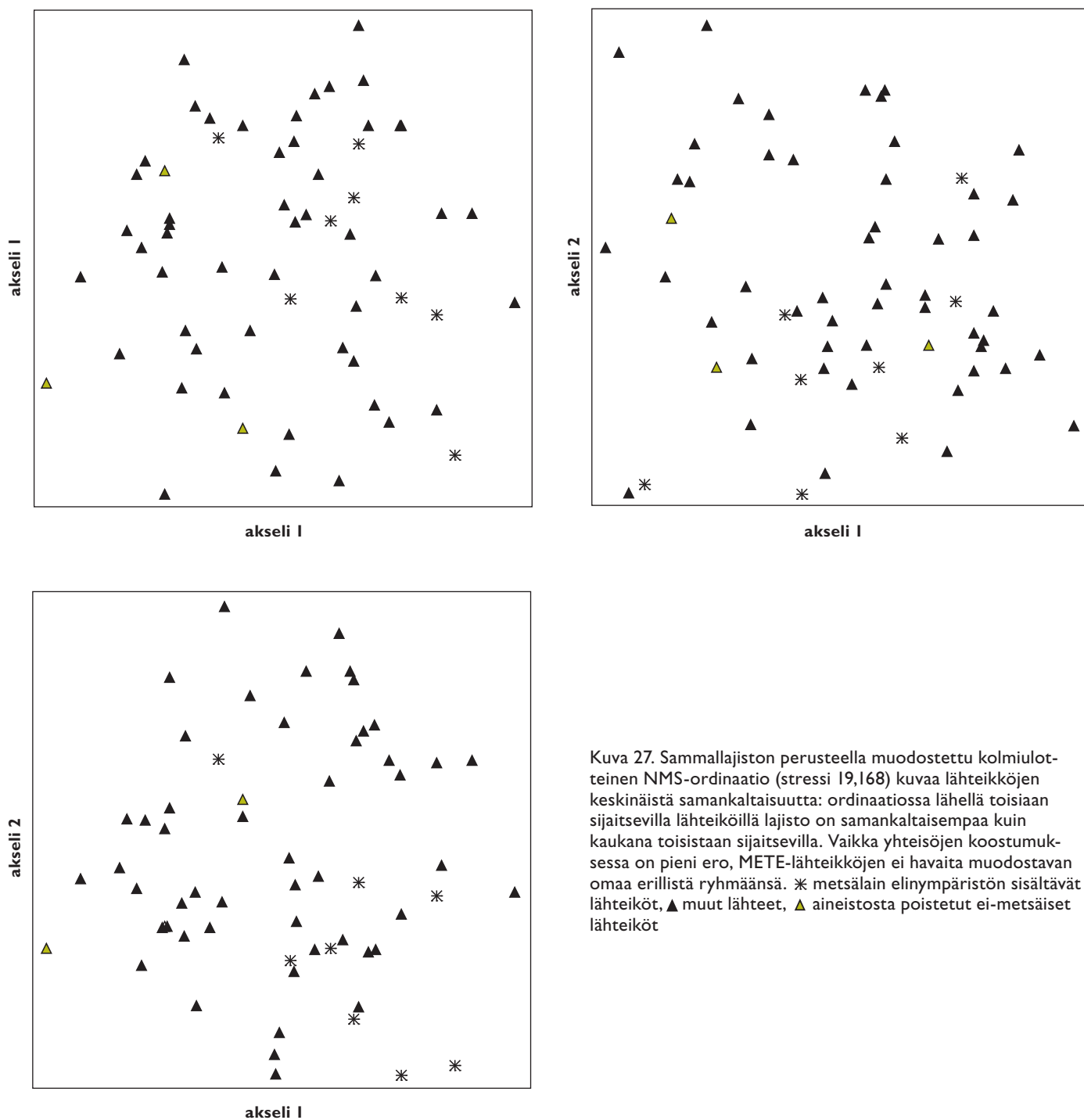


Kuva 26. Lähteiköt, joilla esiintyy 0,1,2 tai 3 valtakunnallisesti tai alueellisesti uhanalaista sammal-lajia.

Sammalyhteisön koostumus

Metsälain erityisen tärkeän lähde-elinympäristön sisältävien ja muiden lähteikköjen sammalyhteisöt eroavat toisistaan, mutta ero on hyvin pieni (Kuva 27) (MRPP; $A=0,010$ $p=0,012$).

Sammalyhteisöiltään METE-lähteen sisältävät lähteiköt ovat hyvin samanlaisia muiden lähteikköjen kanssa, joten erottavia indikaattorilajejakin löytyy vähän. Lajit, joiden esiintyminen erottaa METE-lähteen sisältävät lähteiköt muista lähteiköistä



Kuva 27. Sammallajiston perusteella muodostettu kolmiulotteinen NMS-ordinaatio (stressi 19,168) kuvaa lähteikköjen keskinäistä samankaltaisuutta: ordinaatioissa lähellä toisiaan sijaitsevilla lähteiköillä lajisto on samankaltaisempaa kuin kaukana toisistaan sijaitsevilla. Vaikka yhteisöjen koostumuksessa on pieni ero, METE-lähteikköjen ei havaita muodostavan omaa erillistä ryhmäänsä. * metsälain elinympäristön sisältävät lähteiköt, ▲ muut lähteet, ▲ aineistosta poistetut ei-metsäiset lähteiköt

ovat hetekuirisammal (*Calliergon giganteum*) (IV=56,3, p=0,001), isonäkingsammal (*Fontinalis antipyretica*) (IV=46,4, p=0,002) ja kalvaskuirisammal (*Straminergon stramineum*) (IV=33,1, p=0,028). Kaikkiaan 89 taksonista ainoastaan kaksi tutkimuslähteillä hyvin harvinaista lajia, särmälähdesammal (*Philonotis seriata*) ja kalvaspaanusammal (*Calyptogeia neesiana*), esiintyy yksinomaan METE-lähteiköillä.

Tulosten tulkinta

Taustamuuttujat

METE-lähteen sisältävillä lähteiköillä on enemmän vapaata vesipintaa, allikkoa. Niiden vesi on myös kylmempää. Tulos ei ole yllättävä, sillä onhan selkeiden allikkolähteiden tunnistaminen huomattavasti helpompaa kuin tihkupintaisten. Usein veden kylmyyttäkin pidetään suorastaan lähteen tunnusmerkkinä. Tulokset liittyvätkin todennäköisesti juuri lähteikköjen vaikeaan tunnistettavuuteen ja yleisesti käytössä olevaan lähteen määritelmän vinouteen: lähteet mielletään kylmää vettä pulppuaviksi altaiksi. Erityisen tärkeäksi elinympäristöksi tunnistettujen lähteikköjen valinnassa on havaittavissa lievää vinoumaa, sillä luonteeltaan erilaiset lähteiköt eivät ole tasaisesti edustettuina. Tämä johtuu luultavasti huomattavasti allikkolähteitä suuremmista vaatimuksista kokonaan tihkupintaisia kohteita arvioitaessa.

Huomattavan monilta ominaisuuksiltaan METE-lähteen sisältävät lähteiköt ovat samankaltaisia muiden lähteikköjen kanssa. Aineiston valossa on mahdotonta jälkikäteen yhtäpitävästi perustella, miksi lähteikkö on päätetty luokitella erityisen arvokkaaksi elinympäristöksi.

Luonnontila

METE-lähteen sisältävät lähteiköt ovat luonnontilaltaan jokseenkin muiden lähteikköjen kaltaisia. Luonnontilaisuusluokitus on tiiviisti riippuvainen lähteikön rajaamisesta. Metsälakikohteiksi rajattujen lähteikköjen osien luonnontilaisuus lienee kuitenkin korkeampi kuin muun ympäröivän lähteikköalueen.

Luonnontilaisuuden samanlaisuus verrattujen lähderyhmien välillä voi johtua myös siitä, että luokka "muut lähteet" sisältää myös metsäkeskukselta havaitsematta tai rajaamatta jääneitä metsälain mukaisiksi erityisen tärkeiksi elinympäristöiksi luokiteltavia kohteita. Samanlainen tilanne on ainakin Lohjalla (Pykälä 2007). Osalla kohteista on vierailtu syksyllä 2007 Metsäkeskus Kaakkois-Suomen edustaja Pekka Järvisen kanssa, jolloin havaittiin muutama uusi lakikohde tai muu arvokas elinympäristö. Nämä eivät sisälly tämän tutkimuksen luokkaan "metsälain elinympäristön sisältävät lähteiköt".

Sammalten lajimäärä

Lajimäärältään METE-lähteen sisältävät lähteiköt eivät poikkea muista lähteiköistä. Itse asiassa metsälakikohteiden lajimäärä on todennäköisesti muita lähteikköjä alempi tiukan rajauksen takia. Myös Korvenpää ym. (2002) havaitsivat, että metsälain mukaisten lähteikköjen lajimäärä ei poikkea muiden lähteikköjen lajimäärästä.

Uhanalaisten sammallajien esiintymät eivät keskity tärkeän elinympäristön sisällyville lähteiköille. Korvenpään ym. (2002) tutkimuksessa uhanalaisten ja silmälläpidettävien sammalten esiintymät olivat kaikki metsälain mukaisilla kohteilla. Tulosten erot saattavat johtua esimerkiksi alueellisista eroista metsälain elinympäristöjen kartoitustarkkuudessa (Kotiaho ja Selonen 2006). Toisaalta uhanalaista sammallajistoa

tavattiin myös lähteiköiltä, jotka eivät välttämättä täytä metsälain elinympäristöjä kartoittavien henkilöiden näkemystä luonnontilaisuudesta tai sen kaltaisuudesta. Vaikuttaa siltä, että lajistollisia arvoja ei ole otettu huomioon metsälakikohteita määriteltäessä, vaikka ohjeistuksessa (Soininen 2000) niin neuvotaankin.

Sammalyhteisön koostumus

METE-lähteen sisältävien lähteikköjen sammalyhteisöt eivät poikkea merkittävästi muiden lähteikköjen sammalyhteisöistä. Tulos ei ole yllättävä, sillä lakikohteita valitessa ei ole useimmiten todennäköisesti kiinnitetty huomiota sammallajistoon. Lajit, joiden havaittiin indikoivan metsälain erityisen tärkeän elinympäristön sisältäviä lähteikköjä, ovat rimpi- (hetekuirisammal, puronäkingsammal) tai välipinta-rimpilajeja (kalvaskuirisammal) (Eurola ym. 1995). METE-lähteen sisältävillä lähteiköillä allikkopinnan osuuden havaittiin olevan suuri. Edellä mainittujen rimpilajien keskittyminen metsälain elinympäristöille on tätä taustaa vasten hyvin ymmärrettävissä.

Johtopäätökset

METE-lähteen sisältävät lähteiköt eroavat vain hyvin vähäisessä määrin muista lähteiköistä. Vaikuttaa siltä, että METE-lähteitä inventoitaessa kiinnitetään suhteettoman suurta huomiota seikkoihin (allikkoisuus, veden lämpötila, luonnontila), joilla näyttäisi tulosten valossa olevan vain vähän tekemistä lajistollisen edustavuuden kanssa. Tiukalle luonnontilaisuuden vaatimukselle ei ole lähteiden sammallajiston turvaamiseen liittyviä perusteita. Myöskään metsälain mukainen selvärajaisuus ei Salpausselän usein tihkupintaisten lähteiköillä yleensä toteudu. Lähteikön määrittelyn uudistaminen olisi tihkupintaisten lähteikköjen tunnistamisen ja lähteiksi tunnistamisen kannalta välttämätöntä. Toisaalta mikäli suojelussa halutaan keskittyä ainoastaan säilyttämään esteettisesti hienoimpia ja silmää eniten miellyttäviä lähteikköjä, metsälain nykyinen muoto lienee siihen aivan riittävä. Tutkimusalueella havaittiin kesällä 2006 useiden, varsinkin pienialaisten ja tihkupintaisten lähteiden tuhoutuneen aivan viimeaikaisissa hakkuissa. Ongelmat liittynevät lähteen määrittelyn eroihin ja kohteiden huonoon havaittavuuteen.

IV Lähdevaikutteisten ojien sammallajisto ja sammalyhteisön koostumus

Aineisto

Aineisto koostuu samasta Salpausselän lähteiltä kerätystä aineistosta, jota käytettiin ensimmäisessä osiossakin. Aineistona käytettiin peittävyysaineistoa 32 ojakohteelta ja 52 ojittamatonta lähdepintaa sisältävältä kohteelta. Kaikkiaan inventoiduista reilusta 300 näytealasta 279 oli mahdollista sijoittaa luotettavasti jompaankumpaan ryhmään.

Tutkimuksessa selvitettiin lähdevaikutteisten ojien sammallajiston ja sammalyhteisön koostumuksen eroja. Vertailu on perusteltua, sillä ojitettujen lähteikköjen määrä on maassamme hyvin suuri (Leka ym. 2008), eikä lähdevaikutteisten ojien sammallajistoa ole aiemmin ollenkaan tutkittu.

Tilastollinen käsittely

Jotta ojien ja muiden lähdepintojen sammallajistoa voitiin verrata, yhdistettiin kunkin lähteen ojassa olleet ja muut näytealat laskemalla näistä keskiarvot. Aineistosta laskettiin sammalten kokonaislajimäärä, kokonaispeittävyys, lähdelajien määrä ja lähdelajien peittävyys sekä alueellisesti ja valtakunnallisesti uhanalaisten lajien määrä. Lisäksi laskettiin lähdelajien osuus kokonaislajimäärästä ja kokonaispeittävydestä. Näiden eroja lähdevaikutteisten ojien ja muiden lähdepintojen välillä testattiin koko aineistosta ($n=84$, josta oja 32 ja muita 52) Mann-Whitneyn riippumattomien otosten testillä. Lähdelajit ja uhanalaiset lajit on eritelty liitteessä 5.

Ojien ja muiden lähdepintojen sammalyhteisöjen koostumuksen eroja tarkasteltiin näytealoilta kerätyn runsausaineiston avulla, joka muodostettiin samalla tavalla kuin lajimäärien laskemiseksi. Menetelminä käytettiin NMS-ordinaatiota ja MRPP-testillä (McCune & Mefford 1999). Lisäksi etsittiin Dufrenen & Legendren (1997) indikaattorilajianalyysillä indikaattoreita, jotka erottelevat parhaiten lähdevaikutteisten ojien sammalyhteisöt muusta lähteiden sammalyhteisöstä.

Tulokset

Lajimäärä ja sammalten peittävyys

Sammalten kokonaispeittävyys ja lähdesammalten peittävyys osoittautuivat tilastollisesti merkitsevästi alhaisemmiksi ojissa kuin muilla lähdepinnoilla (Taulukko 17). Sen sijaan kokonaislajimäärä, lähdesammalten lajimäärä tai uhanalaisten lajien määrä ovat lähdevaikutteisissa ojissa ja muilla lähdepinnoilla hyvin samansuuruiset. Lähdesammalet ovat myös suhteellisesti yhtä runsaita ojissa kuin muualla lähteiköllä.

Taulukko 17. Lajimäärien ja peittävyksien keskimääräiset arvot (keskiarvo, mediaani), keskihajonnat ja erojen merkitsevyys (Mann-Whitney U). Muuttujat, joiden arvot eroavat tilastollisesti merkitsevästi ($p < 0,005$) ryhmien välillä on lihavoitu.

	lähdevaikutteisessa ojassa (n=32)			muualla lähteiköllä (n=52)			Mann-Whitney	
	ka	md	sd	ka	md	sd	U	p
kokonaislajimäärä	4,4	4,4	1,5	4,0	4,0	1,4	721,5	0,308
kokonaispeittävyys (%)	34	31	24	51	49	24	499,5	0,002
lähdesammalten lajimäärä	4,0	4,0	1,4	2,0	2,0	0,9	656,5	0,104
lähdesammalten peittävyys (%)	21	11	23	31	32	21	547,5	0,009
lähdesammalten osuus kokonaislajimäärästä (%)	44	48	16	48	47	20	746,0	0,428
lähdesammalten osuus kokonaispeittävydestä (%)	52	52	26	58	60	27	728,0	0,338
uhanalaisten lajien määrä	0,0	0,0	0,2	0,1	0,0	0,3	725,0	0,105

Sammalyhteisön koostumus ja indikaattorilajit

Lähdevaikutteisten ojien ja muiden lähdepintojen sammalyhteisöjen erot ovat pieniä (MRPP A=0,008, $p=0,003$). Lähdevaikutteisten ojien indikaattori on vaalearahkasammas (*Sphagnum centrale*) (IV=16,9, $p=0,050$).

Tulosten tulkinta

Lajimäärä ja sammalten peittävyys

Sammalten havaittiin muodostavan ojissa vähemmän peittäviä kasvustoja, sekä lähdesammalten että kaikkien sammalten lajimäärät ovat kuitenkin ojissa ja muualla lähteiköllä yhtä suuret. Ojissa esiintyy pienemmällä alalla siten enemmän lajeja kuin muualla lähteiköllä.

Aineiston koko ei luultavasti ollut riittävä paljastamaan eroja uhanalaisten lajien esiintymisessä. Harsosammalta (*Trichocolea tomentella*) tavattiin usealta lähteiköltä ojan reunalta, jossa se kasvoi usein niukkana. Lajin esiintymät keskittyvät kuitenkin selvästi ojien ulkopuolelle, missä se on usein esiintyessään hyvin runsas. Lehtohavusammalen (*Thuidium tamariscinum*) ainut havainto tehtiin vanhan valuvavetisen ojan pohjalta, jossa se kasvoi verrattain runsaana. Muita havaituista valtakunnallisesti tai alueellisesti uhanalaisista lajeista ei tavattu ojasta.

Sammalyhteisön koostumus ja indikaattorilajit

Tulokset osoittavat, että sammalyhteisöiltään lähdevaikutteiset ojat ovat hyvin muiden lähteikköjen kaltaisia. Ojassa voi olla monenlaisia lähdevaikutteisia pintoja: lähdevettä tiheällä reunalla viihtyvät mm. hete- ja vaalearahkasammalet (*Sphagnum warnstorffii*, *S. centrale*), valuvetisissä laiteissa esimerkiksi lettohiirensammal (*Bryum pseudotriquetrum*), ojan pohjalle muodostuneissa pikkupuroissa purosuikerosammal (*Brachythecium rivulare*) ja purolähdesammal (*Philonotis fontana*) ja pohjan lettomaisilla pinnoilla rimpisirppisammal (*Scorpidium revolvens*).

Johtopäätökset

Tulosten valossa ei ole syytä väheksyä ojia lähdesammalten kasvupaikkoina. Lähdevaikutteiset ojat voivat olla lajimäärältään ja lajistokoostumukseltaan lähes luonnontilaisiin lähteikköpintoihin verrattavia. Suurimmalla osalla tutkituista ojista oli jo jonkin verran ikää, osa oli alkanut kasvaa umpeen. Tällaisten luontaisesti ennallistuneiden ojien merkitys lähdesammalten kasvupaikkoina lienee merkittävä. Ainakin lajistollisesti edustavimpien ojien perkaamatta jättämistä olisi vakavasti harkittava. Lähteikköjä ennallistettaessa ojien lajiston säilyminen olisi otettava tapauskohtaisesti huomioon.



Kuva 28. Lähdesammalia kasvava vanha oja liholassa Luumäellä.

Loppupäätelmät

Luonnontilaisuuden käyttämistä tärkeimpänä perusteena lähteikköjen suojelupäätöksiä tehtäessä tulisi välttää

Sammalten lajimäärä, lähdesammalten lajimäärä ja sammalten peittävyys eivät ole luonnontilaltaan heikentyneillä lähteiköillä itsestään selvästi luonnontilaisia alempia. Luonnontilan heikkeneminen saattaa aiheuttaa lähteiköillä kuitenkin umpeenkasvua, mikä näyttäisi olevan haitallista luontaisesti melko kilpailuvapaaseen ympäristöön sopeutuneille lähteikköjen sammalille. Myös erilaisten pienhabitaattien vähyys saattaa rajoittaa joidenkin lajien esiintymistä.

Uhanalaisten lajien esiintyminen ei keskity erityisen selvästi luonnontilaisimmille lähteiköille. Uhanalaisia ja silmälläpidettäviä lajeja esiintyy tulosten valossa sellaisilla lähteiköillä, joilla edes osa lähteiköstä on säilynyt kohtuullisen luonnontilaisena. Jopa jokseenkin kulttuurivaikutteisilla lähteiköiltä tavattiin harvinaista sammallajistoa. Tällöin uhanalaiset tai silmälläpidettävät lajit useimmiten löytyivät ojen ulkopuolella säilyneiltä tihkupinnoilta.

Luonnontilaisuus selittää hyvin heikosti tai ei ollenkaan sammalyhteisön koostumusta. Luonnontilaisuuden korostamista lähteikköjen suojelusta päätettäessä tulisi tätä taustaa vasten harkita hyvin tarkasti. Tulosten perusteella luonnontilaisia lähteikköjä indikoivia lajeja ovat mm. kiiltolehväsammal (*Pseudobryum cinclidioides*), hetehiirensammal (*Bryum weigeli*) ja hetesirppisammal (*Warnstorfia exannulata*). Kulttuurivaikutteisilla lähteiköillä puolestaan otaluhtasammal (*Calliergonella cuspidata*) ja lapasammalet (*Pellia* spp.) ovat yleisiä ja runsaita.

Luonnontilaisten lähteikköjen havaittiin olevan keskimäärin isompia ja allikkoisempia, enemmän vapaata seisovaa vesipintaa sisältäviä. Havainto saattaa selittyä isojen allikkolähteiden huomattavasti korkeammalla havaittavuudella: niiden huomioon ottaminen metsätaloudessa on helpompaa kuin lähinnä hetepintaa sisältävien tai pienempien lähteikköjen.

Lähteikköjen luonnontilan heikkeneminen on ollut mittavaa ja osa lajeista on taantunut

Lähteikköjen luonnontila on heikentynyt voimakkaasti vuodesta 1953 vuoteen 2006. 22 % lähteistä oli tuhoutunut täysin. Yksikään vuonna 1953 täysin luonnontilaisista lähteistä ei ole säilynyt täysin luonnontilaisena vuoteen 2006. Erityisesti luonnontila on heikentynyt lähteiköillä, jotka ovat olleet luonnontilaisia vuonna 1953. Lähes 70

% lähteillä oli ojituksia välittömässä lähiympäristössä. Merkittävä osa lähteiköistä sisälsi lähdevaikutteista ojaa, osa koostui jopa yksinomaan siitä. Lähdelajit pystyvät käyttämään oja vaihtoehtoisena kasvupaikkana ja vanhoihin ojiin voi kehittyä varsin monimuotoistakin lähde- ja lettosammalkasvillisuutta. Metsätaloustoimet kokonaisuudessaan ovat merkittävin alueen lähteikköjen luonnontilaisuutta muuttanut tekijä. Metsälain asema luonnontilaisten lähteiden suojelussa onkin hyvin keskeinen.

Lähdekohtainen sammalten lajimäärä, lähdesammalten lajimäärä ja sammalten peittävyys ovat kaikki laskeneet tarkastelujakson aikana. Kaikkein eniten ovat taantuneet lettolajit. Lajimäärän lasku onkin osittain seurausta lähdelettojen lähes täydellisestä häviämisestä. Laji- ja lähdelajimäärän tai sammalten peittävyyden lasku eivät selity luonnontilan laskulla: esimerkiksi lähdelajien määrä lähteillä on laskenut niin luonnontilansa säilyttäneillä kuin heikentyneilläkin lähteiköillä. Tulos kertoo laajemmista, alueellisista muutoksista, jotka ovat vaikuttaneet kaikkiin alueen lähteikköihin niiden luonnontilasta riippumatta.

Lajeja, jotka muodostavat nykyään lähteillä niukempia kasvustoja, ovat mm. purosoikerosammal (*Brachythecium rivulare*), heterahkasammal (*Sphagnum warnstorffii*), hete- ja lettohiirensammalet (*Bryum weigelii* & *B. pseudotriquetrum*) sekä nauhasammal (*Aneura pinguis*). Okarahkasammal (*Sphagnum squarrosum*) ja lapasammalet (*Pellia* spp.) ovat runsastuneet. Huomionarvoista runsausmuutoksissa on, että lajit, joiden paikallinen runsaus on laskenut, ovat nimenomaan lähteiden, lettojen ja korpien lajeja. Tulos on odotettu, sillä rehevien soiden tila on Etelä-Suomessa erityisen heikko ja monet näiden elinympäristöjen lajit ovat taantuneet koko maassa ja etenkin Etelä-Suomessa. Lajit, jotka ovat runsastuneet, ovat vastaavasti ympäristövaatimuksiltaan laajempialaisempia, luhtien ja muiden kosteiden ympäristöjen lajeja.

Paikallisen runsauden lasku saattaa olla ensimmäisiä merkkejä lajin harvinaistumisesta tulevaisuudessa. Tästä syystä myös lajien, jotka eivät ole vielä harvinaistuneet, mutta joiden runsauden on havaittu laskevan paikallisesti – tässä tutkimuksessa purosoikerosammalen ja lettohiirensammalen – seurantaan kannattaisi kiinnittää huomiota.

Voimakkaimmin harvinaistuneita lajeja ovat mm. lettokynsisammal (*Dicranum bonjeanii*), kultasammal (*Tomentypnum nitens*), rassisammal (*Paludella squarrosa*), lettoväkäsammal (*Campylium stellatum*), kampasammal (*Helodium blandowii*), hete- ja lettorahkasammalet (*Sphagnum warnstorffii*, *S. teres*) ja hetehiirensammal (*Bryum weigelii*). Harvinaistuneissa lajeissa lähdevaikutteisten lettojen lajit ovat puhtaita lähdelajeja voimakkaammin edustettuina. Yleistyneet lajit ovat luhtalajeja: mm. luhtakuirisammal (*Calliargon cordifolium*), okarahkasammal (*Sphagnum squarrosum*) ja lapasammalet (*Pellia* spp.). Nämä lajit ovat kolonisoineet voimakkaasti lähteikköjä, joilla niitä ei ole aiemmin esiintynyt. Lajien harvinaistuminen tai yleistyminen voi johtua lähteiden laadussa, koossa tai etäisyyksissä tapahtuneista muutoksista. Lettojen lähes täydellinen tuhoutuminen lienee syynä lettolajiston voimakkaaseen taantumiseen. Kilpailun voimistuminen luonnontilan laskiessa saattaa olla syynä yleislajiston yleistymiseen.

Lähdesammalyhteisöjen dynamiikkaa ei tunneta riittävän tarkasti

Sammalyhteisöjen muutos on ollut hyvin suurta: lähdekohtaisesti lajistosta vain n. 20-30 % on samaa vuosina 1953 ja 2006. Hyvin monella lähteellä näytealojen samankaltaisuus on vain joitakin prosentteja, eri vuosien yhteisöillä on keskimäärin vain vähän yhtäläisyyksiä, eikä samankaltaisuudella ole yhteyttä luonnontilan muutoksen suuruuteen. Luonnontilan muutos ei selitä myöskään muutoksen suuntaa: kaikilla lähteiköillä sammalyhteisöt ovat muuttuneet jokseenkin samaan suuntaan luonnonti-

lan muutoksesta riippumatta. Yhteisön muutoksen suuruudesta ja suunnasta saadut tulokset ovat yllättäviä, sillä lähteitä on perinteisesti totuttu pitämään vakaina elinympäristöinä ja vakaan yhteisön on ajateltu olevan seurausta vakaasta ympäristöstä. Jatkossa olisi tärkeää tutkia luonnontilaisten lähteiden sammalyhteisöjen vakautta, jotta nyt saadut tulokset sammalyhteisön muutoksesta voitaisiin suhteuttaa luonnolliseen dynamiikkaan. Tässä julkaisussa on esitetty yksi esimerkkitapaus lähteiköllä tapahtuneesta oletettavasti luonnollisesta sukkessiosta.

Metsälain erityisen tärkeäksi elinympäristöksi määritellyn kohteen sisältävät lähteiköt eroavat käytännössä muista lähteiköistä vain vähän

Metsälain erityisen tärkeäksi elinympäristöksi (METE) luokitellun lähteen sisältävät lähteiköt ovat ympäristömuuttujiltaan hyvin samankaltaisia muiden lähteikköjen kanssa. METE-lähteitä ympäröivillä lähteiköillä on enemmän vapaata vesipintaa, allikkoa, ja niiden vesi on kylmempää. Tulos ei ole yllättävä, sillä juuri näitä seikkoja pidetään yleisesti suorastaan lähteen tunnusmerkkeinä. Erityisen tärkeäksi elinympäristöksi tunnistettujen lähteikköjen valinnassa on havaittavissa lievää vinoumaa, sillä luonteeltaan erilaiset lähteiköt eivät ole tasaisesti edustettuina: isot allikkolähteet ovat yliedustettuina tihkupintojen kustannuksella. Lajistollisia perusteita tihkupintojen aliedustukselle ei kuitenkaan ole.

METE-lähteen sisältävät lähteiköt ovat suuntaa antavasti luonnontilaisempia kuin muut lähteiköt. Selvää tämä ei kuitenkaan ole, sillä useat luonnontilaisista lähteiköistä eivät sisällä lakikohdetta. Todennäköisesti merkittävä osa metsälain tarkoittamista kohteista on vielä löytymättä. Tiukalle luonnontilaisuuden vaatimukselle ei ole lähteiden sammallajiston turvaamiseen liittyviä perusteita.

Sammalten lajimäärä, lähdesammalten lajimäärä ja uhanalaisten lajien määrä ovat yhtä suuret METE-lähteen sisältävillä lähteiköillä ja muilla lähteiköillä. Itse asiassa METE-lähteiden lajimäärä on muita lähteikköjä alempi tiukan rajauksen takia. Uhanalaisia lajeja tavataan sekä erityisen tärkeän elinympäristön sisältäviltä lähteiköiltä että muilta lähteiköiltä. Huomattava osa uhanalaisten lajien esiintymistä sijaitsee METE-kohteen sisältävällä lähteiköllä, mutta rajauksen ulkopuolella, ja toisaalta lähteiköillä, joilta ei ole määritetty erityisen tärkeää elinympäristöä. Toisaalta uhanalaista sammallajistoa tavattiin myös lähteiköiltä, jotka eivät täytä METE-kohteen kriteerejä mm. luonnontilaisuuden tai sen kaltaisuuden osalta. Vaikuttaa siltä, että lajistollisia arvoja ei ole otettu huomioon METE-kohteita ja niiden kriteereitä määriteltäessä.

Sammalyhteisöiltään METE-lähteen sisältävät lähteiköt eivät poikkea muista lähteiköistä. Ainoat lajit, joiden esiintyminen erottaa erityisen tärkeät elinympäristöt muista lähteiköistä ovat rimpilajit tai välipinta-rimpilajeja: hetekuirisammal (*Calliargon giganteum*), puronäkinsammal (*Fontinalis antipyretica*) ja kalvaskuirisammal (*Straminergon stramineum*). Edellä mainittujen rimpilajien keskittyminen METE-kohteen sisältäville lähteiköille on hyvin ymmärrettävissä, kun muistetaan, että juuri näillä kohteilla allikkopinnan osuus on suurin.

Lähdevaikutteiset ojat ovat lajimäärältään ja lajistokoostumukseltaan lähes luonnontilaisiin lähteikköpintoihin verrattavia

Sekä sammalten kokonaispeittävyys että lähdesammalten peittävyys ovat ojissa muita lähdepintoja alemmat. Kokonaislajimäärä, lähdesammalten lajimäärä ja uhanalaisten lajien määrä ovat sitä vastoin lähdevaikutteisissa ojissa ja muilla lähdepinnoilla samansuuruiset. Ojissa esiintyy pienemmällä alalla siten enemmän lajeja kuin muualla lähteiköllä. Uhanalaisista lajeista harsosammalta (*Trichocolea tomentella*) ja lehtohavusammalta (*Thuidium tamariscinum*) tavattiin vahoista ojista. Sammalyhteisöiltään lähdeojat ja muut lähdepinnat ovat hyvin samanlaiset. Varsinkin vanhoissa ojissa voi olla hyvin monenlaisia lähdehabitaatteja. Ainakin lajistollisesti edustavimpien ojien perkaamatta jättämistä olisi tapauskohtaisesti harkittava.

KIITOKSET

Aivan ensin kiitämme FL Tauno Ulvista siitä suuresta työstä, jonka hän on tehnyt kerätessään vertailuaineiston ja dokumentoidessaan tulokset laajasti ja tarkasti. Edellytykset tutkimuksen toistamiselle luotiin jo tuolloin 50-luvulla. Kiitos myös useista tutkimukseen, alueeseen ja lähdesammallajistoon liittyvistä juttutuokioista talvella 2005–2006 ja keväällä 2007, vanhojen peruskarttojen kopioista, joista oli suuri apu lähteikköjen paikallistamisessa, ja uhanalaisten sammalten esiintymätiedoista.

Tämä julkaisu on syntynyt ensimmäisen kirjoittajan keväällä 2007 valmistuneen gradun pohjalta, joka sisälsi kaksi ensimmäistä osiota. Fil. yo Jukka Salmelalle kiitokset neuvoista ja tuesta gradunteon kaikissa vaiheissa. Kahden ensimmäisen osion aikaisempia versioita ovat kommentoineet lisäksi Tauno Ulvinen, Veli Saari, Jari Ilmonen ja Johanna Koskikuusi. Hankalimpien sammalnäytteiden määrittämisessä auttoivat Veli Saari ja Jukka Salmela. Lisäksi Tauno Ulvinen määrittäi tai varmisti muuttaman lehtisammalnäytteen ja Risto Virtanen yhden maksasammalnäytteen. FM Jari Ilmonen lainasi SYKE:n vesimittaria syyskuussa 2006. Sammalyhteisön muutoksen suunnan havainnollistamisessa Samu ja Sakari Juutinen sekä Harri Högmänder antoivat arvokasta matemaattista apua. Aineiston keruu oli mahdollista suorittaa Suomen Luonnonsuojelun Säätiön ja Suomen Biologian Seura Vanamo ry:n myöntämien apurahojen turvin. Julkaisun viimeistelyä tuki evoluutiotutkimuksen huippuyksikkö Jyväskylän yliopistossa.

Kolmannen osion toteuttamiseksi Metsäkeskus Kaakkois-Suomen kanssa tehty yhteistyö oli välttämätöntä. Kiitokset metsän- ja luonnonhoidon asiantuntija Pekka Järviselle ja metsätalouspäällikkö Seppo Revolle hedelmällisestä yhteistyöstä.

Tämän tutkimuksen julkaisemista ovat rahoittaneet Suomen ympäristökeskus ja Ympäristöministeriö.

KIRJALLISUUS

- Airaksinen, O. & Karttunen, K. 2001: Natura 2000 –luontotyyppiopas. Ympäristöopas 46. Suomen ympäristökeskus. Edita Oy, Helsinki. 194 s.
- Bates, J. & Farmer, A. (eds.) 1992: Bryophytes and Lichens in a Changing Environment. Kappale 5. Clarendon Press, Oxford.
- Bäck, S. & Lindholm, T. 1999: Vesi- ja rantaluonnon monimuotoisuuden säilyttäminen – Selvitys vesien suojelelun tavoiteohjelmaa vuotta 2005 varten. – Suomen ympäristö 364, Suomen Ympäristökeskus. – Oy Edita Ab, Helsinki. s. 57, 67-68.
- Dufrene, M. & Legendre, P. 1997: Species assemblages and indicator species: The need for a flexible asymmetrical approach. *Ecological monographs* 67: 345-366.
- Eurola, S., Huttunen, A. & Kukko-oja, K. 1995: Suokasvillisuusopas. 2. korjattu painos. Oulanka reports 14, Oulun Yliopisto. Monistus- ja Kuvakeskus, Oulu.
- Euroopan Komissio 2004: Neuvoston direktiivi 92/43/ETY Luontotyyppien sekä luonnonvaraisen eliöstön ja kasviston suojelusta. EUR-lex. <http://eur-lex.europa.eu/fi/index.htm> (28.2.2007)
- Freckleton, R. & Watkinson, A. 2002: Large scale spatial dynamics of plants: metapopulations, regional ensembles and patchy populations (review). *Journal of Ecology* 90: 419-434.
- Freckleton, R. & Watkinson, A. 2003: Are all plant populations metapopulations? *Journal of Ecology* 91: 321-324.
- Gaston, K., Blackburn, T., Greenwood, J., Gregory, R., Quinn, R. & Lawton, J. 2000: Abundance-occupancy relationships. *Journal of Applied Ecology* 37: 39-59.
- Hallituksen esitys 1996: HE63/1996vp. Hallituksen esitys Eduskunnalle metsäläiksi sekä laeiksi kestävänsä metsätalouden rahoituksesta – yksityiskohtaiset perustelut. <http://www.eduskunta.fi/triphome/bin/utaveps.scr?{KEY}=HE+63%2F1996> (13.2.2006)
- Hanski, I., Lindström, J., Niemelä, J., Pietiäinen, H. & Ranta, E. 1998: *Ekologia*. WSOY, Juva. 580 s.
- Hedderston, T. 1992: Rarity at range limits; dispersal capacity and habitat relationships of extraneous moss species in a boreal Canadian National Park. *Biological Conservation* 59: 113-120.
- Hedenäs, L. 1989: The genera *Scorpidium* and *Hamatocaulis*, gen. nov., in northern Europe. *Lindbergia* 15: 8-36. Kooijman 1992 mukaan.
- Heikkinen, J. & Reinikainen, A. 2001: Inventointiaineistot ja tulosten laskenta. Teoksessa: Reinikainen ym. 2001: Kasvit muuttuvassa metsäluonnonssa.
- Heino, J., Virtanen, R., Vuori, K.-M., Saastamoinen, J., Ohtonen, A. & Muotka, T. 2005: Spring bryophytes in forested landscapes: Land use effects on bryophyte species richness, community structure and persistence. *Biological Conservation* 124: 539-545.
- Heinonen, P., Karjalainen, H., Kaukonen, M. & Kuokkanen, P. 2004: Metsätalouden ympäristöopas. – Metsähallitus. – Edita Prima Oy. s. 49-50.
- Herben, T. & Söderström, L. 1992: Which habitat parameters are most important for the persistence of a bryophyte species on patchy, temporal substrates? *Biological Conservation* 59: 121-126.
- Ilmonen, J. & Kokko, A. 2006: Lähteiköt – kuvaus loppuraporttiin. Käsikirjoitus (13.12.2006). SYKE/LuT/sisävesi- ja suoryhmät. 9 s.
- Ilmonen, J. 2007: Lähteikköelinympäristöjen uhanalaisuuden arviointi. Käsikirjoitus (29.1.2007). SYKE/LUM. 9 s.
- Ilmonen, J., Leka, J., Kokko, A., Lammi, A., Lampolahti, J., Muotka, T., Rintanen, T., Sojakka, P., Teppo, A., Toivonen, H., Urho, L., Vuori, K.-M., Vuoristo, H. 2008: Sisävedet ja rannat. Teoksessa: Raunio, A., Schulman, A. & Kontula, T. (toim.) 2008: Suomen luontotyyppien uhanalaisuus. Osat 1 ja 2. Suomen ympäristö 8/2008. Suomen ympäristökeskus. Vammalan kirjapaino Oy, Vammala. 264 s. + 572 s.
- Ilmonen, J., Paasivirta, L. & Salmela, J. 2001: Saarikkolammen alueen lähteiden ja Saarikkolammen selkärangattomat – Ennallistamista edeltävä selvitys 2001. Julkaisematon raportti, Metsähallitus, Itä-Suomen luontopalvelut. 14 s. + liitteet.
- Juutinen, R. 2007: Lähteikköjen luonnontilan ja sammallajiston muutokset Salpausselällä 1953–2006. Pro gradu -tutkielma. Jyväskylän yliopiston bio- ja ympäristötieteiden laitos. 69 s., 11 liitettä.
- Kajava, S., Silver, T., Saarinen, M. & Heikkilä, H. 2002: Purot ja norot metsälain kohteina Lounais-Suomessa. – *Metsätieteen aikakauskirja* 2/2002: 179-189.
- Karttunen, K. & Toivonen, H. 1995: Ecology of aquatic bryophyte assemblages in 54 small Finnish lakes, and their changes in 30 years. *Annales Botanici Fennici* 32: 75-90.
- Kent, M. & Coker, P. 1992: *Vegetation Description and Analysis – A Practical Approach*. CRC Press & Belhaven Press, London. 363 s.
- Kooijman, A.M. 1992: The decrease of rich fen bryophytes in The Netherlands. *Biological Conservation* 59: 139-143.
- Koponen, T. 1968: The moss genus *Rhizomnium* (Broth.) Kop., with description of *R. perssonii*, species nova. *Memor. Soc. F. Fl. Fennica* 44, s. 33-50.
- Korvenpää, T., Lehesvirta, T. & Salpakivi-Salomaa, P. 2002: Pienvesien avainbiotoopit tärkeitä harvinaisille sammalille. – *Luonnon Tutkija* 106: 144-154.
- Kotiaho, J. & Selonen, V. 2006: Metsälain erityisen tärkeiden elinympäristöjen kartoituksen laadun ja luotettavuuden analyysi. Suomen ympäristö 29/2006. Suomen ympäristökeskus. Vammalan kirjapaino Oy, Vammala. 65 s.
- Krebs, C. 2001: *Ecology – The Experimental Analysis of Distribution and Abundance*. 5th edition. Benjamin Cummings, California, USA.

- Kujala, V., Fagerström, L. & Ulvinen, A. 1979: Die Laubmoose in Kymenlaakso in Südfinnland. *Acta Botanica Fennica* 109: 1-34.
- Kuusisto, E. 1988: Suomen suurin lähde? *Suomen Kuvalehti* 28:42
- Laitinen, T. 2002: Elimyssalon lähdekasvillisuus: karun silikaattialueen moreenilähteiden erityispiirteet. Pro gradu -tutkielma. Joensuun yliopiston biologian laitos. 116 s. Mikrotallenne.
- Lande, R. 1998: *Anthropogenic, Ecological and Genetic Factors in Extinction and Conservation*. *Researches on Population Ecology* 40: 259-269.
- Leino, M. 2000: Fysiikan matemaattiset perusteet I (FYS100). Kappale 5.4 3-ulotteinen euklidinen avaruus: karteesiset, sylinteri- ja pallokoordinaatit. Laitosraportti 5/2000. Jyväskylän yliopiston fysiikan laitos. s. 46.
- Leka, J., Ilmonen, J., Kokko, A., Lammi, A., Lampolahti, J., Muotka, T., Rintanen, T., Sojakka, P., Teppo, A., Toivonen, H., Urho, L., Vuori, K-M. & Vuoristo, H. 2008: Sisävedet ja rannat 3: 3.4.1 Lähteiköt. Teoksessa: Raunio, A., Schulman, A. & Kontula, T. (toim.) 2008: Suomen luontotyyppien uhanalaisuus. Osat 1 ja 2. Suomen ympäristö 8/2008. Suomen ympäristökeskus. Vammalan kirjapaino Oy, Vammala. 264 s. + 572 s.
- LuL 1996: Luonnonsuojelulaki 20.12.1996/1096. Finlex – Valtion säädöstietopankki, Ajantasainen lainsäädäntö. <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1996/19961096> (29.3.2006)
- Löbel, S., Snäll, T. & Rydin, H. 2006: Metapopulation processes in epiphytes inferred from patterns of regional distribution and local abundance in fragmented forest landscapes. *Journal of Ecology* 94: 856-868.
- McCune, B. & Grace, J. 2002: *Analysis of Ecological Communities*. With a contribution from Dean L. Urban. MjM Software Design, Oregon, USA. 300 s.
- McCune, B. & Mefford, M.J. 1999: *Multivariate Analysis of Ecological Data*. Version 4.17. MjM Software, Gleneden Beach, Oregon, USA.
- Meriluoto M. & Soininen T. 1998: Metsäluonnon arvokkaat elinympäristöt. Metsätalouden kehittämisskeskus Tapio. Karisto Oy, Hämeenlinna. 192 s.
- Metla 1996: Metsämaan kehitysluokat. <http://www.metla.fi/ka/osasuu/kluokka.html> (31.1.2007)
- MetsäA 1996: Metsäasetus 1200/96. Finlex – valtion säädöstietopankki. <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1996/19961200> (13.2.2006)
- MetsäL 1996: Metsälaki 12.12.1996/1093. Finlex - Valtion säädöstietopankki, Ajantasainen lainsäädäntö. <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1996/19961093> (28.2.2007)
- Ohtonen, A., Lyytikäinen, V., Vuori, K-M., Wahlgren, A. & Lahtinen, J. 2005: Pienvesien suojele metsätaloudessa. Suomen Ympäristö 727. Pohjois-Karjalan ympäristökeskus. Kainuun Sanomat Oy, Kajaani. 84 s.
- Pharo, E., Lendenmayer, D. & Taws, N. 2004: The effects of large-scale fragmentation on bryophytes in temperate forests. *Journal of Applied Ecology* 41: 910-921.
- Pielou, E. 1975: *Ecological diversity*. Kappale 8. *Determinants of Diversity: Global factors*, osa 8.2. *The stability-Predictability-Productivity Family of Hypotheses*. John Wiley and Sons, New York, USA. s. 129-135.
- Pykälä, J. 2007: Metsälain erityisen tärkeät elinympäristöt ja luonnon monimuotoisuus – esimerkkinä Lohja. Suomen Ympäristö 32/2007, luonto. Suomen ympäristökeskus. Edita Prima Oy, Helsinki. 57 s.
- Päivinen, J., Grapputo, A., Kaitala, V., Komonen, A. & Kotiaho, J. 2005: Negative density-distribution relationship in butterflies. *BMC Biology*, BioMed Central. <http://www.biomedcentral.com/1741-7007/3/5> (4.3.2007)
- Päivänen, J. 2001: Metsäluonnon monimuotoisuuden säilyttäminen – metsälain tarkoittamien kohteiden tunnistaminen. - *Metsätieteen aikakauskirja* 4/2001: 651-655.
- Raatikainen, M. 1989: Suomen lähteet. *Terra* 101: 329-332.
- Ranta, E., Rita, H. & Kouki, J. 1991: *Biometria – tilastotiedettä ekologeille*, kolmas korjattu painos. Yliopistopaino, Helsinki. 568 s.
- Rassi, P., Alanen, A., Kanerva, T. & Mannerkoski, I. (toim.) 2001: Suomen lajien uhanalaisuus 2000. – Ympäristöministeriö ja Suomen Ympäristökeskus. – Edita Oyj, Helsinki. 432 s.
- Raunio, A., Schulman, A. & Kontula, T. (toim.) 2008: Suomen luontotyyppien uhanalaisuus. Osat 1 ja 2. Suomen ympäristö 8/2008. Suomen ympäristökeskus. Vammalan kirjapaino Oy, Vammala. 264 s. + 572 s.
- Reinikainen, A., Mäkipää, R., Vanha-Majamaa, I. & Hotanen, J-P. (toim.) 2001: *Kasvit muuttuvassa metsäluonnossa*. Gummerus, Jyväskylä.
- Rosenthal, R. 1991: *Meta-analytic procedures for social research*. Sage, California.
- Saastamoinen, J. 1989: Harjujen ja moreenimaiden lähteiden ekologiasta, sammallajistosta ja sammalkasvillisuudesta Pohjois-Karjalassa ja Etelä-Kainuussa. Pro gradu -tutkielma. Jyväskylän yliopiston biologian laitos. 35 s.
- Salmela, J. 2005a: Lapin kolmion lähteiden sääskien ja sammalten monimuotoisuus ja yhteisörakenne. Pro gradu -tutkielma. Jyväskylän yliopiston bio- ja ympäristötieteiden laitos. 56 s.
- Salmela, J. 2005b: Itäisen Inarin lähteiden sammalyhteisöjen koostumus ja monimuotoisuus. *Laudatur -tutkielma*. Jyväskylän yliopiston bio- ja ympäristötieteiden laitos. 45 s.
- Sankari, N. 2003: Pallas-Ounastunturin kansallispuiston lähdekasvillisuus. Pro gradu -tutkielma. Oulun yliopiston biologian laitos. 56 s.
- Silvertown, J. & Charlesworth, D 2001: *Introduction to Plant Population Biology*. 4th edition. Kappale 7: Regional dynamics and metapopulations. s. 177-197. Blackwell Science.

- Soininen, T. 2000: Metsälain erityisen tärkeät elinympäristöt (mete), kartoitusprojekti – maastotyöopas. – Mete -erilliskartoitusprojektin maasto-opas. Helsinki. s. 1-31.
- Sundberg, S., Hansson, J. & Rydin, H. 2006: Colonization of Sphagnum on land uplift islands in the Baltic Sea: time, area, distance and life history. *Journal of Biogeography* 33: 1479-1491.
- Söderström, L. & During, H. 2005: Bryophyte rarity viewed from perspectives of life history strategy and metapopulation dynamics. *Journal of Bryology* 27: 261-268.
- Söderström, L. 1992: Invasions and range expansions and contractions of bryophytes. Teoksessa: Bates, J. & Farmer, A. (eds) 1992: *Bryophytes and Lichens in a Changing Environment*. Kappale 5.
- Söderström, L., Hallingbäck, T., Gustafsson, L., Cronberg, N. & Hedenäs, L. 1992: Bryophyte conservation for the future. *Biological Conservation* 59: 265-270.
- Tapio 2002: Metsäluonnonhoidon perusteet. 10 Talousmetsien luonnonhoitosuosituksia. – Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio. s. 106.
- Ulvinen, T. 1954: *Cardamine flexuosa* With. in Luumäki gefunden. *Arch. Soc. 'Vanamo'* 9: 44-47.
- Ulvinen, T. 1955: Lähteiden ja lähteikköjen kasvistosta ja kasvillisuudesta ulomman Salpausselän itäisessä keskiosassa. Pro gradu -tutkielma. Helsingin yliopiston kasvitieteen laitos. 308 s.
- Ulvinen, T., Syrjänen K. & Anttila S. (toim.) 2002: Suomen sammalet – levinneisyys, ekologia, uhanalaisuus. Suomen Ympäristö 560. Suomen ympäristökeskus. Edita Oy, Vammala. 354 s.
- VesiL 1996: Laki vesilain muuttamisesta 20.12.1996/1105. Finlex – Valtion säädöstietopankki, Ajantasainen lainsäädäntö. <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/1996/19961105> (28.2.2007)
- Virkkala, R., Korhonen, K., Haapanen, R. & Aapala, K. 2000: Metsien ja soiden suojelutilanne metsä- ja suokasvillisuusvyöhykkeittäin valtakunnan metsien 8. inventoinnin perusteella. Suomen ympäristö 395. Suomen ympäristökeskus ja Metsäntutkimuslaitos. Edita Oy, Helsinki. 49 s.
- Virtanen, R. 2003: Lähteikköjen sammalikot. – Esitelmä, Luonnonsuojelubiologian päivä (11.12.2003), SYKE, Helsinki.
- Yrjönen, K. 2004: Metsälain erityisen tärkeät elinympäristöt: kartoitus yksityismetsissä 1998–2004 – lopuraportti. – Maa- ja metsätalousministeriön julkaisuja 9/2004, Vammalan Kirjapaino Oy, Vammala 2004.

Liite I. Lähteikköjen kuvaukset

Harmaalla painetut lähteiköt ovat vuoteen 2006 mennessä tuhoutuneita. Numerointi on Ulvisen (1955) ja kuntarajat vuoden 2007 mukaiset.

Iitti

- 1 **Kausalan keskusta:** Kausalan asutuskeskuksen laajeneminen tuhonnut lähteen.
- 2 **Urheilukenttä N, Kausala:** harvennushakattu heikosti lähdevaikutteinen lehtokorpi – metsäkortekorpi – suurruoholehto Kausalan urheilukentän takana.
- 4 **Vierunsuo, Tillola:** lähes yksinomaan Vierunsuon reunaojiin keskittynyt lähteikkö. Ojiin on syntynyt paikoin hienoja lettomaisia pintoja, ojien välit MT ja isovarpuräme.
- 5 **Suurisuo N, Tillola:** entisen rautatieaisakkeen kohdalla oleva koivikoksi istutettu entinen pelto. Tapion tutkimusmetsikkö. Lähteisyyttä ainoastaan hyvin syvissä ojissa.
- 6 **Niemensuo, Tillola:** litin ja Kuusankosken rajalla tien suuntaisesti sijaitseva pieni puro, joka on mahdollisesti aiemmin perattu. Varjainen. Sammalkasvilisuus niukkaa ja laikuttaista.

Kuusankoski

- 7 **Haapasilta S:** peltojen keskellä oleva voimakkaasti lähdevaikutteinen metsäsaareke. Muutama hieno allikko (yksi syvä, n. 65 cm), kosteaa hetettä ja pieniä lähdepuroja. Pientä lahoppuuta runsaasti.
- 9 **Tottokorvenmäki NE:** Pöytähonganaron lähdevaikutteinen oja ja sen reunojen tihkupinnat. Metsäkortekorpi – mustikkakangaskorpi – ruohokangaskorpi – MT – OMT. Kirjoverkkoperhonen.
- 10 **Venälaistöry NW:** Korian ja Kuusankosken teiden risteyksessä olevassa osin ylitheässä nuoressa kuusikossa sijaitseva lähteikkö. Runsaasti matalia ojia ja lähdeveden muodostamia uomia, laajahkoja luonnontilaisia tihkupintoja, jokunen allikkokin. Sokkeloinen paikka.
- 11 **Napasuo N:** 6-tien molemmin puolin: N-puolella lähdevaikutteinen peltonoja ja S-puolella pellolta tulevassa ojassa lähdevaikutusta. N-puolella korvessa kookkaita tervaleppiä, kääpiä.
- 12 **Huuhkajavuori W, Ruotsula:** lähdevaikutteinen lehto Ruotsulan vedenottamon lähellä jyrkkäkalloisen Huuhkajavuoren alla. Lähteikkö saa alkunsa vedenottamon poistoputkesta.
- 13 **Tervaskangas NE, Ruotsula:** alue avohakattu ja ojitettu syvään, ojissakaan ei lähdevettä.

Kouvola

- 14a **Kaunisnurmi, Kouvola:** omakotialuetta
- 14b **Töröstinmäki NE, Kouvola:** teollisuusaluetta, paljon päällystettyä aluetta
- 15 **Urheilukenttä/Viilansuo:** Viilansuon reunan lähteikkö, viilansuo voimakkaasti kuivunut. Yläpuolella useita kaivoja. RaR – IR – LuN – MT.
- 16 **Käyrälammen leirintäalue:** Käyrälammen etelärannan uimarannan tuntumassa. Rntaan on rakennettu tekolampi ja –joki ilmeisesti lähteen paikalle. Lähteisyyttä nurmikolla ja kosteikossa kauempana rannasta.
- 17 **Tornionmäki, Kouvola:** teollisuusaluetta, paljon päällystettyä aluetta
- 18 **Kullasvaara:** Sähkölinjan alapuolella oleva RhMK, joka on ojitettu aiemmin. Lähdesammalia ei löytynyt edes ojasta.
- 19 **Kaatopaikka S, Kullasvaara:** Kouvolan kaatopaikan lajittelualue

20 Kaatopaikka W, Kullasvaara: Kouvolan kaatopaikka, täytettyä aluetta

Valkeala

- 21 Kaatopaikka N, Kullasvaara: Kouvolan kaatopaikka
- 22 **Kultasuo, Saarento:** ojanvarren kostea lehto. Tien pohjoispuolella ojiin laskee piilopuroja pellolta, eteläpuolella laajemmalti luonnontilaista tihkupintaa, pikkupuroja ja allikoita. Pohjoisin osa on ilmeisesti raivattu pelloksi
- 23 **Korpela, Karhulanjärven ranta:** pellon ja rannan välisessä metsäkaistaleessa oleva lähteinen KoLU. Putkilokasvilajisto rehevää ja monipuolista, sammalia silti pohjakerroksessa peittävästi ja yhtenäisesti. Muutama iso allikko. Pellollakin on hyllyvä kohta, joka on jätetty kylvämättä, mutta siinä ei kasva mitään.
- 24 **Lahdenpohja, Karhula:** lähdevaikutteinen oja tien ja rannan välissä. Kaivo. Sammalet niukkoja ja laikuttaisesti. Rahkasammalia ei ollenkaan. Putkilokasvilajisto rehevä ja varjostava.
- 25 **Kukkolanmäki, Karhula:** kaivo, osa rinteestä raivattu (sähkölinja), rinteessä alla tekolampi. Kuivunut perusteellisesti, putkilokasvilajistossa näkyi vielä kosteuden vaikutus (saniaiset).
- 26 **Mäntylä, Hyppälä:** kaivettu tekolammeksi (5 x 8 m), lampi sammaleton. Lähdesammalia lammen reunapenkerellä ja loivassa rinteessä sen yläpuolella. Lammen reunalla runsaasti keltamo.
- 27 **Mustamännikkö, Haukkasuo:** Mustamännikön suolla sijaitsevat kaksi karukkoa lähdelampea. Lähdevettä purkautuu lampien pohjan läpi voimakkaasti pulputen. Jonkin verran tihkupintaista kasvillisuutta ja lammissa liekopuita. Turvetuotantoalue aivan vieressä.
- 29 **Kuivala:** väljästi rakennettua omakotialuetta
- 30 **Lentokenttä S, Utti:** Utin lentokentän eteläpuolella Hunkerinsuon laidassa. Lähteisyys keskittyy ojiin. Puro mutkittelee ojassa, risteyskohtiin on syntynyt joitain hienoja hetepintoja ja rinteeseen pikkuputouksia. Paikoin runsaasti lahpuuta ojaan kaatuneena.
- 31 **Pöllömäki NW, Mankki:** Pöllömäen jyrkän rinteessä oleva monipuolinen ja lähes luonnontilainen lähteikkö. Lähinnä hetepintaa, mutta myös joitain allikoita ja lähdevaikutteista ojaa. Puusto täysin luonnontilainen, järeää lahpuuta. RhK – SaK.
- 32 **Montonen, Multasenmäki:** muistuttaa edellistä kohdetta, mutta huomattavasti selvemmin ojituksen vaikutuksesta kuivunut. Lähdevaikutteista ojaa ja tihkupintaa. Puusto luonnontilainen, lahpuuta jonkin verran. SaK – RhK.
- 33 **Suuretlähteet:** Valkealan kuuluisat Suuretlähteet, jäljistä päätellen vierailijoita käy jonkin verran. Kaksi kirkasvetistä ja syvää lähdelampea ja tihkupintaa niiden ympärillä. Ympäristö osin hakattu. Lammissa liekopuita ja lähdevesi purkautuu voimakkaasti pohjan läpi pulputen.

Anjalankoski

(28 Haukkajärven ranta, Ranta-Utti: puolustusvoimien alueella, puomit estävät alueelle pääsyn.)

- 34 **Vesioronsuo N, Kaipainen:** Vesioronsuon ojitettu pohjoisreuna, taimikon ja komean kuusikon raja. Lähdevaikutusta ojissa ja luonnontilaisessa tervaleppää kasvavassa korvessa. Myös joitain tihkupintalaikkuja ojien välissä.
- 35 **Vedenottamo, Kaipainen:** Kaipiaisten vedenottamon itä- ja pohjoispuolella loivassa rinteessä. Lähdelettoa, tihkupintaa lehdossa ja jonkin verran lähdevaikutteista ojaa. Lahpuuta (järeääkin) runsaasti, runsaasti lepänkääpää.

- 36 **Likolampi E, Kaipainen:** Likolammen itäpäädyssä oleva täysin lähdevai-
kutteinen lettoräme. Myös eteläranta on paikoin voimakkaasti lähteinen.
Tihkupintaa ja allikoita. Rantaan tulee oja, mutta sen vaikutus leton vesi-
talouteen lienee mitätön. Putkilokasvilajisto niukkaa. Ympäristö KrKRa –
mesotr. LeNe.
- 37 **Riistamaa/Loikala, Kaipainen:** hieno lähdeletto sähkölinjalla ja sen
pohjoispuolella lähdevaiikutteinen korpi ja luhta. Sähkölinja ojittamaton,
aukean reunaoja epäselvä ja osittain umpeenkasvanut (vaikutus vesitalou-
teen ei ehkä kovin suuri). Komeita pylväsmäisiä katajia.
- 38 **Kaipainen SE:** suo perusteellisesti ojitettu, vain ojissa enää kosteaa. Ei
lähdesammalia.
- 40 **Kokkosuo, Pajari:** alue perusteellisesti ojitettu ja ojat kaivettu uudelleen
aivan äskettäin (ojat erittäin syviä). Lähdesammalia ainoastaan yhdessä
vanhassa umpeenkasvaneessa ojanpätkässä. Tulee tuhoutumaan.

Luumäki

- 39 **Husunmäki, Pajari:** tekolampi ja sen ympärillä tihkupintaa ja pieniä
puroja. Osittain alapuolisella kaasuputkityömaalla (tihkupintaa ja allikoi-
ta; lettomaista). Puusto koostuu lähinnä komeista tervalepistä. Lähteistä
lehtokorpea ja tervaleppäluhtaa.
- 41 **Tervahaudansuo Pajari:** Avolähteestä, viettävästä pienten purojen kirjo-
masta tihkupinnasta ja rinteiden alla olevasta lähteisestä ja luhtaisesta kor-
vesta ja lettorämeestä koostuva hieno lähteikkö. Luonnontilainen. Joitain
vanhoja kantoja, pieniläpimittaista lahoppua. Harajuurta runsaasti.
- 42 **Suurisuo, Kaitjärvi:** ojitus luultavasti tuhonnut lähteen, ei löydettävissä
- 43 **Savisillanoja/Pantiansaarenoja:** osin kaivetun Savisillanojan varren kor-
pilähteikkö. Laajalti luonnontilaista tihkupintaa, joitain juotteja ja allikoita.
Vanhoja oja, lähellä harvennushakkuuta. Metsälitukka. Lähteiköstä myös:
Ulvinen T. 1954: *Cardamine flexuosa* With. in Luumäki gefunden. Arc. Soc.
'Vanamo' 9: 44-47
- 44 **Pukinruukki, Kaitjärvi:** ojitettu entinen pelto, kuivunut. Lähdesammalia
vain ojissa.
- 45 **Hauksuo, Kaitjärvi:** ojitetun korven ja pellon reuna, lähdeä ei löytynyt.
- 46 **Kiurunmäki:** lähde on suljettu lukitun kopin sisään, kopissa on kaivonren-
gas ja siitä lähtee vesijohto. Lähteisyyttä entistä peltoa ympäröivissä ojissa
ja pellollakin, ojan yläpuolella luonnontilaista lähdepintaa pieni laikku.
Ojien kulmasta pulppuaa lähdevettä. Hirvi oli juomassa ojasta.
- 47 **Someronmäki:** tie rakennettu lähteikön yli ja tien toinen puoli avohakattu
ja kynnetty aivan äskettäin. Tien toisella puolella sankka kuusikko, jonka
ojassa lähdevaiikutusta. Tien reunaoja ja avohakattu korpi voimakkaasti
lähdevaiikutteiset.
- 48 **Myllyoja:** erittäin jyrkkärantaisen Myllyojan lähdevettä tihkuvat reunat.
Purossa runsaasti liekopuita, myös muuta lahoppua runsaasti.
- 49 **Somerharju 1:** pienessä montussa oleva entinen laidun, nykyinen lähde-
vaiikutteinen suoniitty. Niityn keskellä pajukossa avolähde + hetettä, josta
lähtee puro. Runsaasti harajuurta ja maarianheinää. Kokonaisuuteen kuu-
luu myös mäntykangas, jonka ojat vievät lähdeveden pois (lähdesammalia
ojissa).
- 50 **Somerharju 2:** kaksi tekolampea, tihkupintaa paikoin niiden ympärillä.
Ojituksia. Kevätlinnunsilmää.
- 51 **Taimiharju S, Somerharju:** korpimuuttuman ojissa, hakkuut ulottuvat hy-
vin lähelle. Luultavasti osa lähteiköstä on jäänyt hakkuun alle, sillä ajouris-
sa on runsaasti vettä, vaikka ei ole satanut aikoihin. Kenttäkerros niukka.

- 52 **Kahrasensuo S:** laaja ja monipuolinen, allikoista, lähdepuroista ja tihkupinnasta koostuva kokonaisuus, joka on kuitenkin reunoiltaan ojitettu. Hakkuita hyvin lähellä. Lähteikön yläosa hieno ja luonnontilainen, alaosa lähinnä lähdevaikutteista ojaa. Runsaasti hirvien jälkiä. Kuuset yläosassa järeitä, lpm. yli 50 cm.
- 53 **Lopsanlähteet, Nivatinsuo:** kaksi lähdelampea pitkälle kehittyneen rämemuuttuman tai turvekankaan keskellä. Lähdesammalia ainoastaan lampien reunoilla, ei ympäröivissä ojissa.
- 54 **Okkola:** Hieno varjoinen lähteikkö! Vesi purkautuu rinteeseen kynnyksen alta hetteen läpi pieninä puroina. Laaja tihkupinta osittain hyvin hyllyvä (ei kestä astumista). Oja vie lähdeveden pois. Puusto lähinnä vanhaa, järeää kuusta.
- 55 **Puntari:** lähteikkö koostuu lähdevaikutteisesta sähkölinjasta, siitä vetensä saavasta lähdepurosta ja sen ympäristöstä (kosteaa lehtoa). Lähdepuron yläosassa ketju lähdevetisiä monttuja, jotka yhdistyvät syvillä ojilla (mahdollisesti juoksuhautoja). Puron keskivaiheilla rannat kivikkoiset/lohka- reiset, tuulenskaatoja. Puron alaosa padottu ja siinä kasvatetaan rapuja. Rannassa lähdepuron lisäksi allikkoa ja tihkupintaa.
- 56 **Sorosenlahti:** notkelma Sorosenlahden kohdalla, koostuu lähdevaikutteisesta ajourien pilaamasta sähkölinjan alusesta ja sieltä alkunsa saavasta osin piiloilevasta purosta. Rannassa puron kohta ja ympäryks melko laajalti. Mökkejä hyvin lähellä. Metsää harvennettu.
- 57 **Oronkallunsuo S:** lähteikkö koostuu isosta avolähteestä (luultavasti kaivettu) ja lähdevaikutteisista ojista, ojien väleissäkin toisinaan tihkupintaa. Lahopuuta, joka ei kuitenkaan ole järeää, on paikoin runsaasti.
- 58,1 **Taavetti, Vedenottamo:** vedenottamon ympärillä useita pieniä lähteensilmäiä ja tihkupintaa, myös lähdevaikutteista ojaa. Vanhoja turvehautoja.
- 58,2 **Taavetti, Vedenottamo:** vedenottamon kohdalla, mutta tien toisella puolella ollut lähteikkö on tuhoutunut. Itse kohdassa ei erityisempää tuhoutumissyytä havaittavissa, lähdeveden pääsy notkon pohjalle on luultavasti jostain syystä estynyt. Mahdollisia syitä ovat tien tai läheisen asuntoalueen rakentaminen ja ojittaminen.
- 59 **Kivimäki S, Taavetti:** taimikossa ja yläpuolisessa kuusikossa olevissa ojissa voimakasta lähdevaikutusta. Taimikon ja metsän rajalta löytyi pois mennessä luonnontilaisia osin umpeenkasvaneita lähdeallikoita ja puoliavointa lettokasvillisuutta.
- 60 **Käärmevuori W:** hakkuiden molemmilta puolilta saartama matala notkelma, jossa virtaa pieni lähdepuro. Tihkupintaa puron reunoilla. Hakuut ulottuvat aivan lähdenotkelman reunoille, suojavyöhyke korkeintaan 5 – 10 m, ajouria puron yli, tuulenskaatoja.
- 61 **Korpela NW:** rinteessä oleva osin hakattu heikosti lähdevaikutteinen paikka. Ilmeisesti voimakkaasti kuivahtanut, suurin osa lähdekasvillisuudesta väli-mätäspintaista. Isoimmat tervalepät (suurin halk. 60 cm) hakattu pois. Tihkupintaa ja ajouriin muodostuneita allikoita. Mokit hyvin lähellä.
- 62 **Iihola:** notkelmaan muodostunut varjoinen lähinnä tihkupinnoista ja lähdepurosta koostuva laaja lähteikkö. Puron yli menevän sähkölinjan kohdalla lettomaista kasvillisuutta. Puro yläosiltaan perattu, alaosilta luonnontilaisempi, ruostevetinen. Lahopuuta on, järeääkin.
- 63 **Kosenlahti/Taavetin lomakylä:** aivan lomakylän uimarannan tuntumassa. Puusto luonnontilainen, tervaleppää ja kuusta. Yläosassa kaivo. Kaksiosainen: avoimempi lähdeletto/luhta rannassa ja varjoisempi lähdevaikutteinen tervaleppä-kuusimetsä (*Athyrium*-valtainen).

- 64 **Välimaa, Haimila:** välimaan tilan piha ja pellonreunat, lähdeettä ei löytynyt. Pihassa on tosin kaivo.
- 65 **Kiurula:** rinteessä alla sijaitseva heikosti tihkupintainen ja pahoin kuivahtanut lähdeikkö. Vanhoista puronuomista päätellen vettä on joskus virrannut runsaastikin. Kuivumisen syy epäselvä. OmaT – MT – RhMK.
- 66 **Vuorela NE, Jurvala:** lähdeikkö kaksiosainen: kaakossa avoin lähdeletto ja epämääräisempää tihkupintaa, turvehautoja ja luoteessa varjoisempaa lähdepintaa, joitain allikoita. Puusto luonnontilainen, monilajinen. Pystylahopuuta. Lähdeikkön yläpuolella vedenottamo.
- 67 **Jurvala W:** hyvin varjoinen ja kostea lähdeikkö. Koostuu lähdevaikutteisesta ojasta tai peratusta purosta ja kaivetusta lammesta. Sammalkasvillisuus varsinkin yläosilla hyvin niukkaa, paljasta multaa. Puusto luonnontilainen, lahoppuutakin on. Kookkaita pihlajia. Yläosassa kaivo.
- 68 **Askola:** peltojen kolmelta puolelta ympäröimä lähdevaikutteinen nuoria lehtipuita kasvava niemeke. Luultavasti entinen pelto. Lahoppuuta runsaasti, joskin pieniläpimittaista. Kääpiä.
- 69 **Vatoinlähdeensuo:** korpireunus tuhoutunut ojituksen takia, edes ojissa ei lähdesammalia. Kartan lähdelampi ei kuulune Ulvisen (1955) rajaukseen.
- 70 **Kangasranta:** kolme osaa: avoin (hakattu) pohjoisosa, nuorta puuta (ko, mä) kasvava entinen pelto ja tienvarren varjoinen harmaalepikko-kuusikko. lähinnä tihkupintaa, mutta jonkin verran myös puroa ja jokunen allikko. Joitain oja.

Lappeenranta

- 71,1 **Kangas:** lähdevaikutteiset ojat rinteessä alla tiheässä kuusikossa, mahdollisesti entisellä pellolla.
- 71,2 **Kangas:** lähdevaikutteinen pellonoja. Lähellä kaivo.
- 72 **Lamminkorpi SE:** lähdeinen lehto entisellä pellolla. Puusto luonnontilainen, itseksensä kehittynyt. Kuollutta pystypuuta (tele, raita) ja maapuuta runsaasti. Lähdesammalia ojissa ja osin niiden väleissä.
- 73 **Nyrhilä:** Nyrhilän kylässä peltojen keskellä koivikossa. vanha palokaivo, lähdevaikutteista oja ja tihkupintaa.
- 74 **Orkosuo, Tuuva:** lähdevaikutteinen oja alkaa sähkölinjalta ja seuraa entisen pellon (metsitetty koivulla) reunaa. Ylempänä avohakkuu, osa lähdeikköistä on saattanut tuhoutua.
- 75 **Kärjenlahden ranta/Oronoja:** Kärjenlahden ranta Oronojan kohdalla lähellä mökkejä. Rannassa lähteistä luhtalettoa, kauempana lähdeinen Oronoja ja mökin pihassa lähdevaikutteista oja ja tekolampi.
- 76,1 **Kärki:** entinen pelto, rehevä harmaalepikko. Ojat kuivia, ei lähdesammalia.
- 76,2 **Kärki:** tarkka sijainti hieman epäselvä, mutta ilmeisesti lähellä maalaistaloa. Ei löydetty.
- 77 **Lehtola, Törölä:** junaradan varressa olevat heikosti lähdevaikutteiset ojat, ojat hyvin kuivia.
- 78/79 **Mannunsuo, Törölä:** lähinnä lähdevaikutteista oja, mutta ojien väleissä myös luonnontilaista tihkupintaa ja sammaleisia allikoita. Puusto osin luonnontilainen, osin avohakattu. Ei lahoppuuta. Hakkuissa ei ole huomiotu pieniä allikoita ja tihkupintoja.
- 80 **Yllikkälä:** jyrkässä rinteessä ja sen alla oleva laajahko lähinnä tihkupintainen lähdeikkö. Alaosalla lähdevaikutteinen oja. Hyvin varjoinen ja viileä paikka.

Liite 2. Synonyymisanasto

Synonyymilista lajistovertailuja varten. Synonyymit pääasiassa Ulvisen ym. (2002) mukaan. Lajit aakkostettu Ulvisen (1955) käyttämän nimen mukaan.

Acrocladium cuspidatum = *Calliergonella cuspidata*
Amblystecium trichopodium var. *kochii* = *A. humile*
 TU:n NÄYTTEISSÄ *A. radicale*
Amblystegium riparium = *Leptodictyum riparium*
Bryum ventricosum = *B. pseudotriquetrum*
Calliergon stramineum = *Straminergon stramineum*
Camptothecium trichoides = *Tomentypnum nitens*
Catharinaea undulata = *Atrichum undulatum*
Dicranum undulatum = *D. polysetum*
Drepanocladus intermedius = *Scorpidium revolvens* s.lat.
 (incl. *S. revolvens* & *S. cossonii*)
D. procerus = *Warnstorfia procera*
D. vernicosus = *Hamatocaulis vernicosus*
D. exannulatus = *Warnstorfia e.*
Georgia pellucida = *Tetraphis pellucida*
Helodium lanatum = *H. blandowii*
Hylocomium proliferum = *H. splendens*
Hylocomium umbratum = *Hylocomiastrum umbratum*
Hypnum arcuatum = *Calliergonella lindbergii*
H. pretense = *Breidleria pratensis*
Isopaches hellerianus = *Anastrophyllum hellerianum*
Leiocolea obtusa = *Lophozia obtusa*
Mniobryum albicans = *Pohlia wahlenbergii*
Mnium cuspidatum = *Plagiomnium cuspidatum*
Mnium medium = *Plagiomnium medium*
Mnium pseudopunctatum = *Rhizomnium pseudopunctatum*
Mnium punctatum = *Rhizomnium punctatum*
 TU:n NÄYTTEISSÄ lähinnä *R. magnifolium*
Mnium rugicum = *Plagiomnium ellipticum*
Mnium seligeri = *Plagiomnium elatum*
Mnium undulatum = *Plagiomnium undulatum*
Orthocaulis kunzeanus = *Barbilophozia kunzeana*
Polytrichum gracile = *Polytrichastrum longisetum*
Rhytidiadelphus calvescens = *R. subpinnatus*
Riccardia pinguis = *Aneura pinguis*
Scapania parvifolia = *S. scandica*
Sphagnum recurvum coll. = *Sphagnum angustifolium* + *S. fallax* + *S. flexuosum*
Sphagnum subsecundum coll. = *S. contortum* + *S. subsecundum*
Sphagnum nemoreum = *S. capillifolium*

Liite 3. Maastolomakkeen täyttöohje

Maastolomakkeen täyttöohje (20/09/2006):

Lähteen **numero** Ulvisen (1955) mukaan

Tutkimus**päivämäärä** ja käytetty aika.

Onko lähde merkitty käytössä oleville kartoille (Kansalaisen karttapaikka)? Mikä on peruskarttalehden **numero**?

Lähteen **sijainti peruskoordinaatein** sadan metrin tarkkuudella.

Lähteeltä otetut **kuvat** ja mahdolliset selitykset.

Sijainti. Miten lähteelle löytää? Mahdollisimman tarkasti.

Suotyyppi:

luonnontilaisille käytännössä MeEuLä tai MeEuLäS, tai laajempi suotyyppi (esim. jokin lähteinen letto)

ojat: MeEu lähdeoja

Eurolan mukaisia tai omia tyyppisiä.

Pohjamateriaali:

Mitä pohjamateriaaleja esiintyy? Yleensä useita. Esim. turve, hiekka, savi.

Lähteikön luonne:

hetteikkö: väli-mätäspintaista lähdekasvillisuutta

puro: rimpipintaa, juoksevaa vettä

allikko: rimpipintaa, seisovaa vettä

Usein luonne on määritetty lähdesammalkasvillisuuden esiintymispaikan mukaan, esim. suuret altaat eivät välttämättä ole mukana. Lomakkeessa on mainittu, jos näin on.

Ympäristön kasvillisuustyyppi:

Minkälaisessa ympäristössä lähde on? Suolla, pellolla, nurmikolla, ja tarkemmin? Suot Eurolan mukaan.

Luonnontilaisuus:

±täysin luonnontilainen: Ihmistoiminnan vaikutukset eivät merkittäviä. Joitain vanhoja matalia oja ja ajouria saa olla. Hakkuiden (lievät) reunavaikutukset ympäristöstä sallitaan. Puusto luonnontilainen, runsas lahoppuusto.

jokseenkin luonnontilainen: Oja voi olla mutta niillä ei ole merkittävää kuivatavaa vaikutusta (vanhoja). Puusto jokseenkin luonnontilainen (eri lajeja, eri ikäistä puuta, lahoppuuta on/ei). Luonnontilaisen lähteikköpinnan osuus yli 2/3.

jokseenkin kulttuurivaikutteinen: Esim. kasvillisuuteen vaikuttavia kuivattavia oja. Lähdesammalia esiintyy kuitenkin vielä ojien ulkopuolellakin.
 ±täysin kulttuurivaikutteinen: Kuten ed., mutta sammalia enää ojissa.
 tuhoutunut: Lähdespesialistisammalia ei enää esiintynyt alueella. Tuhoutuminen viittaa siis kohteen *todennäköiseen* tuhoutumiseen lähdesammalten elinympäristönä. Indikaattorisammalia mm. *Philonotis*, *Bryum weigelii*, *Brachyhecium rivulare*, *Rhizomnium magnifolium*, *Sphagnum warnstorffii*, *Chiloscyphus polyanthos*.

Luonnontilaisuusaste voi vaihdella eri puolilla lähdeettä (ja kohteen rajaaminen vaikuttaa lähteen keskimääräiseen luonnontilaisuusasteeseen). Joillekin lähteille on tästä syystä merkitty useita luonnontilaisuusluokkia. Niistä on arvioitu pinta-alalla painotettu keskiarvo koko lähteikölle.

Jos leveisiin ojiin on kehittynyt laajoja (esim. lettomaisia) lähdepintoja tai voimakas lähdepuro on syönyt ojaan uuden mutkittävän uoman, voi luokkaa nostaa.

Sähkölínjan luonnontilaisuusluokka voi olla 2-5 riippuen, mitä muita luonnontilaa alentavia syitä (kuivattavia oja ja kaivoja ym.) lähteiköllä on.

Padotut lähdelammet, luokat 2-5. Säästynyttä luonnontilaista lähdepintaa yli 50 % kokonaisalasta (eli saman verran kuin lammen ala), ei muita luonnontilaa laskevia seikkoja -> 2. Seuraavat laskevat luokkaa: alle 50 % alasta luonnontilaista lähdepintaa (siis lähdelammen ala suurempi kuin muun lähteikön), puusto ei luonnontilainen, ojat.

Purot, luokat 1-5. Luonnontilaisuutta laskee kaivettu ja oikaistu uoma (vanhakin) ja ympäristössä tehdyt metsänhoitotoimet.

(Suhteuttaminen TU:n luokitukseen on vaikeaa, koska ojittaminen on ollut tutkimusajankohtien välillä niin laajamittaista. Kaikki ojitetut olisivat varmaankin voineet mennä luokkaan 4-5.)

Epäselvissä tapauksissa on laitettu luokaksi alempi vaihtoehtoista.

Perustelut: perustelut luonnontilaisuusluokalle (mm. ojien vaikutus, sammalten esiintyminen ojissa/niiden ulkopuolella, lahopuu ym., kts yllä) ja luonnontilaisuuden heikkenemisen syy (esim. ojittaminen, hakkuut, rakentaminen, vedenotto) luokille 2-5.

Lähteikön koko. Arviot voivat heittää, mutta ovat luultavasti suuntaa antavia. Yleensä pinta-alaan sisältyvät vain lähteikköpinnat. Isot lammet ovat mukana vaihtelevasti. Pelkkiä (ei lähde-) rahkasammalia sisältävät ojat eivät yleensä ole lukemassa. Sijainti sanallisesti –kohdassa on rajattu lähteikkö, jonka pinta-ala on ilmoitettu tässä. Poikkeukset merkitty lomakkeeseen.

Puusto on arvioitu relaskoopilla. Mittauksia 1-3 riippuen lähteen koosta ja puuston vaihtelevuudesta. Relaskooppiin sattuneiden runkojen lisäksi lomakkeessa on huomioita muusta puustosta ja pensaista (vaihtelevasti, mm. paatsama, puiden taimet).

Kehitysluokka kertoo lähteikön ympäristön metsätaloudellisesta vaiheesta (mitä puustolle on tehty, ja mitä sille tullaan luultavasti lähiaikoina tekemään).

Arvioinnissa on käytetty Metlan 8-portaista asteikkoa: aukea (A0), siemenpuumetsikkö (S0), pieni taimikko (T1), varttunut taimikko (T2), nuori kasvatusmetsikkö (02), varttunut kasvatusmetsikkö (03), uudistuskypsä metsikkö (04), suojuspuumetsikkö (05). (Lähde: <http://www.metla.fi/ka/osasuu/kluokka.html>)

Joissain tapauksissa metsä oli niin eri-ikäinen (luonnontilainen), ettei vallitsevaa puusukupolvea voinut määrittää. Myöskään avoimilla tai vähäpuustoisilla soilla kehitysluokan merkitsemisessä ei yleensä ollut mieltä. Joillain lähteillä kehitysluokka oli eri puolilla lähteikköä eri, silloin lomakkeeseen on merkitty useita kehitysluokkia.

Metsänkäsittelyä on kuvattu lisäksi toisella tunnusluvulla.

avohakkuu: Metsä on hiljattain avohakattu, paikalla on joko hakkuuaukko tai taimikko. Myös voimakkaasti kulttuurivaikutteiset avoimet paikat, esim. nurmikot menevät tähän luokkaan. Sähkölinjat.

harvennushakkuuta: Metsää on harvennettu. Siitä kertovat tasaikäisyys, yksilajisuus ja suhteellisen tuoreet kannot.

ei hakkuuta: Luonnontilainen metsä, tai kasvatusmetsä, jota ei ole (vielä) harvennettu. Vanhoja kantoja saa olla.

Muuta –kohtaan on lueteltu putkilokasvilajistoa (ja toisinaan eläinhavaintoja). Siinä on myös muuta yleistä lähteiköstä, esim. millaisia osia se sisältää ja miten kasvillisuus muuttuu osasta toiseen siirryttäessä. Sellaista yleistä pohdiskelua.

SAMMALET

Näytealojen päällä lukee yleensä jonkinlainen selostus alan sijainnista. Toisinaan alat on merkitty myös kartalle.

Lomakkeessa on lueteltu valmiiksi Tauno Ulvisen 1955 sammalten esiintymistä eri lähteillä kuvaavan taulukon lajit. Lehti- ja maksasammalet ovat erikseen. Alla on tilaa muille lajeille ja tunnistamattomille näytteille (jotka on tutkimuksessa numeroitu juoksevasti normaalein keruunumeroin).

Jokaiselta viideltä näytealalta on arvioitu sammalten peittävyys prosentilla. Pelkkä lajin esiintyminen (alle prosentin peittävyydellä) on merkitty puoleksi prosentiksi.

Mikäli TU on sisällyttänyt saman numeron alle kaksi lähdetä, on lomakkeeseen merkitty mitkä alat ovat miltäkin lähteeltä. Näytealoja on kuitenkin yhteensä vain viisi. Lähteet 78 ja 79 päätettiin yhdistää, sillä suonreuna, jossa ne molemmat olivat olleet, oli ojitettu niin, että lähdevedet yhdistyivät reunaosassa. Rajan vetäminen ojaan lähteiden välille ei ollut tästä syystä mielekästä. Tältä 78/79-alueelta on otettu yhteensä kymmenen näytealaa. Analyysiin niistä voidaan arpoa käytettäväksi viisi.

Näytealoilla esiintyneiden lajien lisäksi muualla lähteellä tavatut (lähinnä lähde)lajit on kirjattu muistiin.

Lopuksi lähteeltä kerättyjen näytteiden keruunumerot. Erillisestä listasta (ote RJ:n keruulistasta vuodelta 2006) selviävät lajit. Näytteet säilyttää RJ, osasta näytteistä on duplikaatit Keski-Suomen luontomuseon tai Oulun yliopiston Kasvimuseon kokoelmissa. Näytteet on tarvittaessa mahdollista jäljittää näytealan tarkkuudella.

Liite 4. Maastolomakkeet

MAASTOLOMAKE	pvm.	
kohteen numero + nimi		
kunta		
kartalla		
koordinaatit		
kuvat		
sijainti sanallisesti		
(lähteikön) suotyyppi		
pohjamateriaali		
luonne:		
hetteikkö %		
puro %		
allikko %		
ympäristön kasvillisuustyyppi		
luonnontilaisuus		
perustelut/luonnontilan heikkenemisen syy:		
lähteikön koko		
puusto, PPA (m ² /ha) puulajeittain		
tele		
mä		
hale		
ku		
hko		
pihlaja		
pajut		
tuomi		
ha		
raita		
rko		
korpiatsama		
kataja		
kehitysluokka		
metsänkäsittely		

muuta: sanallinen kuvaus kasvillisuudesta ym.

SAMMALET					
Näytealat	1	2	3	4	5
Atri undu					
Aula palu					
Brac rivu					
Brachythecium sp.					
Brei prat					
Bryu pseu					
Bryu weig					
Call cord					
Call giga					
Call rich					
Call cusp					
Call lind					
Camp stel					
Cinc styg					
Clim dend					
Dicr berg					
Dicr bonj					
Dicr maju					
Fiss adia					
Font anti					
Hama vern					
Helo blan					
Hylo sple					
Hylo umbr					
Palu squa					
Phil font					
Plag cusp					
Plag elat					
Plag elli					
Plag medi					
Plag ruth					
Plag undu					
Pleu schr					
Poly stri					
Ptil cris					
Rhiz magn					
Rhiz pseu					
Rhod rose					
Rhyt squa					
Rhyt subp					

Rhyt triq					
Scor coss					
Scor scor					
Spha angu					
Spha cent					
Spha fall					
Spha girg					
Spha squa					
Spha subn					
Spha tere					
Spha warn					
Stra stra					
Tome nite					
Warn exan					
Warn proc					
Aneu ping					
Chil poly					
Harp flot					
Pellia					
Ricc mult					
Scap irri					
Scap undu					
Tric tome					
Ruutujen ulkopuoliset havainnot					
Näytteet:					

MAASTOLOMAKE (VEDENLAATU/SYYSKUU)			
Aika			
Kohteen numero ja nimi			
VEDENLAATU			
pH		Lämpötila	
Sähkönjohtokyky ($\mu\text{S}/\text{cm}$)			
Mittauspaikka			
SPHAGNUM			
S.teres			S.warnstorffii
S.squarrosom			Näytteitä
LUONNONTILAISUUS			

Liite 5. Lajimäärien laskemiseen käytetty lista

Lähdelajeina on tässä tutkimuksessa pidetty lihavoituja lajeja.

<i>Brachythecium rivulare</i>	<i>Sphagnum fallax (recurvum)</i> coll.
<i>Breidleria pratensis</i>	<i>S. fallax</i>
<i>Bryum pseudotriquetrum</i>	<i>S. angustifolium</i>
<i>Bryum weigeli</i>	<i>S. flexuosum</i>
<i>Calliergon cordifolium</i>	<i>Sphagnum girgensohnii</i>
<i>Calliergon giganteum</i>	<i>Sphagnum obtusum</i>
<i>Calliergon richardsonii</i>	<i>Sphagnum platyphyllum</i>
<i>Calliergonella cuspidata</i>	<i>Sphagnum riparium</i>
<i>Calliergonella lindbergii</i>	<i>Sphagnum squarrosum</i>
<i>Campylium stellatum</i>	<i>Sphagnum subsecundum</i> coll.
<i>Cinclidium stygium</i>	<i>S. subsecundum</i>
<i>Dicranum bonjeanii</i>	<i>S. contortum</i>
<i>Fissidens adianthoides</i>	<i>Sphagnum teres</i>
<i>Fontinalis antipyretica</i>	<i>Sphagnum warnstorffii</i>
<i>Hamatocaulis vernicosus</i>	<i>Sphagnum wulfianum</i>
<i>Helodium blandowii</i>	<i>Straminergon stramineum</i>
<i>Hylocomiastrum umbratum</i>	<i>Thuidium recognitum</i>
<i>Leptodictyum riparium</i>	<i>Thuidium tamariscinum</i>
<i>Meesia longiseta</i>	<i>Tomentypnum nitens</i>
<i>Paludella squarrosa</i>	<i>Warnstorfia exannulata</i>
<i>Philonotis fontana</i> s.lat	<i>Warnstorfia procera</i>
<i>P. fontana</i>	<i>Warnstorfia trichophylla</i>
<i>P. tomentella</i>	
<i>Philonotis seriata</i>	<i>Aneura pinguis</i>
<i>Plagiomnium affine</i>	<i>Chiloscyphus polyanthos</i>
<i>Plagiomnium elatum</i>	<i>Harpanthus flotovianus</i>
<i>Plagiomnium ellipticum</i>	<i>Marchantia polymorpha</i>
<i>Plagiomnium medium</i>	<i>Pellia</i> spp.
<i>Plagiomnium undulatum</i>	<i>Riccardia multifida</i>
<i>Plagiothecium ruthei</i>	<i>Scapania irrigua</i>
<i>Pohlia wahlenbergii</i>	<i>Scapania paludicola</i>
<i>Pseudobryum cinclidioides</i>	<i>Scapania undulata</i>
<i>Rhizomnium magnifolium/punctatum</i>	<i>Trichocolea tomentella</i>
<i>R. magnifolium</i>	
<i>R. punctatum</i>	
<i>Rhizomnium pseudopunctatum</i>	
<i>Scorpidium revolvens</i> s.lat.	
<i>Scorpidium cossonii</i>	
<i>Scorpidium revolvens</i>	
<i>Scorpidium scorpioides</i>	
<i>Sphagnum capillifolium</i>	
<i>Sphagnum centrale</i>	

Laskettavia lajeja yhteensä 63
Lähdelajeja yhteensä 18

Liite 6.Ympäristömuuttujien ja lajistotunnusten korrelaatiot

Merkitsevät Spearmanin korrelaatiokertoimen arvot on esitetty lihavoituina.

	metsän- käsittely	kehitys- luokka	puuston pohjapinta- ala	lähteen koko	luonnon- tila	allikko%	puro%	hete%	
pH									
lämpötila									
sähkön- johtokyky			r_s p-arvo n						
hete%								I	
puro%							I	-0,723 <0,001 61	
allikko%						I	-0,122 0,348 61	-0,378 0,003 61	
luonnontila					I	0,499 <0,001 61	0,057 0,661 61	0,205 0,114 61	
lähteen koko				I	0,506 <0,001 61	0,374 0,003 61	0,117 0,370 61	-0,185 0,153 61	
puuston pohjapinta- ala			I	0,088 0,502 61	0,081 0,537 61	0,172 0,168 61	0,027 0,836 61	-0,103 0,428 61	
kehitys- luokka		I	0,402 0,002 57	-0,154 0,253 57	0,021 0,878 57	0,092 0,496 57	-0,073 0,589 57	-0,054 0,692 57	
metsän- käsittely	I	0,134 0,321 57	-0,324 0,011 61	0,258 0,045 61	-0,379 0,003 61	-0,291 0,023 61	-0,123 0,344 61	0,065 0,621 61	
lajimäärä									
lähdelajien määrä									
sammalten peittävyys									

	sähkön- johtokyky	lämpötila	pH	sammalten peittävyys	lähdelajien määrä	lajimäärä
			I	-0,055 0,677 59	0,037 0,782 59	-0,095 0,473 59
		I	-0,416 0,001 59	-0,183 0,165 59	-0,058 0,662 59	0,046 0,729 59
	I	0,095 0,473 59	0,263 0,045 59	-0,119 0,369 59	-0,233 0,075 59	-0,339 0,009 59
	0,007 0,956 59	0,200 0,128 59	0,011 0,934 59	-0,069 0,598 61	-0,220 0,088 61	-0,179 0,167 61
	-0,034 0,798 59	-0,172 0,192 59	0,018 0,894 59	-0,090 0,490 61	0,166 0,201 61	0,136 0,297 61
	0,010 0,943 59	-0,0031 0,815 59	-0,052 0,697 59	0,442 <0,001 61	0,313 0,014 61	0,323 0,011 61
	0,154 0,245 59	0,168 0,203 59	0,249 0,057 59	0,535 <0,001 61	0,393 0,002 61	0,426 0,001 61
	-0,062 0,641 59	-0,143 0,280 59	0,170 0,198 59	0,446 <0,001 61	0,521 <0,001 61	0,467 <0,001 61
	-0,047 0,724 59	-0,118 0,374 59	0,121 0,361 59	0,128 0,327 61	-0,107 0,414 61	-0,192 0,139 61
	-0,208 0,128 55	-0,102 0,458 55	0,023 0,870 55	0,000 0,999 57	-0,080 0,555 57	0,047 0,727 57
	0,088 0,507 59	-0,156 0,238 59	-0,290 0,026 59	-0,187 0,149 61	-0,061 0,639 61	-0,102 0,433 61
				0,484 <0,001 61	0,749 <0,001 61	I
				0,435 <0,001 61	I	
				I		

Liite 7. Salpausselän lähteiden sammalet

Nimistö ja uhanalaisuus Ulvinen ym. 2002.

VU	Valtakunnallisesti vaarantunut
NT/RT (2a)	Valtakunnallisesti silmälläpidettävä ja alueellisesti uhanalainen Lounaismaalla ja Pohjanmaan rannikolla Eteläboreaalaisella vyöhykkeellä
NT/RT (2b)	Valtakunnallisesti silmälläpidettävä ja alueellisesti uhanalainen Järvi-Suomessa Eteläboreaalaisella vyöhykkeellä
NT/RT	Valtakunnallisesti silmälläpidettävä ja alueellisesti uhanalainen koko tutkimusalueella
LC/RT	Valtakunnallisesti elinvoimainen ja alueellisesti uhanalainen koko tutkimusalueella
LC/RT (2b)	Valtakunnallisesti elinvoimainen ja alueellisesti uhanalainen Järvi-Suomessa Eteläboreaalaisella vyöhykkeellä

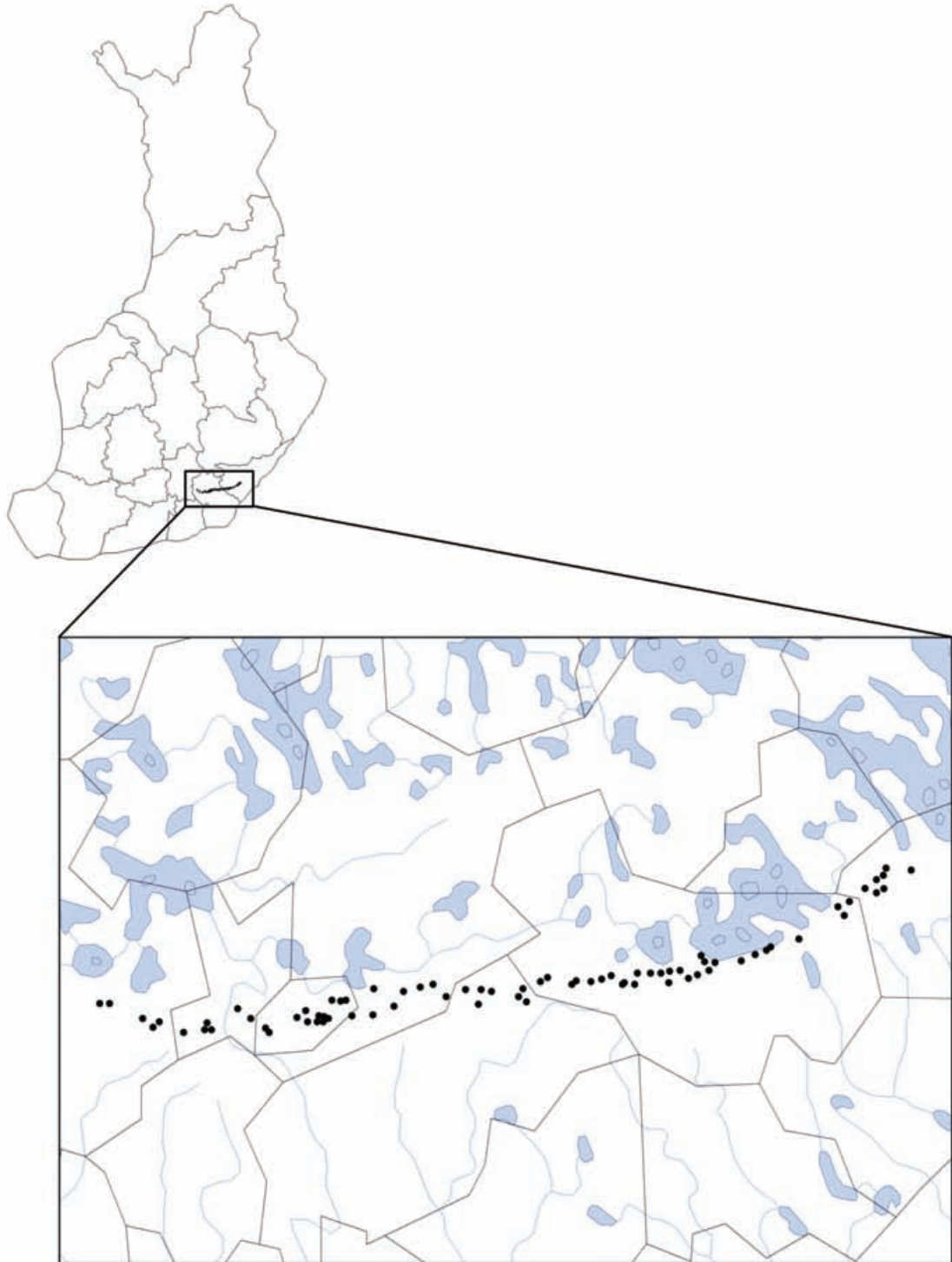
<i>Amblystecium radicale</i> (P.Beauv.) Schimp. NT/RT (2a)	notkoritvasammal
<i>Atrichum tenellum</i> (Röhl.) Bruch & Schimp.	pikkumyyränsammal
<i>Atrichum undulatum</i> (Hedw.) P.Beauv.	isomyyränsammal
<i>Aulacomnium palustre</i> (Hedw.) Schwägr.	suonihuopasammal
<i>Brachythecium campestre</i> (Müll.Hal.) Schimp. NT/RT	etelänsuikerosammal
<i>Brachythecium oedipodium</i> (Mitt.) A.Jaeger	metsäsuikerosammal
<i>Brachythecium reflexum</i> (Starke) Schimp.	koukkusuikerosammal
<i>Brachythecium rivulare</i> Schimp.	purosuikerosammal
<i>Brachythecium rutabulum</i> (Hedw.) Schimp.	lehtosuikerosammal
<i>Brachythecium salebrosum</i> (Hoffm. Ex F.Weber & D.Mohr) Schimp.	kiiltosuikerosammal
<i>Brachythecium</i> sp.	suikerosammal
<i>Breidleria pratensis</i> (Koch ex Spruce) Loeske LC/RT (2b)	lehtopalmikkosammal
<i>Bryum pallens</i> Sw.	rusohiirensammal
<i>Bryum pseudotriquetrum</i> (Hedw.) P.Gaertn. et. al.	lettohiirensammal
<i>Bryum weigelii</i> Spreng.	hetehiirensammal
<i>Bryum</i> sp.	hiirensammal
<i>Calliergon cordifolium</i> (Hedw.) Kindb.	luhtakuirisammal
<i>Calliergon giganteum</i> (Schimp.) Kindb.	hetekuirisammal
<i>Calliergon richardsohnii</i> (Mitt.) Kindb.	lettokuirisammal
<i>Calliergonella cuspidata</i> (Hedw.) Loeske	otaluhtasammal
<i>Calliergonella lindbergii</i> (Mitt.) Hedenäs	sirppiluhtasammal
<i>Campylium stellatum</i> (Hedw.) Lange & C.E.O.Jensen	lettoväkäsammal
<i>Cinclidium stygium</i> Sw. LC/RT	lettokilpisammal
<i>Cirriphyllum piliferum</i> (Hedw.) Grout	lehtohaivensammal
<i>Climacium dendroides</i> (Hedw.) F.Weber & D.Mohr	palmusammal
<i>Dicranum bonjeanii</i> De Not.	lettokynsisammal
<i>Dicranum majus</i> Sm.	isokynsisammal
<i>Dicranum polysetum</i> Sw.	kangaskynsisammal
<i>Dicranum scoparium</i> Hedw.	kivikynsisammal
<i>Fissidens adianthoides</i> Hedw.	lettosiipisammal
<i>Fontinalis antipyretica</i> Hedw.	isonäkinsammal
<i>Hamatocaulis vernicosus</i> (Mitt.) Hedenäs VU	kiiltosirppisammal
<i>Helodium blandowii</i> (F.Weber & D.Mohr) Warnst.	kampasammal
<i>Hylocomiastrum umbratum</i> (Ehrh. Ex Hedw.) M.Fleisch.	korpikerrossammal
<i>Hylocomium splendens</i> (Hedw.) Schimp.	metsäkerrossammal
<i>Leptodictyum riparium</i> (Hedw.) Warnst.	saukonsammal
<i>Meesia longiseta</i> Hedw.	isonuijasammal
<i>Mnium hornum</i> Hedw.	soukkalehväsammal

<i>Paludella squarrosa</i> (Hedw.) Brid.	rassisammal
<i>Philonotis fontana</i> s. lat.	purolähdesammal (s.lat.)
<i>Philonotis fontana</i> (Hedw.) Brid.	purolähdesammal
<i>Philonotis tomentella</i> Molendo	kalliolähdesammal
<i>Philonotis seriata</i> Mitt. LC/RT	särmälähdesammal
<i>Plagiomnium cuspidatum</i> (Hedw.) T.J.Kop.	metsälelväsammal
<i>Plagiomnium elatum</i> (Bruch & Schimp.) T.J.Kop.	tihkulelväsammal
<i>Plagiomnium ellipticum</i> (Brid.) T.J.Kop.	korpilelväsammal
<i>Plagiomnium medium</i> (Bruch & Schimp.) T.J.Kop.	isolelväsammal
<i>Plagiomnium undulatum</i> (Hedw.) T.J.Kop. LC/RT	poimulelväsammal
<i>Plagiothecium ruthei</i> Limpr.	lehtolaakasammal
<i>Plagiothecium</i> sp.	laakasammalet
<i>Pleurozium schreberi</i> (Willd. ex Brid.) Mitt.	seinäsammal
<i>Pohlia bulbifera</i> (Warnst.) Warnst.	silmuvarstasammal
<i>Pohlia nutans</i> (Hedw.) Lindb.	nuokkuvarstasammal
<i>Pohlia wahlenbergii</i> (F.Weber & D.Mohr) A.L.Andrews	hetevarstasammal
<i>Pohlia</i> sp.	varstasammal
<i>Polytrichastrum longisetum</i> (Sw. ex Brid.) G.L.Sm.	kytökarhunsammal
<i>Polytrichum commune</i> Hedw.	corpikarhunsammal
<i>Polytrichum juniperinum</i> Hedw.	kangaskarhunsammal
<i>Polytrichum strictum</i> Menzies ex Brid.	rämekekarhunsammal
<i>Pseudobryum cinclidioides</i> (Huebener) T.J.Kop.	kiiltolelväsammal
<i>Ptilium crista-castrensis</i> (Hedw.) De Not.	sulkasammal
<i>Rhizomnium magnifolium</i> (Horik.) T.J.Kop.	lähdelelväsammal
<i>Rhizomnium punctatum</i> (Hedw.) T.J.Kop.	kilpilelväsammal
<i>Rhizomnium pseudopunctatum</i> (Bruch & Schimp.) T.J.Kop.	lettolelväsammal
<i>Rhodobryum roseum</i> (Hedw.) Lindb.	ruusukesammal
<i>Rhytidiadelphus squarrosus</i> (Hedw.) Warnst.	niittyliekosammal
<i>Rhytidiadelphus triquetrus</i> (Hedw.) Warnst.	metsäliekosammal
<i>Sanionia uncinata</i> (Hedw.) Loeske	metsäkamppisammal
<i>Scorpidium revolvens</i> s.lat.	rimpisirppisammal s.lat.
<i>Scorpidium cossoni</i> (Schimp.) Hedenäs	lettosirppisammal
<i>Scorpidium revolvens</i> (Sw. ex Anonymus) Rubers	rimpisirppisammal
<i>Scorpidium scorpioides</i> (Hedw.) Limpr.	lettolierosammal
<i>Sphagnum balticum</i> (Russow) Russow ex C.E.O.Jensen	silmäkerahkasammal
<i>Sphagnum capillifolium</i> (Ehrh.) Hedw.	kangasrahkasammal
<i>Sphagnum centrale</i> C.E.O.Jensen ex Arnell & C.E.O.Jensen	vaalearahkasammal
<i>Sphagnum cuspidatum</i> Ehrh. ex Hoffm.	kuljurahkasammal
<i>Sphagnum recurvum</i> coll.	<i>S. recurvum</i> -ryhmä
<i>Sphagnum angustifolium</i> (C.E.O.Jensen ex Russow) C.E.O.Jensen	rämerahkasammal
<i>Sphagnum fuscum</i> (Schimp.) H.Klinggr.	ruskorahkasammal
<i>Sphagnum girgensohnii</i> Russow	corpirahkasammal
<i>Sphagnum magellanicum</i> Brid.	punarahkasammal
<i>Sphagnum obtusum</i> Warnst.	kuovinrahkasammal
<i>Sphagnum papillosum</i> Lindb.	kalvasrahkasammal
<i>Sphagnum platyphyllum</i> (Lindb. ex Braithw.) Sull. ex Warnst.	lamparerahkasammal
<i>Sphagnum pulchrum</i> (Lindb. ex Braithw.) Warnst. LC/RT	kurjenrahkasammal
<i>Sphagnum quinquefarium</i> (Lindb. ex Braithw.) Warnst.	särmärahhkasammal
<i>Sphagnum riparium</i> Ängtr.	haparahkasammal
<i>Sphagnum russowii</i> Warnst.	varvikkorahkasammal
<i>Sphagnum squarrosum</i> Crome	okarahkasammal

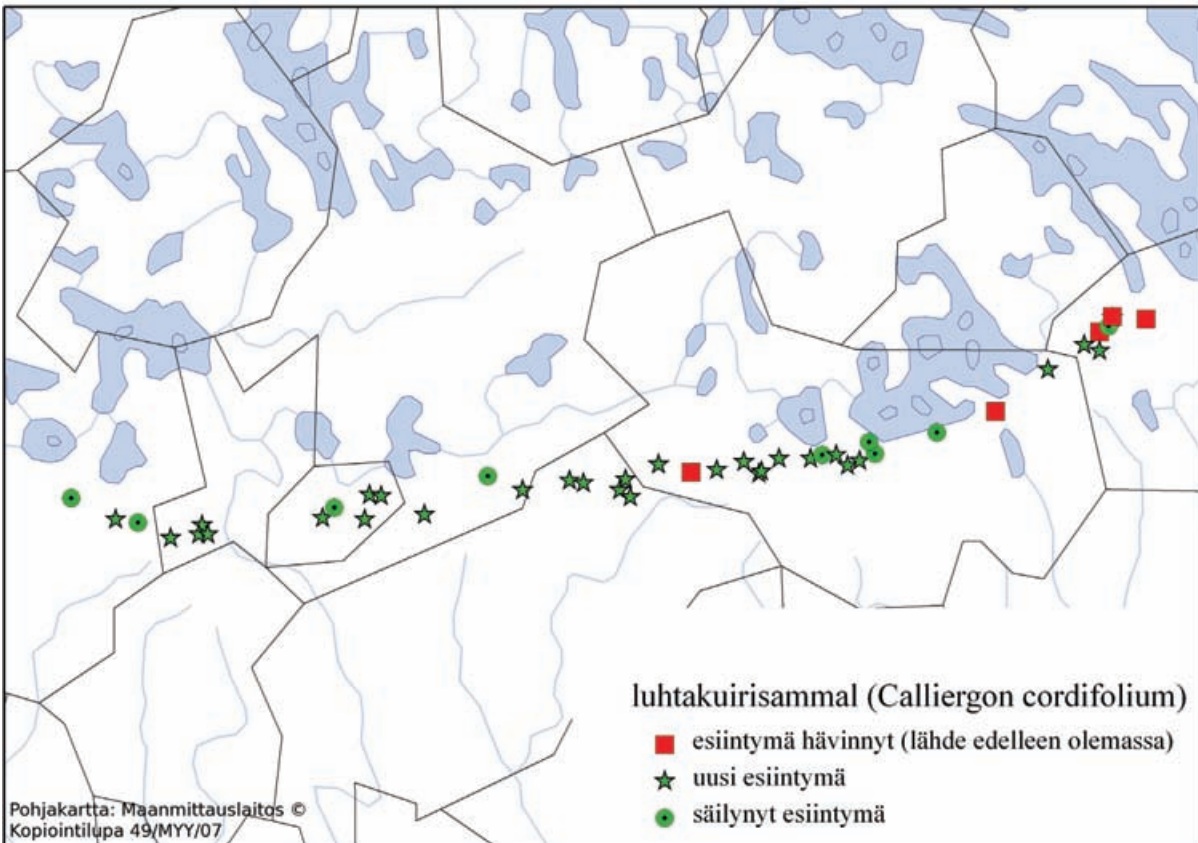
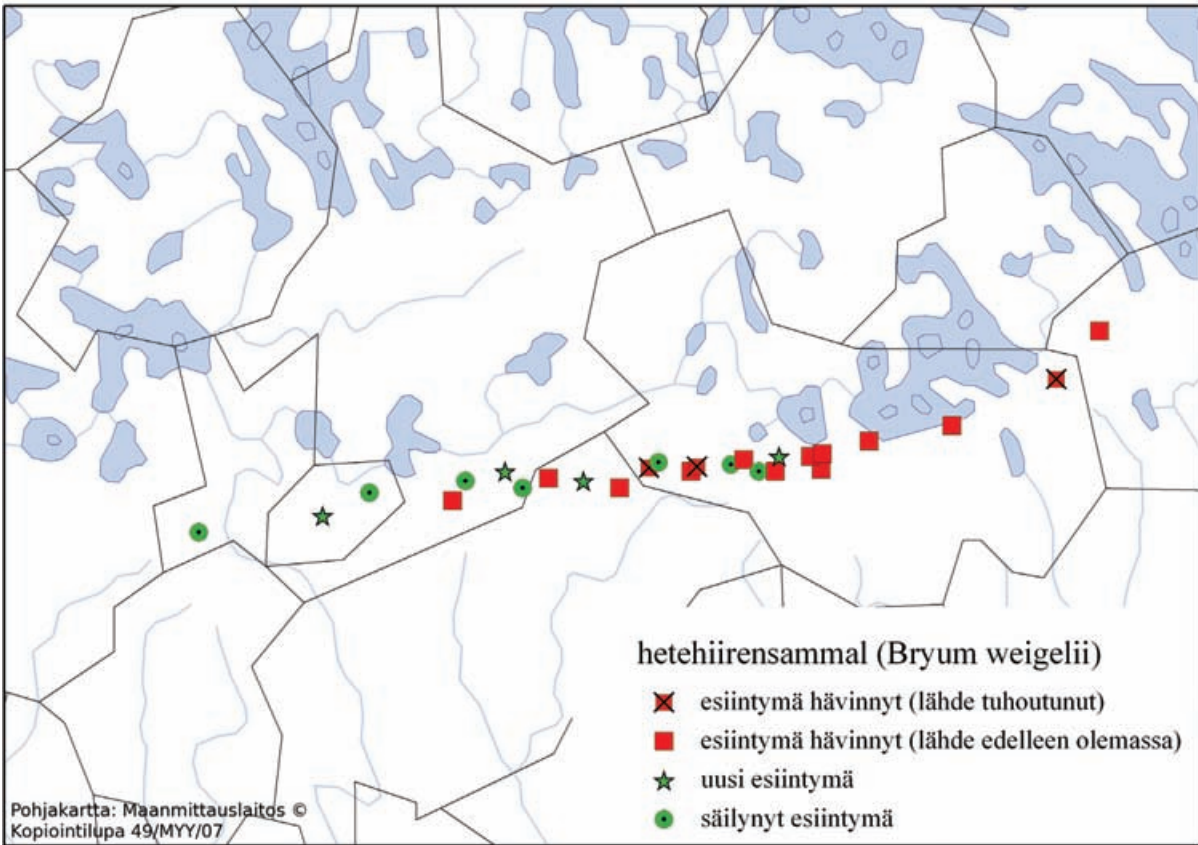
<i>Sphagnum subsecundum</i> coll.	keräpäärahkasammal
<i>Sphagnum teres</i> (Schimp.) Ångstr.	lettorahkasammal
<i>Sphagnum warnstorffii</i> Russow	heterahkasammal
<i>Sphagnum wulfianum</i> Girg.	pallopäärahkasammal
<i>Sphagnum</i> sp.	rahkasammal
<i>Splachnum ampullaceum</i> Hedw.	päärynäsompasammal
<i>Splachnum rubrum</i> Hedw.	punasompasammal
<i>Straminergon stramineum</i> (Dicks. ex Brid.) Hedenäs	kalvaskuirisammal
<i>Tetraphis pellucida</i> Hedw.	lahosammal
<i>Thuidium recognitum</i> (Hedw.) Schimp.	niittyhavusammal
<i>Thuidium tamariscinum</i> (Hedw.) Schimp. LC/RT	lehtohavusammal
<i>Tomentypnum nitens</i> (Hedw.) Loeske	kultasammal
<i>Warnstorfia exannulata</i> (W.Grümbel) Loeske	hetesirppisammal
<i>Warnstorfia procera</i> (Renauld & Arnell) Tuom.	aapasirppisammal
<i>Warnstorfia tricophylla</i> (Warnst.) Tuom. & T.J.Kop.	lampisirppisammal
<i>Anastrophyllum hellerianum</i> (Nees ex Lindenb.) R.M.Schust. NT/RT (2b)	kantoraippasammal
<i>Aneura pinguis</i> (L.) Dumort.	nauhasammal
<i>Barbilophozia kunzeana</i> (Huebener) Müll. Frib.	aapapykäsammal
<i>Blasia pusilla</i> L.	röyhelösammal
<i>Calypogeia muelleriana</i> (Schiffn.) Müll. Frib.	loukkopaanusammal
<i>Calypogeia neesiana</i> (C.Massal. & Carastia) Müll. Frib.	kalvaspaanusammal
<i>Calypogeia</i> sp.	paanusammal
<i>Cephalozia bicuspidata</i> (L.) Dumort.	saksipihtisammal
<i>Cephalozia pleniceps</i> (Austin) Lindb.	pohjanpihtisammal
<i>Cephalozia</i> sp.	pihtisammal
<i>Chiloscyphus polyanthos</i> (L.) Corda	hetealvesammal
<i>Harpanthus flotovianus</i> (Nees) Nees	purokaltiosammal
<i>Lepidozia reptans</i> (L.) Dumort.	haarusammal
<i>Lophocolea heterophylla</i> (Schrad.) Dumort.	laholimisammal
<i>Lophozia ventricosa</i> (Dicks.) Dumort.	kantolovisammal
<i>Lophozia</i> sp.	lovisammal
<i>Marchantia polymorpha</i> L. (incl. <i>M. aquatica</i> , <i>M. alpestris</i>)	keuhkosammal
<i>Pellia</i> spp.	lapasammalet
<i>Plagiochila asplenioides</i> (L.) Dumort.	isokastesammal
<i>Ptilidium ciliare</i> (L.) Hampe	isokorallisammal
<i>Riccardia latifrons</i> (Lindb.) Lindb.	kantoliuskasammal
<i>Riccardia multifida</i> (L.) Gray NT/RT	haaraliuskasammal
<i>Scapania irrigua</i> (Nees) Nees	rantakinnassammal
<i>Scapania mucronata</i> H.Buch	suippukinnassammal
<i>Scapania paludicola</i> Loeske & Müll.Frib.	suokinnassammal
<i>Scapania scandica</i> (Arnell & H.Buch) Macvicar	kalliokinnassammal
<i>Scapania undulata</i> (L.) Dumort.	purokinnassammal
<i>Trichocolea tomentella</i> (Ehrh.) Dumort. VU	harsosammal

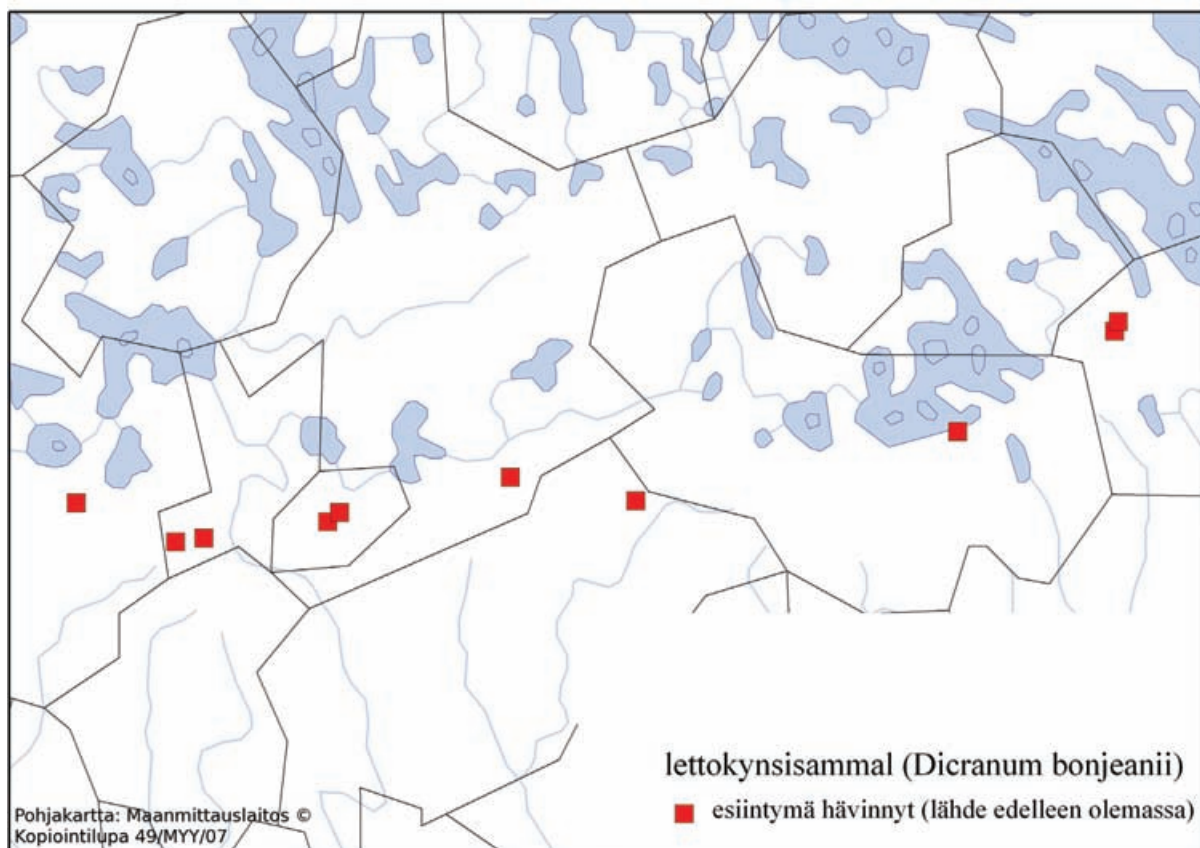
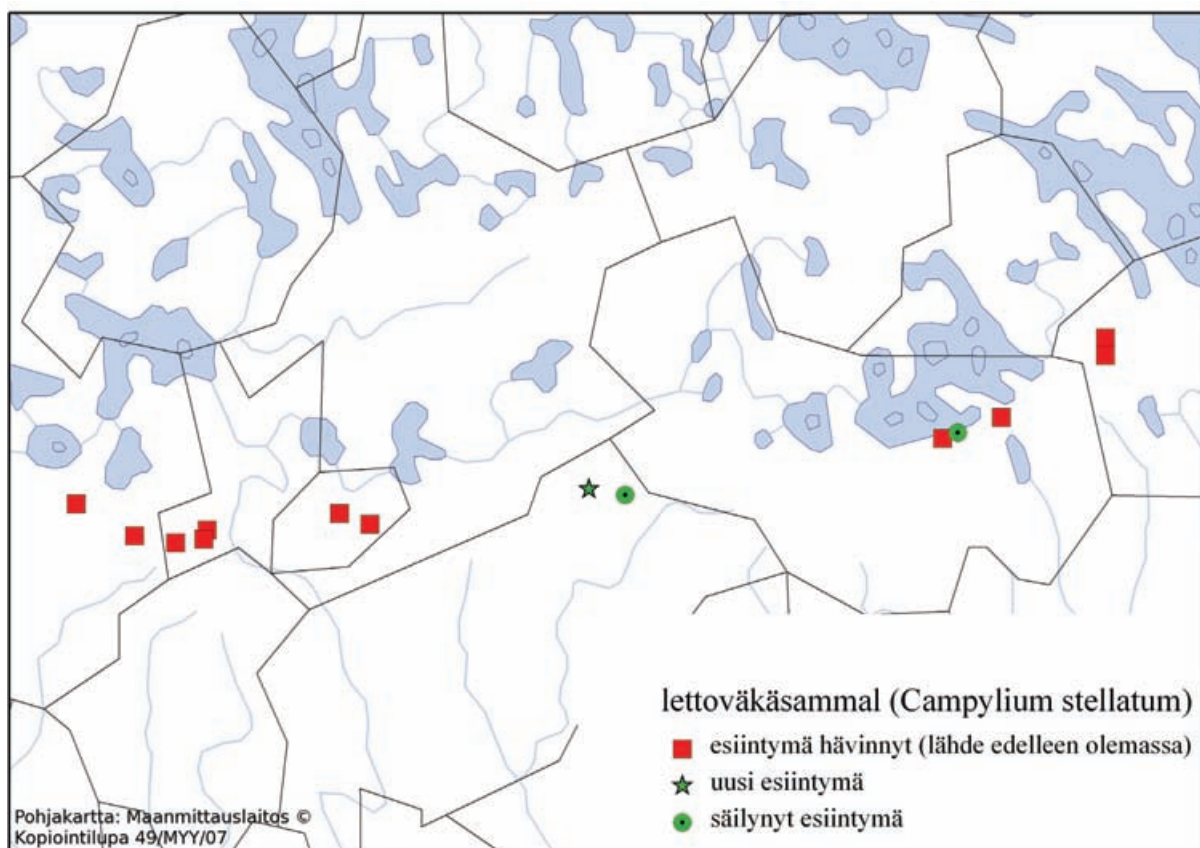
Liite 8. Kartat

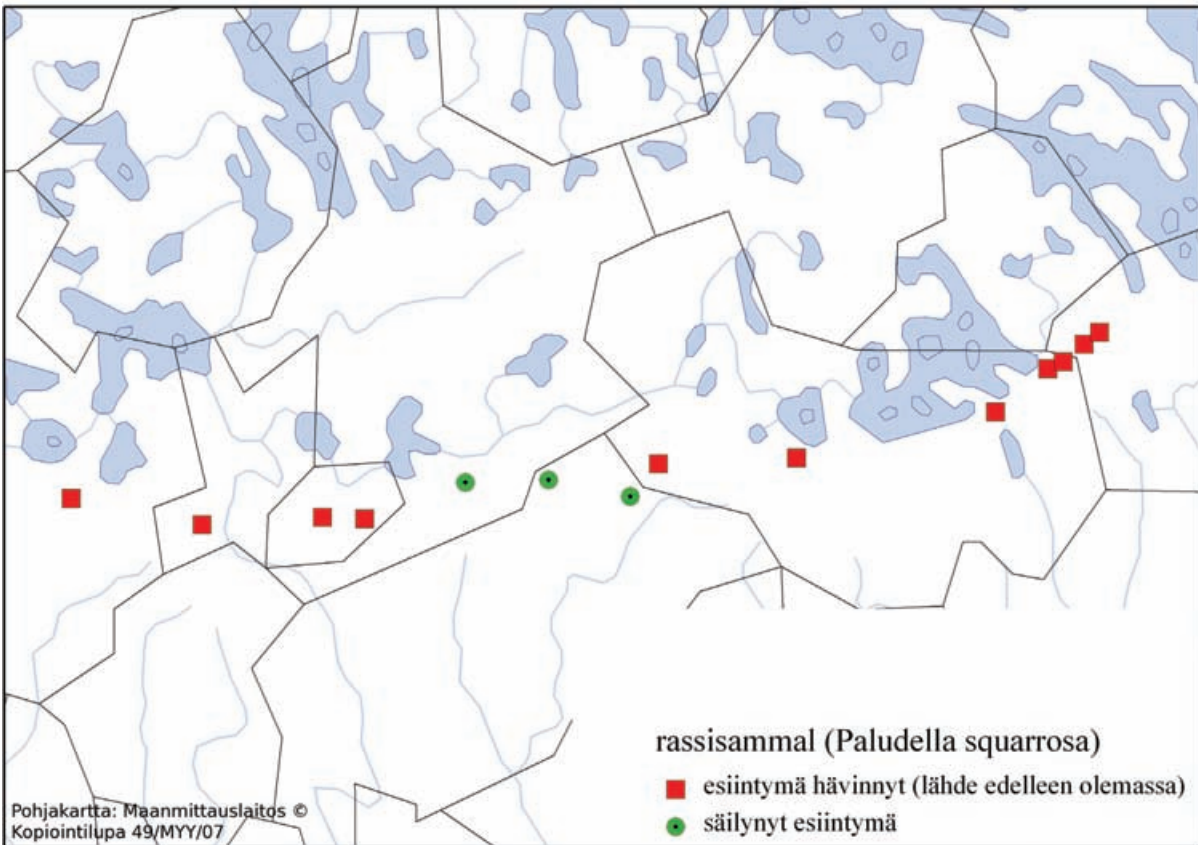
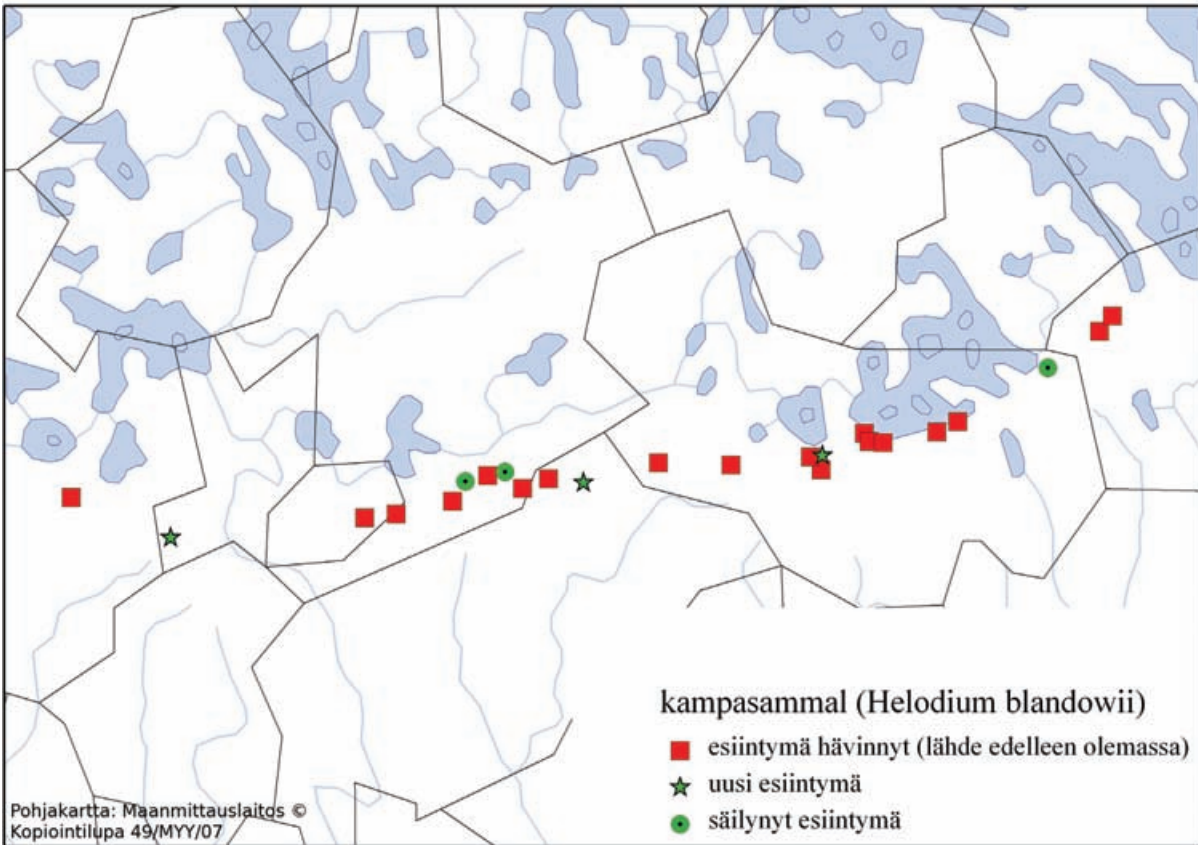
Tutkitut lähteet sekä eräiden lähteillä esiintyvien sammalten esiintyminen ja siinä tapahtuneet muutokset vuodesta 1953 vuoteen 2006.

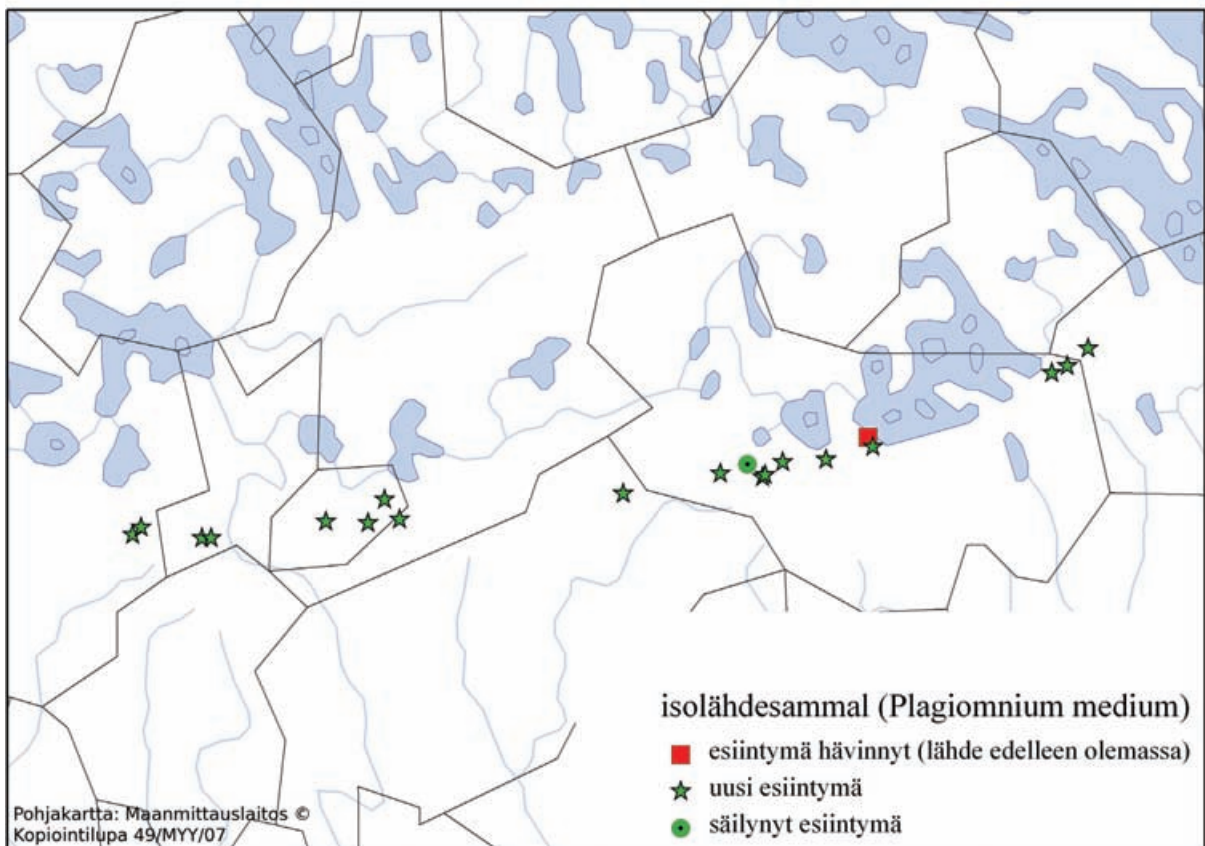
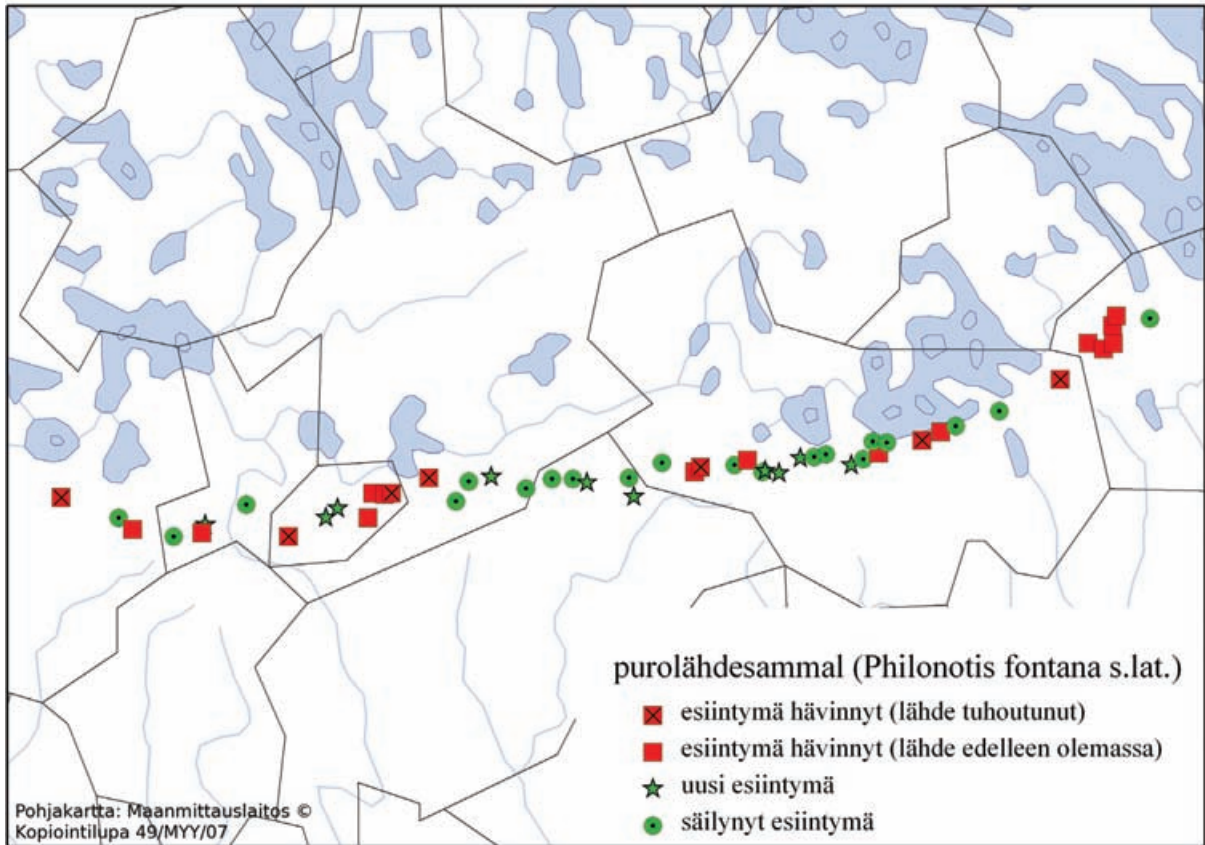


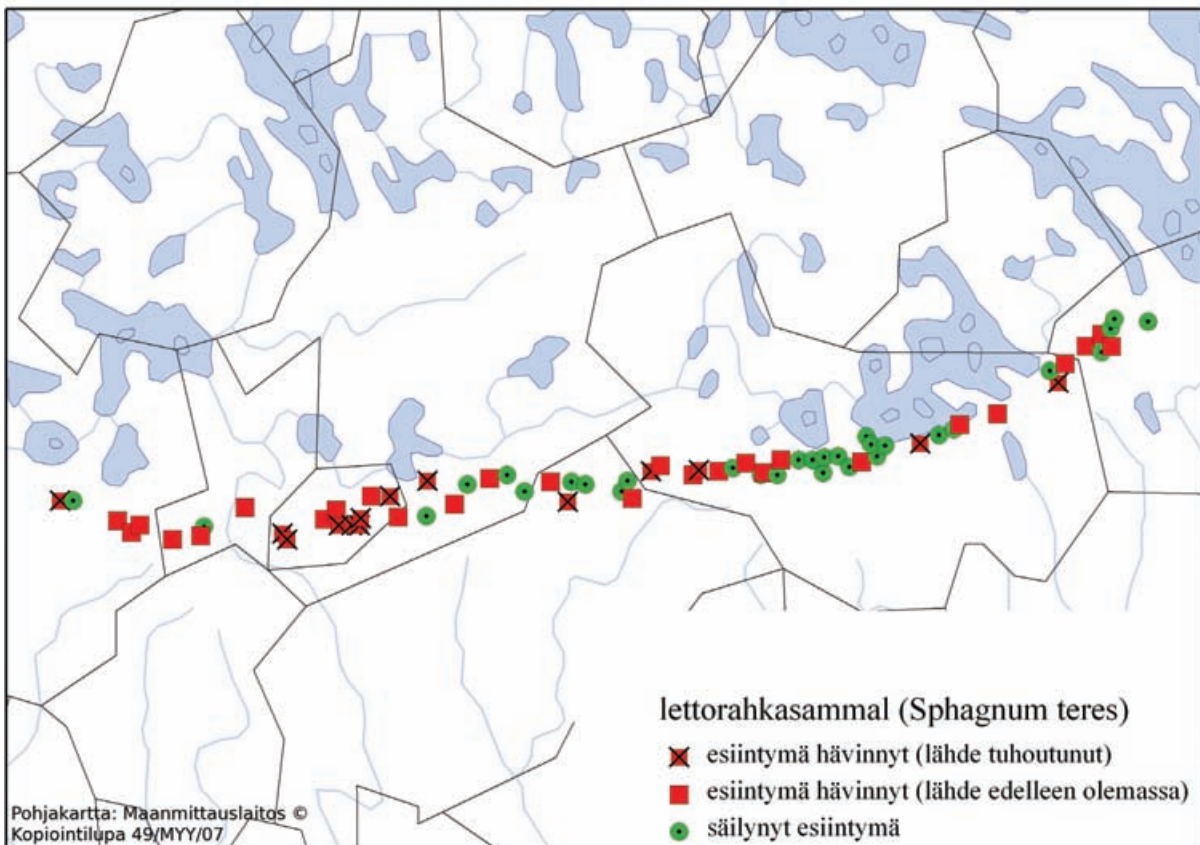
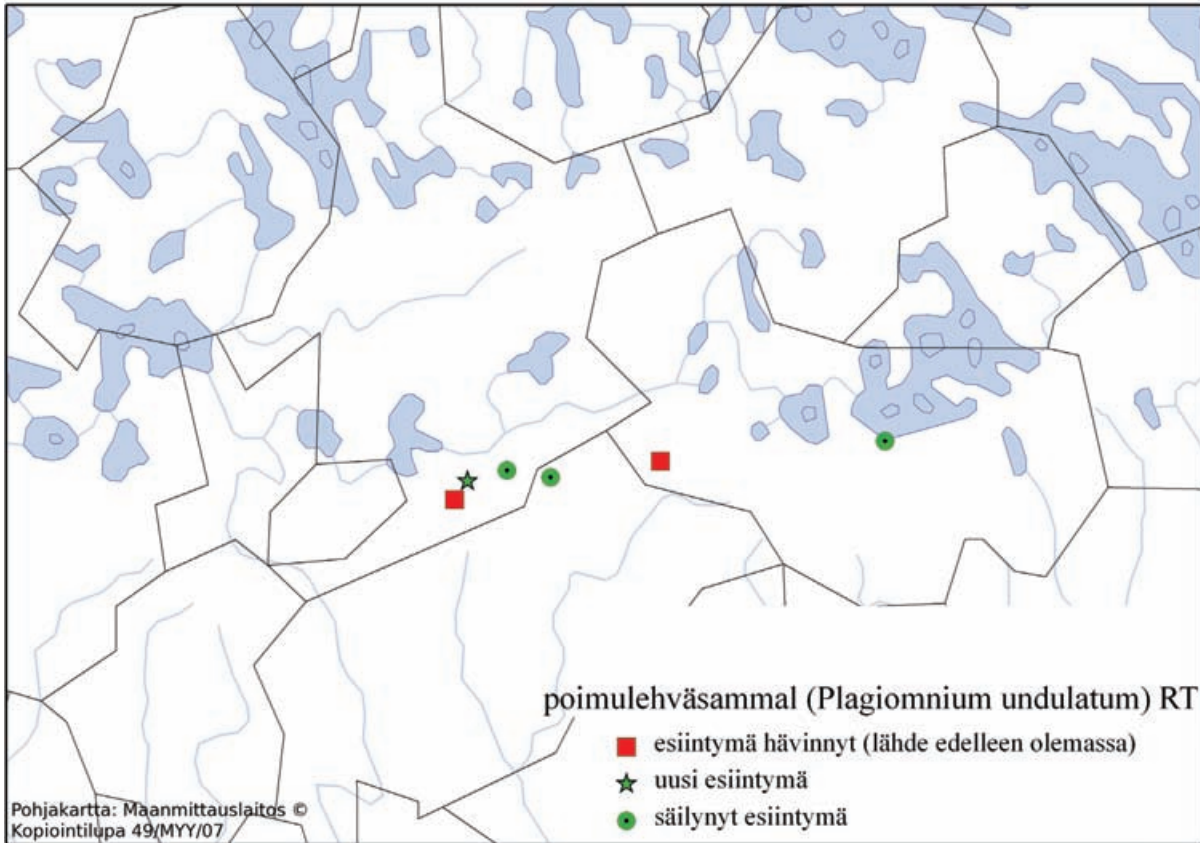
Pohjakartta: Maanmittauslaitos ©
Kopiointilupa 49/MYY/07

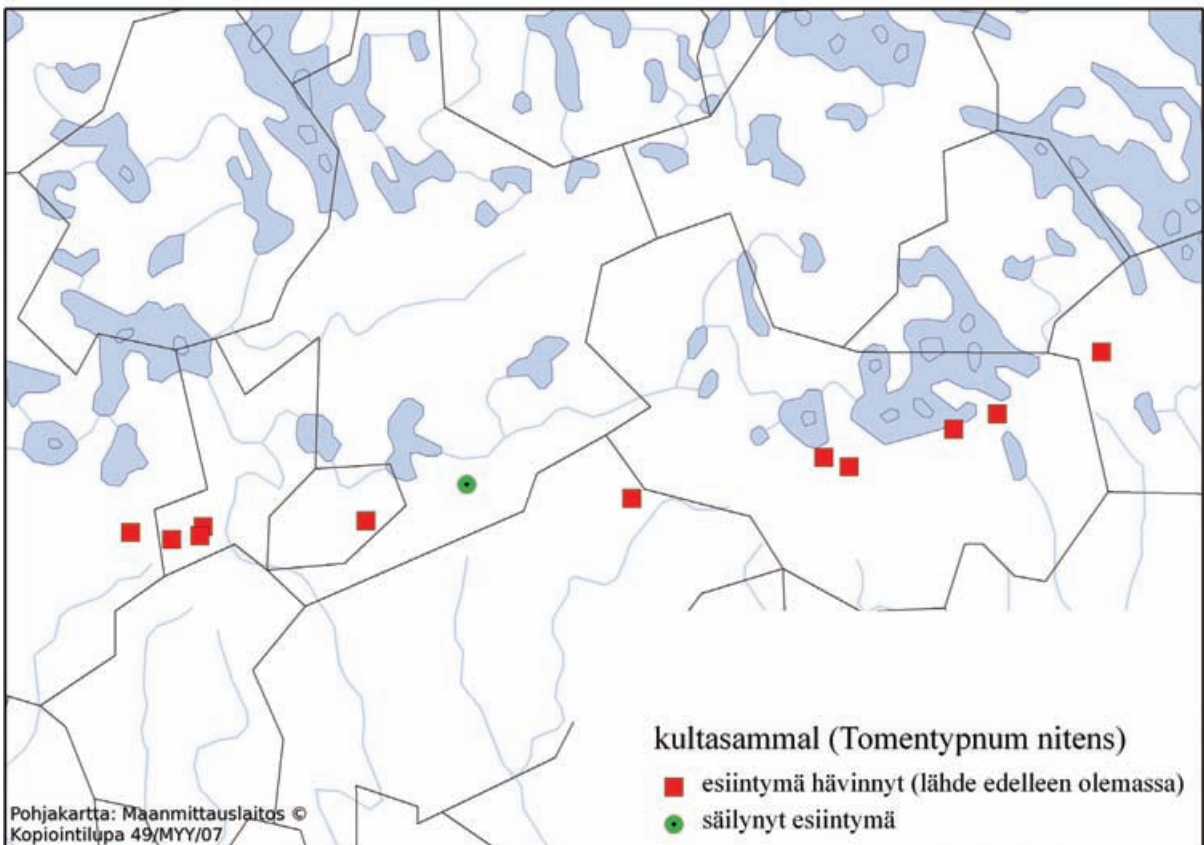
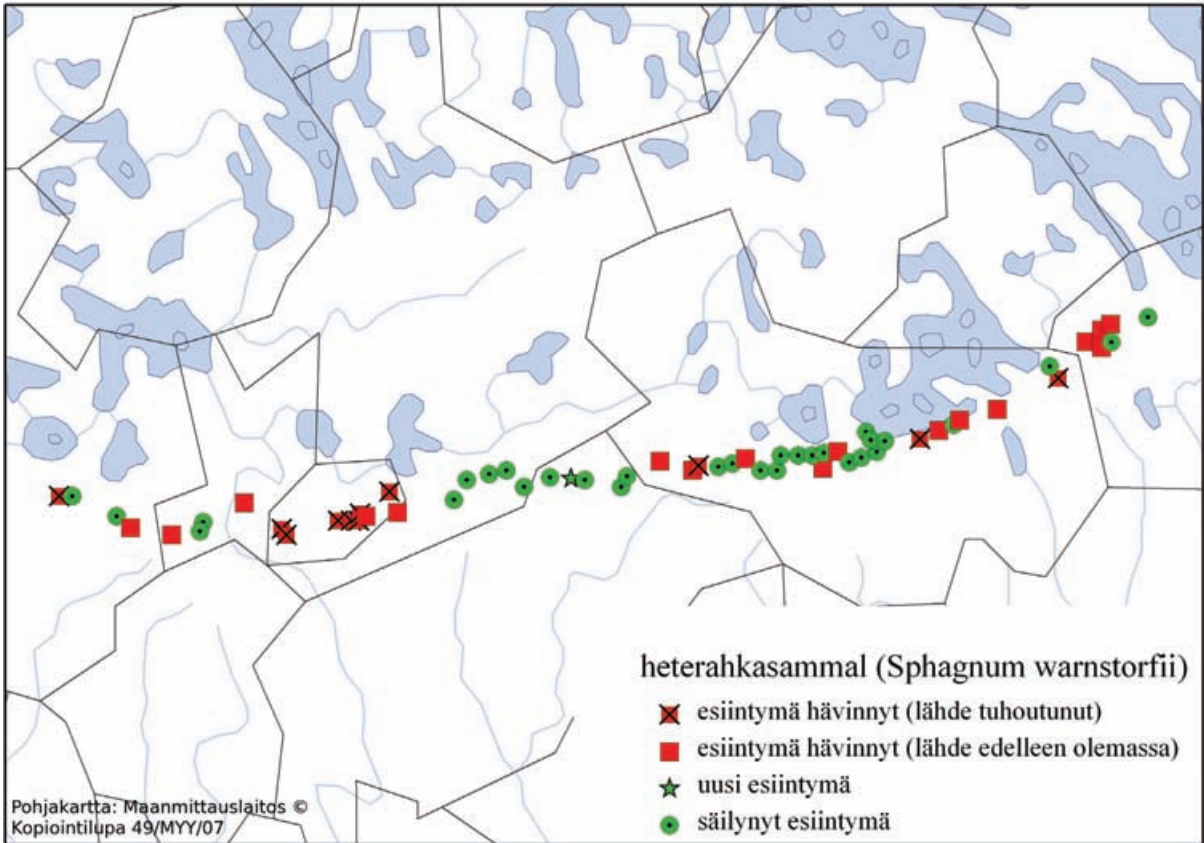


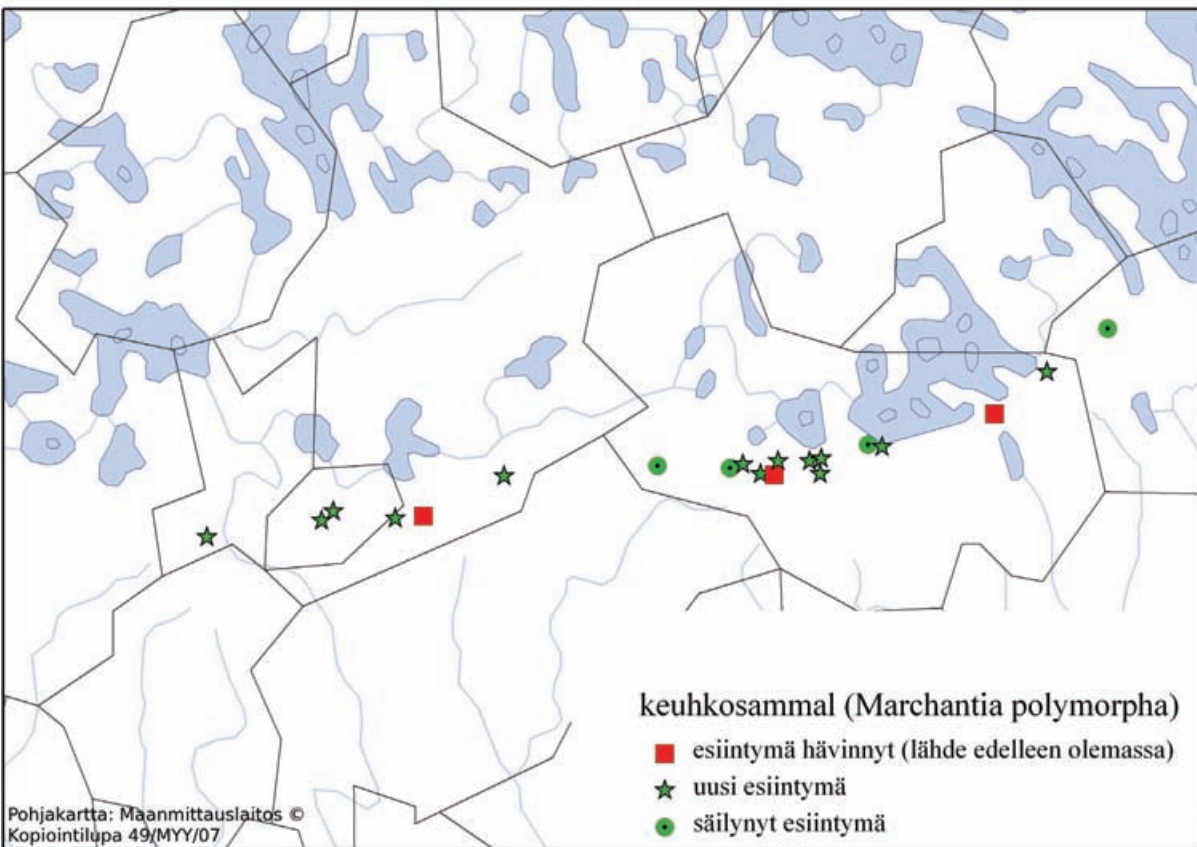
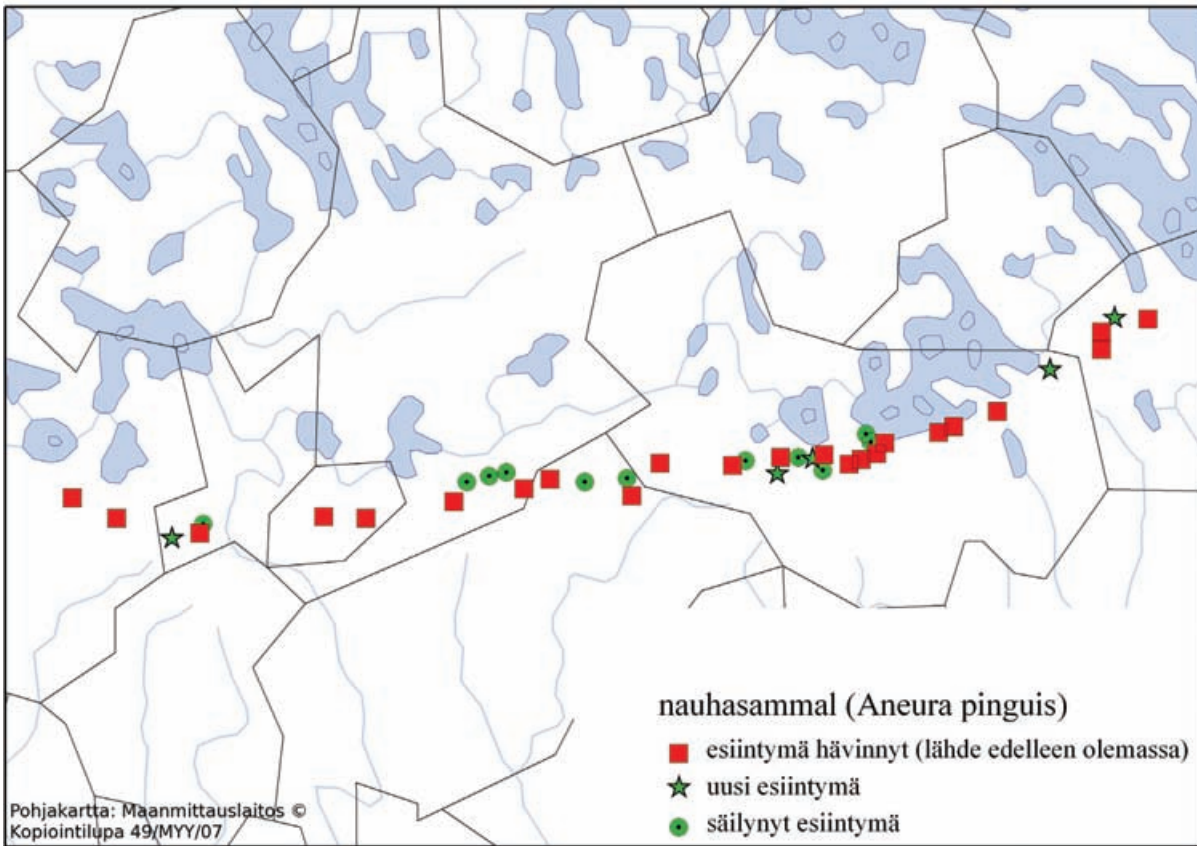


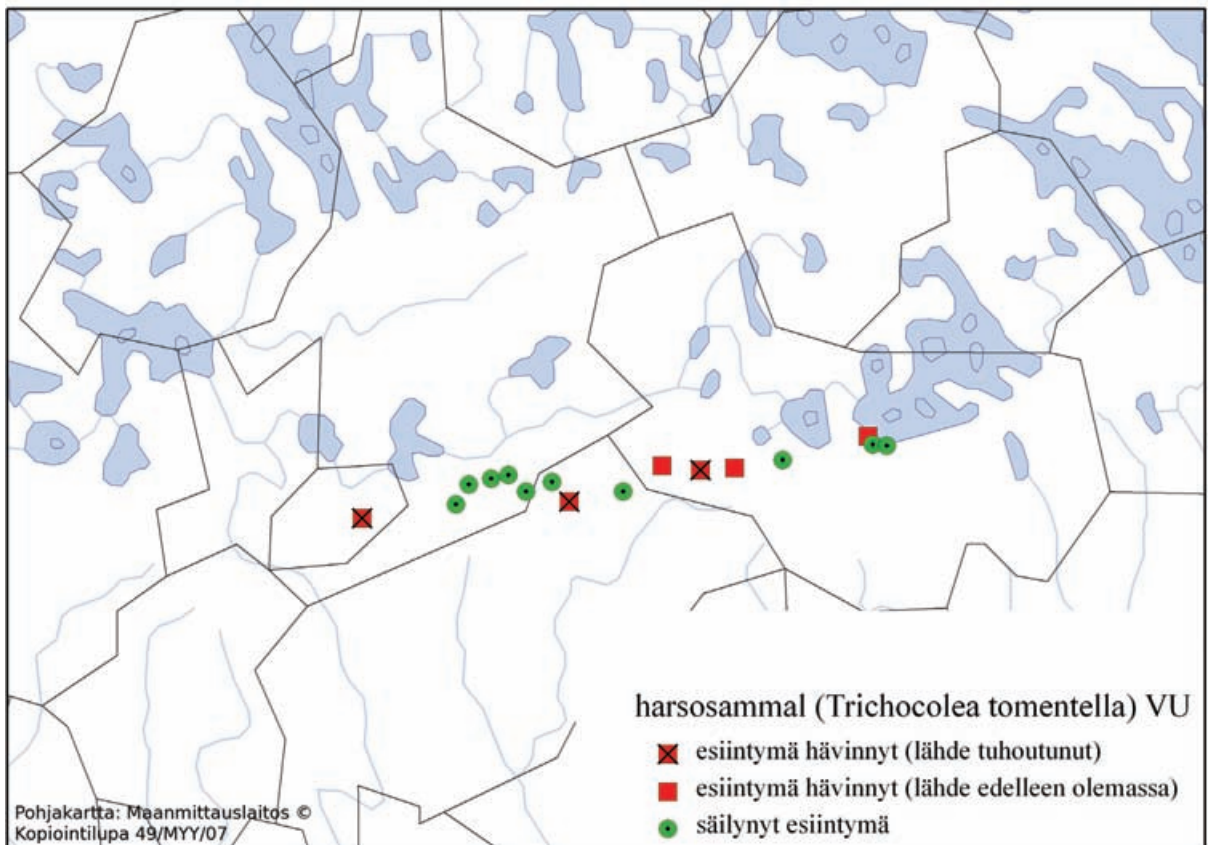
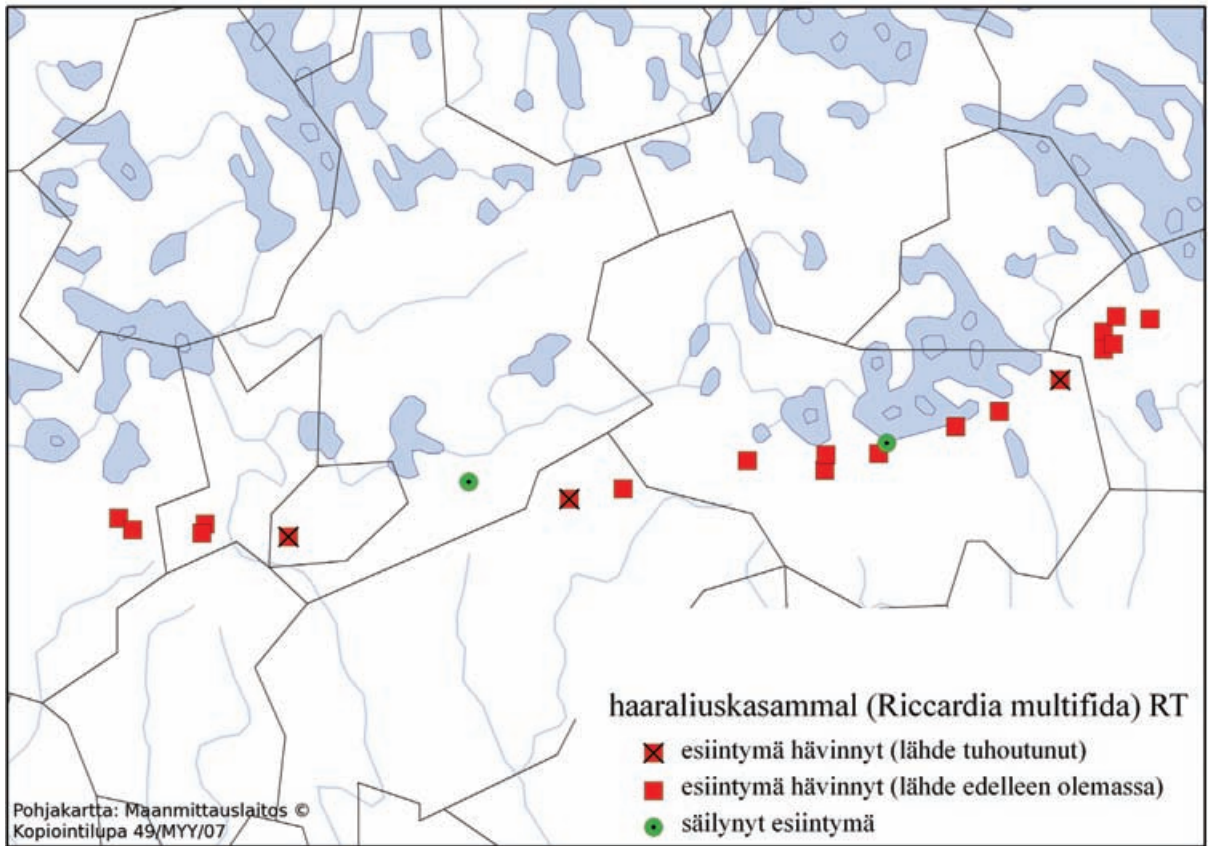












KUVAILELEHTI

Julkaisija	Suomen ympäristökeskus			Julkaisu-aika Huhtikuu 2009
Tekijä(t)	Riikka Juutinen ja Janne S. Kotiaho			
Julkaisun nimi	Lähteikköjen luonnontilan ja sammallajiston pitkäaikaismuutokset			
Julkaisusarjan nimi ja numero	Suomen ympäristö 19/2009			
Julkaisun teema	Luonto			
Julkaisun osat/ muut saman projektin tuottamat julkaisut	Julkaisu on saatavana myös internetistä: www.ymparisto.fi/julkaisut			
Tiivistelmä	<p>Lähteiköt ovat harvinaistuvia pohjavesivaikutteisia luontotyyppisiä, joissa esiintyy erikoistunutta ja uhanalaistuvaa sammallajistoa. Etelä-Suomen lähteistä luonnontilaisiksi on arvioitu tietolähteestä riippuen 5 - 20 prosenttia. Ihmistoiminnan vaikutuksista on kuitenkin vain vähän tutkimustietoa. Tutkimuksessa selvitettiin (1) luonnontilan ja lajiston välisiä yhteyksiä, (2) 50 vuoden aikana tapahtuneita muutoksia luonnontilassa ja lajistossa, (3) metsälain tarkoittaman erityisen tärkeän elinympäristön sisältävien lähteikköjen ja muiden lähteikköjen sekä (4) lähdevai- kutteisten ojen ja muiden lähdepintojen eroja.</p> <p>Lähteiden heikon luonnontilan havaittiin ilmenevän, paitsi luonnontilaisten lähteiden pienenä määränä, myös lähdevai- kutteisten ojen runsautena. Luonnontilaisuuden havaittiin nostavan lajimäärää ja sammalten peittävyttä. Luonnontilaltaan erilaisilla lähteillä on tutkimuksen perusteella kuitenkin hyvin samankaltainen sammalyhteisö, eivätkä uhanalaisten lajien esiintymät keskity erityisesti luonnontilaisille lähteille. Lähteen suojeluarvon johtami- nen luonnontilaisuudesta voi näin ollen olla ongelmallista.</p> <p>Luonnontila on heikentynyt voimakkaasti vuoteen 1953 verrattuna. Yksikään vuonna 1953 täysin luonnontilas- sa olleista lähteistä ei ole säilynyt täysin luonnontilaisena ja 17 lähdetä (22%) on tuhoutunut täysin. Lähes 70 % lähteiden ympäristöistä oli ojitettu. Lähteikköjen lajimäärä, lähdelajien määrä ja sammalten peittävyys ovat laskeneet. Lajimäärien lasku ei ole tulosten perusteella seurausta luonnontilan laskusta, vaan se selittyy todennä- köisesti tietäntyyppisten, erityisesti lettomaisten, lähteiden harvinaistumiseen. Useiden lähde- ja lettola- jien peittävydet ovat laskeneet ja toiset ovat harvinaistuneet. Muutos on ollut lettosammalla vielä lähdesammaliakin suurempaa. Runsastuneet tai yleistyneet lajit ovat yleis- tai luhtasammalia.</p> <p>Metsäkeskuksen määrittämän metsälain erityisen tärkeän elinympäristön (METE-kohteen) sisältävät lähteiköt ovat useilta ominaisuuksiltaan (sammalten lajimäärä, lähdesammalten ja uhanalaisten sammalten määrä sekä sammalyhteisön koostumus) muiden lähteikköjen kaltaisia. Uhanalaisten lajien esiintymää jää runsaasti METE- kohteiden ulkopuolelle. Tulosten perusteella näyttää myös siltä, että huomattava osa luonnontilaisista, lain kri- teerit täyttävistä lähteistä on vielä löytämättä. Erilaiset lähteiköt eivät ole tasaisesti edustettuina: tihkupintojen osuus METE-kohteissa on huomattavan pieni. METE-kohteiksi määritetään tulosten valossa kenties helpommin viileävetisiä allikkolähteitä kuin hankalammin tunnistettavia tihkupintoja.</p> <p>Lähdevai- kutteisten ojen lajimäärä ja lajistokoostumus ovat ojen ulkopuolisten, luonnontilaisempien lähteikkö- pintojen kaltaiset. Ojassa sammalten peittävyys on kuitenkin alempi. Ojiin voi kehittyä ajan kanssa monimuotois- ta ja edustavaakin lähdesammalkasvillisuutta.</p>			
Asiasanat	ihmistoiminta, lehtisammalet, lähteet, maksasammalet, metsälaki, muutos, ojittaminen.			
Rahoittaja/ toimeksiantaja				
	ISBN 978-952-11-3457-9 (nid.)	ISBN 978-952-11-3458-6 (PDF)	ISSN 1238-7312 (pain.)	ISSN 1796-1637 (verkkoy.)
	Sivuja 118	Kieli suomi	Luottamuksellisuus julkinen	Hinta (sis. alv 8 %) 20 €
Julkaisun myynti/ jakaja	Edita Publishing Oy, PL 780, 00043 EDITA Asiakaspalvelu: puh. 020 450 05, faksi 020 450 2380 Sähköposti: asiakaspalvelu.publishing@edita.fi www.edita.fi/netmarket			
Julkaisun kustantaja	Suomen ympäristökeskus (SYKE), PL 140, 00251 Helsinki			
Painopaikka ja -aika	Edita Prima Oy, Helsinki 2009			

PRESENTATIONSBLAD

Utgivare	Finlands miljöcentral (SYKE)			Datum April 2009
Författare	Riikka Juutinen och Janne S. Kotiaho			
Publikationens titel	Lähteikköjen luonnontilan ja sammallajiston pitkäaikaismuutokset (Lång tid förändringar av naturliga tillstånd och mossflora i källor)			
Publikationsserie och nummer	Miljön i Finland 19/2009			
Publikationens tema	Natur			
Publikationens delar/ andra publikationer inom samma projekt	Publikationen finns tillgänglig på internet: www.ymparisto.fi/julkaisut			
Sammandrag	<p>Källorna är en av de biotoperna som har blivit sällsynta och många specialiserade källmossor har blivit hotade. Endast 5 - 20 % av Södra Finlands källor uppskattas vara i naturligt tillstånd. Det finns ändå bara få undersökningar om människans påverknin g på källor. I den här forskningen undersöks sammanhängningar mellan källornas varierade naturtillstånd och mossflora (1), förändringar av källornas naturliga tillstånd och mossflora som har skett under de senaste 50 år (2), särdrag av källorna som omfattar skogslagens särskilt viktiga livsmiljöer (3) och särdrag av källpåverkade diken (4).</p> <p>Källorna, som inte var på naturtillståndet, var väl allmänna. Också källpåverkade diken var mångfaldiga. Naturtillståndet observerades lyfta mossornas artantal och täckning. Mossornas sammanslutning var dock väldigt likad an oberoende av källornas naturtillstånd och hotade mossor koncentrerade sig inte särskilt på naturella källor. Källans skyddsvärde borde inte anföras direkt från naturtillståndet.</p> <p>Naturtillståndet har förminskats kraftigt sedan 1950-talet. Inte en av de källorna, som hade varit i naturtillstånd år 1953, var det år 2006. 22 % av källor (17 st.) hade blivit helt förstörda. Nästan 70 % av källor hade dikningar i deras närhet. Källornas artantal, källmossornas antal och mossornas täckning hade minskat. Minskningen kan inte förklaras med sjunkande naturtillstånd, utan det är sannolikt konsekvens på det, att vissa typer av källor, speciellt källpåverkade kala rikkärr, har försvunnit nästan i sina helhet. Täckning och frekvens av många källmossor och rikkärr-källmossor har förminskats. Mossorna av kala rikkärr har lidit mest. Mossorna som har nyttat är generalist och våtmarks mossor.</p> <p>Källorna, som omfattar skogslagens särskilt viktig livsmiljö (skogslagens biotop, SB), är identisk på många sätt med andra källor. Allmän mossornas artantal, källmossornas artantal, antalet av hotade arter och mossornas sammanslutning skiljer sig inte mellan SBs och andra källor. Många av de hotade mossorna växer utanför SBs. Rönen visar också, att märkbara delen av källor, som uppfyller skogslagens kriterier, är inte än upptäckt . Olika typer av källor är inte jämn representerade: helocrene källor är få. Det beror kanske på det, att källorna som bara sipprar, är mycket svårare att upptäcka.</p> <p>Källpåverkade dikenas artantal och mossornas sammanslutning liknar väldigt mycket andra, mer naturligare, biotoper av källor. Mossorna växer upp dock mindre täckande. I diken kan utvecklas diverse och representativ vegetation av källmossor i sinom tid.</p>			
Nyckelord	bladmossor, dikning, förändring, källor, levermossor, människans verksamhet, skogslag,			
Finansiär/ uppdragsgivare				
	ISBN 978-952-11-3457-9 (hft.)	ISBN 978-952-11-3458-6 (PDF)	ISSN 1238-7312 (print)	ISSN 1796-1637 (online)
	Sidantal 118	Språk finska	Offentlighet offentlig	Pris (inneh. moms 8 %) 20 €
Beställningar/ distribution	Edita Publishing Ab, PB 780, 00043 EDITA Kundtjänst: tfn +358 20 450 05, fax +358 20 450 2380 Epost: asiakaspalvelu.publishing@edita.fi www.edita.fi/netmarket			
Förläggare	Finlands miljöcentral (SYKE), PB 140, 00251 Helsingfors			
Tryckeri/tryckningsort -år	Edita Prima Ab, Helsingfors 2009			

DOCUMENTATION PAGE

<i>Publisher</i>	Finnish Environment Institute (SYKE)			<i>Date</i> April 2009
<i>Author(s)</i>	Riikka Juutinen and Janne S. Kotiaho			
<i>Title of publication</i>	Lähteikköjen luonnontilan ja sammallajiston pitkäaikaisuudet (Long-term changes of spring naturalness and bryophyte flora)			
<i>Publication series and number</i>	The Finnish Environment 19/2009			
<i>Theme of publication</i>	Nature			
<i>Parts of publication/ other project publications</i>	The publication is available on the internet: www.ymparisto.fi/julkaisut			
<i>Abstract</i>	<p>Springs are rarefying biotopes characterised by groundwater discharge and specialised bryophyte flora. Only five to 20 % of springs in Southern Finland are at a natural state. There are only a few studies concerning anthropogenic changes. This study investigated links between spring naturalness and bryophyte flora, changes in naturalness and bryophyte flora between 1953 and 2006, characteristics of springs connected with Forest Act habitats (FAHs), differences between spring-fed ditches and other, more natural spring habitats.</p> <p>Only a small fraction of the springs were at a natural state and trenches containing springs were numerous. Heavily altered springs had less species and smaller bryophyte cover. Bryophyte communities and number of red listed species, however, did not differ between springs of varying degrees of naturalness. Deducing springs conservation value by naturalness may thus pose certain drawbacks.</p> <p>Naturalness of the springs has degraded notably compared to situation in 1953. Not one of the springs that were at a natural state in 1953 had stayed in that state and 17 (22 %) springs had been completely destroyed. Nearly 70 % of springs had been ditched. Overall bryophyte species diversity, spring bryophyte diversity and moss cover had all decreased between study years. According to the results, decrease of species diversities is not associated with decrease in naturalness but it is probably caused by certain types of springs, notably rich spring fens, becoming rarer. Abundance and occupancy of several spring and rich fen species has decreased. Rich fen species have suffered even more than spring species. Species with increased abundance or occupancy are generalist or swamp species.</p> <p>Springs connected with FAHs share several characteristics with other springs (bryophyte species diversity, spring bryophyte diversity, number of endangered species and community structure). Endangered spring bryophytes are numerous outside FAHs. A significant portion of possible FAHs are still waiting to be found. Various kinds of springs are not evenly represented in FAHs defined by forestry authorities: seepage springs (helocrenes) are notably underrepresented. Distinct limnocrenes with cold water are perhaps more easily defined as FAHs than seepage springs which are more difficult to detect.</p> <p>Species diversity and community structure of spring fed ditches is very similar to other, more natural spring habitats. However, bryophyte cover is lower. In time, diverse and representative bryophyte habitats can develop in ditches.</p>			
<i>Keywords</i>	anthropogenic, Bryophyta, change, ditching, Forest Act, Marchantiophyta			
<i>Financier/ commissioner</i>				
	ISBN 978-952-11-3457-9 (pbk.)	ISBN 978-952-11-3458-6 (PDF)	ISSN 1238-7312 (print)	ISSN 1796-1637 (online)
	<i>No. of pages</i> 118	<i>Language</i> Finnish	<i>Restrictions</i> Public	<i>Price (incl. tax 8 %)</i> 20 €
<i>For sale at/ distributor</i>	Edita Publishing Ltd, P.O. Box 780, FI-00043 EDITA Customer service: tel. +358 20 450 05, fax +358 20 450 2380 Mail orders: asiakaspalvelu.publishing@edita.fi www.edita.fi/netmarket			
<i>Financier of publication</i>	Finnish Environment Institute (SYKE), P.O. Box 140, FIN-00251 Helsinki, Finland			
<i>Printing place and year</i>	Edita Prima Ltd., Helsinki 2009			

Kautta aikojen lähteiden rehevä ja omalaatuinen kasvillisuus sekä maan pinnalle purkautuva pohjavesi ovat luoneet lähteiköille aivan erityisen tunnelman. Lähteillä on ollut suurta merkitystä henkisten ja esteettisten arvojen lisäksi suoran hyödyntämisen kannalta tärkeinä vedenotto- ja karjan juottopaikkoina. Valitettavasti kuluneen vuosisadan aikana luonnontilaisten lähteiden määrä on vähentynyt erittäin voimakkaasti kasvavalla nopeudella. Lähteiden luonnontilan heikentyminen on johtanut myös niistä riippuvaisen lajiston taantumiseen. Järjestelmällistä seurantatutkimusta ei ole kuitenkaan tähän saakka juurikaan tehty niin luonnontilan kuin lajistonkaan osalta.

Tässä tutkimuksessa selvitettiin lähteikköjen luonnontilaa ja sammallajistoa sekä näissä 50 vuoden aikana tapahtuneita muutoksia lähes 80 Salpausselän alueen lähteiköllä. Tarkasteltavana olivat niin yksittäisten sammallajien runsaudet ja yleisyydet kuin lajimäärä ja yhteisökoostumus kokonaisuudessaan. Lisäksi tarkasteltiin metsälain mukaisiin lähteisiin liittyviä kohteita ja selvitettiin niiden ominaispiirteitä suhteessa muihin tutkimusalueen lähteiköihin sekä tarkasteltiin lähdevaikutteisten ojien sammallajistoa.

Julkaisu on tarkoitettu koulutus- ja ammattitaustasta riippumatta kaikille lähteistä ja niiden suojelusta kiinnostuneille. Se tarjoaa uutta ja tieteellisesti käsiteltyä tietoa, mutta julkaisun rakenteen ansiosta tieteelliseen taustaan perehtymätönkin henkilö saa hyvän yleiskuvan keskeisimmistä tuloksista.



S Y K E

Myynti: Edita Publishing Oy
Asiakaspalvelu: PL 780, 00043 EDITA
puh. 020 450 05, faksi 020 450 2380
asiakaspalvelu.publishing@edita.fi
www.edita.fi/netmarket

ISBN 978-952-11-3457-9 (nid.)

ISBN 978-952-11-3458-6 (PDF)

ISSN 1238-7312 (pain.)

ISSN 1796-1637 (verkkok.)