



**Arvio Viinivaaran
pohjavedenottohankkeen
vaikutuksesta Olvassuon Natura
2000 -alueen luontoon**

Hanna Heikkilä, Kari Kukko-oja, Jarmo Laitinen,
Sakari Rehell & Tapani Sallantaus

MUHOKSEN TUTKIMUSASEMA

**Arvio Viinivaaran
pohjavedenottohankkeen
vaikutuksesta Olvassuon Natura
2000 –alueen luontoon**

Hanna Heikkilä, Kari Kukko-oja, Jarmo Laitinen,
Sakari Rehell & Tapani Sallantaus

Heikkilä, H., Kukko-oja, K., Laitinen, J., Rehell, S & Sallantaus, T. 2001. Arvio Viinivaaran pohjavedenottohankkeen vaikutuksesta Olvassuon Natura 2000 –alueen luontoon. 55 s. ISBN 951-40-1769-2, ISSN 0358-4283.

Oulun kaupunki suunnittelee pohjaveden ottoa Viinivaaran pohjavesialueelta, josta osa on Olvassuon Natura 2000 –alueella. Metlan Muhoksen tutkimusasema toteutti Oulun kaupungin tilauksesta vuonna 1999 luonnonsuojelulain mukaan vaadittavan vaikutusten arvioinnin, jossa tutkittiin suunnitellun pohjaveden oton vaikutusta erityisesti suojelualan kasvillisuuteen. Vaikutukset arvioitiin erillisen pohjavesimallin mukaan olettaen vedenotoksi 11 500 m³/vrk Utajärven kunnan alueella sijaitsevan Kälvasvaaran osalta. Muualta pohjavesitiedot olivat vähäisempiä, ja arvio jäi siellä epävarmaksi.

Tutkimusalueelta tavattiin useita Euroopan Unionin luontodirektiivissä mainittuja luontotyyppisiä, joihin pohjavedenotto voi suoraan vaikuttaa. Vaikutus arvioitiin selväksi lähes kaikissa lähteiköissä ja tihkupinnoissa, aapasoiden lettopinnoilla, karulla ja kirkasvetisellä Kirkaslammella ja myös monissa ruskopiirtoheinäpainanteissa. Suojelluilla Olvassuolla ja Leväsuolla muutokset vesitaloudessa ja kasvillisuudessa arvioitiin niin laajoiksi, että näitä ei voitaisi enää pitää kokonaisuudessaan luonnontilaisina, vaikka jossain määrin vesien tulo kankailta soille jatkuisikin.

Lajiston kannalta erityisen merkittäviä kohtia ovat luhtaiset ja lähteiset rimpipintajuotosoiden keskiosissa, joilla tavattiin kaksi EU:n direktiivikasvilajia sekä yli kymmenen muuta valtakunnallisesti tai alueellisesti uhanalaista ja silmälläpidettävää lajia.

Julkaisija: Metsäntutkimuslaitos, Muhoksen tutkimusasema.

Hanke 7031. Hyväksynyt tutkimusjohtaja Kari Mielikäinen 29.1.2001

Taitto: Irene Murtovaara

Kansikuva: Lähteikkö suon laidassa Olvassuon luonnonpuistossa.

Valokuva Kauko Holappa.

Painopaikka: A.J. Mattilan kirjapaino Ky, Kempele

Tilaukset: Metsäntutkimuslaitos, Kirjasto, PL 18, 01301 Vantaa.

Puh. (09) 8570 5580, faksi: (09) 8570 5582. Teleksi: 121298 metla fi.

Sähköposti: kirjasto@metla.fi

Hinta: 50 mk

Kirjoittajien yhteystiedot:

Hanna Heikkilä. Riihimäentie 11, 88900 Kuhmo.

Sähköposti: hanna.heikkila@saunalahti.fi

Kari Kukko-oja. Metsäntutkimuslaitos, Muhoksen tutkimusasema,

Kirkkosaarentie 7, 91500 Muhos. Puh. (08) 531 2200, faksi: (08) 531 2211.

Sähköposti: kari.kukko-oja@metla.fi

Jarmo Laitinen. Kvartsitie 2 A 1, 90200 Oulu. Sähköposti: jarmo.laitinen@oulu.fi

Sakari Rehell. Ruuhitie 9, 90560 Oulu.

Tapani sallantaus. Pirkanmaan ympäristökeskus, PL 297, 33101 Tampere.

Sähköposti: tapani.sallantaus@vyf22.vyh.fi

Copyright: Metsäntutkimuslaitos

Sisällys

1 Johdanto	5
1.1 Vedenottohanke	5
1.2 Luonnonsuojelulain Natura 2000 -verkostoon liittyvät velvoitteet	5
1.3 Hankkeen vaikutusalueella olevien Natura 2000 -luontotyyppien kuvaus	6
1.3.1 Karut kirkasvetiset järvet (3110)	6
1.3.2 Aapasuot (7310, luontodirektiivin liitteessä 1 mainittu ensisijainen luontotyyppi)	6
1.3.3 Fennoskandian lähteet ja lähdesuot (7160)	7
1.3.4 Letot (7230)	7
1.3.5 Piirtoheinäpainanteet (7150)	7
1.3.6 Pikkujoet ja purot	8
1.3.7 Alueen muut Natura 2000 -luontotyypit	8
1.4 Selvityksen toteutus	8
2 Olvassuon Natura 2000 -alue	9
2.1 Olvassuon alueen suojelun historia	9
2.2 Natura 2000 -alue ja sen perustelut	9
2.3 Olvassuon alueelta tehdyt selvitykset ja tutkimukset	10
2.3.1 Kasvillisuus	10
2.3.2 Linnusto	10
3 Selvityksen ekologiset perusteet	12
3.1 Hydrologinen tausta	12
3.1.1 Veden virtaus ja vedenpinnan säätely suolla	12
3.1.2 Suovesien kemia	13
3.1.3 Lähteisyyden ilmeneminen suolla	14
3.2 Suokasvillisuuden suhde ekologisiin vaihtelusuuntiin	15
4 Alueen luonnon yleispiirteet	17
4.1 Kallioperä	17
4.2 Maaperä	18
4.2.1 Olvassuon Natura-alueen maaperän yleiskuvaus	18
4.2.2 Kälväsvaaran ja sen reunojen rakenne	19
4.3 Tutkimusalueen pohjavesien hydrologia	19
4.4 Alueen kasvimaantieteellinen asema ja lähdekasvillisuus	20
5 Tutkimusmenetelmät	20
5.1 Hydrologiset tutkimusmenetelmät	20
5.2 Suoveden kemian tutkimusmenetelmät	20
5.3 Kasvillisuuden ja kasviston tutkimusmenetelmät	22
6 Selvitysalueen hydrologia, kasvillisuus ja kasvisto	22
6.1 Natura 2000 -alueen aapasoiden yleispiirteet	22
6.2 Selvitysalueen aapasoiden hydrologia	24

6.3	Suovedet	24
6.4	Pohjavesivaikutteiset suot	30
6.4.1	Lähteiset lettonevat	30
6.4.2	Mesotrofiset lähdesuot	30
6.4.3	Lähteiköt	30
6.4.4	Soiden keskiosien meso-eutrofiset ja eutrofiset alueet	31
6.4.5	Kumparemaisat lähteiköt	31
6.5	Orsivesivaikutteiset suot	32
6.6	Kausikuivat alat	32
6.7	Lähteikköjen ympäristöjen kuivat turvepinnat	33
6.8	Kirkaslammen kasvillisuus	33
6.9	Suojeltavat ja uhanalaiset kasvilajit	33
7	Vedenoton odotettavissa olevat vaikutukset	34
7.1	Pohjaveden ja suoveden suhde	34
7.2	Pohjavedenoton vaikutus pohjaveden virtauskuviioon	35
7.3	Havaintoja muutamilta vertailualueilta	37
7.4	Arvio vedenoton vaikutuksista eri kasvillisuustyyppisiin	39
7.4.1	Pohjavesilähteet ja tihkupinnat sekä lähdepurot	39
7.4.2	Soiden keskiosien lähdevaikutteiset rehevät osat	41
7.4.3	Kausikuivat alueet ja läpäiseväpohjaiset rimpiset suot	41
7.4.4	Orsivesiin liittyvät tihkuvaikutteiset alueet	43
7.5	Vaikutukset Olvassuon ja Leväsuon aapasuokokonaisuuksiin	43
7.6	Vaikutus muuhun eliöstöön	44
8	Yhteenveto	45
	Kirjallisuus	48
	Liite 1	52
	Liite 2	54

1 Johdanto

1.1 Vedenottohanke

Oulun kaupunki suunnittelee pohjaveden ottoa Viinivaaran pohjavesialueelta, josta osa sijaitsee Olvassuon Natura 2000 -alueella. Tässä selvityksessä tarkastellaan hankkeen vaikutuksia alueen suoluontoon. Tarkastelun piirissä ovat ne Natura 2000 -alueen suot, joihin pohjaveden otto vaikuttaisi. Myös rajauksen ulkopuolelle jääviä arvokkaita luontokohteita on mukana.

Viinivaaran pohjavesialue on n. 45 km² laajuinen useista harjuista (Viinivaara, Kälväsvaara, Kokkomaan, Pitääminmaa) koostuva alue, joka sijoittuu Utajärven ja Pudasjärven kuntien alueelle. Tutkimusten mukaan pohjaveden saatavuus alueelta on n. 40 000 m³ vuorokaudessa. Vedenottohankkeeseen liittyen alueen geologiaa ja hydrologiaa on tutkittu useaan otteeseen. Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus on tutkinut alueen pohjavesivarjoja 1970-luvulta alkaen (Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus 1998). Lisäksi Viinivaaran hankealueelta on tehty alustava selvitys pohjavesien ja maa-ainesten käytön ympäristövaikutuksista (Kemiläinen 1995).

Keskeisin Olvassuon Natura-alueen pohjavesialue on Kälväsvaara. Tämän osalta on ollut käytössä yksityiskohtaiset otto-suunnitelmat sekä pohjaveden tason ja purkautumismäärien muutoksia simuloiva pohjavesimalli (Ikäheimo ja Hintikainen 1999). Tässä julkaisussa on vaikutusarviot tehty olettaen Kälväsvaaralta pumpattavaksi vesimääräksi 11 500 m³/vrk. Tätä suppeampia vaihtoehtoja on tarkasteltu erillisessä raportissa (Rehell ym. 2000).

Kälväsvaaran lisäksi tutkittuja, Olvassuon Natura-alueeseen mahdollisesti vaikuttavia vedenottoaikoja on Kokkomaan ja Pitääminmaan harjuilla. Näistä Pitääminmaalla on neljä tutkittua pumppaamon paik-

kaa, joiden arvioidut tuotot ovat 1 000, 900, 1 200 ja 1 200 m³/vrk. Kokkomaalla on yksi tutkittu vedenottoaika, josta on arvioitu saatavan 1 000 m³/vrk. Tarkkoja otto-suunnitelmia näiltä harjuilta ei kuitenkaan ole ollut käytettävissä.

1.2 Luonnonsuojelulain Natura 2000 -verkostoon liittyvät velvoitteet

Osa suunnitelluista vedenottomoista sijaitsee Kälväsvaaran, Kokkomaan ja Pitääminmaan harjualueilla. Ne ovat Olvassuon ehdotetun Natura 2000 -alueen valuma-alueella. Siten vedenotolla voi olla vaikutusta Natura 2000 -alueen luontoon. Kälväsvaara on itsekin osa Natura 2000 -aluetta. Luonnonsuojelulain 65 §:n mukaan vaaditaan vaikutusten arviointi, mikäli jokin hanke tai suunnitelma todennäköisesti merkityksellisesti heikentää Natura 2000 -verkostoon ehdotetun tai sisällytetyn alueen luonnonarvoja. Sama koskee sellaista hanketta tai suunnitelmaa alueen ulkopuolella, jolla todennäköisesti on alueelle ulottuvia merkityksellisiä haitallisia vaikutuksia. Arvioinnista on pyydettävä lausunto alueelliselta ympäristökeskukselta ja siltä, jonka hallinnassa luonnonsuojelualue on (Luonnonsuojelulaki 1996).

Luonnonsuojelulain mukaan viranomaisella ei saa myöntää lupaa hankkeen toteuttamiseen tai hyväksyä tai vahvistaa suunnitelmaa, jos arviointi- ja lausuntomenettely osoittaa hankkeen heikentävän Natura 2000 -verkostoon ehdotetun alueen luonnonarvoja. Valtioneuvosto voi tällöin kuitenkin yleisistunnossa päättää, että hanke on toteutettava erittäin tärkeän yleisen edun kannalta pakottavasta syystä, jos vaihtoehtoja ratkaisua ei ole. Jos alueella on luontodirektiivin liitteessä 1 tarkoitettu ensisijaisesti suojeltava luontotyyppi

tai liitteessä 2 tarkoitettu ensisijaisesti suojeltava laji (Council Directive 92/43/EEC), vaaditaan, että ihmisten terveyteen, yleiseen turvallisuuteen tai ympäristölle muualla koituviin erittäin merkittäviin suotuisiin vaikutuksiin liittyvä syy tai muu erittäin tärkeän yleisen edun kannalta pakottava syy vaatii luvan myöntämistä tai suunnitelman hyväksymistä tai vahvistamista. Tällöin asiasta on hankittava komission lausunto (Luonnonsuojelulaki 1996).

1.3 Hankkeen vaikutusalueella olevien Natura 2000 -luontotyyppien kuvaus

1.3.1 Karut kirkasvetiset järvet (3110)

Tähän luontotyyppiin kuuluvat niukkara-vinteiset ja kirkasvetiset järvet, joita Suomessa kutsutaan Lobelia-järviksi. Niitä on lähinnä harju- ja deltamuodostumien yhteydessä hiekkamailla. Pohjaversoiset kasvit ovat erityisen luonteenomaisia tälle luontotyypille. Ilmaversoisten ja uposlehtisten ve-sikasvien kasvustot ovat harvoja.

Järvet ja lammet ovat matalia, lievästi happamia tai neutraaleja. Ne ovat hyvin alttiita happamoitumiselle. Toisaalta eri tahoilta tulevat ravinteet voivat rehevöittää karuja vesiä. Kolmas veden laatuun vaikuttava tekijä on humus- ja kiintoainekuormitus, joka muuttaa vesistöjä dystrofisiksi. Rantavyöhyke katsotaan luonnontilaiseksi, jos siellä ei ole rakennuksia ja rantapuusto on hakaamatonta.

1.3.2 Aapasuot (7310, luontodirektiivin liitteessä 1 mainittu ensisijainen luontotyyppi)

Aapasuo on keski- ja pohjoisboreaalisten kasvillisuusvyöhykkeiden suoyhdistymä-

tyyppi. Ilmastollisista syistä näissä vyöhykkeissä ei tavallisissa tilanteissa muodostu keidassuota, jonka kasvit saavat ravinteensa vain sadevedestä ja turpeeseen sitoutuneista ravinteista. Aapasoilla ympäröiviltä kivennäismailta tuleva vesi pääsee suon keskiosiin asti. Tämän vuoksi kasvillisuus on erilaista kuin keidassoiden kasvillisuus. Aapasuoalueellakin muodostuu keidassoita etenkin vedenjakajille sekä sellaisille paikoille, joista vesi valuu nopeasti esimerkiksi ympäröiviin vesistöihin.

Aapasuot ovat yleensä laajoja soita, joilla kuitenkin on suon pinta-alaan nähden laaja valuma-alue. Merkittävä tekijä aapasoiden ekologiassa ovat lumensulamisedet, jotka aiheuttavat pitkään suolla pysyvän kevättulvan. Hydrologia, topografia, ilmasto ja maaperän ravinteisuus vaikuttavat aapasoiden kasvillisuuteen. Ilmaston mukaan on erotettu päävyöhykkeet, jotka ovat etelästä pohjoiseen: Pohjanmaan aapasuot, Perä-Pohjolan aapasuot ja Metsä-Lapin aapasuot. Kasvillisuudessa on runsaasti näiden eri tekijöiden aiheuttamaa vaihtelua.

Natura 2000 -alueen arvioinnissa otetaan huomioon suon edustavuus ja luonnon-tila. Erinomaiseksi luokitellaan aapasuo, jonka suoyhdistymä on hyvin kehittynyt, ehjä ja yleensä laaja. Kaikki yhdistymälle tyypilliset piirteet ovat nähtävillä, tyypilliset pinnanmuodot ovat selvästi kehittyneet, eikä niitä ole muutettu ojituksin tai muulla tavoin. Luonnontilaa arvioitaessa otetaan soiden osalta huomioon sekä ojitukset että muut suolla näkyvät muutokset, esimerkiksi talvitiien pohjat. Myös puuston luonnontilaisuus huomioidaan (Airaksinen ja Karttunen 1998).

Aapasoita on Euroopan Unionin alueella vain Suomessa ja Ruotsissa. Suomen aapasuot ovat erittäin hyvin kehittyneitä ja edustavia. Suomella onkin erityinen vastuu aapasoiden suojelusta.

1.3.3 Fennoskandian lähteet ja lähdesuot (7160)

Lähteiden ja lähdesoiden kasvillisuus on jatkuvasta pohjaveden virtauksesta riippuvaista. Vesi on kylmää, jatkuvasti tasalämpöistä, virtauksen vuoksi hapekasta ja mineraalipitoista. Luontotyyppiin kuuluvat avolähteiköt, hetteiköt, tihkupinnat ja lähdesuot (Toivonen ja Leivo 1993, Eurola ym. 1994). Cratoneuron-lähteiköt ovat kuitenkin omana luontotyyppinä.

Lähteissä on purkautumisallas, johon pohjavesi kerääntyy. Jyrkkärajaiset avolähteet voivat olla lähes kasvittomia. Niiden planktonlajisto voi kuitenkin olla hyvin omaleimaista. Lähteestä mahdollisesti lähtevä puro luetaan mukaan luontotyyppiin. Hetteiköissä on useita lähdepintoja, jotka ovat sammalten peittämiä, sekä niistä lähteviä puroja. Lähdesoilla pohjavesi tihkuu pintaan laajalla alueella, jolla kasvaa lähteiköille ja tihkupinnoille ominaista kasvillisuutta. Lähdesoiden ja hetteikköjen kasvillisuus vaihtuu usein vähittäin muihin kasvillisuustyypeihin. Lähteiköt voivat olla puustoisia tai avoimia. Avolähteiden ympärillä on usein voimakkaasti varjostava metsä, jonka vaikutus lähdelajistolle on suuri. Lähteiden ja lähteikköjen kasvillisuus luokitellaan suomalaisessa suotyypijärjestelmässä ravinteisuuden mukaan mesotrofiseen, meso-eutrofiseen ja eutrofiseen. Ilmentäjälajit ovat sammalia, jotka osoittavat lähteiden ekologisia eroja paremmin kuin putkilokasvit.

Lähteiden ja lähdesoiden edustavuutta ilmentää lähteisyyttä kuvastavan kasvillisuuden määrä suhteessa muihin kasveihin. Tärkeää on myös purkautuvan pohjaveden määrä ja kohteen koko (Airaksinen ja Karttunen 1998).

Luonnontilaiset lähteet ja lähdesuot ovat harvinaistuneet metsätalouden ja vedenoton vuoksi. Suomen eteläpuoliskossa yli 90 % lähteistä on tuhoutunut.

1.3.4 Letot (7230)

Tähän Natura 2000 -luontotyyppiin sisältyvät kaikki Pohjois-Suomessa tavattavat lettotyypit. Myös puustoiset lettopintoja sisältävät yhdistelmätyypit: lettoraameet ja lettokorvet, sekä koivuletot kuuluvat tähän luontotyyppiin (Airaksinen ja Karttunen 1998).

Lettotyyppejä on runsaasti, ja ainoa niitä yhdistävä tekijä on korkea pH ja yleensä alkaliniteetti. Eri lettotyypien kasvillisuuskin on siksi hyvin erilaista, eikä ole lajeja, jotka kasvaisivat kaikilla letoilla. Useimmilla letoilla on runsaasti myös muita ekologisia tekijöitä, lähteisyyttä, luhtaisuutta, korpisuutta, nevaisuutta tai rämeisyyttä ilmentäviä kasveja.

Lettojen edustavuutta ilmentää lettokasvillisuuden vallitsevuus suhteessa muihin suotyyppejä kuvaaviin piirteisiin. Lettojen luonnontilaa arvioidaan sekä leton että ympäristöalueiden perusteella, koska ympäristössä tapahtuneet muutokset vaikuttavat usein leton kasvillisuuteen.

Letot ovat vähentyneet alkuperäisestä. Suomessa letot ovat alunperinkin olleet suhteellisen harvinaisia, ja Lapin läänin eteläpuolella on jäljellä muutama prosentti alkuperäisestä lettoalasta. Kaikki lettotyypit ovat Suomessa uhanalaisia (Airaksinen ja Karttunen 1998).

1.3.5 Piirtoheinäpainanteet (7150)

Suojeltavien luontotyyppien luettelossa on mainittu piirtoheinävaltaiset painanteet (Rhynchosporion, European... 1996). Näitä on kuvattu Keski-Euroopan länsiosista, missä ne ovat uhanalaisia. Suomalaisissa tutkimuksissa kausikuivia tyyppisiä ei ole yleensä kuvattu eikä erotettu ja näin tätä tyyppiä ei ole mainittu esiintyvän Suomessa. Tässä selvityksessä kuvatut "ruskopiirtoheinäarot" ja "kausikuivat mesotrofiset

ruskopiirtoheinäruopparimpinevat" täsmäävät tämän luontotyypin kanssa. Alustavien selvitysten mukaan tätä tyyppiä tavataan pienialaisina esiintyminä siellä täällä suurten harjumuodostumien yhteydessä. Ne esiintyvät soiden kausikuivissa reunaoissa, missä suovesiä pääsee suotautumaan alaspäin. Tyypillistä on esiintyminen vetisempien, saraisten tyyppien ja kuivempien, siniheinä- tai karhunsammalvaltaisten tyyppien välisessä saumassa varsin selväpiirteinä ja yhtenäisinä aloina. Nämä ovat tyypillisesti pohjavesistä riippuvaisia. Mittauksissa on todettu, ettei näiden kohdalla vedenpinta maahan tehdystä kaivossa ole laskenut kuivimpinakaan kesäkausina merkittävästi kasvien juuristokerroksen alapuolelle.

1.3.6 Pikkujoet ja purot

Olvassuon Natura 2000 -alue on hyvin merkittävä pikkujokien ja purojen suojelemisessa. Lisäksi alueen vesistöt kuuluvat Kiiminkijoen vesistöalueeseen, joka on Natura 2000 -ohjelmassa Fenno-Skandian luonnontilaisena jokireittinä. Tutkimusalue rajoittuu soiden keskellä luonnontilaisena virtaavaan Piltuanjokeen. Myös Leväojalla on Olvassuon Natura 2000 -alueella edustavaa joenvarsiluontoa. Nämä joet saavat melko huomattavan osan vedestään tutkimusalueen harjujen pohjavesistä ja tämä vaikuttaa suuresti niiden hydrologiaan ja lajistoon.

1.3.7 Alueen muut Natura 2000 - luontotyypit

Suojeltavista luontotyypeistä tutkimusalueella on edellisten lisäksi keidassuota, vanhaa luonnonmetsää ja ruskeavetisiä lampia. Pohjavedenoton vaikutukset näihin jäänevät kuitenkin merkityksettömiksi.

Tutkimusalueella on laaja keidassuo Pikku-Olvasjärven pohjoispuolella ja pienempää Siliäsuolla sekä Hongansuolla. Jälkimmäinen on kausikuivana ja hyvin ohuttuneena poikkeuksellinen kokonaisuus. Edustavia aarniometsiä tavataan ainakin Ison Leväniemen etelälaidalla, Leväsuon saarissa ja itälaidan kaarroilla sekä Olvasuon saarekkeissa ja paikoin Piltuanjokivarressa. Tyypillisiä ruskeavetisiä lampia ovat mm. Ruunalampi ja eräät pienemmät lammet Kälväsvaaralla.

1.4 Selvityksen toteutus

Selvitys on tehty Metsäntutkimuslaitoksen Muhoksen tutkimusasemalla Oulun kaupungin toimeksiannosta (Heikkilä ym. 1999). Geologisesta asiantuntemuksesta vastaa FL Sakari Rehell. Hydrologiset selvitykset ovat tehneet Sakari Rehell ja MML Tapani Sallantaus. Kausikuivien soiden kasvillisuusinventoinnit ovat FL Jarmo Laitisen tekemiä. Lähteiden ja lähdesoiden kasvillisuuden tutkimukset suorittivat FL Hanna Heikkilä ja FK Kari Kukko-oja. Hankkeen vastuullisena johtajana on toiminut Hanna Heikkilä. Kaikki tutkijat ovat osallistuneet raportin kirjoittamiseen.

Selvityksen eri vaiheissa olemme saaneet apua monilta eri tahoilta. Kiitämme Muhoksen tutkimusaseman johtajaa FT Eero Kubinia hyvistä työskentelymahdollisuuksista. Pertti ja Elina Palojärvi ovat autaneet kasvillisuuskarttojen hankinnassa ja tulkinnoissa. Ari Rajasärkkä antoi käyttööme lintulaskentatietoja tutkimusalueelta. Esa Hintikainen Maa ja Vesi Oy:stä on antanut tietoja pohjavesimallinnuksesta ja kommentoinut vaikutusarviota. Timo Viitasaari, Aarne Miettunen ja Olavi Malila ovat antaneet käyttööme Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskuksesta löytyvän asiaan liittyvän materiaalin. Metsähallituksen Poh-

janmaan-Kainuun luontopalvelut antoi projektin käyttöön vääräväri-ilmakuvat mitta-kaavassa 1:10 000 tutkimusalueelta. Kari Väisänen Vapo Oy:stä antoi käyttöömmme turvepaksuustietoja Olvassuolta ja Leväsuolta. Professori Kimmo Tolonen on antanut käyttöön julkaisemattomia tutkimustuloksia Ilomantsin Puohtiinsuolta. Tauno Ulvinen on antanut merkittäviä lajistotietoja ja tarkistanut näytteitämme. Antti Huttunen on määrittänyt eräitä rahkasammallajeja. Riku Paavola ja Jani Heino Oulun yliopiston biologian laitokselta ovat antaneet tietoa lähteiden eliöstöstä. Esitämme lämpimät kiitokset kaikille työtämme edistäneille.

2 Olvassuon Natura 2000 -alue

2.1 Olvassuon alueen suojelun historia

Olvassuon tienoiden luonnonarvot on tunnettu jo pitkään. Aluetta onkin ehdotettu suojeltavaksi monissa esityksissä. Häyrisen ja Ruuhijärven (1969) Pohjois-Suomen valtionmaita koskevassa listassa ehdotettiin suojeltavaksi 3 760 hehtaarin kokonaisuus Olvassuota ja Leväsuota. Perusteina mainittiin, että kyseiset suot kuuluvat suurimpiin ja monessa suhteessa edustavimpiin aapasuoyhdistymiin Pohjois-Pohjanmaalla. Erityisen merkittävänä seikkoina on tuotu esille arvokas linnusto, rimpisyys, laaja-alainen rehevyys ja lajistoltaan merkittävät koivuletot sekä sijoittuminen Kälväsvaaran arvokkaan kokonaisuuden yhteyteen. Tämä esitys toteutettiin jonkin verran supistettuna perustamalla Olvassuon ja Leväsuon aarnialueet 1970-luvun alkupuolella.

Kansallispuistokomitean mietinnössä (1976) alueelle esitettiin laajaa Olvassuon luonnonpuistoa (28 920 ha). Perusteluissa

todettiin, että kyseessä oli ainoa alue Pohjois-Pohjanmaalla, jossa oli vielä mahdollista saada suojelun piiriin mittavia vesistöistä, kankaista ja soista muodostuvia kokonaisuuksia. 1980-luvun alussa perustettiin Olvassuon luonnonpuisto 6 000 hehtaarin suuruisena. Samoihin aikoihin luonnonpuiston länsi- ja pohjoispuolinen laaja alue hyväksyttiin soidensuojeluohjelmaan. Valtion maista perustettiin täällä Oravisuon - Näätäsuon - Sammakkosuon soidensuojelualue. Leväsuon aarnialue otettiin myös valtakunnalliseen soidensuojelun perusohjelmaan (1977). Leväsuon - Kärppäsuon soidensuojelualue perustettiin 1988 luonnonpuistojen perustamistoimikunnan mietinnön mukaisesti (Luonnonpuistojen... 1983).

Kälväsvaara otettiin mukaan valtakunnalliseen harjajensuojeluohjelmaan (1984) tieteellisesti erittäin merkittävänä ja maisemallisesti arvokkaana, laajaan luonnonkokonaisuuteen liittyvänä harjajena (vrt. Lyytikäinen 1978). Ison Palovaaran luonnonpuiston ulkopuolella oleva osa liitettiin myös harjajensuojeluohjelmaan. Näillä alueille on täten maa-ainesten otto kielletty.

Olvassuon luonnonpuistoa ja alueen soidensuojelualueita on pyritty täydentämään ostamalla ja vaihtamalla yksityismailla olevia osia. Alueen luontoa on hoidettu ennallistamalla Olvassuon eteläreunan vanha ojitusalue (n. 70 hehtaaria).

2.2 Natura 2000 -alue ja sen perustelut

Olvassuon ehdotettuun Natura 2000 -alueeseen (kuva 1) kuuluvat Olvassuon luonnonpuisto, Oravisuon-Näätäsuon-Sammakkosuon soidensuojelualue, Leväsuon-Kärppäsuon soidensuojelualue, Kälväsvaara ja Iso Palovaara. Lisäksi Natura 2000 -alueeseen on sisällytetty aiemmin suojelamat-

tomia osia, joiden osuus alueen pinta-alasta on 41 %. Osa tästäkin on jo hankittu valtiolle luonnonsuojelutarkoituksia varten. Alueen suojelu perustuu luonnonsuojelu-, maa-aines- ja metsälakiin.

Alueella on runsaasti Natura 2000 -luontotyyppisiä. Luontotyyppisiä, joihin vedenotto mahdollisesti huomattavasti vaikuttaisi, ovat kirkasvetiset järvet, aapasuot, letot sekä lähteet ja lähdesuot (Airaksinen ja Karttunen 1998). Aapasoiden osuus Natura 2000 -alueen pinta-alasta on 60 %. Lettojen, lähteiden ja lähdesoiden osuus alueen pinta-alasta on pieni, yhteensä niitä on ilmoitettu olevan 3 %.

Olvassuon Natura 2000 -alueen kuvauksessa todetaan, että Olvassuo on laaja, erämainen ja hyvin kehittynyt aapasuoalue. Se on Suomen edustavimpia suurlinnuston pesimäalueita, ja siellä on runsaasti harvinaisia ja uhanalaisia lajeja. Lettoja alueella on Natura 2000 -arvioinnissa ilmoitettu olevan 542 hehtaaria. Olvassuon alueen arvo myös metsien suojelun kannalta on suuri. Alueen laajuus ja erämaisuus lisäävät yhdistymän arvoa.

Olvassuon alueelta on ilmoitettu seuraavat Euroopan Unionin luontodirektiivin luontotyypit: hiekkamaiden niukkaravinteiset vedet, humuspitoiset lammet ja järvet, tasankojoet, keidassuot, lähteet ja lähdesuot, letot, aapasuot, boreaaliset luonnonmetsät, boreaaliset lehdot sekä puustoiset suot. Näistä keidassuot, aapasuot ja luonnonmetsät ovat luontodirektiivin liitteessä 1 mainittuja ensisijaisia luontotyyppisiä.

Luontodirektiivin liitteen 2 mukaisia lajeja Olvassuon Natura 2000 -ehdotuksessa ovat karhu, ilves, saukko ja lettorikko (*Saxifraga hirculus*). Euroopan Unionin lintudirektiivin liitteen 1 mukaisia lintuja alueella ovat helmipöllö, hiiripöllö, kaakkuri, kalatiira, kapustarinta, kuikka, kurki, laulujoutsen, liro, mehiläishaukka, metso, pallokärki, pikkulepinkäinen, pikkusieppo,

pohjantikka, pyy, sinisuohaukka, suokukko, suopöllö ja vesipääsky. Lisäksi alueella on tavattu kolme uhanalaista lintulajia, joiden nimet ja pesimäalueet pidetään suojelusyistä salaisina.

2.3 Olvassuon alueelta tehdyt selvitykset ja tutkimukset

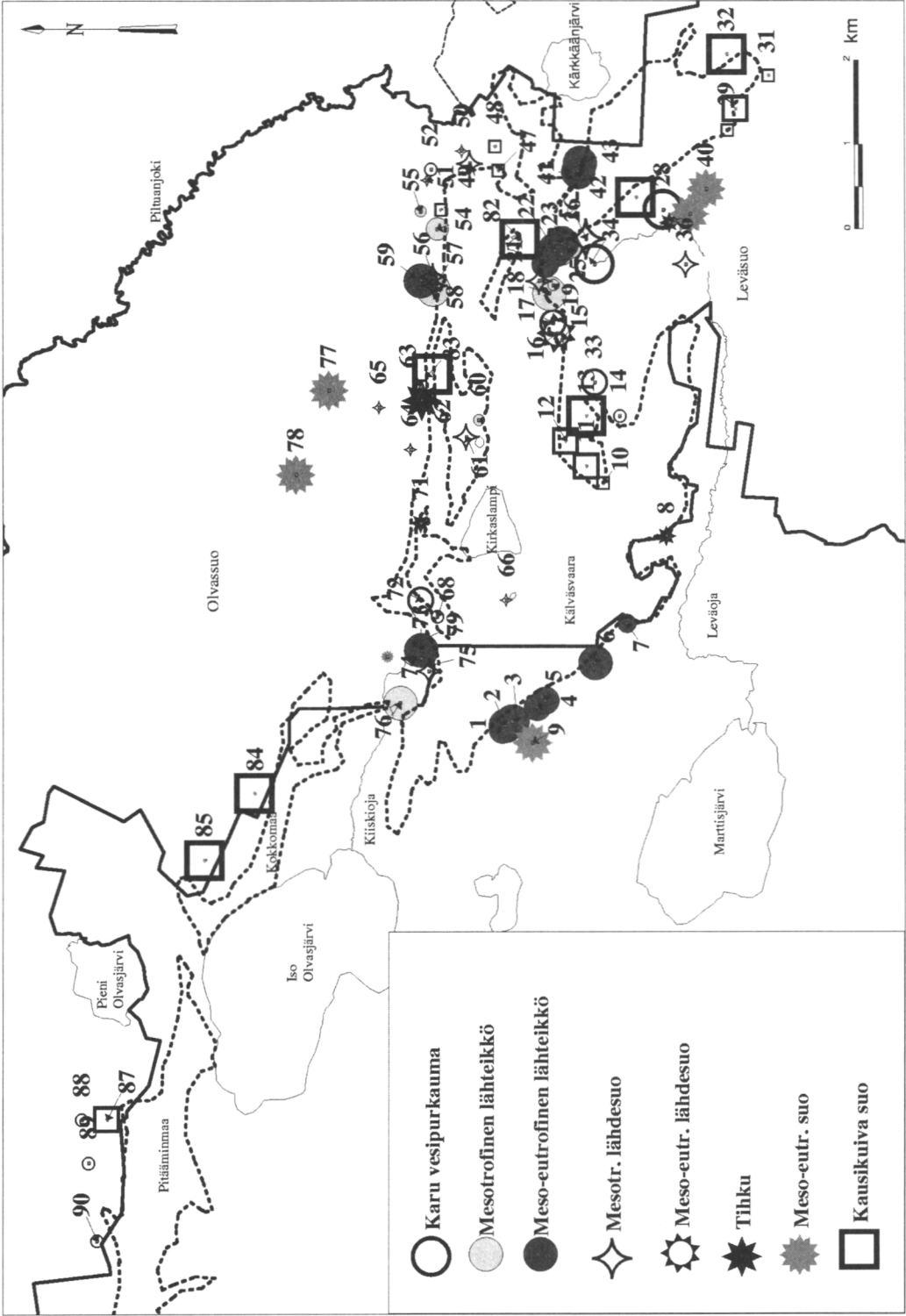
2.3.1 Kasvillisuus

Kasvillisuuskartoituksia on tehty koko Olvassuon Natura-alueelta. Kartoitukset teki Elina Palojärvi vuosina 1995-96. Olvassuon luonnonpuiston ja Oravisuon-Näätäsuon-Sammakkosuon soidensuojelualueiden kuvioselostukset ovat Metsähallituksen Oulun toimipisteessä. Muilla osilla kartoitus on tehty nopeammin ja tiedot on merkitty vain maastossa käytettyihin karttoihin ja ilmakuviin. Suuresta pinta-alasta johdun kartoitus antaa esim. monista laajoista rimpisuoalueista vain melko yleisluontoisen kuvan. Kuitenkin kartoitus oli tärkeänä pohjamateriaalina tässä selvityksessä.

2.3.2 Linnusto

Metsähallitus on teettänyt maalinnuston linjalaskentoja Olvassuon Natura 2000 -alueelta ja antanut tulokset tämän tutkimuksen käyttöön. Linjalaskennoilla ei kerätä tietoa vesi- ja lokkilinnuista. Laskentalinjojen yhteispituus on 154,7 km. Linjalaskennoissa on havaittu mm. seuraavat Euroopan Unionin lintudirektiivin liitteen 1 suolintulajit: kurki, kapustarinta, liro, sinisuohaukka, suokukko, suopöllö ja vesipääsky. Alueella pesivät myös laulujoutsen, kaakkuri ja metsähänhi.

Lisäksi Natura 2000 -alueelta on havaintoja kolmesta uhanalaisesta petolintulajista. Yksi näistä lajeista pesii vain soilla, ja sen ohella toisenkin lajin pääasiassa saalistusalueita ovat suot.



Kuva 1. Yksityiskohtaiset tutkimuskohteet 1-90 Kälviäsaaran suunnitellun vedenoton vaikutusalueella, pohjaveden muodostumis-alueiden rajat katkoviivalla sekä Natura 2000 –alueen raja yhtenäisellä viivalla.

Aluetta on esitetty myös kansainvälisesti tärkeäksi lintualueeksi (IBA), ja se on saanut Natura-aluekoodikseen SPA (Special Protection Area) eli linnustonsuojelualueena erityisesti suojeltava. IBA-kriteereihin sisältyviä lajeja tällä alueella on edellä mainittujen lisäksi seitsemän: jänkäsirriäinen, kanahaukka, kirjosiipikäpylintu, kuukeli, piekana, tilhi ja varpushaukka.

Vesilinnuista Isolla Kirkaslammella pesii kuikka. Pienellä Olvasjärvellä pesivät mm. lapasorsa, heinätavi ja härkälintu. Kiiskiojalla on talvehtinut 1-2 koskikaraa (Kirkkomäki 1996).

3 Selvityksen ekologiset perusteet

3.1 Hydrologinen tausta

3.1.1 Veden virtaus ja vedenpinnan säätely suolla

Suon vesilähteet voidaan karkeasti jaotella kolmeen luokkaan: sadanta suoraan suolle, pintavalunta ja pintakerrosvalunta suolle ympäröivältä valuma-alueelta sekä pohjavesivalunta suolle. Sadanta, pintavalunta sekä pintakerrosvalunta vaihtelevat ajallisesti hyvin suuresti - sen sijaan pohjavesivalunta saattaa olla huomattavan tasaista.

Turvekerrosten vedenjohtavuus riippuu voimakkaasti turpeen rakenteesta. Suurissa huokosissa vesi pääsee liikkumaan paremmin kuin pienissä. Tyypillinen tilanne turveprofiilissa on, että heikosti maatumessa, huokoisessa pintaturpeessa vedenjohtavuus on satoja tai tuhansia kertoja suurempi kuin tiiviimmässä pohjaturpeessa. Suolla vesi virtaa näin vallitsevasti pintakerroksessa eli akrotelmassa (Ivanov 1975, Ingram 1983). Tällainen turpeen rakenne saa aikaan vedenpinnan voimakkaan itsesäätelyn. Sateen jälkeen suoveden pinta

nousee pohjakerroksesta, katotelmasta, johtavampaan akrotelmaan. Tällöin virtaama lisääntyy voimakkaasti. Vastaavasti kuivuuskausina vedenpinnan aleneminen katotelmaan laskee virtauksen nopeasti hyvin pieneksi. Täten vedenpinta vaihtelee useilla soilla kasvukauden aikana hyvin suppealla välillä. Vaihtelu on paljon vähäisempää kuin kivennäismaan pohjaveden pinnassa. Suoveden pinnan vaihtelut ovat sitä suurempia, mitä suppeampi on paikan valuma-alue (esim. Malmer 1985). Valuma ja vedenkorkeus pysyvät tasaisina erityisesti siellä, missä suolle tulee vesiä laajoista kivennäismaiden pohjavesivarastoista. Myös suon kokoon nähden suuri valuma-alue takaa yleensä sen, että valunta suolle kompensoi haihdunnan pohjavesipintaa alentavan vaikutuksen. Näin tällaisille soille muodostuvat selvät vedenkorkeuden määräämät tasot: mätäspinta, välipinta ja rimpipinta eli märkäpinta. Näillä tasoilla on oma tiettyyn vedenpinnan tasoon sopeutunut lajistonsa.

Veden virtaus suolla on selvässä suhteessa suoveden pinnan tasoon. Voimakkain virtaus suolla on mahdollista märkäpintaisella suolla, kun taas yhtenäisellä mätäspinnalla vettä voi liikkua vain hyvin vähäisiä määriä (esim. Rehell 1989). Kuitenkin soilla on hyvin vaihteleva pintatopografia, joka on riippuvainen veden virtauskuviosta. Jänteiden muodostuminen aina kohtisuoraan veden virtausta vastaan mahdollistaa märän rimpipinnan esiintymisen suhteellisen heikostikin virtaavassa ympäristössä. Toisaalta virtauksen keskittyminen esimerkiksi puroon mahdollistaa mätäs- tai välipinnan kehittymisen puron varrelle.

Vedenpinnan itsesäätelystä poikkeuksena ovat kausikuivat suoalat. Ne ovat yleensä ohutturpeisia ja pohjamaa turpeen alla on vettä hyvin läpäisevää hiekkaa. Usein pinnan tuntumassa on tiivis kerros, joka pidättää helposti vettä lammikoiksi. Veden-

pinnan laskettua tiiviin kerroksen alapuolelle mikään ei enää pidätäkään sitä. Vesi laskee nopeasti syvälle ja pinta voi kuivua kokonaan. Pinnan läheinen tiivis kerros ja sen alapuolinen karkea kerros estävät myös veden kapillaarista kulkeutumista, joten sammalkerros voi kuivua täysin, vaikka vesi ei olisikaan kovin syvällä.

Myös voimakkaasti lähteisten paikkojen kyky säädellä vedenpintaa on heikko. Niillä vedenpinta on lähes pohjaveden pinnan tasossa ja virtaus pitää yllä suoraa hydraulista yhteyttä pohjavesivaraston ja pinnan välillä.

3.1.2 Suovesien kemia

Suovesien laatu määräytyy suon vesilähteiden kemian, niiden keskinäisten suhteiden sekä ajallisen vaihtelun perusteella. Suon biologiset, kemialliset ja fysikaaliset prosessit edelleen muokkaavat veden laatua.

Sadevesi suon vesilähteenä on huomattavan ravinneköyhää. Vetyionikorjattu johdotuskyky on alle 10 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ja kalsiumpitoisuus syrjäisillä seuduilla etäällä päästölähteistä vuoden keskiarvona yleensä alle 0,2 mg/l. Vesi on lievästi hapanta eikä alkaliniteettia yleensä ole lainkaan.

Pintavalunnan ja pintakerrosvalunnan ominaisuudet riippuvat maan viljavuudesta. Ajallisesti pinta-valuntaa sekä pintakerrosvaluntaa esiintyy vain lyhyen aikaa, joten veden kontakti maaperään jää lyhyeksi. Rehevillä kangasmailla kasvillisuus kierrättää maaperän rapautumistuotteita kuitenkin tehokkaasti pintakerrokseen, humuskerros on hyvin kehittynyt ja ravinnekationien vaihtoreaktiot tuottavat valumavesiin esim. kalsiumia. Karuilla alueilla humuskerros on ohut ja sen vähäiset ravinnekationit ovat tiukasti sitoutuneita. Valumavedet ovat vähäravinteisia ja humusaineksen ansiosta jopa selvästi happamampia kuin sadevesi.

Pohjavesivalunnalla on useita ominaispiirteitä, jotka erottavat sen pinta- ja pintakerrosvalunnasta. Erottavia tekijöitä ovat mm. tasaisempi, vuodenajoista riippumattomampi virtaama, tasaisempi lämpötila, korkeampi happipitoisuus, alhainen humusainesten pitoisuus ja tästä johtua korkea pH sekä eräiden ravinteiden (esim. Ca ja Mg) lisääntynyt pitoisuus. Kuitenkin kaikki nämä tekijät vaihtelevat suuresti pohjavesissä sen mukaan, minkälaisessa ympäristössä ja miten pitkän matkan vesi on kulkeutunut ja kuinka kauan se on ollut kivennäismaan kanssa kosketuksissa. Esimerkiksi kaikkien pohjavettä käyttävien vesilaitosten raakaveden alkaliniteetin mediaani v. 1996 oli n. 0,5 mekv/l, mutta tehtyjen määritysten 10 % ja 90 % fraktiilialkaliniteettiarvojen ero oli n. seitsemänkertainen (Kujala-Räty ym. 1998). Voimakkaasti lajittuneiden, karkearakeisten pohjavesiesiintymien alkaliniteetti voi jäädä alle 0,1 mekv/l ja kalsiumpitoisuus alle 2 mg/l. Puhtaan kalkkikiven ja ilmakehän hiilidioksidipitoisuuden kanssa tasapainossa olevan veden alkaliniteetti on n. 1 mekv/l ja kalsiumpitoisuus n. 20 mg/l.

Tärkeä suon oma vedenlaatuun vaikuttava prosessi on kasvillisuuden aktiivinen ravinteidenotto. Suokasveilla on pulaa esim. kaliumista, fosforista ja typestä, joten näiden aineiden pitoisuudet ovat kasvukaudella hyvin alhaisia. Kaikkia näitä aineita kasvillisuus kierrättää tehokkaasti; kaliumia vapautuu kuitenkin kasvukauden ulkopuolella pinta- ja valumavesiin. Sen sijaan typpeä ja fosforia poistuu kierrosta merkittävästi myös kerrostuvan turpeen mukana. Tärkeitä kasvinravinteita ovat myös esim. kalsium ja magnesium. Niiden ei kuitenkaan katsota olevan varsinaisesti kasvua rajoittavia ravinteita, joten niiden pitoisuudessa ei yleensä ole raportoitu vuodenaikaisia ravinteidenottoon liittyviä vaihteluita. Esimerkiksi kalsiumin tärkeys suon trofiaa määrävänä tekijänä liittyy pikemminkin

sen yhteyteen pH-säätelyn kanssa. Korkea pH mahdollistaa esim. tehokkaan ilmakan tyypin sidonnan (Waughman ja Bellamy 1980). Myös kalsiumia ja magnesiumia hautautuu kertyvän turpeen mukana; vaihtuvina kationeina niillä on tärkeä merkitys veden kemian ja pH:n vaihteluita tasaavina komponentteina.

Suoveden pH:ta alentava tekijä verrattuna sen vesilähteisiin on humusainesten vapautuminen. Yksi milligramma orgaanista hiiltä alentaa alkaliniteettia n. 0,005 mekv/l. Lisäksi suovesissä avorimpiä lukuun ottamatta hiilidioksidin osapaine on usein kohonnut orgaanisen aineksen hajoamisreaktioiden vuoksi. Varsinaisessa fotosynteesissä kerroksessa esim. sammalten pinnalla pH voi alkaliniteettia sisältävissä vesissä olla huomattavasti korkeampi kuin pintaturpeessa liikkuvissa vesissä.

3.1.3 Lähteisyyden ilmeneminen suolla

Kankaista ja soista koostuva maasto voidaan jakaa pohjaveden muodostumis- ja purkautumisalueisiin. Näiden välissä voi olla vaihtelevan levyinen välivyöhyke (Lahermo ym. 1977). Minerotrofiset suot ovat Suomessa keskeisiä pohjavesien purkautumisalueita, joskin osa minerotrofisistakin soista voidaan laskea välivyöhykkeeseen, jossa pohjavettä ajoittain muodostuu ja ajoittain purkautuu. Pohjaveden purkautumista suolle voi tapahtua erilaisista lähteistä, tihkupinnoista tai epäselvistä tihkuvyöhykkeistä. Purkautumispaikkojen sijainti määräytyy topografian ja maakerrosten rakenteen perusteella. Myös kallioperän rakenteet, lähinnä murrekset ja ruhjeet, voivat vaikuttaa purkautumiseen (Lahermo 1973). Erittäin paksuista, kerroksellisista muodostumista pohjavettä voi purkautua monelta tasolta. Tällöin lähellä pintaa lyhyemmän matkan kulkeva pohjavesi ja syvemmällä

pitemmän matkan kulkeva pohjavesi muodostavat erityyppisiä lähteitä ja tihkupintoja (esim. Englund 1986). Lisäksi pintaosassa saattaa olla erilaisia, pohjavesistä enemmän tai vähemmän riippumattomia orsiveisiä. Ne voivat myös muodostaa pieniä lähteitä tai tihkupintoja.

Selviä pistemäisiä lähteikköjä muodostuu tyypillisesti kankaan reunalle siellä, missä pohjaveden muodostumis- ja purkautumisalueen rajalla on jyrkkä muutos maan vedenjohtavuudessa. Tällöin virtaus kana-voituu alempana puroksi tai piilopuroksi.

Jos vedenjohtavuus ei muutu tai muutos on vähittäinen, syntyy vaihtelevia purkautumiskohtia kankaan reunan ja suon keskiosan välille (Lahermo 1973). Jos maa on suhteellisen homogeenista, purkautuminen tapahtuu diffuusina tihkuna. Tällöin tihkuvyöhyke paksunnan maapeitteen alueella sijoittuu kauemmas suolle. Vastaavanlaisen tilanteen voidaan olettaa vallitsevan silloin, jos maakerrokset ovat paksut ja epäselvästi kerrokselliset. Jos maassa on selvä kerrosrakenne, ja tiiviimpien kerrosten alla on yhtenäinen, hyvin johtava kerros, ovat lähteiköt ja tihkupinnat yleensä selvästi erottuvia. Ne sijoittuvat suon keskiosissa kohtiin, joissa pohja on paikallisesti läpäisevämpi. Tällaiset purkautumiskohdat erottuvat usein suolla puustoisina saarekkeina, jotka voivat kohota hiukan ympäröivää suota ylempäs. Lähde tai tihku voi olla tällaisen saarekkeen keskiosissa. Tällaiset "kumpuhetteet" ovat erityisen tyypillisiä Keski-Lapin alueella (Lahermo ym. 1977), missä maapeitteet jäänjakajan ympärillä ovat usein hyvin paksuja ja voimakkaasti kerroksellisia. Emäksisen kallioperän alueella näihin lähteisiin liittyy usein koivulettoja.

Yleensä varsinaisen pohjavesikerroksen pistemäiset purkautumispaikat ovat ominaisuuksiltaan hyvin selvästi ympäristöstään erottuvia. Pohjaveden diffusioita tihkua suolle on sitä vastoin vaikeampi suoraan havai-

ta. Tällöinkin yleensä esim. tasaisemman virtauksen ja kohonneen emäskationipitoisuuden vuoksi kasvillisuudessa on nähtävissä selviä lähdevaikutukseen viittaavia piirteitä.

Suolla olevat lähteet muuttuvat suon kasvaessa. Jos turpeen kasvaessa lähteen pinta nousee mukana, voi virtaus pysyä muuttumattomana vain jos pohjavesi muodostumisalueella kohoaa samassa tahdissa. Jos pohjavesi löytää helpomman purkautumisreitit muualta, vähenee virtaama vanhassa lähteessä. Myös muodostumisalueella tapahtuva metsämaan soistuminen voi vähentää pohjaveden muodostumista ja näin heikentää lähteisyyttä hitaasti. Merkkejä lähteisyyden muuttumisesta voi löytää täysin luonnontilaisistakin lähteistä. Esim. soiden ympäröimissä kumpuhetteissa on varsin usein tilanteita, joissa lähteisyys on selvästi vähentynyt. Sellaiset lähteet, joista lähtee voimakas hetepuro, pysyvät ilmeisesti samalla tasolla suon yleisestä kasvusta huolimatta. Puro, etenkin ulottuessaan hiekkaiseen pohjamaan, kuluttaa pohjaansa ja lähteen virtausreitti pysyy auki. Joskus lähteet ja lähdepurot jäävät varsin syvän ja jyrkkärinteisen uoman pohjalle. Ympäröivät rämeättäät voivat suorastaan peittää puron, josta tulee piilopuro.

3.2 Suokasvillisuuden suhde ekologisiin vaihtelusuuntiin

Suokasvien vastetta soilla esiintyviin ekologisiin vaihtelusuuntiin on tarkasteltu Suomessa runsaasti. Ekologista tietoa lajien kasvuedellytyksistä eri tyyppisessä suokasvillisuudessa on kertynyt runsaasti, ja sen mukaan kasvit on ryhmitelty eri tekijöiden suhteen. Eurola ym. (1995) esittävät suokasvitaulukossaan lähinnä Euroolan (1962) ja Ruuhijärven (1960) aineis-

toihin perustuvan kasvien luokituksen kosteustason, reuna- ja keskustavaikutuksen ja trofiatason suhteen.

Suokasvien menestymisen erilaisilla suopinnoilla ratkaisee pääasiassa se, millaisella alustalla ne pystyvät ottamaan tehokkaasti ravinteita ja pystyvät kilpailemaan elintilastaan. Jos suovesi on valtaosan kasvukaudesta yli 20 cm suopinna alapuolella, paikalla vallitsevat mätäspinnan lajit. Normaalesinä 5 - 20 cm suoveden pintaa ylempänä on välipinnan kasvillisuutta. Rimpipinnalla suovesi ulottuu lähes pysyvästi suon pinnalle tai on vain muutaman senttimetrin sen alla.

Suoveden pinnan tason ja turpeen kosteustason indikaattoreina sammalet ovat usein putkilokasveja luotettavampia, koska suon putkilokasvien juuret voivat ulottua hyvinkin syvälle (esim. Metsävainio 1931, Saarinen 1999). Etenkin märkäpinnan sammalet ovat vaatimuksiltaan yleensä hyvin tarkkarajaisia vedenkorkeuden suhteen (Lumiala 1944, Tahvanainen 1999). Mätäspinnan ja välipinnan sammallajit voivat tässä suhteessa olla vaatimuksiltaan väljempinä (esim. Rydin 1986, 1993, 1997). Useimmat tyypilliset lähdelajit ovat märkäpintalajeja, jotka vaativat hyvin tasaisena pysyvää vedenpintaa. Mittaustietojen mukaan näihin kuuluvat ainakin seuraavat tavalliset lähdelajit: *Warnstorfia exannulata*, *Rhizomnium pseudopunctatum*, *R. magnifolium*, *Plagiomnium ellipticum*, *Bryum weigelii* ja *Philonotis fontana*. Vastaavia lienevät monet muutkin lähdelajit. Tasaisena pysyvää vedenpintaa edellyttäviin märkäpintalajeihin kuuluu tutkimusten mukaan myös esim. reunavaikutteisilla letoilla kasvava *Calliergon richardsonii*. Lähteisyyttä osoittavista sammalista hiukan kuivemalla pinnalla kasvavia lajeja ovat mm. *Paludella squarrosa*, *Sphagnum warnstorffii* ja *Tomentypnum nitens*.

Vedenpinnan tason lisäksi pintaturpeen rakenne vaikuttaa ratkaisevasti sammalten kosteuteen. Etenkin rahkasammalkasvustoissa voi pintasammal kapillaarisen nousun vuoksi kuivina kausina pysyä kosteana, mikäli turve on huokoista ja heikosti maatonutta koko vedenpinnan yläpuolisessa kerroksessa. Jos sammalten ja vedenpinnan välissä on tiivis, maatonut turvekerros, ei vesi pääse kapillaarisesti nousemaan riittävän nopeasti, vaan sammatet kuivuvat poudalla (Jarmo Laitinen ja Sakari Rehell, julkaisematon aineisto).

Suoveden pinnan aletessa rimpipinnan lajit häviävät ensimmäisinä ja vähenevät voimakkaimmin. Mätäspinnan lajit säilyvät pisimpään, ja osa suokasveista kasvaa vielä turvekankaallakin. Märässäkin viihtyvä kasvi voi säilyä varsin pitkään veden tason alenemisen jälkeen, jos sen juuristo yltää syvälle maahan (Aapala ja Kokko 1988). Keskeinen merkitys on kuitenkin kasvien keskinäisellä kilpailulla. Paremmiin uusiin oloihin sopeutunut laji voi syrjäyttää muita, vaikka nämä vesitilanteen puolesta pystyisivätkin kasvamaan.

Suon trofiataso on vaihtelusuunta, joka korreloi erityisesti suoveden pH:n kanssa. Tätä kautta emäskationien pitoisuudet ja veden vaihtuvuus heijastuvat trofiatasossa. Suomalaisessa luokituksessa trofiatasoja on erotettu neljä: ombrotrofia, oligotrofia, mesotrofia ja eutrofia. Näistä ombrotrofia on karuin taso ja tyypillinen sadeveden varassa eläville keidassoille.

Suokasvien suhdetta trofiaan on tutkittu paljon ja trofiataso määritelläänkin tavallisesti kasvillisuudessa esiintyvien indikaattorilajien perusteella (esim. Eurola ym. 1994). Lähdelajit vaativat tyypillisesti vähintään mesotrofista tasoa. Edellä lueteltujen lähdelajien esiintymispaikkojen pH on Tahvanaisen (1999) mukaan ollut välillä 5,3-6,4. Näin virtauksen vähenemiseen liittyvä pH:n lasku vaikeuttaisi niiden

elinmahdollisuuksia.

Suon reunavaikutuksen katsotaan kuvastavan lisäravinteiden tuloa suolle (Eurola ym. 1994). Virtaava vesi voi tuoda ravinteita pintavesien mukana (luhtaisuus) tai pohjavesien mukana (lähteisyys). Etäännyttäessä pohjaveden purkautumiskohdasta lähteisyys muuttuu luhtaisuudeksi. Lisäksi ravinteinen pohjamaa voi olla lisäravinteiden lähteenä (korpisuus). Periaatteessa suokuvio, johon vesi virtaa laajalta alalta, saa käyttöönsä laajalta alalta peräisin olevan ravinteiden varaston, ja samalla vedenpinnan vaihtelut tasoittuvat. Tällaisten paikkojen ravinnemuutokset tunnetaan kuitenkin puutteellisesti.

Virtauksen suhdetta trofiatasoon on tutkittu hyvin puutteellisesti, lähinnä ehkä siksi, että virtaaman mittaaminen luonnollisessa kasvillisuuskuviossa on hyvin työlästä ja tulokset jäävät melko epätarkoiksi. Kuitenkin yleisesti tiedetään, että veden virtaus on tärkeä trofiatasoa määräävä tekijä (esim. Malmer 1985). Se vaikuttaa monella tavoin kasvien elinoloihin ja myös suoveden kemiallisiin ominaisuuksiin. Virtauksen vaikutus suon trofiaan on sidoksissa samalla tapahtuvaan reunavaikutuksen lisääntymiseen.

Suolla virtaavan veden määrän lisäksi trofiaan vaikuttavat veden kemiallinen koostumus sekä turpeeseen sitoutuneet emäskationit, etenkin kalsium. Yleensä suoveden pH vaihtelee virtauksen mukaan. Suuren virtauksen alueella emäskationeita tulee veden mukana jatkuvasti ja vesi huuhtoo humusaineet mukanaan. Tällöin humusaineiden pitoisuus jää alhaiseksi ja pH pysyy korkeana. Pieni vedenvaihtuvuus ja rahkasammalvaltaisuus johtavat happamiin vesiin. Pohjaveden emäskationipitoisuus on normaalisti korkeampi kuin pintavesien ja tästä syystä pohjavesivaikutteisilla kohdilla trofia voi nousta korkeammaksi kuin muualla.

Selvästi kalkkivaikutteisten alueiden soilla reunavaikutuksen ja trofian suhde on monimutkaisempi mm. turpeeseen sitoutuvien kationien vuoksi. Tällaisilla paikoilla esiintyy lettoja, jotka ovat selvästi keskustavaikutteisia; niillä on siis selvää puutetta kasvien tarvitsemista lisäravinteista, vaikka pH onkin korkea.

Veden virtaus vaikuttaa pitoisuuksien ohella ravinteiden saatavuuteen. Osa lajeista pystyy ottamaan ravinteita alhaisistakin pitoisuuksista, jos virtaus on riittävä (Clymo ja Hayward 1982, Andrus 1986). Voimakaskaan virtaus ei kuitenkaan kaikkien lajien osalta voi kompensoida alhaisia ravinnepitoisuuksia, vaan ne vaativat korkeita pitoisuuksia voidakseen ottaa ravinteita (Brown 1982). Lajien yksityiskohtaisista vaatimuksista veden virtauksen tai muiden pohjaveteen liittyvien ominaisuuksien, kuten kylmyyden tai korkean happipitoisuuden suhteen ei ole juurikaan tutkimustuloksia.

Suomessa vedenvirtausmittauksia eri trofiatasoja edustavilla suokasvillisuuskuvioidilla on tehnyt mm. Rehell (1985, 1989). Tulosten mukaan mesotrofisilla ja sitä karummilla, jossakin määrin luhtaisilla soilla trofiatason ja pintakerroksessa kasvukauden aikana virtaavan vesimäärän välillä on selvä riippuvuus. Voimakaskaan pintavesien virtaus ei kuitenkaan nosta trofiatasoa mesotrofiaa ylemmäs, vaan lettomaisia kuvioita tavataan normaalisti vain tietynlaisiin pohjavesitihkuihin liittyen. Kalkkialueilla eutrofiaa sen sijaan on hydrologialtaan hyvin monenlaisilla soilla.

Virtauksen tuoma reunavaikutteisuus ja kohonnut trofiataso näyttävät hyödyttävän erityisesti rimpi- ja välipinnan putkilokasveja. Monet rahkasammalet sitä vastoin karttavat virtaavaa, mineraalimaalta tulevaa vettä (Clymo ja Hayward 1982). Heikommin virtaavilla kohdilla ne ovat usein ylivomaisia kilpailijoita. Suolle muodos-

tuu siten tilanne, jossa rahkasammalvaltainen suokasvillisuus vallitsee vedenjakajilla ja paikallisesti vähiten virtaavilla osilla, kun taas sarojen, ruohojen ja eräiden ruskosammalten vallitsema keskittyy virtaavimpiin kohtiin.

4 Alueen luonnon yleispiirteet

4.1 Kallioperä

Olvassuon Natura 2000 -alue kuuluu ns. pohjagneissialueeseen kuten pääosa Pohjois-Pohjanmaasta. Kallioperä on yleensä kvartsi- tai granodioriittia vastaavaa gneissia, jossa on tummempia osueita, lähinnä amfiboliittisuonia tai diabaasijuonia. Kallioperän tarkempi rakenne tunnetaan huonosti, koska kalliopaljastumia on koko alueella vähän ja maapeitteet ovat usein paksut. Ympäristöä emäksisempiä suonia tai juonia on siellä täällä koko alueella. Amfiboliittia on laajimmin Ison Olvasjärven tienoilla ja diabaaseja eniten itäosassa Kärppäsuon ja Ison Palovaaran tienoilla. Alueen itäosissa, Isosta Palovaarasta itään kallio on yleisesti kiillepitoisempaa. Se on merkitty valitsemasti kiillegneissiksi (Meriläinen 1977, Geologian tutkimuskeskus 1997,).

Kallioperän vaihtelut eivät näy keskeisellä alueella kasvillisuudessa juuri lainkaan. Kallioperä on suhteellisen homogeenista koko alueella ja paksut, monin paikoin lajituneet maakerrokset vaimentavat paikallisia vaihteluja. Natura 2000 -alueen itäisimmän osan moreeneissa näkyy mahdollisesti hiukan edullisemmän kallioperän vaikutus.

Voimakkaimmin kasvillisuuteen vaikuttavia geologisia tekijöitä alueella ovat pohjavesien virtausta säätelevät rakenteet: vettä johtavien ja pidättävien maalajien sijoittuminen sekä kallioperän murresten esiintyminen.

Kallioperän rikkonaisuusvyöhykkeet saattavat olla merkittäviä syvällä olevien pohjavesien virtausreittejä (esim. Lahermo 1973). Niiden hydrologiset ominaisuudet riippuvat suuresti täyteisyydestä, jatkuvuudesta yms. tekijöistä. Koko alueen ruhjeiden ja murresten sijainti ja merkitys pohjavesien virtaukselle tunnetaan hyvin puutteellisesti. Merkittäviä murreksia on todennäköisesti paljon enemmän kuin geologisiin karttoihin on merkitty tai Kälvsvaaran tutkimuksissa on tullut esiin (vrt. Vuorela 1982). Tunnetutkin murreksivyöhykkeet näyttävät Olvassuolla ja Isolla Palovaaralla selittävän lähdevaikutusta osoittavien eutrofiten suotyyppien esiintymistä suhteellisen kaukana pohjaveden muodostumisalueista.

4.2 Maaperä

4.2.1 Olvassuon Natura-alueen maaperän yleiskuvaus

Olvassuon Natura 2000 -alueella maasto koostuu Pohjois-Pohjanmaalle tyypillisesti laajoista soista, joiden keskellä on vähäisiä moreenimaan saarekkeitä (esim. Sutinen 1985). Laajempia ja jyrkkäpiirteisempiä moreenipeitteisiä kankaita on suojeltavan alueen itänurkassa, Iso Palovaaran pohjoispuolella. Näin Kälvsvaaran ja Iso Palovaaran massiiviset harjuaineksesta koostuvat muodostumat poikkeavat melkoisesti muusta alueesta. Ne kohoavat useita kymmeniä metrejä ympäröiviä soita ylemmäs. Purkautuvien runsaiden pohjavesimäärien ansiosta näihin muodostumiin rajoittuvat suot ovat kehittyneet vaihtelevammiksi ja osin rehevemmiksi kuin alueen suot yleensä.

Kälvsvaara on mittava harjun laajentuma, joka koostuu useista harjanteista ja deltamaisista osista (Kemiläinen 1995). Sen pintatopografialle ovat tyypillisiä eri kokoiset, syvät suppakuopat muodostuman

keskiosissa ja voimakkaat rantavallit sen reunoilla. Kälvsvaaran luoteispuolella olevat Kokkomaa ja Pitääminmaa ovat pienempiä varsin tyypillisiä pitkittäisharjuja.

Koko Viinivaaralta Kälvsvaaran kautta Isolle Palovaaralle ulottuvan muodostumaketjun geologinen syntyhistoria on hieman kiistanalainen. Aarion ja Forsströmin (1979) esittämä käsitys on yleisimmin hyväksytty. Sen mukaan kyseessä on viimeisen jäätiköitymisen vetäytymisvaiheessa syntynyt saumamuodostuma. Jakso on syntynyt kahden laajan jäätikkökielekkeen väliseen saumaan, mihin sulavedet kerrostivat hiekkoja ja soria. Myöhemmin sauman kohta siirtyi pohjoisemmaksi eteläisen kielekevirran voimistuessa. Tällöin Kälvsvaaran saumaharju osin deformatui ja sai moreenipeitettä. Pohjoisemmaksi syntyi uusia saumamuodostumia: ensin noin 20 kilometriä pohjoispuolella oleva vähäisempi jakso, josta Ison Marikaisvaaran-Kiviharjun muodostuma ulottuu Natura 2000 -rajauksen pohjoisosaan. Viimeisessä vaiheessa sauma asetui Tannilasta Pudasjärven kirkonkylän kautta Hossaan ulottuvalle linjalle. Lopullisen muotonsa Kälvsvaara ja muutkin harjumuodostumat saivat jään lopullisesti vetäytyessä ja lopulta harjanteiden kohotessa veden yläpuolelle.

Sutinen (1992) on esittänyt tästä jonkin verran poikkeavan teorian. Hänen mukaansa Kälvsvaara kuuluu osana Viinivaaralta katkeilevana kaarena Taivalkosken pohjoispuolelle ulottuvaan vyöhykkeeseen, jonka hän on tulkinnut reunamuodostumaksi. Tämä reunamuodostuma liittyy hänen mukaansa viimeisen jääkauden alkupuolen ns. Peräpohjola-interstadiaalikaudesta (n. 60 000 - 70 000 vuotta sitten) edeltäneeseen jään työntymiseen. Lopullisen asunsa muodostumat saivat myöhemmän laajan jäätiköitymisen myötä.

4.2.2 Kälväsvaaran ja sen reunojen rakenne

Kälväsvaaran maaperää on tutkittu pohjavesihankkeiden vuoksi hyvin paljon, mutta siitä huolimatta sen geologinen kokonaisrakenne tunnetaan kovin puutteellisesti. Erityisesti syvällä olevista kerroksista suuraa tietoa on vain satunnaisesti. Avonaisen leikkausten puuttuessa maaperää on tutkittu kairausten ja erilaisten luotausten avulla (Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus 1998, Ahonen ym. 1999, Rundelin 1999).

Luotausten perusteella Kälväsvaaran maapeitteet ovat yleensä kauttaaltaan vähintään 20 metriä. Joidenkin ruhjeiden kohdalla maapeitteen paksuus on jopa 60 metriä tai enemmän. Kalliopinta jää kaikkialla pohjavedenpinnan alapuolelle. Kairausten perusteella muodostuma on rakenteeltaan vaihteleva. Monin paikoin hyvin johtavaa, lajittunutta harjuainesta on pinnalta pohjaan asti. Usein kuitenkin hiekka-, sora- ja moreenikerrokset vuorottelevat luoden monimutkaisen rakenteen. Muodostuman reunoilla ja keskelläkin selvimpien harjumuodostumien väleissä on paikoin pinnalla moreenikerroksia. Useimmiten nämä paikat ovat soistuneita. Painanteisiin syntyneiden soiden alla on usein silttikerroksia.

Leväsuon Kälväsvaaraan rajoittuvissa osissa samoin kuin Olvassuon eteläreunalla maakerrokset ovat varsin paksuja. Turpeiden alla on yleisesti siltti- ja moreenikerroksia. Paikoin hiekkaiset rantavallit peittävät näitä. Parissa paikassa sekä Olvassuolla että Leväsuolla on kairauksissa saatu viitteitä ilmeisesti harjuun liittyvien hiekka- ja sorakerrosten esiintymisestä syvällä suoaltaiden turve-, hiekka-, siltti- ja moreenikerrosten alla. Näiden laajuudesta ei kuitenkaan ole tarkkaa tietoa. Olvassuon keski- ja pohjoisosissa maapeitteet ovat ohuempia (alle 10 m). Siellä turpeen

alaisten siltti- ja moreenikerrosten alla on ilmeisesti kallio.

Kokkomaa ja Pitääminmaa ovat rakenteeltaan selvästi Kälväsvaaraa yksinkertaisempia. Kairauksissa niiden keskiosista on löytynyt hyvin johtavaa hiekkaa ja soraa pinnalta pohjaan asti. Laidoilla soistuneiden kohtien alla on ilmeisesti hienoaineksisempia kerroksia. Pitääminmaan reunoilla hiekkaiset rantavallit ovat tavallisia soistumien väleissä.

4.3 Tutkimusalueen pohjavesien hydrologia

Kälväsvaaran pohjavesioloja on tutkittu varsin runsaasti (Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus 1998, Ikäheimo ja Hintikainen 1999). Tässä tutkimuksessa käsitellään harjumuodostuman lisäksi siihen rajoittuvien soiden, lähteiden ja lähdepurojen hydrologiaa.

Kälväsvaara on laaja pohjaveden muodostumisalue, josta pohjavedet purkautuvat valtaosin ympäröiville soille ja soistuneella alueella oleviin lähteikköihin. Hyvin vaihtelevasta ja epäyhtenäisestä rakenteesta johtuen purkautumista tapahtuu tasaisesti kaikkiin suuntiin.

Tutkimusalueen muilta pumpattavaksi kaavailluilta harjumuodostumilta ei purkaudu juurikaan pohjavesiä Natura 2000 -alueen soille. Kokkomaa on pieni harju, johon vettä tulee yläpuoliselta suoalueelta ja josta vettä purkautuu etenkin alapuoliseen järveen. Pitääminmaan harju taas on melko pitkä ja kapea ja sille satava vesi purkautuu lähes kokonaisuudessaan yhteen suureen joenvarsilähteeseen, joka on Natura 2000 -alueen ulkopuolella.

4.4 Alueen kasvimaantieteellinen asema ja lähdekasvillisuus

Olvassuon seutu sijaitsee Pohjois-Pohjanmaan lakeudella keskiborealisessa kasvillisuusvyöhykkeessä (Hämet-Ahti 1988). Soiden aluejaossa Olvassuo kuuluu Pohjanmaan aapasoiden vyöhykkeeseen, jolle on tyypillistä välipintaisten soiden runsaus. Luonteenomaisia suotyyppejä tällä vyöhykkeellä ovat kalvakkanevat ja rahkarimpinevat. Soiden jänne- ja rimpirakenne on yleensä heikommin kehittynyt kuin pohjoisemmalla Perä-Pohjolan aapasuovyöhykkeellä, mutta etenkin Oulujoen pohjoispuolisilla osilla tavataan märkiä rimpinevoja paikoin runsaastikin (Ruuhijärvi 1988).

Lähdekasveille roudaton talvi ja tasainen pienilmasto yhdistyneinä kosteuteen ja ravinteisuuteen ovat tärkeitä. Monista eteläisistä, heikosti pakkasia sietävistä lajeista tavataan lähteiköissä erillisesiintymiä yhtenäisemmän levinneisyysalueen pohjoispuolella. Tällaisia lajeja, jotka saavuttavat pohjoisrajansa Pudasjärven tienoon lähteiköissä ovat mm. tervaleppä (*Alnus glutinosa*) sekä lehtopalsami (*Impatiens nolitangere*). Toisaalta monet lähdelajit ovat levinneisyydeltään pohjoisia (Euroola ym. 1995). Olvassuon seudulla etelärajoillaan olevia lähdekasveja ovat esim. pohjanhorsma (*Epilobium hornemannii*), hetehorsma (*E. alsinifolium*) ja pohjantähtimö (*Stellaria borealis*).

5 Tutkimusmenetelmät

5.1 Hydrologiset tutkimusmenetelmät

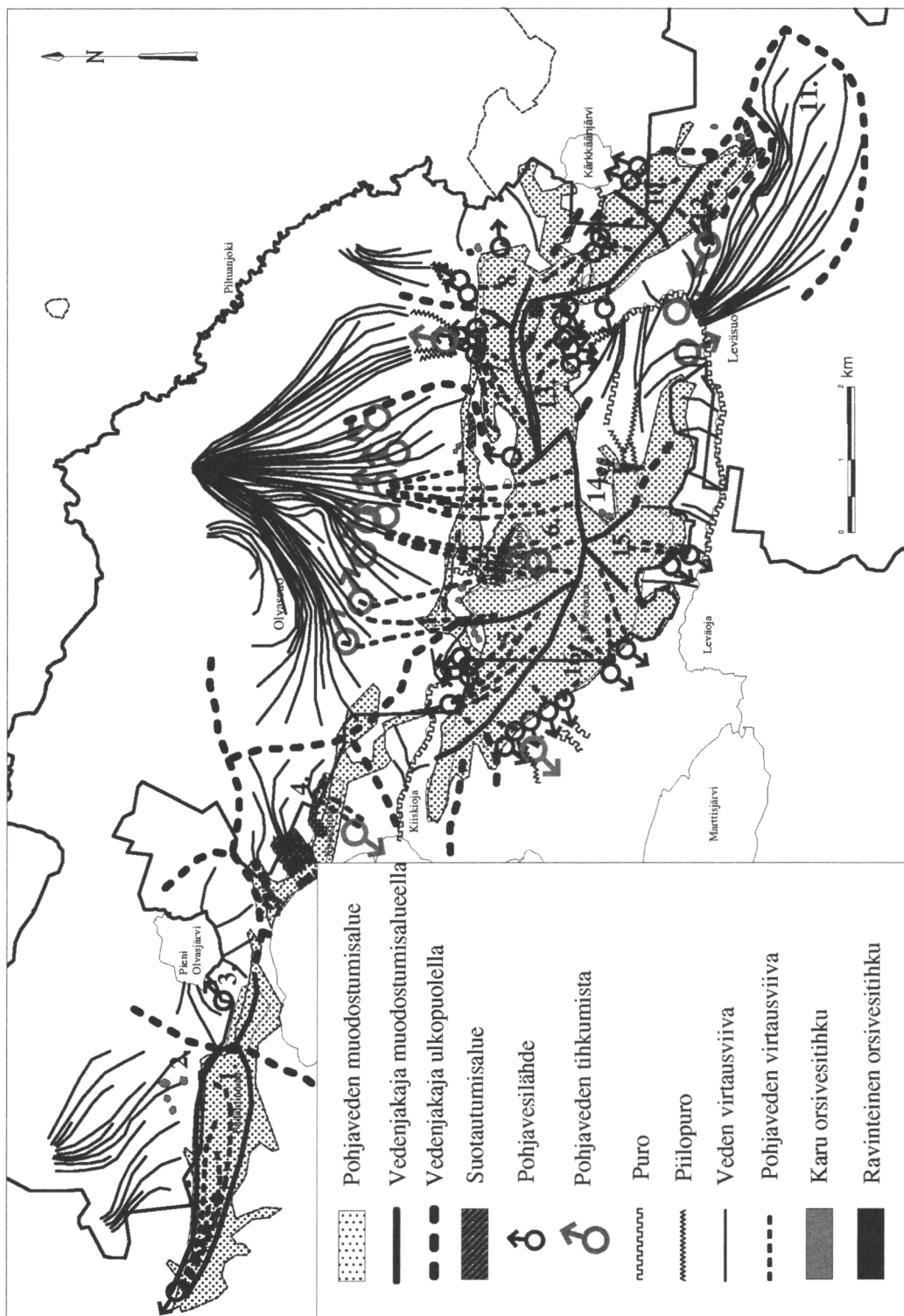
Alustavassa inventoinnissa tutkittavaa aluetta tarkasteltiin kokonaisuutena. Hydrologian yleispiirteet, erityisesti veden vir-

taussuunnat, selvitettiin käyttäen apuna vääräväri-ilmakuvaa (mittakaava 1:10 000). Kaikki lähteet, lähdesuot, tihkupinnat, kausi-kuivat alueet, purot ja mahdollisuuksien mukaan vesien suotautumiskohdat merkittiin karttaan (kuva 1) tarkempia tutkimuksia varten. Tutkimusalueen pohjavesien ja pintavesien virtausta selitetään kuvassa 2. Kartta on tehty Kälvsvaaran pohjavesimallinnuksen (Ikäheimo ja Hintikainen 1998) mukaan. Lisäksi pintavesivirtausta sekä suotautumisen ja purkautumisen paikkoja on arvioitu maastohavaintojen perusteella. Orsivesien esiintymistä ei ole huomioitu kartassa. Kälvsvaaralla tavataan orsivesiä sekä keskiosissa että varsinkin laidoilla. Tiedot näistä ovat kuitenkin niukkoja.

Tutkimusalue on jaettu tarkastelua varten valuma-alueisiin (kuva 2), joiden hydrologiaa ja geologiaa on tarkasteltu kutakin erikseen (liite 1). Virtaavien vesimäärien arvioimisessa on oletettu keskimääräiseksi korjatuksi vuosisadannaksi 750 mm/v (Solantie ja Ekholm 1985). Pohjaveden muodostumisalueilla 40-60 % sadannasta suotautuu pohjavedeksi. Tällöin pohjavettä muodostuu 820-1230 m³ vuorokaudessa neliökilometrillä (vrt. Roman 1992). Pintavalunnan osuus jää hyvin vähäiseksi. Muilla alueilla pohjavedeksi suotautuminen on selvästi vähäisempää ja pintavalunnaksi tuleva osuus jopa n. 40 % sadannasta.

5.2 Suoveden kemian tutkimusmenetelmät

Vesien kemian kartoituksen tarkoituksena oli saada yleiskuva alueen hydrokemiallisista oloista. Vesinäytteitä otettiin kolmena ajankohtana: 5 orientoivaa näytettä 23.7.1999, 38 näytettä 21.-22.8.1999 ja 14 näytettä 8.10.1999. Heinäkuun ja lokakuun näytteenottokerroilla vettä oli varsin runsaasti, elokuun näytteenottokertaa edelsi pitkäkö vähäsateinen kausi.



Kuva 2. Pinta- ja pohjavesien hydrologiaa. Virtausviivat on piirretty kuvaamaan 25 ha:n alalta tulevaa valuntaa. Numerot viittavat liitteessä 1 esitettyihin valuma-alueisiin.

Näytteet otettiin imupumpulla (Millipore). Näytteenottimen polyeteeniletkun pää sijoitettiin havaintokohdassa vesipinnan alapuolelle ja imupumpulla kehitettiin varovaisesti näytteenottoastiana toimivaan 1 litran HDPE-polyeteenipulloon varovaisesti alipainetta, jolloin pullo vähitellen täyttyi. Näyte jaettiin kahteen 0,25 l polyeteenipulloon (Plastex), joista määritettiin pH, johdotkyky, alkaliniteetti, Ca, Mg, K, Na sekä suodatuksen jälkeen Fe ja CODMn.

Joistakin havaintopisteistä otettiin näytteitä useampaan kertaan näytteenottokerrojen vertailtavuuden arvioimiseksi. Havaintopisteet edustavat tärkeimpiä suokasvillisuustyyppisiä alueita: selkeitä lähteikköjä, orsivesitihkujen tai lyhytviipymäisen pohjaveden varassa olevia suoalueita, eutrofisia piirteitä omaavia alueita, sirppisammal- ja rahkasammalvaltaisia mesotrofisia aapasuoalueita sekä oligotrofisia aapasuo-kohteita. Pääasiallisen kartoitusajankohdan vähävetisyyden vuoksi luontaisesti kuivahkot pinnat jäivät näytteenotossa aliedustetuiksi.

5.3 Kasvillisuuden ja kasviston tutkimusmenetelmät

Kasvien nimistö on putkilokasvien osalta Retkeilykasvion (Hämet-Ahti ym. 1998) mukainen. Sammalten nimistö on Koposen ym. (1977) mukaan lukuunottamatta ns. Drepanocladus-kompleksia, jonka nimistö noudattaa Hedenäsin (1993) revisiota. Maksasammalten nimistö on Piipon (1996) mukaan. Sammalten suomenkielinen nimistö noudattaa Suokasvillisuusoppaan nimistöä (Eurola ym. 1995).

Yleisselvityksen yhteydessä kartalle (kuva 3) merkittiin trofiataso eri alueilla. Tässä tarkastelussa on käytetty koko Natura 2000 -alueen osalta Elina Palojärven (Julkaisematon) kasvillisuuskartoitusta.

Omilla havainnoilla tarkennettiin tietoja tutkimusalueen osalta. Alueen lajistosta ja kasvillisuustyypeistä kirjattiin huomioita jatkotutkimuksia varten.

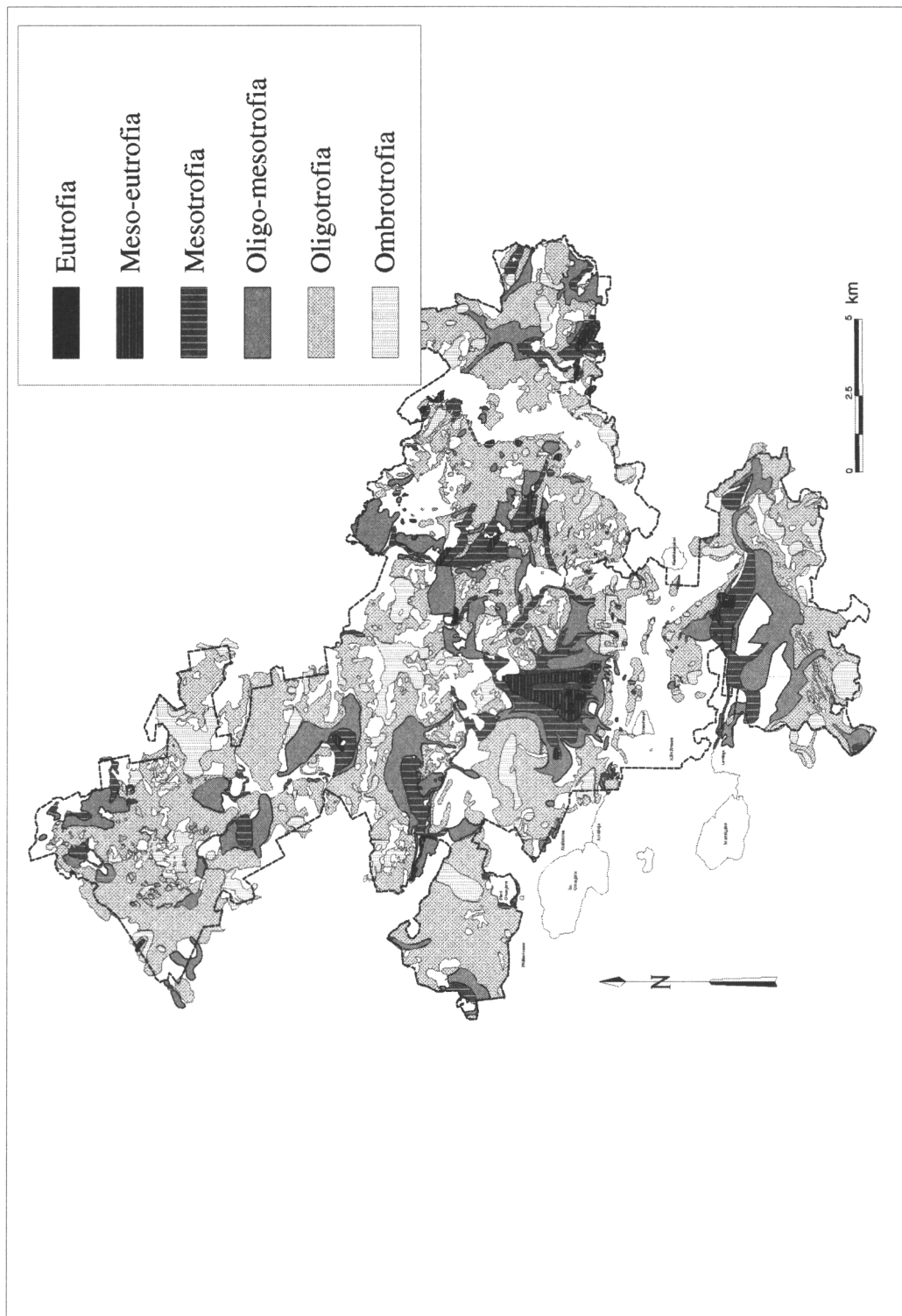
Seuraavassa vaiheessa tutkittiin pohjavesivaikutteisten alueiden kasvillisuus ja kasvisto. Näistä kohteista piirrettiin ruutupohjalle pohjapiirros (mittakaava 1:500 - 1:100). Kuvioista kirjoitettiin lyhyt yleiskuvaus, jossa kuvailtiin havainnottua hydrologiaa, kuvion kasvillisuuden yleispiirteitä ja mahdollisia erityisominaisuuksia. Lähteesyyttä indikoivien lajien esiintyminen arvioitiin runsausasteikolla valtalaji/runsas/niukka/yksittäin. Näiden lajien lisäksi merkittiin muistiin lajeja, joilla arveltiin olevan merkitystä hydrologian selvittämisessä. Lajien kasvupaikka ja -tapa merkittiin muistiin, mikäli siinä oli jotain erityistä. Esimerkiksi vain lähdepuroissa kasvavat lajit huomioitiin, samoin lähteen reunamien lajit. Yleiskuvaukset ja lajistotiedot on kuviokohtaisina lomakkeina ja piirroksina luovutettu työn tilaajalle.

Kausikuivista soista ja suomalaisista ympäristöistä tehtiin kasvillisuuskarttoja 1:10 000 ilmakuva pohjille. Alueiden pinta-ala vaihteli kahdesta kahteenkymmeneen hehtaariin. Kartoitettavat kohteet pyrittiin rajaamaan siten, että ne kattaisivat riittävässä määrin sen hydrologisen kokonaisuuden, johon kausikuiva suon osa tai suomalainen alue liittyy.

6 Selvitysalueen hydrologia, kasvillisuus ja kasvisto

6.1 Natura 2000 -alueen aapasoiden yleispiirteet

Olvassuon Natura 2000 -alue on useiden aapasoiden muodostama laaja kokonaisuus.



Kuva 3. Olvassuon Natura 2000 -alueen soiden ravinteisuuden pääpiirteet Metsähallituksen kasvillisuuskartoituksen, tutkimus-
alueen maastokäyntien ja ilmakuvatarkastelun perusteella.

Aapasoihin liittyy keidassuo-osia, joiden osuus Natura 2000 -alueesta on kuitenkin vain 10 %. Olvassuon ja Leväsuon aapasuot ovat hyvin monipuolisia, osittain hyvin märkiä ja reunavaikutteisia (kuva 4). Tässä suhteessa ne poikkeavat selvästi Pohjanmaan aapasuovyöhykkeen muista aapasuista. Osassa Natura 2000 -alueen soita jänne- ja rimpirakenne on voimakkaasti eriytyneeksi kehittynyt, mikä on tyypillistä vyöhykkeen pohjoisosissa, mutta tutkimusalueella aapasoiden voimakkaasti reunavaikutteisten osien jänteet ovat matalia ja katkeilevia. Olvassuon alue on Pohjanmaan aapasuovyöhykkeessä poikkeuksellisen laaja ja ehyt aapasuokokonaisuus, jonka reunaosat ovat harvinaisen luonnontilaisia.

Suojelualueella mesotrofiset ja sitä rehevämät suotyypit ovat suhteellisen runsaita verrattuna muihin Pohjanmaan aapasoihin kalkkialueiden ulkopuolella. Lettomaiset suotyypit keskittyvät täällä selvästi suurimpien harjumuodostumien alapuolisten suoalueiden alavimpiin osiin (kuva 3). Niiden esiintyminen on koko alueella riippuvaista harjumuodostumien pohjavesien tihkumisesta. Olvassuon Natura-alueella on neljä kasvillisuudeltaan merkittävää lettosoiden keskittymää. Näistä kaksi laajinta sijoittuu tutkimusalueelle Kälväsvaaran pohjavesien purkautumisalueille. Muut ovat Ison Palovaaran juurella vastaavissa kohdissa.

Myös lähteet sijoittuvat vallitsevasti suurten harjumuodostumien reunoille. Joitakin lähteitä on myös laajimpien moreenipeitteisten kankaiden juurella.

6.2 Selvitysalueen aapasoiden hydrologia

Olvassuon keskeinen osa ja Leväsuon pohjoisosa ovat Kälväsvaaralta tulevien pohjavesien purkautumisalueena. Nykyisellään

koko alue on hydrologialtaan luonnontilaista lukuunottamatta Olvassuon eteläreunaan sijoittuvaa suppeaa, osin ennallistettua ojitusaluetta. Ojitusalue ei sijoitu varsinaiselle pohjaveden purkautumisalueelle, vaan sinne tulevat vedet ovat ilmeisesti pääosin orsivesiä.

Olvassuon keskeiselle aapasuolle purkautuu pohjavesihavaintojen mukaan vuorokaudessa n. 4 000 - 5 000 m³ pohjavettä. Tämä on noin neljäsosa koko Kälväsvaaralta tulevasta pohjavesimäärästä. Kankailta tulee tämän lisäksi orsivesiä runsaasti, mutta niiden määrää on vaikea arvioida. Pohjavesien purkautuminen tapahtuu suon itäpuoliskossa lähteikköihin. Näiden lähteikköjen ja niistä lähtevien purojen ympäristö on pääosin karuja rämeitä. Paikoin on kuitenkin lähdevaikutteisia lettonevoja. Alempana lähteiden virtaus leviää piilopuroista ravinteisille märkäpintasoille. Suon keskeisessä osassa Ison Kirkaslammen pohjoispuolella purkautuminen tapahtuu diffuusina tihkuna keskiosan märeille, luhtaiselle ja osin lettomaiselle suolle.

Leväsuolle purkautuu pohjavettä Kälväsvaaralta 1 500 - 2 000 m³/vrk. Lisäksi suolle tulee runsaasti sellaisia orsivesiä ja suovesiä, joihin pumppaus saattaisi vaikuttaa. Purkautuminen tapahtuu suurelta osin pohjoisnurkan lähteikköihin, mistä vesi virtaa piilopuroja myöten Leväjoaan. Lisäksi suon keskiosaan purkautuu runsaasti pohjavettä diffuusina tihkuna. Nämä kohdat ovat samantapaisia hyvin reheviä märkäpintasoita kuin Olvassuon keskiosat. Leväsuon keskiosissa on myös joitakin kumpparemaisista tihkupintoja.

6.3 Suovedet

Kälväsvaaralta Olvassuolle, Hetesuolle ja Leväsuolle purkautuvien runsasvetisten lähteikköjen vesi on suhteellisen vähä-



Kuva 4. Oivassuon Natura 2000 -alueen rimpisuot (rasteri). Ilmakuvatuikinta. Tutkimusalue rajattu yhtenäisellä paksulla viivalla.

elektrolyyttistä ja heikosti puskuroitua. Alkaliniteetti jäi kaikissa näytteissä hieman alle 0,2 mekv/l, kalsiumpitoisuus alle 2 mg/l ja sähkönjohtavuus vain n. 20 μ S/cm.

Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskuk- sen (1998) tekemissä selvityksissä on ha- vaittu myös hieman korkeampia alkalini- teetti- ja sähkönjohtavuusarvoja. Esim. Kiiskiojan latvoilla olevassa lähteessä alkaliniteetti on n. 0,25 mekv/l ja sähkön- johtavuus n. 33 μ S/cm. Vastaavan suurui- sia arvoja on mitattu myös koepumppaus- vesistä Kälväsvaaran länsi- ja keskiosissa. Pisteissä, joissa on otettu vesinäytteitä lä- hekkäisistä pisteistä eri syvyydeltä harjus- ta, on syvempänä sijaitsevan pisteen veden alkaliniteetti ja sähkönjohtavuus aina sel- västi korkeampi kuin lähempänä pohjave- den pintaa. Tämä kuvaa pohjaveden viipy- män merkitystä pohjaveden laadun kannal- ta. Mitä pitempi viipymä, sitä enemmän ra- pautumisprosessit ehtivät tuottamaan veteen emäskationeita ja alkaliniteettia. Pohjave- sien pH on yleensä korkea, yli 6, jopa lähes 7. Vapaan hiilidioksidin korkea pitoisuus voi kuitenkin laskea pH:n alle kuuden.

Yhdenmukaisesti edellä todetun kanssa orsivesiä tai lyhytviipymäisiä pohjavesiä edustavien havaintopisteiden vesi on huo- mattavasti laimeampaa kuin varsinaisten lähteikköjen (taulukko 1). Suhteellisesti lai- meneminen on runsaampaa kalsiumin, mag- nesiumin ja kaliumin kohdalla kuin nat- riumin. Kuitenkin esim. lumipeitteestä mi- tatut ainepitoisuudet ovat lähimmillä mi- ttausasemilla likimain samassa suhteessa kuin Kälväsvaaran pohjavedessä, joskin kertaluokkaa alhaisempia (Soveri ja Pelto- nen 1996); sekä kalsiumin että natriumin keskipitoisuus on n. 0,2 mg/l.

Suolla sijaitsevilla havaintopisteillä ve- den laatu on yleensä lähempänä pohjavesi- en kuin orsivesitihkujen tai sadeveden pi- toisuuksia useimpien kivennäisravinteiden osalta. Selkeitä muutoksia kuitenkin tapah-

tuu. Kivennäisravinteista ennenkaikeka ka- liumin pitoisuudet putoavat yleensä murto- osaan vesilähteen pitoisuuksiin verrattuna. Myös kalsium ja magnesium vähenevät; tämä on tulkittavissa lähinnä ionisuhteiden avulla. Natriumin katsotaan olevan suo- ekosysteemissä likimain konservatiivinen, koska sen pidättyminen turpeeseen ja mer- kitys kasvinravinteena on vähäinen (Dam- man 1986). Siten esim. Ca:Na -suhdetta voidaan käyttää kalsiuminoton indikaatto- rina, jos suhde vesilähteissä on tiedossa.

Oligotrofiset pisteet ovat veden laadul- taan yleensäkin lähempänä orsivesien kuin pohjavesien pitoisuuksia; lisäksi niiden ve- sissä on huomattavasti orgaanista ainesta, mikä happamoittaa vesiä. Alkaliniteettia ei ole lainkaan ja pH vaihtelee 4,4 - 4,6.

Myös kasvillisuudeltaan mesotrofisiksi luokitelluilla, mutta rahkasammalvaltaisil- la pisteillä orgaanisen aineksen pitoisuus on korkeahko ja pH suhteellisen alhainen; al- kaliniteetti vaihtelee kuitenkin kohtuullisen paljon, 0,0 - 0,22 mekv/l ja pH 4,5 - 5,6. Sähkönjohtavuus ja kivennäisainesten pitoi- suudet viittaavat siihen, että kohteet saavat pohjavesiä, myös kohteilla, jotka ovat nä- kyvien pohjaveden purkautumispisteiden vaikutuksen ulkopuolella.

Mesotrofiset havaintopaikat ovat hyvin usein aitosammalvaltaisia, ja tällaisilla pi- steillä orgaanista ainesta on suhteellisen vä- hän ja pH-arvot korkeampia kuin rahkai- silla alueilla. Kalsiumpitoisuudet ovat pää- sääntöisesti kuitenkin selvästi alhaisempia kuin rahkasammalvaltaisilla kohteilla. Vain hyvin märillä, juottimaisilla havaintopisteil- lä Ca:Na -suhde ei suuresti poikkea pohja- vesien vastaavasta arvosta, ilmeisesti suu- resta vedenvaihtuvuudesta johtuen. Vain kaikkein voimakkaimmin virtaavilla pisteil- lä kaliumia on jäljellä likimain pohjaveden pitoisuuksien edellyttämiä määriä. Näissä oloissa myös veden pH voi olla korkea. Esim. lähteiden 58 ja 59 alapuolella pH on

6,3, koska virtauksesta johtuen ylimääräinen hiilidioksidi vapautuu ilmakehään, eikä orgaaninen aines vaikuta happamoittavasti.

Vähintään meso-eutrofisiksi luokitelluilla pisteillä alkaliniteetit ovat pääsääntöisesti aineiston korkeimpia, samoin vetyionikorjatut sähkönjohtavuudet. Yllättäen kalsiumpitoisuudet ovat jopa huomattavan alhaisia; esim. *Hamatocaulis lapponicus* -esiintymän paikalla kohteella 40 vain 0,6 mg/l. Sen sijaan natriumpitoisuudet ovat aineiston korkeimpia, jopa noin kaksinkertaisia harjun pohjavesien pitoisuuksiin verrattuna, joten Ca:Na -suhde jää erittäin alhaiseksi, esimerkiksi *H. lapponicus* -kasvupaikalla vain 0,16. Näillä pisteillä pH-arvot vaihtelevat 5,5 - 6,2, viitaten huomattavaan hiilidioksidin ylikyllästymiseen. Alhaisia Ca:Na -suhteita löytyy myös eräiltä kuivahkoilta mesotrofisilta kohteilta, sekä aitosammal- että rahkasammalvaltaisilta pinnoilta, joilla yksittäiset puut kertovat paikan poikkeuksellisesta luonteesta. Tällaisesta kohteesta esimerkkinä on erityisesti näyte Ä (taulukko 1), joka on samasta kohtaa kuin näyte SR5; yksinäinen koivu kohteella 40 (kuva 1) Leväsuon rehevällä alueella, jonka kalsiumpitoisuus kummallakin havaintokerralla oli sadeveden luokkaa. Rahkasammalvaltaisista kohteista voitaisiin mainita näyte F Olvassuolla Rajasaarten lounaispuolella, kohteen 78 länsipuolella. Myös luokittelematon, aivan kankaan reunassa sijaitseva heikosti mesotrofisen saranevan näyte SR 10, kohteen 65 lounaispuolella, on huomattavan kalsiumköyhä, vaikka sammalistossa esiintyvät mm. *Sphagnum aongstroemii* ja *S. subsecundum*.

Korkeat alkaliniteetti- ja natriumpitoisuudet, mutta alhaiset kalsium- ja magnesiumpitoisuudet ovat hieman ongelmallisia tulkita. Meso-eutrofisten pisteiden korkea natriumpitoisuus viittaa siihen, että kohteet saavat mineraaliravinteiden suhteen

vahvempaa vettä kuin mitä on havaittu runsasvetisissä lähteiköissä tai useimmissa pohjaveden koepumppauspisteissä. Tämä selittyisi sillä, että veden lähteenä on pitkäviipymäinen pohjavesi, joka purkautuu suhteellisen kaukana suolla ja saa myös suonalaisesta kivennäismaasta rapautumisprosessien tuotteita. Tällaisesta väkevöityneestä vedestä on ääriesimerkkinä näyte SR7, joka on avosuolla, rehevän juotin alkupäässä oleva puustaisen paksaturpeeseen saarekkeeseen sijoittuva pieni lähde Leväsuon kohteella 40. Rapautuminen vapauttaa emäskationeja eri kivilajeilla niille ominaisessa suhteessa; Kälväsvaaralla Ca:Na -suhde on likimain 1. Kalsiumin huomattava vajaus natriumiin verrattuna suopisteillä viittaa siis kalsiumin aktiiviseen sitoutumiseen suokasvillisuuteen. Kaliumin sitoutuminen kasvillisuuteen kasvukaudella on tunnettu ilmiö (esim. Proctor 1995). Myös kalsiumin merkittävää sitoutumista on raportoitu ombrotrofisissa oloissa (Damman 1986). Sallantauksen ja Kaipaisen (1996) mukaan vuositasolla noin puolet keidassuolle laskeumasta tulleesta kalsiumista pidättyy pysyvästi turpeeseen, magnesiumista n. kolmannes ja natriumista vain noin 2 %. Minerotrofisissa oloissa kalsium on usein pääkationi ja sitä on kasvillisuuden tarpeeseen nähden ylimäärin. Vaikka sitoutuminen turpeeseen voi eutrofisten soiden turpeen kalsiumpitoisuuksien perusteella absoluuttisesti ottaen olla jopa kertaluokkaa suurempaa kuin ombrotrofisissa oloissa, veden kalsiumpitoisuutta on pidetty yleensä trofiaa heijastavana tekijänä (esim. Brown 1982), eikä sen merkittävästä kasvukaudenaikaisesta ehtymisestä ravinteisilla soilla ole saatu viitteitä.

Olvassuon tapauksessa suhteellisen pieni harjuakviferialue ylläpitää ravinteisuudeltaan vähintään mesotrofiaan yltevää kasvillisuutta hyvin laajalla alueella. Myös mesoeutrofiaan yltevät alueet ovat varsin

Taulukko 1. Kälvésvaaran lähiympäristön soilta ja lähteiköistä otetut vesinäytteet. 3-4 -kirjaiminen koodi: näytteenotto 23.7.1999. SR -koodit: näytteenotto 8.10.1999. Muut: näytteenotto 21.-22.8.1999. Huomautusten numero viittaa kuvan 1 kohdenumeroihin ja samassa sarakkeessa on suokasvien tieteellisten nimien ja suotyypin lyhenteitä.

Näyte koodi	Alkaliteetti mmol/l	sähkönjohtavuus $\mu\text{S}/\text{cm}$ 25°C	pH	K mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Fe mg/l	Na mg/l	CODMn mg/l	Huom.
1. Lähteiköt										
LNYP	0,15	22	6,2	0,34	1,30	0,52	0,05	1,70	4,9	59
23				0,24	1,26	0,33	0,20	1,41		23
34	0,18	21	5,9						5,1	34
43	0,16	19	6,5	0,39	1,57	0,36	0,09	1,47	8,3	43
58	0,19	22	6,0	0,37	1,73	0,51	0,10	1,69	0,6	58
59	0,19	21	6,2	0,37	1,71	0,51	0,09	1,69	0,8	59
SR 14	0,14	23	5,7	0,46	2,30	0,96		1,70	5,7	60
Mediaani	0,17	21	6,1	0,37	1,64	0,51	0,09	1,70	5,0	
2. Orsivesitihkut ja pintavalunta suolle										
ENYP	0,02	10	5,6	0,05	0,49	0,26	0,09	0,84	15,4	Kirkasl. vesiä mukana
42	0,07	10	5,7	0,13	0,79	0,17	0,10	0,92	2,6	43
64	0,04	9	5,0						17,1	64, Warn sarm
SR 1	0,06	9	5,6	0,12	0,43	0,16		1,01	7,2	Junc styg
SR 2	0,07	9	5,9	0,13	0,59	0,20		0,92	7,9	Kärppäsuolta kankaalle
SR 3	0,04	12	5,5	0,22	0,82	0,24		0,94	11,6	Rhyn fusc
SR 8	0,05	10	5,5	0,34	0,51	0,15		1,03	6,1	64, Warn sarm
SR 9	0,08	10	5,8	0,03	0,50	0,21		1,44	8,9	65
Mediaani	0,06	10	5,6	0,13	0,51	0,20	0,10	0,94	8,4	
3. Oligotrofiset suopisteet										
S	0,01	12	4,6	0,01	0,98	0,32	1,09	1,30	37,2	RuRiN, VSN
X	0,00	10	4,5	0,01	0,71	0,26	0,96	0,98	29,0	VSN, vaihettuu mesotr.
Y	0,00	12	4,4						48,1	Care mage, Sche palu
Mediaani	0,00	12	4,5	0,01	0,80	0,29	1,03	1,14	37,2	
4. Rahkavaltaiset mesotrofiset suopisteet										
F	0,00	10	4,5	0,12	0,41	0,14	0,51	1,24	26,2	Koivu
L	0,06	21	4,9	0,10	2,16	1,08	3,03	1,96	61,9	Erio grac
M	0,22	24	5,5	0,17	1,79	1,12	1,15	1,63	22,7	Erio grac
P	0,17	25	5,3						47,9	Care dian
R	0,11	16	5,3						27,3	Care mage, Erio grac
U	0,08	13	5,1						23,5	Spha ripa
Z	0,06	13	5,1	0,08	0,69	0,27	0,75	2,14	27,5	Erio grac
RHSN	0,11	27	5,6	0,06	1,60	0,86	1,00	2,80	51,8	Hyvää mesotrofiaa
Mediaani	0,11	19	5,2	0,10	1,60	0,86	1,00	1,96	27,4	
5. Aitosammalvaltaiset mesotrofiset suopisteet										
B	0,12	12	5,5	0,05	0,55	0,25	0,13	1,94	5,4	Koivu, Care dian
D	0,22	18	5,5	0,01	1,24	0,52	0,39	1,75	5,8	Care livi, Sche palu
V	0,10	11	5,2	0,01	0,71	0,20	0,41	1,63	9,5	Cicu viro, Call palu
Ä	0,08	11	5,4	0,10	0,24	0,17	0,39	2,02	11,9	40, yksin koivu
Ö	0,14	13	5,7	0,02	0,63	0,23	0,15	2,04	2,7	40, kelo, Care dian
LB	0,14	14	5,3	0,08	0,90	0,33	0,14	1,87	3,7	Care livi
SR 4	0,04	9	5,2	0,03	0,44	0,24		0,96	7,2	RhRiN, Moli caer
SR 5	0,09	11	6,1	0,08	0,28	0,14		2,29	21,5	40, yksin koivu
Mediaani	0,11	13	5,5	0,04	0,60	0,22	0,25	1,91	6,5	

Näyte koodi	Alkaliteetti mmol/l	johtokyky $\mu\text{S/cm } 25^\circ\text{C}$	pH	K mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Fe mg/l	Na mg/l	CODMn mg/l	Huom.
6. Märät mesotrofiset juotit										
C	0,39	37	5,7	0,02	3,61	1,04	0,14	2,57	3,3	Care dian, Meny trif
E	0,16	18	5,7	0,14	1,34	0,51	0,18	2,10	13,0	Care livi
G	0,10	14	5,3	0,01	1,22	0,40	0,30	1,41	9,2	Care dioi
N	0,13	13	5,6	0,02	1,00	0,45	0,45	1,16	7,6	Care dian, Meny trif
O	0,11	12	5,3	0,12	0,98	0,36	0,31	1,22	8,3	Meny trif, Care dian
T	0,19	19	6,3	0,22	1,39	0,57	0,19	1,87	6,5	59 alap., Erio grac
Mediaani	0,15	18	5,7	0,08	1,28	0,48	0,20	1,64	8,0	
7. Meso-eutrofiset suopisteet										
RIL	0,13	25	5,8	0,02	1,40	0,84	0,56	2,60	35	78, Call rich, Care hele
H	0,13	17	5,5	0,02	0,94	0,42	0,60	2,32	14,2	78, Cicu viro, Care dian
J	0,22	22	5,7	0,03	1,18	0,48	0,61	3,67	12,1	78, Call rich, Care hele
K	0,21	22	5,7	0,01	1,49	0,63	0,41	2,67	10,5	78, Stell crass, Call rich
Q	0,20	20	5,6	0,20	1,10	0,50	0,37	2,53	6,3	77, Care hele, Cicu viro
Å	0,19	19	5,7	0,02	1,37	0,42	0,60	2,30	14,1	40, Care dian
LA	0,23	21	5,7	0,01	1,67	0,60	0,14	2,30	3,1	40, Care dian
LD	0,23	22	6,2	0,02	1,28	0,56	0,22	2,85	6,2	39, Call giga
L3	0,19	19	5,5	0,01	0,55	0,22	0,25	3,38	5,4	39-40 välim., Hama lapp
SR 6	0,21	21	6,0	0,04	0,86	0,48		3,39	10,5	39-40 välim., Care dian
SR 11	0,16	19	6,0	0,04	1,30	0,60		2,14	12,2	77, Care hele, Care dian
Mediaani	0,20	21	5,7	0,02	1,28	0,50	0,39	2,60	11,3	
8. Luokittelemattomat										
LEN	0,19	28	6,2	0,04	3,30	1,20	0,05	1,20	36,4	59, LN, Palu squa
SR 7	0,87	82	6,4	2,39	5,14	2,38		9,00	26,4	Puustoinen tihku
SR 10	0,05	9	5,3	0,04	0,33	0,10		1,58	12,3	Spha.-valt mesotr.

suuret. Leväsuolla selkeästi harjun pohjavesien varassa oleva ravinteikas suoala on huomattavasti pienempi, koska pääosa vesisistä purkautuu lähteinä ja virtailee selkeissä uomissa.

Suovedet ovat kuitenkin varsin vähäelektrolyyttisiä ja pH-arvot vain niukasti yltävät meso-eutrofielle tyypillisiin arvoihin. Kalsiumin ”vajaus” kieli siitä, että pohjaveden syöttö on monin paikoin varsin niukkaa, ja itse asiassa korkeahko natriumpitoisuus yhdessä alhaisen orgaanisen aineksen pitoisuuden kanssa mahdollistavat vaateliaan kasvillisuuden esiintymisen edellyttämien pH-arvojen ja alkaliniteettien säilymisen. Ilmeisesti pohjaveden tasainen syöttö on alueen ekohydrologian säilymi-

sen kannalta hyvin tärkeä; natrium hyvin mobiilina ionina ei osallistu merkittävästi turpeen pH-arvoja tasaavaan kationivaihtosysteemiin, joten sen pitoisuudet alenevat välittömästi, jos sadeveden suhteellinen osuus pohjaveden kustannuksella kasvaa. Rahkasammalilla on kyky tulla toimeen alhaisissakin ravinnepitoisuuksissa, eivätkä ne kärsi pH:n alenemisesta, päinvastoin, nopeuttavat happamoitumiskehitystä omilla elintoiminnoillaan. Laajat alueet Olvassuolla ja osin Leväsuolla ovat suoveden kemiallisten tunnusten perusteella huomattavan herkkiä pohjaveden syötön mahdolliselle vähenemiselle.

6.4 Pohjavesivaikutteiset suot

6.4.1 Lähteiset lettonevat

Meso-eutrofisia tihkuvaikutteisista soita on orsivesialueiden lisäksi varsinaisella pohjaveden purkautumisalueella, lähteiden alapuolella. Näille tulee jonkin verran ilmeisesti syvemmistä pohjavesikerroksista tihkuvaa pohjavettä. Pääosa virtauksesta menee kuitenkin yläpuolisiin lähteisiin ja lähdepuroihin, joten näillä pinnoilla virtauksen vuodenaikainen vaihtelu on voimakkaampaa kuin varsinaisissa lähteiköissä. Talvella ei näille kuvioille välttämättä riitä vettä lainkaan. Yleensä alueen purot keräävät ylhäältä tulevan pintavalunnan, joten luhtaisuutta ei pääse esiintymään.

Olvassuolla on lettonevoja kohteissa 59 ja 73 (kuva 1). Lettonevatyyppi on kummassakin kohteessa Bryales-lettoneva (Eurola ym. 1995). Tyyppilajit ovat kultakuirisammal (*Warnstorfia sarmentosa*) ja kultasirppisammal (*Loeskyponum badium*). Lisäksi lettonevoilla kasvaa rassisammalta (*Paludella squarrosa*). Vaateliasta putkilokasvilajistoa edustavat mm. villapääluikka (*Trichophorum alpinum*) ja suovalkku (*Hammarbya poludosa*). Kohteella 73 on Bryales-lettonevan lisäksi lähteistä lettorämettä, jolla lettoiset välipinnat ovat kapeina heterogeenisina juotteina. Niillä kasvavat mm. heterahkasammal (*Sphagnum warnstorffii*), rassisammal, kultasammal (*Tomentypnum nitens*), villapääluikka ja kaitakämmekä (*Dactylorhiza traunsteineri*). Kohteella 59 on lähdelettoa lähteen alla lettonevan yläpuolella.

6.4.2 Mesotrofiset lähdesuot

Lettonevoja karumpia lähdesoita on siellä täällä lähteikköjen ympärillä ja erillisinä tihkupintoina. Leväsuon pohjoisosassa on runsaasti pienialaisia tihkuvaikutteisista soita (kohde 22 kuvassa 1). Tihkuvaikutteiset

mesotrofiset lähdesuot ovat yleensä hiukan muuta suon pintaa alempana, mutta eivät niin syvällä kuin piilopuromaiset reiät. Niiden sammallajisto vaihtelee, mutta yleensä yhdellä pinnalla on vain yhtä tai kahta, tyyppillisintä lajia ovat hetesirppisammal (*Warnstorfia exannulata*) ja kiiltolehväsmal (*Pseudobryum cinclidioides*). Putkilokasveja on suhteellisen vähän. Yleisin laji on suohorsma (*Epilobium palustre*). Tihkupinnoilla, joilla on lähteisyyden lisäksi luhtaisuutta, kasvavat esimerkiksi harmaasara (*Carex canescens*) ja kurjenjalka (*Potentilla palustris*).

6.4.3 Lähteiköt

Varsinaiset pohjaveden pistemäiset purkautumiskohdat ovat tutkimusalueella yleensä mesotrofisia lähteikköjä. Ne sijaitsevat tyyppillisesti suon laidassa lähellä kankaan reunaa. Usein vesi virtaa niistä puroissa tai piilopuroissa suolle päin. Piilopurot ovat lähteisillä suon osilla varsin tavallisia. Ne voivat erottua uomana, jonka pohjalla vettä näkyy jossain kolossa. Kausikuiva suon pinnan kasvillisuus voi joskus osoittaa piilopuron kulkua. Usein piilopurot ovat kuitenkin täysin huomaamattomasti rahkaisen suokasvillisuuden alla. Piilopurojen esiintulot saattavat muistuttaa lähteitä, mutta niiden kasvillisuus on jonkin verran karumpaa ja vähemmän lähteisyyttä osoittavaa kuin varsinaisten lähteiden kasvillisuus.

Pistemäiset lähteiköt ovat yleisin pohjaveden vaikutuspiirissä oleva kasvillisuustyyppi tutkimusalueella. Leväsuon pohjoisosassa on useita lähteikköjä (kohteet 18-21, 23 kuvassa 1). Olvassuolla lähteikköjä on runsaasti eteläreunalla. Niitä on paikoin vaikea erottaa orsivesien purkautumispisteistä ja toisaalta piilopurojen esiintuloista. Selvimmin lähteikköjä on kohteissa 54, 59 ja 73-76. Hetesuon lounaisosassa on useita runsasvetisiä lähteitä (kohteet 41-43).

Lähteissä tyypillisiä lajeja ovat hetesirpisammal (*Warnstorfia exannulata*) ja kiiltolehväsammal (*Pseudobryum cinclidioides*) lisäksi särmälähdesammal (*Philonotis seriata*) ja suokinnassammal (*Scapania paludicola*). Lähteistä lähteisissä puroissa kasvaa usein purosuikerosammal (*Brachythecium rivulare*) ja isonäkinsammal (*Fontinalis antipyretica*). Natura 2000 -alueen runsasvetisin ja -lajisin lähteikkö on kohde 76 (kuva 1). Sen lajisto on vain mesotrofiaa ilmentävää, mutta putkilokasvilajisto on runsaampi kuin alueen muissa mesotrofisissa lähteiköissä. Lähteisyyttä ilmentäviä putkilokasveja ovat nurmilauha (*Deschampsia cespitosa*), hetekaali (*Montia fontana*) ja mätässara (*Carex cespitosa*).

Runsaslajisin ja edustavin lähteikköalue on Olvasojan varressa Natura 2000 -alueen ulkopuolella (kohde 91). Sen lajistoa ovat hetehorsma (*Epilobium alsinifolium*), hetekaali (*Montia fontana*), tesma (*Milium effusum*), lettotähtimö (*Stellaria crassifolia*), purosuikerosammal (*Brachythecium rivulare*), hetehiirensammal (*Bryum weigelii*), palokeuhkosammal (*Marchantia polymorpha*), särmälähdesammal (*Philonotis seriata*) ja purokinnassammal (*Scapania undulata*).

6.4.4 Soiden keskiosien meso-eutrofiset ja eutrofiset alueet

Reunavaikutteisia meso-eutrofisia suopintoja on sekä Olvasuon että Leväsuon alavissa keskiosissa. Ne ovat epäselvästi lähdevaikutteisia, vallitsevasti märkäpintaisia soita. Niille tulee pohjavettä diffuusina tihkuna syvistä kerroksista. Tihkuvaikutusta osoittaa selvimmin ympäristöä korkeampi trofiataso. Lähteisyyden ja luhtaisuuden sekoittuminen on tyypillistä.

Olvasuon keskiosassa on laajalti meso-eutrofista ja paikoin eutrofista kasvillisuutta

(kohteet 77 ja 78 kuvassa 1). Niiden laajuutta ei pystytty arvioimaan maastossa täysin luotettavasti. Ilmeisesti kohteet ovat laajempia kuin Metsähallituksen kasvillisuuskartassa ja mitä tässä yhteydessä on esitetty. Leväsuolla on samantyyppistä kasvillisuutta kohteessa 40. Leväsojan varressa sijaitseva kohde 39 on hiukan karumpi ja selvemmin luhtainen.

Näille kohteille on ominaista pienipiirteinen mosaiikkimainen kasvillisuus. Osassa alueita on katkonaisia jänteitä, mutta suurin osa on joko lähes pelkkää märkäpintaa tai rikkonaista välipintojen ja rimpipintojen mosaiikkia. Suotyyppi on laajalti luhtaista meso-eutrofista rimpinevaa. Rehevimmissä kohdissa suotyyppi on Richardsonii-rimpilettoa. Lettoisuutta osoittavat ennen kaikkea sammat, kuten lettokuirisammal (*Calliargon richardsonii*), hetekuirisammal (*C. giganteum*), kairasammal (*Meesia triquetra*), kiiltosirppisammal (*Hamatocaulis vernicosus*) ja lapinsirppisammal (*H. lapponicus*). Näistä *Hamatocaulis*-lajit ovat luontodirektiivin liitteessä mainittuja erityissuojelua vaativia lajeja. Kenttäkerroksessa vaateliainia lajistoa edustaa lettosara (*Carex heleonastes*). Lettotähtimö (*Stellaria crassifolia*) on runsas kohteella 78. Luhtaisuus on voimakasta. Sitä osoittavat mm. myrkkyykeiso (*Cicuta virosa*), vehka (*Calla palustris*) ja hoikkavilla (*Eriophorum gracile*).

6.4.5 Kumparemaiseta lähteiköt

Edellä kuvattujen meso-eutrofisten tihkuvyöhykkeiden tuntumassa tavattiin etenkin Leväsuon keskiosista myös esimerkkejä tihkuisista, kumparemaisista lähteiköistä. Näihin vesi tulee syvistä pohjavesikerroksista. Maaperän selvästä kerrosrakenteesta johtuen purkautuminen on paikallisesti keskitettyä. Paikat ovat paksuturpeisia ja varsin kuivapintaisia ja metsäisiä saarekkeita,

joiden yhteydessä on pieniä tihkupintoja. Yhdeltä tällaiselta saarekkeelta tihkupinta näytti puuttuvan.

Kohde 36 (kuva 1) on kumparemainen lähteikkö, jonka keskiosa on 20-30 cm korkeammalla kuin muu suon pinta. Lähdelajit ja metsäkasvit kasvavat erillisinä laikuina ja osittain sekaisin. Lähdelajeja ovat mätässara (*Carex cespitosa*), kampsammal (*Helodium blandowii*), lettolehväsammal (*Rhizomnium pseudopunctatum*) ja lähdelehväsammal (*R. magnifolium*). Vastaava, mutta heikommin ympäristöstään kohoava paikka on kohteella 40 (vrt. s. 27).

6.5 Orsivesivaikutteiset suot

Orsivesien purkautumiseen liittyviä ohuturpeisia ruoppa- ja hiekkapintoja on paikoin sekä Olvassuon että Leväsuon reunoilla. Ne ovat karujen hiekkakankaiden reunoilla ainakin jonkin verran varsinaisen pohjavedenpinnan tason yläpuolella. Näillä paikoilla vettä virtaa ainakin kosteampina kausina kivennäismaasta suolle, mutta kausittainen kosteudenvaihtelu on ilmeisesti suurta. Kasvillisuudelle on tyypillistä huomattava keskustavaikutteisuus sellaisillakin kohdilla, joissa vettä näkyvästi virtaa. Paikat ovat karuja, oligotrofisia ja kasvillisuus muistuttaa läheisesti ruopparimpinevojen ja karujen kausikuivien soiden kasvillisuutta. Ainoana mesotrofina esiintyy usein rimpipihvilä (*Juncus stygius*). Muuta yksittäisin versoin esiintyvää lajistoa ovat etenkin kihokit (*Drosera*-lajit), luhtavilla (*Eriophorum angustifolium*) ja valkopiirtoheinä (*Rhynchospora alba*).

Näitä karuja tihkuja muistuttavia ovat eräät tihkupinnat jotka usein esiintyvät samoilla paikoilla. Rehevämmille tihkuille on tyypillistä melko vaateliaan mesotrofisen, lievää lähteisyyttä ilmentävän lajiston esiintyminen juoteissa karun ja keskustavaikut-

teisen suon keskellä. Tyypilajina on kulkakuirisammal (*Warnstorfia sarmentosa*). Vaateliaita lajeja on kullakin kohteella vain muutama, ja niiden peittävyys on erittäin pieni. Tällaiset paikat sijoittuvat yleensä vain vähän (0,5-2 metriä) pohjavedenpinnan yläpuolelle ja ne lienevät usein jossain määrin yhteydessä varsinaiseen pohjaveeseen.

6.6 Kausikuivat alat

Kausikuiville soille on tyypillistä kasvukauden aikainen äärevä kosteuden vaihtelu. Suoveden pinta vaihtelee ja ainakin ajoittain vettä suotautuu alas päin pohjamaahan tai piilopuroon. Tyypillistä on monien suosammalien heikko kasvu. Soilla on usein paljasta ruoppapintaa. Turvekerros on yleensä alle 30 cm, mutta piilopurojen yhteydessä se voi olla jonkin verran paksumpi. Kun kosteudenvaihtelu on erityisen voimakasta, turvekerros on ohut tai puuttuu. Näillä paikoin suovesi tyypillisesti suotautuu pohjamaahan.

Tutkimusalueella esiintyy karkeasti lähinnä fysiognomian mukaan jaoteltuna kolmentyyppistä kausikuivaa suokasvillisuutta: tupasluikka - paakkurahkasammal-nevoja (*Trichophorum cespitosum*, *Sphagnum compactum*), kausikuivia ruopparimpinevoja ja kausikuivia saranevoja. Ensinmainitut luetaan kalvakkanevoihin (Ruuhijärvi 1960). Paakkurahkasammalvaltaisen kalvakkanevan yhteydessä Ruuhijärvi mainitsee sekä voimakkaasta kevättulvasta että kesän kuivahtamisesta. Edellä mainittujen väli- ja rimpipintaisten tyyppien yhteydessä esiintyy laajalti mätäspintaisia, kanervavaltaisia ohutturpeisia rämeitä. Kausikuivilla mesotrofisilla ruskopiirtoheinäruopparimpinevoilla ruskopiirtoheinä (*Rhynchospora fusca*) esiintyy usein ympyrän muotoisina kasvustoina. Ympyröiden

välialueilla on esim. luhtavillan (*Eriophorum angustifolium*) ja ruopan osuus suurempi.

Turpeettomia tai äärimmäisen ohuturpeisia kausikuivia aloja, joita on tässä kutsuttu aroiksi tai tulvanummiksi (Jalas 1953), on tutkimusalueella tavattu seuraavanlaisia:

1. korpikarhunsammalvaltaisia (paikoin kankaiden reunoilla),
2. joughisaravaltaisia (yleisin tyyppi),
3. joughivihvilävaltaisia (Saralammella, kohde 82),
4. siniheinävaltaisia (laajin Kokkomaan reunalla, kohde 85) ja
5. ruskopiirtoheinävaltaisia (muutamia kaapeita saumoja kohteilla 83 ja 12).

6.7 Lähteikköjen ympäristöjen kuivat turvepinnat

Lähteisten soiden ympäristössä on usein kuivia, paksuturpeisia rämeitä ja korpia, joissa suokasvillisuus on niukkaa ja etenkin sammalkerros on lähes kangasmaiden kaltainen. Erityisesti rahkasammalet ovat huomattavan niukkoja. Yleisimpiä näistä ovat seinäsammal-isovarpurämeet. Tällaisia rämeitä ja korpia on voimakkaasti virtaavien lähteiden ja piilopurojen luona Olvassuolla, Leväsuolla ja Marttisjärven Hetesuolla. Korpimaisia tyyppejä on lisäksi Leväsuon keskiosan heikosti tihkuisten saarekkeiden yhteydessä. Samanlaista kasvillisuutta on joskus myös vesistöjen rannoilla. Tutkimusalueella on pieni laikku tällaista kasvillisuutta lasketun Pienen Olvasjärven entisten ranta-palteiden kohdalla. Samantapaisia ovat myös eräät ojituksen vuoksi muuttuneiden lähteikköjen luona tavatut turvekankaat. Todennäköiseltä tuntuu, että nämä tyytit liittyvät tilanteisiin, joissa pohjavedenpinnan taso lähteikössä on alentunut jostain syystä (erosio, virtauskuvion muutos, ihmisen toimet). Niiden keskitty-

minen lähteikköjen tuntumaan kuvastaa lähdeympäristön herkkää reagoimista pieniinkin vesitalouden muutoksiin.

6.8 Kirkaslammen kasvillisuus

Kirkaslampi on suuri, syvä ja erittäin kirkasvetinen harjulampi. Sen vedenpinta on muodostuman pohjavedenpinnan tasossa. Eteläosassa Kirkaslampen purkautuu pohjavettä. Pohjoisosasta lähtee puro, jonka kautta laskee vain pieni osa vedestä. Suurin osa vedestä suotautuu suoraan harjuun.

Kirkaslampi on Lobelia-tyypin nuottaruohojärvi (Toivonen ja Leivo 1993). Osa rannoista on nopeasti syveneviä ja kivikkoisia, mutta myös matalia hiekkarantoja on paikoin. Kasvillisuusvyöhykkeet ovat kapeat, ja Lobelia-tyypille ominaisia ilma-versoisia on vain harvoina kasvustoina (kohde 67, kuva 1).

Etelärannalla on yksi pieni tihkuvaikutteinen turvepinta. Sen lajeista purokaltiosammal (*Harpanthus flotowianus*) on harvinaisin. Tihkupinnan lähellä rannalla kasvaa tervaleppiä.

6.9 Suojeltavat ja uhanalaiset kasvilajit

Tutkimusalueen pohjavesivaikutusta ilmentävä putkilokasvi- ja sammallajisto on monipuolinen ja edustava. Siitä puuttuvat vyöhykkeessä tavattavasta lajistosta vain kalkkivaikutuksen ilmentäjät.

Luontodirektiivin liitteen 2 suojeltavista kasvilajeista Olvassuolla kasvavat lapinsirppisammal (*Hamatocaulis lapponicus*) ja kiiltosirppisammal (*H. vernicosus*), jotka ovat myös Suomessa uhanalaisia (Rasi ym. 1992, 2000). Lajien kasvupaikat ovat suotyypiltään lähteisiä ja luhtaisia vetisiä *Richardsonii*-rimpilettoa. Esiintymät

ovat lajien levinneisyyden kannalta merkittäviä. Leväsuon itäosassa kasvaa melko runsaasti lapinsirppisammalta lähdevai-
kutteisella rimpisellä lettonevalla seuralai-
sena mm. valtakunnallisesti uhanalainen
käyrälehtirahkasammal (*Sphagnum con-
tortum*). Sekä Olvassuolla että Leväsuolla
kasvaa runsaasti lettosaraa (*Carex heleo-
nastes*). Kaitakämmekkää (*Dactylorhiza
traunsteineri*) kasvaa niukasti Olvassuol-
la. Ruskopiirtoheinä (*Rhynchospora fus-
ca*) on alueellisesti uhanalainen.

Alueellisesti silmälläpidettävistä kasvi-
lajeista (esim. Ohenoja 1995) tämän tutki-
muksen yhteydessä on löydetty konnanlie-
ko (*Lycopodiella inundata*), lettotähtimö
(*Stellaria crassifolia*), karhunruoho
(*Tofieldia pusilla*), suovalkku (*Hammar-
bya poludosa*), punakämmekkä (*Dactyl-
orhiza incarnata subsp. incarnata*), hirs-
sisaraa (*Carex panicea*), korpikerrossam-
mal (*Hylocomium umbratum*), luhtakilpi-
sammal (*Cinclidium subrotundum*) ja
kairasammal (*Meesia triquetra*). Pohjave-
denottohankkeen vaikutusalueella Pi-
tääminmaan länsipäässä, Natura 2000 -alu-
een ulkopuolella, kasvaa hetehorsma
(*Epilobium alsinifolium*).

Useimmat Olvassuon uhanalaiset lajit
kärsivät voimakkaasti vähäisestäkin kui-
vahtamisesta. Vain ruskopiirtoheinä, kon-
nanlieko ja punakämmekkä näyttävät kes-
tävän kuivahtamista jossain määrin. Niil-
lekin kuivumisen aiheuttama karuuntumi-
nen ja kasvillisuuden umpeutuminen ovat
aikaa myöten tuhoisia. Erityisesti lettosar-
an ja lapinsirppisammalen esiintymät tut-
kimusalueella muodostavat merkittävän
osan Pohjois-Pohjanmaan kannasta, eikä
koko Suomessakaan ole yhtä elinvoimai-
sia esiintymiä kovin paljon tiedossa. Nii-
den esiintymät ovat alueella, johon pohja-
veden vedenotto vaikuttaisi selvästi. Siten
voidaan pitää ilmeisenä, että pohjaveden-
otto hävittäisi esiintymät.

7 Vedenoton odotettavissa olevat vaikutukset

7.1 Pohjaveden ja suoveden suhde

Kysymystä pohjaveden pinnan alentamisen vaikutuksista soihin on tarkasteltava sen mukaan, mitä tiedetään yleensä pohjaveden ja suoveden suhteista. Periaatteessa pohjaveden pinnan aleneminen voi näkyä suolla ensisijaisesti joko suoveden pinnan pysyvänä tai kausittaisena alenemisena tai virtauksen vähenemisenä.

Turpeen heikosta vedenjohtavuudesta johtuen suoveden pinnan vaihtelut eivät suoraan noudattele pohjaveden pinnan muutoksia. Lähteiköillä ja lähdesoilla pohjavesivaraston ja pinnan välillä on suora yhteys, ja vedenpinnan riippuvuus pohjaveden pinnan tasosta on kaikkein selvin. Niilläkin alenema jää jonkin verran vähäisemmäksi kuin pohjaveden pietsometrisen tason lasku tällä kohdalla johtuen virtauksen muuttumisesta ja erilaisista kynnyksistä. Tyypillisesti lähteiköissä ja lähdesoilla jo melko pieni muutos pohjavedenpinnassa näkyy suorana kuivumisena. Tämän lisäksi virtauksen aleneminen vaikuttaa voimakkaasti paikkojen eliöstöön. Lähteiden ja lähteikköjen kasvit ovat sopeutuneet tasaisiin hydrologisiin ja pienilmastollisiin oloihin ja voivat hävitä jo melko vähäisen muutoksen vuoksi.

Kausikuivat suotautumispaiikat muodostavat toisen ryhmän, jossa turvekerros ei riitä estämään vedenpinnan laskua. Näillä paikoilla tulovirtaus koostuu yleensä pinta- ja orsivesistä. Siksi ne voivat periaatteessa pysyä kausittain märkinä vaikka pohjaveden pinta laskeekin. Pohjaveden pinnan alentaminen voi näkyä pinnan voimakkaampana kuivumisena, veden peitossa oloajan lyhenemisenä ja juuristokosteuden vähenemisenä. Osa kausikuivista paikoista

on selvästi pohjavesistä riippumattomia ja kasvillisuus on sopeutunut ajoittaiseen kuivuuteen. Eräät ravinteisimmat tyypit ovat kuitenkin lähes aina pohjaveden vaikutuspiirissä ja veden otosta aiheutuvat nopeat ja selvät kasvillisuusmuutokset ovat niillä mahdollisia.

Tasakosteista soista erityisesti suhteellisen ohutturpeiset rimpinevat ovat sellaisia, joissa pohjaveden pinnan lasku saattaa ainakin joissakin tapauksissa johtaa näkyvään kuivumiseen. Rimmessä yksikin valumakohta jollain laidalla johtaa koko rimmen kuivumiseen. Pintavalunta tällaisilla soilla ilmeisesti pystyy pitämään rimmet kausittain vetisinä, mutta kausittainkin kuivuminen muuttaa kasvillisuutta.

Veden virtauksen vähenemiselle ovat alttiina kaikki suokuviot, joilla luontaisesti pintaturpeessa virtaa sellaista vettä, joka pumppauksen vuoksi joutuisi sulta pois. Virtauksen väheneminen aiheuttaa vähäistä keskimääräisen vedenpinnan tason alenemista ja vaihteluvälin kasvua. Kuitenkin pintaturpeen jyrkästä vedenjohtavuusprofiilista johtuen hyvinkin merkittävään virtauksen alenemiseen voi riittää jo parin sentin aleneminen keskimääräisessä vedenpinnan tasossa.

Pohjaveden osuuden väheneminen aiheuttaa vuotuista vedenpinnan vaihteluvälin kasvua, koska pintavalunta vaihtelee vuodenajoittain paljon jyrkemmin kuin pohjavesivalunta. Myös suoveden laatu muuttuu sadeveden osuuden kasvaessa ja kivennäismailta tulevien ravinteiden vähetessä. Näissä tapauksissa suossa tapahtuva ekologisesti merkittävin muutos ei ole kuivuminen, vaan vähentyneen ja epätaisemmaksi muuttuneen virtauksen aiheuttamat muutokset vesi- ja ravintotaloudesta. Tämä näkyy erityisesti keskustavaikutteisuuden lisääntymisenä eli lähteisyyden ja/tai luhtaisuuden vähenemisenä sekä trofiatason alenemisena. Uusissa oloissa rah-

kasammalet saavat todennäköisesti selvän kilpailuedun moniin muihin lajeihin nähden. Vähäinenkin vedenpinnan tason lasku vaikuttaa myös pientopografiaan lisäämällä väli- ja mätäspintaa märkäpinnan kustannuksella.

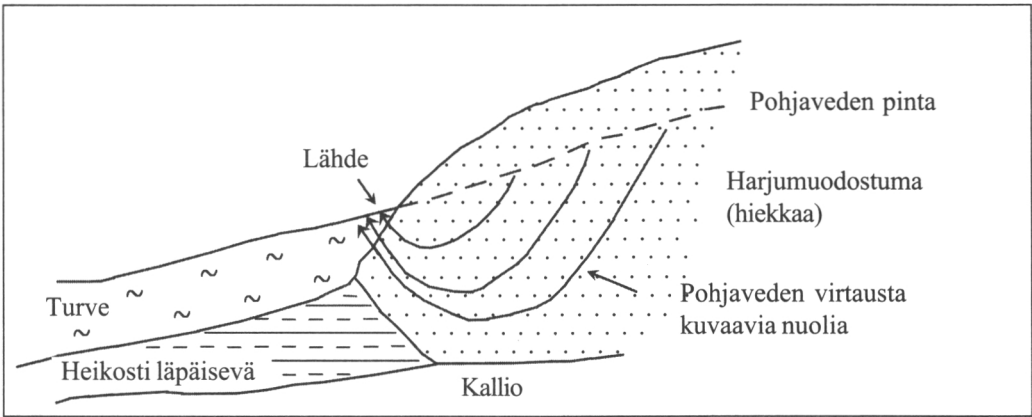
7.2 Pohjavedenoton vaikutus pohjaveden virtauskuviioon

Harjun pohjaveden ja reunamien soiden suhdetta tarkastellaan kahdessa yksinkertaistetussa esimerkkitapauksessa, jotka valottavat melko hyvin erilaisia tilanteita tutkimusalueella. Usein kuitenkin luonnossa tilanne on enemmän tai vähemmän yksinkertaisten mallien välimailta.

Kuvan 5 tilanteen mukainen yksinkertainen virtauskuvio kuvaa suhteellisen hyvin esim. Leväsuon pohjoisnurkan, Olvasuon kaakkoisosan, Kiiskiojan ja Hetesuon tilannetta.

Lajittuneen muodostuman reunan rajoituessa syvän, tiivispohjaisen suon reunaan muodostuman pohjavesi tyypillisesti purkautuu selvinä, pistemäisinä avolähteinä suon reunaan (kuva 5). Suolla vedet virtaavat yleensä ainakin aluksi puroa tai piilopuroa myöten. Tilanne on yksinkertainen ja vedenoton vaikutusta suohon voidaan arvioida suoraan pohjavedenpinnan tasoa ja purkautumista ennustavan pohjavesimallin avulla. Virtaus lähteissä vähenee mallin ilmoittaman määrän ja lähteen vedenpinta alenee mallin mukaisesti. Tällöin lähteen ympäristö voi kuivua tai rahkoitua.

Alempana virtauksen väheneminen vaikuttaa lähdepuroon ja sen varsiin, ja laajemmin kaikilla niillä kuvioilla, joissa lähteestä tuleva vesi virtaa suon pintakerroksessa. Muutosta voidaan arvioida, kun tiedetään mallissa ennustettu muutos pohjaveden purkautumisessa ja arvioidaan valuma-



Kuva 5. Lajittuneen muodostuman reuna rajoittuu tiivispohjaisen suon reunaan.

alueen perusteella pinta- ja pohjavalunnan suhdetta. Jos vesi alempana kerääntyy kausikuivalle suotautumisalueelle, myös tämä muuttuu tulovirtauksen vähentyessä.

Kuvan 6 malli kuvaa kohtalaisen hyvin tilannetta Olvassuon reunalla Ison Kirkaslammien pohjoispuolella sekä Leväsuon itä- ja luoteisreunalla.

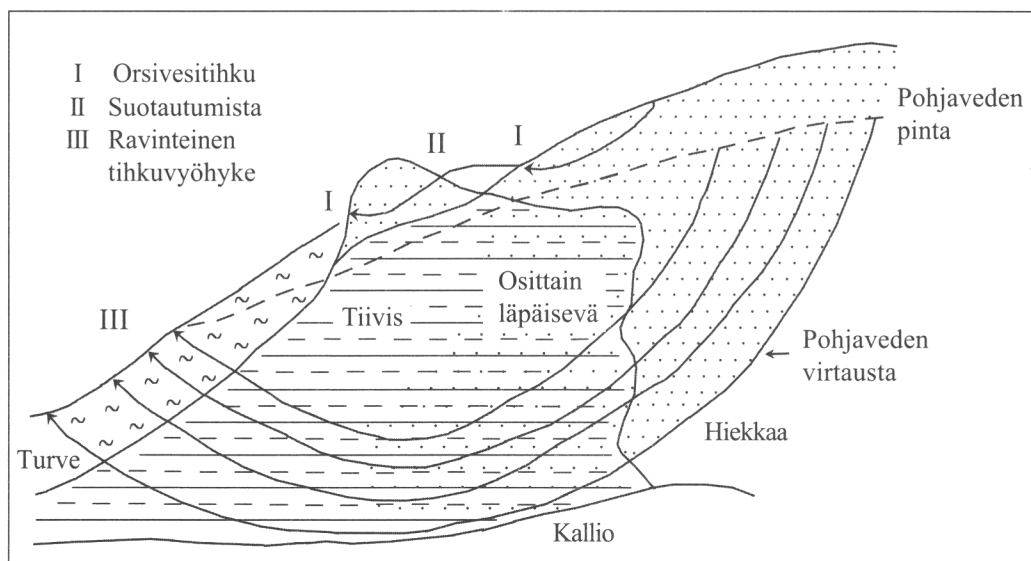
Jos muutos lajittuneen muodostuman reunalla on vähittäinen ja maaperä koostuu erilaisista vettä johtavista ja pidättävistä kerroksista, muodostuu tilanne edellistä monimutkaisemmaksi. Tällöin harjumuodostuman reunoilla on usein orsivesiesiintymiä, jotka voivat aiheuttaa suon reunaan vähäistä tihkua. Paikoin alempana vesi suotautuu soilta kausikuivista kohdista taas kaartojen tai sivuharjanteiden hiekkoihin päätyen orsiveteen tai pohjaveteen. Alempana orsivedet ja pintavedet virtaavat karujen, usein saraisten soiden pintakerroksissa kohti suon keskiosaa.

Muodostuman varsinaiset pohjavedet virtaavat kuvatussa tilanteessa syvällä, missä piilossa olevat harjukerrokset tai kallioperän murrokset saattavat johtaa vettä paremmin. Kuitenkin myös homogeenisessa maassa virtauskuvio voi muodostua vastaavaksi ainakin silloin, jos tiivis kallio on syvällä. Pohjavedet näistä syvistä kerrok-

sista pääsevät pintaan soiden keskiosissa tihkuvyöhykkeinä tai (erityisesti selvemmin kerroksellisessa maassa) kumparemaisina lähteikköinä. Kasvillisuus on usein meso-eutrofista ja lähteisyyden lisäksi kasvillisuudessa näkyy luhtaisuuden vaikutus.

Vedenoton vaikutuksia tällaisiin suon keskiosiin sijoittuviin juotteihin voidaan arvioida pohjavesimallin avulla. Kun tiedetään luonnontilainen ja muuttunut vedenpinnan tasojen ero muodostumis- ja purkautumisalueiden välillä, voidaan Darcyn lain avulla laskea muutos pohjaveden mahdollisessa virtaamassa. Pintavalunnan osuutta näillä alueilla voidaan arvioida valuma-alueen pinta-alojen perusteella. Pohjavesivirtaaman väheneminen näkyy suolla trofiatason alenemisena ja reunavaikutuksen vähenemisenä. Erityisesti meso-eutrofista, tasaisen märkää ympäristöä vaativa lajisto kärsii eikä runsaskaan pintavesivalunta voi korvata pohjaveden osuuden vähenemistä.

Lisäksi pohjavedenpinnan alentaminen voi vaikuttaa kausikuiviin suotautumispaikoihin sekä orsivesiin liittyviin tihkupaikoihin. Muutos riippuu siitä, kuinka tiiviin kerroksen erottamana suon pinta on pohjavedestä. Tästä on vaikea saada suoria havaintoja, mutta joitakin arvioita voidaan



Kuva 6. Lajittuneen muodostuman reunalla vähittäinen muutos. Maaperä koostuu erilaisista vettä pidättävistä kerroksista.

tehdä pohjavedenpinnan syvyyden sekä kasvillisuustyypin perusteella. Näillä paikoilla muutos voi näkyä esim. karuuntumisena ja taimettumisena sekä kasvillisuuden umpeutumisenä.

7.3 Havaintoja muutamilta vertailualueilta

Reunaojista johtuva laaja-alainen kuivahattaminen on hyvin tavallista sellaisilla aapa-soilla, joilla suon yläreunan ojituksilla on muutettu suolle tulevaa virtaamaa. Tilanne poikkeaa kuitenkin pohjavedenotosta jossain määrin. Reunaajat ohjaavat pois etenkin pintavaluntaa, ja vaikutus pohjavesivaluntaan riippuu tapauksesta. Kuivahattamisen aiheuttamia kasvillisuusmuutoksia ei ole juuri tutkittu. Kattavin aineisto on Ilomantsin Puohtiinsuolta, missä suon yläreunan tehokkaat ojitukset ovat parinkymmenen vuoden aikana aiheuttaneet suon ojittamattomalla keskiosalla eutrofisen suokasvillisuuden häviämisen laajoil-

ta alueilta (Kimmo Tolonen, julkaisematon aineisto).

Harjujen pohjaveden alentamisen vuoksi muuttuneiden aapasoiden vertailu Kälvasvaaran ympäristöön on vaikeaa. Harjut ovat keskenään hyvin erilaisia. Kälvasvaaran tapaiset laajat, ympäröiville soille vettä purkavat muodostumat eivät ole kovinkaan tavallisia. Pohjavedenpumppaamot keskittyvät yleensä asutuksen lähipiiriin, missä harjujen reunat ovat ojitusten ja rai-vausten suuresti muuttamia. Muuten sopiviltakaan kohteilta ei juuri mistään ole mahdollista löytää tietoa alkuperäisestä kasvillisuudesta. Myös tiedot luontaisesta hydrologiasta ovat usein kovin puutteellisia.

Näin ainoaksi mahdollisuudeksi vertailututkimuksissa jää kartoittaa soiden ja läheteikköiden nykytilaa sellaisilla ojittamattomilla paikoilla, joiden ympäristössä tiedetään tapahtuneen selviä hydrologisia muutoksia. Näiltä mahdollisesti löytyvät kuivahattamiseen viittaavat merkit, kuten avosoille ilmestyneet puuntaimet sekä muut "vie-

raat" lajit antavat viitteitä muutosten suunnasta. Lajien häviämistä on yleensä mahdotonta osoittaa, ellei aluetta ole seurattu pitkään.

Tämän selvityksen puitteissa kerättiin joitakin tietoja eräiden Pohjois-Pohjanmaan vedenottamoiden lähellä olevilta ojitattamtomilta soilta ja lähteiköiltä.

Oulun Isokankaalla on vuodesta 1982 alkaen toiminut pieni pohjavedenotamo. Välittömästi sen alapuolella on suon reunalla pieni lähteikkö, jonka kasvillisuutta käytiin katsomassa. Lähde näytti melko selvästi muuttuneelta. Virtaus oli hyvin vähäistä ja lähdekasvit puuttuivat useimmilta lähdepinnoilta kokonaan. Vain pumppaamosta kaukaisimmalla osalla kasvoi lähdelajistoa (*Warnstorfia exannulata*, *Pseudobryum cinclidioides*). Muualla näyttivät etenkin rahkasammalet levinneen lähdepinnoille. Huomattavaa oli myös pajujen ja koivuntaimien runsaus.

Oulun Hangaskankaalla on pohjavettä otettu 1960-luvulta lähtien, mutta mittavaksi pumppaus on kasvanut vasta 1980- ja 1990-lukujen aikana. Harjun luontaiset pohjaveden purkautumispaikat tunnetaan huonosti. Suurin osa niistä on ilmeisesti sijainnut nykyisin pelloiksi raivatuilla alueilla melko kaukana harjusta. Luonnontilaista suota harjun alapuolella on jäljellä Kourinjärven alueella. Täällä on pari lähdetä, joissa on selviä, todennäköisesti Hangaskankaan pohjavesimuutoksiin liittyviä muutoksia. Lähteet ovat lammikkomaisina avosuon keskellä. Toisesta lähteestä heikosti virtaava puro. Varsinaista lähdelajistoa ei niiltä tavattu. Rahkasammalet (etenkin *Sphagnum riparium*) ovat valtalajeina lähteiden reunoilla. Silmiinpistävää oli tiheä koivuntaimikko lähteiden reunalla. Kourinjärven lähteiköiltä on vanhoja mainintoja lettöähkimön (*Stellaria crassifolia*) esiintymisestä, mutta tätä lajia ei ole havaittu enää viime aikoina.

Muhoksen Hirsijärvellä on pohjavettä pumpattu parikymmentä vuotta, mutta jo sitä ennen on järvenlaskulla muutettu harjun pohjavesioloja. Täällä luonnontilainen Löytösuoan aapasuoalue sijaitsee aivan harjun reunalla. Tilanne poikkeaa kuitenkin Kälväsvaarasta siten, että varsinaisen harjun pohjavedet eivät purkaudu suolle vaan valtaosin kuivatun Hirsijärven alueelle ja osin ehkä alemmaksikin. Soiden vesi on täällä peräisin harjun reunan orsivesimäisistä kerroksista. Kuitenkin täältäkin pumppaamon läheisiltä soilta on merkkejä pohjaveden alenemisen aiheuttamasta kuivahtamisesta. Ilmeisesti veden suotautuminen rantavallien orsivesikerroksista on jossain määrin lisääntynyt. Löytösuoan rehevän rimpineva-alueen pumppaamo lähinnä oleva reuna poikkesi selvästi suon muista reunamista. Täällä oli vähintään muutaman kymmenen metrin levyisellä vyöhykkeellä havaittavissa koivuntaimien ja karun välipintalajiston (tupasvilla, *Eriophorum vaginatum* ja rahkasammalet) leviämistä mesotrofisille rimpipinnoille. Isovarpurämeet nevan reunalla saattavat myös olla muuttuneita. Vastaavia tyyppisiä oli myös toisella pumppaamon läheisellä suolla, Hillasuolla.

Ruukin Relletissä pohjavedenotto on laajaa. Harjun reunalle sijoittuu edustavia, ojitattomia kausikuivia soita sekä turpeettomia "aroja". Niillä on nähtävissä eri asteista pohjaveden alenemiseen liittyvää kuivahtamista. Voimakkaimmin on muuttunut pieni, hyvin ohutturpeinen painanne harjun hiekkavallien välissä lähellä Ahve-roisen lampea. Täältä on Oulun yliopiston kasvimuseon tietojen mukaan v. 1976 kerätty ruskopiirtoheinä (*Rhynchospora fusca*) avoimelta, saraiselta suolta. Nykyään paikalla on tiheää parimetristä taimikkoa. Pohjakerroksessa vallitsee korpi-karhunsammal (*Polytrichum commune*). Kenttäkerroksessa on harvakseltaan luhta-

villaa (*Eriophorum angustifolium*) ja muita saramaisia kasveja. Ruskopiirtoheinä on hävinnyt, vaikka suota ei ole ojitettu. Vedenotto on ollut tässä osassa käynnissä melko pitkään. Sen lisäksi alapuoliselle purkautumisalueelle vedetyt syvät ojat ovat luultavasti muuttaneet pohjavedenpintaa.

Heiniaron tienoilla, Relletin uudemman pumppaamon lähellä on vastaavanlaisia ohutturpeisia, kausikuivia soita. Niillä muuttuminen on hieman vähäisempää ja rajoittuu ohutturpeisimpaan, lähinnä harjua olevaan läpäiseväpohjaiseen reunaan. Suon hieman paksurpeisempi ja tasakosteampi reuna vaikutti luonnontilaiselta. Selvitystä varten kerättiin tiedot 8 näytealalta: 4 näytealaa ruskopiirtoheinäaromuuttumalta ja neljä kausikuivalta oligotrofiselta luhtavillaiselta (*Eriophorum angustifolium*) ruopparimpinevamuuttumalta.

Ruskopiirtoheinäarolla on tiheä hieskoivun taimikko. Kytökarhunsammalta (*Polytrichastrum longisetum*) ja korpikarhunsammalta (*Polytrichum commune*) on ilmaantunut kasvillisuuteen. Kasvillisuudessa esiintyvät satunnaisina ja pienin peittävyysin juolukka (*Vaccinium uliginosum*) ja variksenmarja (*Empetrum nigrum*), jotka eivät kuulu luonnontilaisen ruskopiirtoheinäaron lajistoon. Ruskopiirtoheinän peittävyudet ovat toistaiseksi yhtä korkeita kuin luonnontilaisillakin aroilla. Laji ei ilmeisesti häviä kovin nopeasti, mutta taimikon kasvaessa sen kasvuolot huononevat oleellisesti. Kausikuivalla ruopparimpinevalla on selvin muutos ollut kytökarhunsammalten (*Polytrichastrum longisetum*) ilmaantuminen kasvillisuuteen.

7.4 Arvio vedenoton vaikutuksista eri kasvillisuustyyppeihin

Vaikutusarvion pohjana on käytetty alueelta tehtyä pohjavesimallia (Ikäheimo ja Hin-

tikainen 1999), jossa on esitetty luonnontilainen, kalibroitu pohjavedenpinta sekä pohjavedenpinta ja virtauksen pääsuunnat oletetussa vedenottotilanteessa.

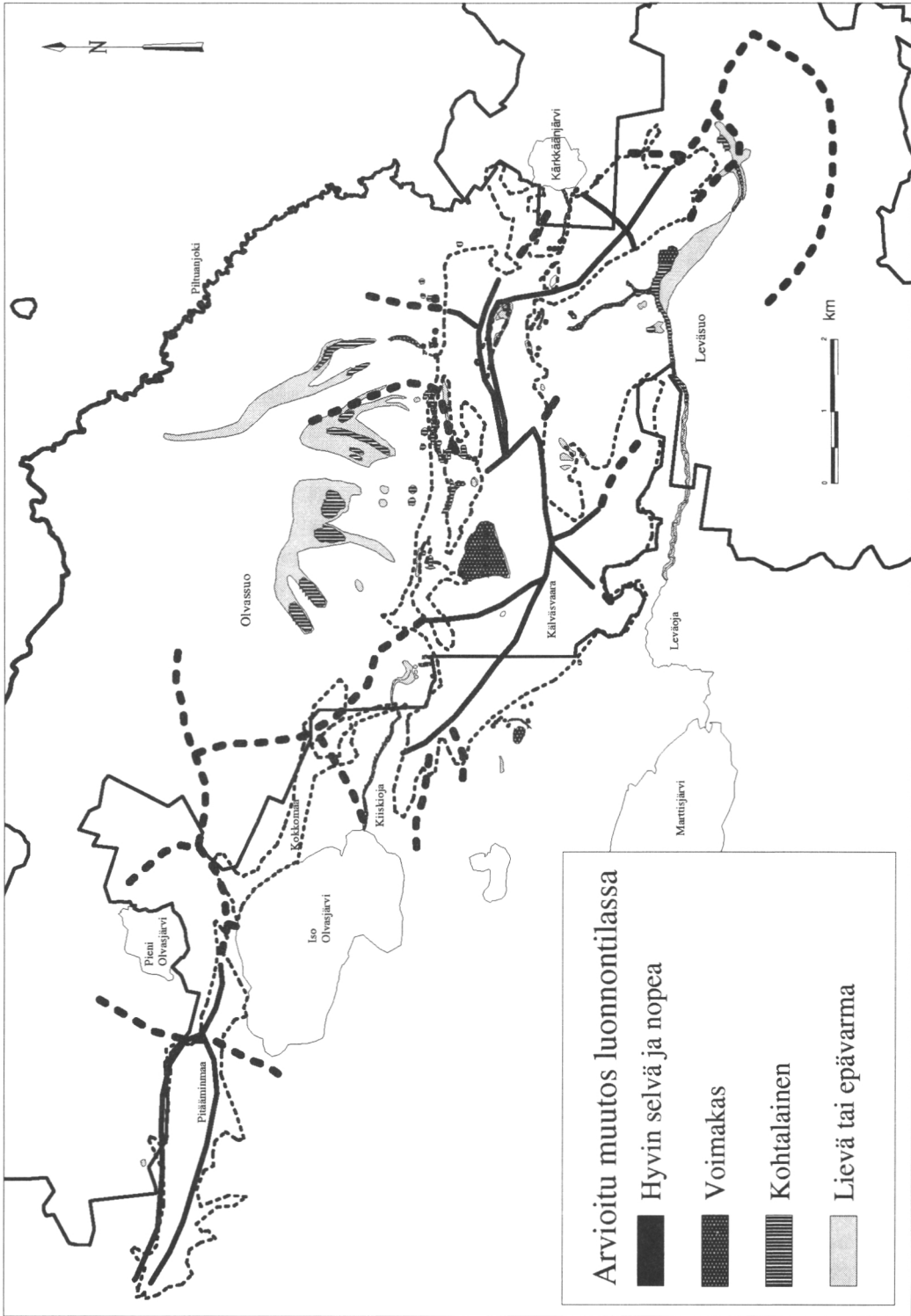
Koko tutkimusalueen tasolla vaikutusta arvioidaan kahdella tavoin. Muutoksen voimakkuutta arvioidaan eri alueilla (kuva 7). Tässä käytetyt kriteerit on lueteltu liitteessä 2. Arvio muutoksen suunnasta kasvillisuuden kannalta on esitetty kuvassa 8.

7.4.1 Pohjavesilähteet ja tihkupinnat sekä lähdepurot

Mikäli vedenpinnan alenema lähteessä on yli 50 cm, lähteen reunamat kehittyvät todennäköisesti turvekangasmaisiksi. Hyvin karut seinäsammal-isovarpurämeet ovat tavallisia luonnontilaistenkin lähteiden tuntumassa kohdissa, joissa vedenpinta on yli 50 cm:n syvyydellä. Näillä kohdin vaatelias lähdekasvillisuus taantuisi nopeasti ja myöhemmässä vaiheessa muutakin suokasvillisuutta häviäisi.

Voimakas kuivuminen rajoittunee kaapeaan vyöhykkeeseen avolähteiden ja lähdepurojen reunalla. Ulompana vedenpinnan aleneminen on vähäisempää ja kasvillisuuden voidaan olettaa muuttuvan rahkärämeen suuntaan. Jos aleneminen on vähäisempää, voidaan olettaa tärkeimmiksi muutoksiksi vaateliaan lähdelajiston taantuminen sekä mätäs- ja välipintaisten rahkasammalien leviäminen.

Vedenoton vaikutukset näkyvät avolähteissä varsin nopeasti. Uusi virtaustila saavutetaan pääosin parin vuoden sisällä. Kasvillisuus reagoi viiveellä. Jos muutos on huomattava, vaatelias lähdelajisto voi taantua nopeastikin. Lievemman muutoksen vaikutukset saattavat tulla esiin selvinä esim. vasta poikkeuksellisen kuivan jakson yhteydessä. Puuston ja mätäspintalajiston kehittyminen vie vuosikymmeniä.



Kuva 7. Arvio suunnitellun vedenoton aiheuttamien kasvillisuusmuutosten voimakkuudesta.

Jos lähteen vesi virtaa purossa tai piilopurossa vesistöön, vaikutus ympäröivään suohon on vähäinen. Itse purossa ja aivan sen reunoilla kasvillisuus muuttuu, samoin kuin muu eliöstö. Selvimpiä muutoksia olisivat kasvillisuudessa puron reunojen lähteisyyttä osoittavien lajien taantuminen sekä mätäspinnan rahkasammalten runsastuminen. Rahkasammalten kasvu saattaisi joissain tapauksissa muuttaa puron piilopuroksi.

7.4.2 Soiden keskiosien lähdevaikutteiset rehevät osat

Kankaan reunan lähteissä tapahtuvat muutokset voivat vaikuttaa laajasti suon keskiosissa siellä missä vesi leviää virtaamaan määrän, reunavaikutteisen avosuon pintakerrosta myöten. Myös suon keskiosan tihevyöhykkeiden reunavaikutteiset, meso-eutrofiset märkäpinnat muuttuvat pohjaveden virtauksen vähetessä. Tällaisilla paikoilla pintavesivirtaus voi pohjaveden vähenemisestä huolimatta pitää suon märkänä ja jossain määrin reunavaikutteisenakin. Herkimpään lajistoon vaikuttaa kuitenkin vähäininkin muutos pohjaveden määrässä.

Virtauksen vähetessä reunavaikutteisella suolla vaateliaat, kilpailulle herkät rimpipintalajit taantuvat ja etenkin välipinnan rahkasammalet hyötyvät. Herkimmin kärsiviä lajeja olisivat todennäköisesti esim. lettosara (*Carex heleonastes*), lettotähtimö (*Stellaria crassifolia*), lettokuirisammal (*Calliergon richardsonii*) sekä kiilto- ja lapinsirppisammal (*Hamatocaulis vernicosus*, *H. lapponicus*). Muuttuvien paikkojen voidaan olettaa kehittyvän oligomesotrofisten sara- tai rimpinevojen suuntaan. Tällaiset suot ovat hyvin laajoja tutkimusalueen niissä osissa, mihin harjuilta ja harjun reunan soilta tulee pinta- ja orsivesiä, mutta ei pohjavettä.

Myös selvästi pohjavesilähteisiin liittyvät lähteiset lettonevat muuttuvat vastaa-

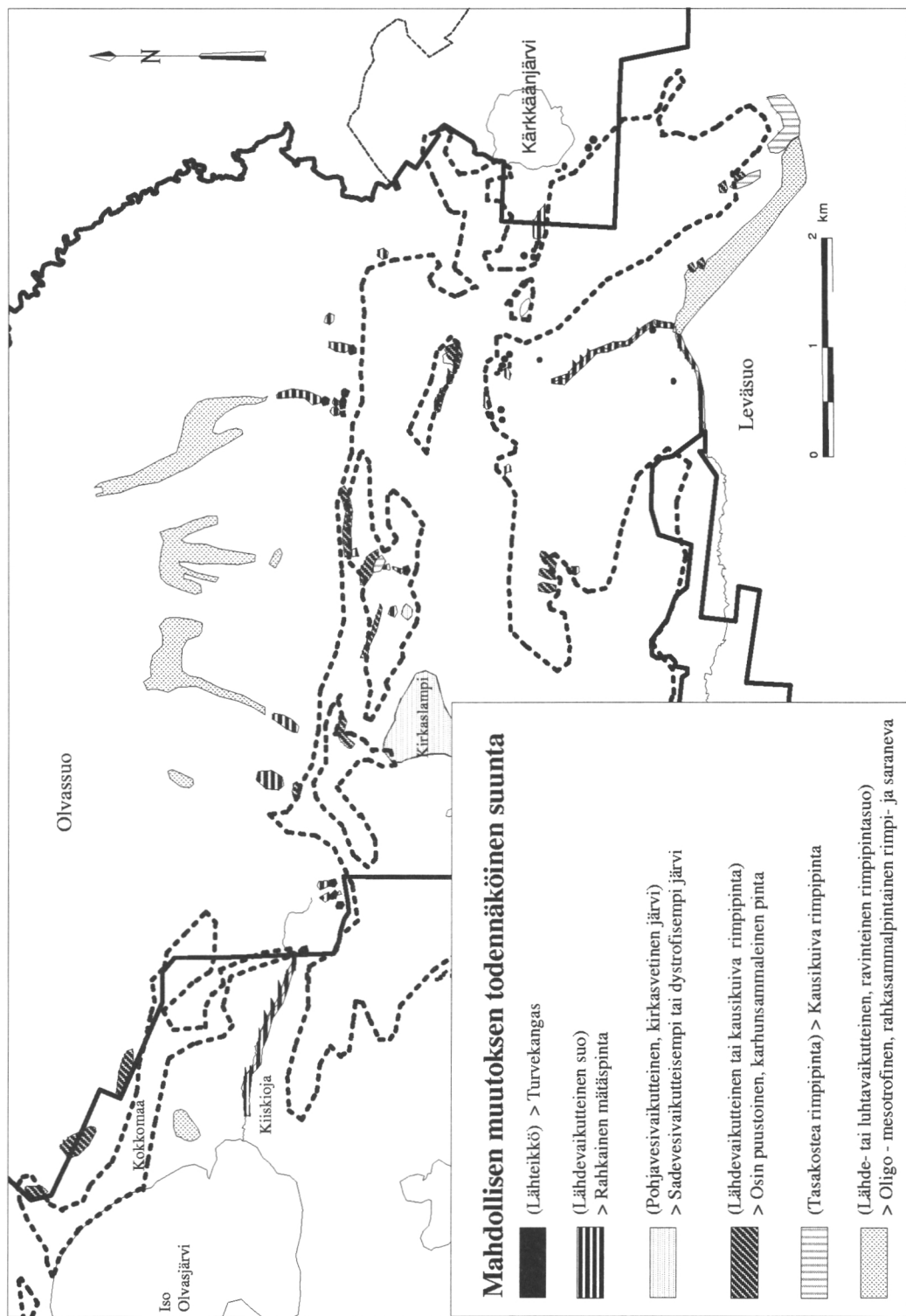
vasti. Niiden muuttumisessa todennäköisesti vallitseva prosessi olisi pohjavesivirtauksen vähenemisestä johtuva väli- ja mätäspintojen rahkasammalten runsastuminen rimpipinnan vaateliaampien ruskosammalten kustannuksella. Pintavalunnan vähäisyydestä johtuen voimakas muutos saattaisi johtaa rahkarämemäisen kasvillisuuden kehittymiseen.

Suon keskiosien lähdevaikutteisten osien muutokset ovat hitaita. Voimakkaimmin muuttuvissa tapauksissa voisi selviä kasvillisuusmuutoksia tapahtua jo kymmenen vuoden aikana, lievemmissä tapauksissa muutokset alkaisivat näkyä hitaammin.

7.4.3 Kausikuivat alueet ja läpäiseväpohjaiset rimpiset suot

Kausikuivilla pinnoilla pohjaveden pinnan alentaminen voi vaikuttaa vesitalouteen, jos vedenotto vähentää tulovirtaamia. Pelkkä pohjavedenpinnan aleneminen voi vaikuttaa silloin, jos pohjavesi kasvukaudella yleisesti ulottuu niin lähelle pintaa, että sitä kulkeutuu kapillaarisesti kasvien juuristokerrokseen tai pintaan. Tällaista näyttäisi eri havaintojen perusteella olevan erityisesti ruskopiirtoheinän vallitsema kasvillisuus. Hiukan märemmän, saravaltaisen kasvillisuuden osalta arviointi on vaikeampaa: erilaiset tiiviit kerrokset näyttävät usein pitävän pinnan vetisenä pohjaveden vaihteluista huolimatta. Paikoin pohjaveden muutokset saattaisivat kuitenkin vaikuttaa niilläkin. Sitä vastoin karhunsammalvaltainen "arokasvillisuus" sekä esim. tupasluikka-paakkurahkasammalvaltainen välipintainen suokasvillisuus ovat ilmeisesti suoran pohjaveden vaikutuksen ulottumattomissa.

Tyypillisiä muutosprosesseja kausikuivien paikkojen kuivumisessa olisivat ainakin karhunsammalpeitteen laajeneminen sekä puuntaimien runsastuminen. Selvim-



Kuva 8. Arvio suunnitellun vedenoton aiheuttamista kasvillisuusmuutosten suunnista.

min taantuvana lajina olisi ilmeisesti ruskopiirtoheinä (*Rhynchospora fusca*).

Erilaisissa kausikuivissa tapauksissa vaikutuksen arviointia vaikeuttaa se, että hydrologiaan vaikuttava maaperän kerrosrakenne voi kasvillisuudeltaan samantapaisillakin paikoilla olla hyvin erilainen. Kuitenkin niissä tapauksissa, jossa vaikutuksia näillä paikoilla ilmenee, ne voivat olla nopeita ja selviä. Aukea kausikuiva alue voi kasvaa umpeen kymmenessä vuodessa.

Vaikutuksen toteamista vaikeuttaa kuitenkin se, että tällaisilla paikoilla luontainkin kosteuden vaihtelu eri vuosina voi vaikeuttaa kasvillisuuteen voimakkaasti.

Jos luontaisesti tasakosteilla, rimpisillä soilla pohjavedenpinnan alentaminen lisää pohjavesiin suotautuvaa vesimäärää, muuttuu näiden kasvillisuus todennäköisesti kausikuivien soiden suuntaan. Parhaiten näissä vesitaloudeltaan äärevissä oloissa selviävät vaatimuksiltaan väljät keskustavaikutteisten soiden saramaiset lajit. Tällaisiin paikkoihin erikoistuneita lajeja on melko vähän, tavallisimpia niistä ovat karhunsammalet (*Polytrichum commune*, *Polytrichum longisetum*) sekä paakkurahkasammal (*Sphagnum compactum*).

7.4.4 Orsivesiin liittyvät tihkuvaikutteiset alueet

Vedenoton vaikutusta orsivesikerroksista tulevien tihkujen ja lähteiden virtaukseen on vaikea arvioida kaikissa tapauksissa. Jos orsivesikerros on selkeä (orsiveden ja pohjavedenpintojen ero useita metrejä), voidaan olettaa vaikutuksen olevan hyvin vähäisen. Luonnossa raja pohjavesien ja orsivesien välillä ei kuitenkaan aina ole jyrkkä. Usein orsivesi saattaa ainakin joltain osaltaan olla niin läheisessä yhteydessä pohjaveteen, että vedenotto voi jossain määrin vaikuttaa siihenkin lisäämällä orsivedestä pohjaveteen suotautuvan veden osuutta.

Tutkimusalueella on runsaasti veden purkautumispaikkoja, jotka ovat niin korkeudeltaan kuin kasvillisuudeltaankin selvien pohjavesipurkaumien ja orsivesipurkaumien välimuotoja. Erityisesti monet kultakuirisammalvaltaiset (*Warnstorfia sarmen-tosa*) pienet tihkupinnat ovat tällaisia ja niiden osalta vedenoton vaikutus voi olla huomattava.

7.5 Vaikutukset Olvassuon ja Leväsuon aapasuokokonaisuuksiin

Käytetyn mallin mukaisessa vedenottolanteessa (11 500 m³/vrk) purkautumisen Kälväsvaaralta Olvassuon aapasuolle on arvioitu vähenevän vajaan puoleen luonnontilaisesta. Lisäksi vedenotolla voisi olla jossain määrin vaikutusta orsivesien purkautumiseen. Suurin muutos tapahtuisi Rahasaarten eteläpuolisella lähteikköalueella, missä purkautuminen ilmeisesti loppuisi lähes kokonaan. Tämä vaikuttaisi itse lähteikköisen alueen lisäksi laajalle alueelle alapuolisilla soilla. Vaikutusalue jatkuisi lähteistä ainakin reilun kahden kilometrin päähän suon keskiosiin. Lännempänä, Ison Kirkaslammen pohjoispuolella pohjavesien tulo suolle jatkuisi, tosin jonkin verran vähentyneenä. Virtauksen vähentyminen voisi täälläkin vaikuttaa ainakin lettomaiden soiden vaateliasseen lajistoon ehkä laajastikin.

Leväsuon pohjoisosassa vedenoton aiheuttama muutos olisi voimakas. Kälväsvaaralta Leväsuolle suuntautuvan purkautumisen on mallissa ennustettu loppuvan jokseenkin kokonaan tai paikoin jopa kääntyvän veden suotautumiseksi suolta kankaaseen päin. Muutos olisi hyvin selvä sekä pohjoisnurkan lähteiköissä että keskiosan rehevimmillä, tihkuvaikutteisilla soilla. Lisäksi vedenoton on ennustettu vähentävän

pintavaluntana tulevaa vesimäärää niin, että vaikutukset keskeisillä rimpineva-alueilla olisivat laajoja.

Kälvasvaaran sisällä olevat rantavallien ja sivuharjanteiden patoamat suot kuuluvat myös laajassa mielessä Olvassuon ja Leväsuon aapasuokokonaisuuksiin. Ne ovat pienipiirteisesti vaihtelevia, osin kausikuivia, osin tasakosteita soita. Niihin liittyy myös pieniä lähteikköjä. Etenkin lähteikköillä ja joillakin kausikuivilla rimpialueilla vedenotto vaikuttaisi paikoitellen näkyvästi luontoon.

Myös Kiiskiojan monipuolisen lähteikköalueen voidaan sanoa kuuluvan Olvassuon aapasuokokonaisuuteen, vaikka kapea hiekkavalli erottaa sen suoaukeasta. Tällä alueella vedenoton vaikutukset lähteisiin, lähdesoihin ja lähdepuroihin olisivat hyvin selviä.

Olvassuon länsiosa rajoittuu Kokkomaan ja Pitääminmaan harjuihin. Näiden kohdalla ei ole havaittu selvää pohjaveden purkautumista harjuilta soille. Vedenotto saattaisi vaikuttaa joihinkin kankaiden reunoilla oleviin, hyvin ohutturpeisiin kausikuiviin osiin. Vaikutuksen arvioiminen on kuitenkin käytettävissä olevan tiedon pohjalta vaikeaa.

Muutosten merkitys aapasuokokonaisuuksien monimuotoisuudelle on paljon suurempi kuin muuttuvan pinta-alan suhteellinen osuus koko aapasuosta. Muutokset koskisivat voimakkaimmin lähteitä, märkiä lettomaisia soita ja eräitä vetisiä rimpipintoja. Tällaiset ympäristöt ovat lajistoltaan ja luonnoltaan hyvin omaleimaisia ja rikkaita. Niiden häviäminen tai muuttuminen yksipuolistaiksi aapasuokokonaisuutta voimakkaasti.

Vedenoton aiheuttamien lajistomuutosten voidaan arvioida olevan selvästi monimuotoisuutta vähentäviä. Muutoksista kärsivä lajisto ja kasvillisuus ovat yleensä alueellisesti ja paikallisesti harvinaisia, mo-

net uhanalaisiakin. Hyötyvät lajit taas todennäköisesti käsittäisivät soiden vaatimatonta ja tavallisinta lajistoa tai ihmisen toimista yleisesti hyötyvää pioneerilajistoa.

Alueen aapasuoluonnon tekee erityisen arvokkaaksi se, että Olvassuon Natura 2000 -alueella on hyvin laaja soista, kankaista ja vesistöistä muodostuva kokonaisuus vesitaloudeltaan lähes täysin luonnontilassa. Tällainen alue on tutkimukselle arvokas. Ihmisen aiheuttama muutos, suhteellisen vähäinenkin, voisi tehdä tyhjäksi alueen aseman luonnontilaisena vertailukohteenä.

7.6 Vaikutus muuhun eliöstöön

Vaikutuksia muuhun eliöstöön voidaan josain määrin arvioida kasvillisuusmuutosten perusteella. Soiden paikoittainen kuivuminen ja laajempi karuuntuminen ja rahkoittuminen voisivat heikentää monien lintulajien elinoloja. Erityisesti voisivat kärsiä sellaiset lajit, joille saraiset märkäpinnat muodostavat keskeisen pesimis- tai ruokailuympäristön. Tällaisia olisivat mm. monet kahlaajat, kurki, metsähänhi sekä muutto- ja nuolihaukka.

Vesilinnut voivat kärsiä järvissä tapahtyvista muutoksista. Linnustoltaan merkittävänä järvinä tutkimusalueella voidaan pitää Kirkaslampea ja Pientä Olvasjärveä. Jälkimmäisen kohdalla muutoksen arviointi on lähtötietojen puutteellisuuden vuoksi epävarmaa.

Myös lähteiden, lähdepurojen ja lähdevaihteisten lampien vesieliöstö on omaleimainen (Williams ja Danks 1991). Kaikkiin niukka julkaistu tieto perustuu enimmäkseen satunnaisiin havainnoiteihin. Suomessa voimakkaiden lähteiden häviäminen merkitsee lähes tutkimattomien eliöstöjen menettämistä (Heino ja Paavola, painossa).

8 Yhteenveto

Olvassuon Natura 2000 -alue on 27 073 ha laaja kokonaisuus, josta tutkimusalue käsittää vain osan. Se kuuluu maamme arvokkaimpiin aapasuoluonnon suojelukohteisiin. Täällä on mittava soista, kangasmaista ja vesistöistä koostuva kokonaisuus hydrologialtaan lähes täysin luonnontilassa.

Tässä tutkimuksessa selvitettiin Viinivaaran pohjavedenottohankkeen vaikutusta Olvassuon Natura -2000 -alueen luontoon, erityisesti kasvillisuuteen. Viinivaarahankkeessa on suunniteltu pumpattavaksi vettä useista harjuista. Olvassuon Natura 2000 -alueen sisälle sijoittuu pääosa Kälväsvaaran muodostumasta, jonka pohjavesistä hiukan alle kaksi kolmasosaa purkautuu tälle suojelualueelle. Läheiset Kokkomaan ja Pitääminmaan harjut rajoittuvat suojelukokonaisuuteen, mutta niiden pohjavesien runsaimmat purkautumisalueet sijoittuvat hieman Natura-rajauksen ulkopuolelle.

Vedenoton vaikutusalueen vertaamisen muuhun Natura 2000 -alueeseen teki mahdolliseksi se, että Metsähallitus on laatinut koko alueelta alustavan kasvillisuuskartoituksen. Kälväsvaaraan rajoittuvat Olvassuo ja Leväsuo kuuluvat laajan kokonaisuuden arvokkaimpaan osaan. Huomattava osa koko Natura 2000 -alueelta tunnetuista lähteistä sekä meso-eutrofisista soista sijoittuu arviointialueelle. Tutkimusalueella lettomaisten suotyyppien esiintyminen liittyy pohjaveden purkautumiseen. Natura-alueella muualla vastaavia lettoja tunnetaan Ison Palovaaran tuntumasta. Märkyys ja rimpipintaisuus on tutkimusalueen pohjavesivaikutteisilla aapasoilla laajempaa kuin yleensä muualla tässä suovyöhykkeessä. Olvassuo on koko seudun laajin ja märin suo.

Tutkimusalueen hydrologian selvittämiseksi etsittiin alueelta pohjaveden pur-

kautumiskohdat ilmakuvienv ja maastotarkistusten avulla. Lisäksi kartoitettiin veden suotautumista sekä pintavesien virtausta osoittavia luhtaisia suotyypppejä.

Kasviston tutkimisessa kiinnitettiin huomiota etenkin pohjaveden vaikutusta osoittavan indikaattorilajiston esiintymiseen. Lisäksi eräät vaateliaat kausikuivien soiden lajit ilmeisesti osoittavat pohjaveden läheisyyttä. Kausikuivista alueista ja orsivesiin liittyvistä tihkuista laadittiin myös kuvauksia.

Kälväsvaara on saumamuodostumaan liittyvä mittava harjunlaajentuma. Lajittuneiden hiekka- ja sorakerrosten lisäksi siihen kuuluu moreeni- ja silttivaltaisia osia. Muodostuman epäyhtenäisyydestä, kerroksellisuudesta ja paksuista maapeitteistä johtuen vettä purkautuu melko tasaisesti vaaran eri puolille ja eri korkeustasoille.

Harjun ja suon rajan tuntumaan sijoittuvat pohjaveden purkautumispaikat ovat avolähteitä ja tihkupintoja, joissa tavataan tyypillisiä lähdelajeja. Näiden alapuoliset lähdepurot ovat usein pitkiä matkoja piilossa karujen rämeiden alla. Alempana niiden vesi voi virrata vesistöihin tai levitä märeille aapasuolle. Soiden keskiosiin on tulkittu tulevan lisäksi runsaasti pohjavesiä syvistä kerroksista laajoina, diffuuseina tihkuvyöhykkeinä. Nämä erottuvat ympäristöään märempinä ja rehevämminä juotteina, joiden kasvistossa on mukana lähteisyyttä suosivia lajeja.

Kankaiden reunoilla, varsinaisen pohjavedenpinnan yläpuolella purkautuu monin paikoin myös orsivesiä soille. Tällaisista orsivesipurkaumista selvät lähdelajit yleensä puuttuvat ja niissä esiintyy kausitaista kuivumista sietäviä lajeja.

Alueen pohjavesien kemiallisesta koostumuksesta tehtiin tässä tutkimuksessa joitakin analyysejä lähteiden ja erilaisten soiden vesistä. Näitä tuloksia voidaan verrata aiemmin Pohjois-Pohjanmaan ympäristökes-

kuksen toimesta koepumppausten yhteydessä kerättyihin tietoihin. Lähteiköistä purkautuva vesi näyttää yleisesti vastaavan pumpattavien pohjavesien keskimääräistä koostumusta. Tätä selvästi korkeampia alkaliteetti- ja sähkönjohtavuusarvoja tavattiin parista lähempänä soiden keskiosia olevasta meso-eutrofisesta kuviosta. Näiden tulkittiin edustavan hyvin syvältä tulevaa pohjavesien tihkumista. Tätä tukee muun muassa se, että Kälvasvaaran muodostumassa näyttävät syvempien kerrosten pohjavedet poikkeavan usein korkeamman pH:n, alkaliniteetin ja sähkönjohtavuuden osalta ylempien kerrosten pohjavesistä.

Tutkittujen aapasoiden rehevienkin juotien vedelle näyttää olevan tyypillistä emäskationien, etenkin Ca:n suhteellisen matala pitoisuus, vaikka pH onkin melko korkea ja humuspitoisuus suovedessä hyvin pieni. Tämä viittaa siihen, että tällaisten osin pohjavesistä ravinteensa saavien luhtaisten suojuotien ravinnetasapaino riippuu suoraan suossa virtaavan veden määrästä. Virtauksen väheneminen voisi alentaa veden pH:ta ja suon trofiatasoa hyvin selvästi.

Alueelta tavattiin useita sellaisia direktiiveissä mainittuja luontotyyppisiä, joihin pohjavedenotto voisi suoraan vaikuttaa. Tutkimusalueella ovat Olvassuo ja Leväsuu ovat hyvin edustavia ja laajoja aapasoita, jotka ovat säilyneet hydrologialtaan poikkeuksellisen luonnontilaisina. Niiden erikoispiirteinä on runsaasta pohjavesivirtauksesta johtuva vaihtelevuus, rehevyys ja märkyys.

Kirkaslampi on hyvin edustava karu, kirkasvetinen järvi. Tämäntyyppisiä järviä esiintyy suurilla harjualueilla, joissa muodostunutta pohjavettä kulkeutuu järviin. Yleensä hyvin soisessa Oulun läänin länsiosassa tällaisia järviä on vähän. Kirkaslammen rannat ja koko valuma-alueen maanpinta on luonnontilassa.

Lähteitä ja lähdesoita tavattiin tutkimusalueella runsaasti eri puolilla aluetta. Ne edustavat kasvistoltaan ja hydrologisilta oloiltaan hyvin monenlaisia tilanteita. Laajalla alueella kaikki lähteet, tihkupinnat ja tihkuvyöhykkeet ovat koko valuma-alueineen luonnontilassa.

Lettojen esiintyminen täällä on riippuvaista jatkuvasta pohjaveden virtauksesta. Olvassuon ja Leväsuon keskisiin osiin sijoittuvien lettojen kasvillisuus ilmentää voimakasta reunavaikutusta. Edellisiä laajemmin täällä tavataan ravinnetasoltaan tyypillisen mesotrofian ja eutrofian välille sijoittuvia, myös hyvin reunavaikutteisia soita, joilla esiintyy harvinaisiakin lajeja.

Alueelta tavattiin erikoisia ruskopiirtoheinävaltaisia painanteita, jotka tekijöiden tulkinnan mukaan kuuluvat suojeltaviin luontotyyppisiin. Nämä sijoittuvat tyypillisesti kausikuivien suotautumisaluiden niihin osiin, joissa pohjaveden vaikutus on tuntuvaa.

Tutkimusalueen reunoilla on edustavia, hyvin luonnontilaisia pikkujokia, joiden luontoon harjujen pohjavesien purkautuminen vaikuttaa. Kaikki alueen vesistöt kuuluvat Natura 2000 -ohjelmaan kuuluvan Kiiminkijoen vesistöön. Luonnonsuojelulain mukaan suojeltavaa tervaleppäkorpea tavataan luonnontilaisina ja edustavina kuvioina heti Natura-alueen rajan ulkopuolella lähdevetisen Kiiskiojan varsilla.

Luontodirektiivien liitteen 2 mukaan suojeltavista kasvilajeista tavattiin kaksi sammallajia, jotka kuuluvat myös valtakunnallisesti uhanalaisiin lajeihin. Nämä ovat märkien, voimakkaasti reunavaikutteisten lettojen lajeja. Ne esiintyvät harvinaisina Olvassuolla ja Leväsuolla näiden soiden keskiosien tihkuvyöhykkeillä.

Muista valtakunnallisesti tai alueellisesti uhanalaisiksi tai silmälläpidettäviksi luokitelluista lajeista tavattiin yksi lähdelaji, kuusi selvästi lähteisyyttä suosivaa meso-

eutrofisten soiden lajia, kaksi kausikuivien ruoppa- ja hiekkapintojen lajia ja kolme lähteisyyden suhteen enemmän tai vähemmän indifferentiä ravinteisten soiden lajia.

Vedenoton vaikutuksia luonnolle arviointiin Kälväsvaaran pohjavesimallin perusteella. Tällöin on oletettu vedenotoksi 11 500 m³/vrk Kälväsvaaran osalta. Länneppänä tutkimusalueeseen kuuluvien Kokkomaan ja Pitääminmaan alueilla arviointi jäi vähäisistä pohjatiedoista johtuen epävarmemmaksi kuin muualla.

Arvion tekemistä varten suot luokiteltiin ensin niiden hydrologisen luonteen mukaan. Tällöin on tarkasteltu sitä, missä määrin pohjavedenpinnan aleneminen voisi vaikuttaa toisaalta suovedenpinnan tasoon, toisaalta virtauksen määrään. Muutoksen suuntaa on arvioitu sen mukaan, mitä tiedetään vesien virtaussuhteista ja vedenpinnan tasosta eri suotyypeillä. Lisäksi käytiin vertailun vuoksi katsomassa kasvillisuutta eräiden toimivien vedenottamoiden lähitienoilla sekä joillakin ojituksen vuoksi muutuneilla kohdilla lähitienoilla.

Lajistossa erityisen selvästi vesitalouden muutoksista kärsivät todennäköisesti lähdekasvit ja vaateliaat lähteisyyttä suosivat suokasvit. Lisäksi esimerkiksi karuuntuvilla pinnoilla tapahtuvan rahkoittumisen ja kuivuvilla pinnoilla tapahtuvan taimettumisen voitiin katsoa voimakkaasti vaikuttavan erityisesti vapaata kasvutilaa vaativien lajien elinmahdollisuuksiin. Uhanalaisten tai muuten erityisen huomionarvoisten lajien osalta oli usein seurantaan perustuvaa tietoa niiden reagoimisesta kuivumiseen ja kilpailevan kasvillisuuden leviämiseen.

Muutoksen arviointia varten laadittiin likimääräinen asteikko. Tässä olivat kriteereinä pohjaveden arvioitu osuus suolla tai purossa virtaavasta vesimäärästä, ennustettu väheneminen pohjaveden virtaamassa pumppaustilanteessa luonnontilaan verrattuna, ennustettu pohjavedenpinnan alene-

ma kyseisellä kohdalla sekä lisäksi pohjaveden vaikutusta ilmentävän kasvillisuuden esiintyminen. Näiden perusteella tarkastellut lähteet, lähdepurot sekä pohjavesivaikutteiset suot jaoteltiin eri luokkiin sen mukaan, kuinka voimakkaaksi muutos arvioitiin.

Oletukseksi valitussa vedenottotilanteessa pohjaveden purkautumisen Kälväsvaaralta Olvassuon Natura-alueelle voitiin arvioida olevan korkeintaan noin neljäsosa luonnontilaisesta. Tämä merkitsee monin paikoin kankailta lähteikköihin tulevan pohjaveden jokseenkin täydellistä loppumista. Selvimmät muutokset arviointiin Hetesuon, Leväsuon pohjoisosan, Olvassuon itäosan sekä Kiiskiojan lähteiköille. Myös soiden keskiosien tihkuvyöhykkeisiin tulevien vesien määrän arvioitiin alenevan. Erityisen selvää tämä olisi Leväsuolla, mutta näkyviä muutoksia on ennustettu myös Olvassuon rehevimmille juuteille. Aapasuopinnan alemmissa osissa, missä kankailta tulevat vedet virtaavat märkiä rimpisoita myöten, virtauksen arvioitiin vähenevän monin paikoin merkittävästi. Kälväsvaaran pohjavesialueen keskeisissä osissa vedenotto merkitsee, että pohjavedenpinta alenee laajalta alalta. Tällä arvioitiin olevan vaikutuksia erityisesti pohjavesivaikutteisissa järvissä ja eräissä kausikuivissa painanteissa.

Kuvatuiista suojeltavista luontotyypeistä vedenoton vaikutus arvioitiin selväksi lähes kaikissa lähteiköissä ja tihkupinnoissa, lettopinnoilla, Kirkaslammella ja myös monissa ruskopiirtoheinäpainanteissa. Olvassuolla ja Leväsuolla muutokset vesitaloudessa ja kasvillisuudessa arvioitiin niin laajoiksi, että näitä ei voitaisi enää pitää kokonaisuudessaan luonnontilaisina ja edustavina aapasoina, vaikka jossain määrin vesien tulo kankailta soille jatkuisikin.

Kasvilajiston muutosten arvioitiin olevan selvästi monimuotoisuutta vähentäviä. Kärsivät lajit ovat tyyppillisesti vaateliaita

ja harvinaisia, jotkut uhanalaisiakin. Hyötyviä lajeja todennäköisesti ovat osa karujen soiden tavallisimmasta lajistosta sekä eräät lyhytaikaisesti esiintyvät pioneerilajit.

Alueen uhanalaisista tai muuten merkittävistä lajeista lähes kaikkien todettiin olevan pohjavesivaikutuksesta riippuvaisia tai ainakin niistä hyötyviä. Niiden tunnetut esiintymät ovat valtaosin niillä osilla suota, joissa muutoksia arvioitiin tapahtuvan. Lajiston kannalta erityisen merkittäviä kohtia tutkimusalueella ovat luhtaiset ja lähteiset rimpisuojuotit Olvassuon ja Leväsuon keskiosissa. Näiden lajistoon kuuluvat molemmat alueelta tavatut EU:n direktiivikasvilajit sekä runsaasti muuta uhanalaista ja silmälläpidettävää lajistoa. Näistä paikoista vedenoton on arvioitu muuttavan Leväsuolla olevaa juottia voimakkaasti, Olvassuolla lievästi tai kohtalaisesti.

Kirjallisuus

- Aario, R. & Forsström, L. 1979. Glacial stratigraphy of Koillismaa and North Kainuu, Finland. *Fennia* 157(2): 1-49.
- Ahonen, I., Mattson, A. & Lehtimäki, J. 1999. Kallio- ja pohjavesiolosuhteiden selvitys Utajärven Kälvasvaaran pohjavesialueella. Raportti Maa- ja Vesi Oy:lle 23.6. 1999. Geologian tutkimuskeskus. Etelä-Suomen aluetoimisto. 7 s. + liitteet.
- Airaksinen, O. & Karttunen, K. 1998. Natura 2000 -luontotyyppiopas. Ympäristöopas 46: 1-193.
- Andrus, R. E. 1986. Some aspects of Sphagnum ecology. *Can. J. Botany* 64: 416-426.
- Brown, D. H. 1982. Mineral nutrition. Teoksessa: Smith, A. J. E. (toim.), *Bryophyte Ecology*: 383-444. New York.
- Clymo, R. S. & Hayward, P.M. 1982. The ecology of Sphagnum. Teoksessa: Smith, A. J. E. (toim.), *Bryophyte Ecology*. Chapman and Hall. London. s: 229-289.
- Council Directive 92/43/EEC of May 1992 on the Conservation of Natural Habitats and of Wild Fauna and Flora - OJ L 206 22/7/92. Täydennykset, muutokset ja korjaukset: Corrigendum to Council Directive 92/43/EEC of 21 May 1992 on the conservation of natural habitats and of wild fauna and flora. - OJ L 176 20/7/93, Suomen liittymissopimuksen liitteet. - OJ C 24129/8/94.
- Damman, A.W.H. 1986. Hydrology, development and biogeochemistry of ombrogenous peat bogs with special reference to nutrient relocations in a western Newfoundland bog. *Can. J. Botany* 64: 384-394.
- Englund, J.-O. 1986. Spring Characteristics and hydrological Models of Catchments. A case study from Astadalen, S-E. Norway. *Nordic Hydrology* 17: 1-20.
- Eurola, S. 1962. Über die regionale Einteilung der südfinnischen Moore. *Ann. Bot. Soc. 'Vanamo'* 33: 1-243.
- Eurola, S., Huttunen, A. & Kukko-oja, K. 1995. Suokasvillisuusopas. Oulanka Reports 14: 1-85.
- European Commission DG XI 1996: Interpretation manual of European Union habitats Version EUR 15. -European Union Commission DG XI Environment, Nuclear Safety and Civil Protection, compiled by Carlos Romao DG XI-D2.
- Geologian tutkimuskeskus 1997. Suomen kallioperäkartta 1:1 000 000.
- Hedenäs, L. 1993. Field and microscope keys to the Fennoscandian species of the Calliargon - Scorpidium - Drepanocladus complex, including some related or similar species. *Biodetektor*. 79 s.

- Märsta.
- Heikkilä, H., Kukko-oja, K., Laitinen, J., Rehell, S. & Sallantausta, T. 1999. Arvio Viinivaaran pohjavedenottohankkeen vaikutuksesta Olvassuon Natura 2000-alueen luontoon. Raportti 29.10.2000. Metsäntutkimuslaitos, Muhoksen tutkimusasema. 40 s + liitteet.
- Heino, J. & Paavola, R. (painossa). Virtaveden biodiversiteetin ja uhanalaisten vesiselkärangattomien suojelu Suomessa. Suomen Ympäristö.
- Hämet-Ahti, L. 1988. Suomen kasvillisuuden pääpiirteet. Teoksessa: Alalammi, P. (toim.). Suomen Kartasto 141. Kasvillisuus ja kasvisto, 1-2. Maanmittaushallitus ja Suomen Maantieteellinen Seura. Helsinki.
- Hämet-Ahti, L., Suominen, J., Ulvinen, T. & Uotila, P. 1998. Retkeilykasvio. 4. täysin uudistettu painos. Luonnontieteellinen keskusmuseo, Kasvimuseo. Helsinki. 656 s.
- Häyrinen, U. & Ruuhijärvi, R. 1969. Pohjois-Suomen soiden säilytysuunnitelma. Suomen Luonto 4. 1969: 116-146.
- Ikäheimo, J. & Hintikainen, E. 1999. Kälväsvaaran pohjavesimallitus. Mallin täydennys 1.12. 1999. Raportti Oulun kaupungille (luonnos). Maa- ja Vesi Oy. 6 s. + liitteet.
- Ingram, H.A.P. 1983. Hydrology. Teoksessa: Gore A.J.P. (toim.) Mires: Swamp, bog, fen and moor. Ecosystems of the World. Vol. 4A: 67-158.
- Ivanov, K. E. 1975. Water movement in mirelands. Academic Press. London. s. 1-276.
- Jalas, J. 1953. Rokua. Suunnittelun kansallispuiston kasvillisuus ja kasvisto. *Silva Fennica* 81: 1-97.
- Kansallispuistokomitean mietintö 1976. Komiteamietintö 1976: 88: 1-199.
- Kemiläinen, H. 1995. Viinivaara-selvitys. Lähtökohdat pohjavesien ja maa-ainesten käytön ympäristövaikutusten arvioinnille. *Natura Borealis Oy. Pohjois-Pohjanmaan Liitto.* 57 s.
- Kirkkomäki T. 1996: Olvassuo-Oravisuo-Näätäsuu. Teoksessa: Ohtonen A. (toim.): Pohjois-Pohjanmaan linturetki-*opas.* Pohjois-Pohjanmaan lintutieteellinen yhdistys ry. s: 131-133.
- Koponen, T., Isoviita, P. & Lammes, T. 1977. The bryophytes of Finland: an annotated checklist. *Flora Fennica* 6: 1-77.
- Kujala-Räty, K., Hiisivirta, L., Kaukonen, M., Liponkoski, M. & Sipilä, A. 1998. Talousveden laatu Suomessa vuonna 1996. Suomen ympäristö 181: 1-135.
- Lahermo, P. 1973. The ground water of Central and West Lapland interpreted on the basis of black and white aerial photographs. Geological Survey of Finland. *Bulletin* 262: 1-48.
- Lahermo, P., Valovirta, V. E., & Särkioja, A. 1977. The geobotanical development of spring-fed mires in Finnish Lapland. Geological Survey of Finland. *Bulletin* 287: 1-44.
- Lumiala, O. V. 1944. Über die Beziehung einiger Moorpflanzen zu der Grundwasserhöhe. *Bull Com. Géol.* 132: 147-164.
- Luonnonsuojelualueiden perustamistoimikunnan mietintö IV 1983. Komiteamietintö 1983: 38: 1-271.
- Luonnonsuojelulaki 1996 n:o 1096/1996.
- Lyytikäinen, A. 1978. Valtakunnallinen harjututkimus. Kohdeselostukset. Suomen Akatemia.
- Malmer, N. 1985. Remarks to the classification of mires and mire vegetation - Scandinavian arguments. *Aquilo Ser. Bot.* 21: 9-17.
- Meriläinen, K. 1977. Suomen geologinen kartta 1:100 000. Kallioperäkartta. Lehti 3531. Jonku.

- Metsävainio, K. 1931. Untersuchungen über das Wurzelsystem der Moorpflanzen. *Ann. Bot. Soc. 'Vanamo'* 1: 1-422.
- Ohenoja E. (toim.) 1995. Pohjois-Suomen uhanalaisten kasvien ja sienten luettelot. OUKAMUS 3. Oulun yliopisto, Biologian laitos, Kasvimuseo.
- Piippo, S. 1996. Maksasammalten määrittämissopas. Neljäs uudistettu painos. Helsingin yliopiston kasvitieteen monisteita 148: 1-76.
- Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus. 1998. Viinivaaran pohjavesitutkimus. Alueella suoritettujen tutkimusten ja selvitysten tiivistelmä.
- Proctor, M.C.F. 1995. Hydrochemistry of the raised bog and fens at Malham Tarn National Nature Reserve, Yorkshire, UK. Teoksessa: Hughes, J.M.R. & Heathwaite, A.L. (toim.). Hydrology and hydrochemistry of British wetlands. John Wiley & Sons Ltd, Chichester. s: 273-289.
- Rassi, P., Kaipainen, H., Mannerkoski, I. & Ståhls, G. 1992. Uhanalaisten eläinten ja kasvien seuranta-toimikunnan mietintö. Komiteanmietintö 1991:30. Ympäristöministeriö, Helsinki. 328 s.
- Rassi, P., Alanen, A., Kanerva, T. & Mannerkoski, I. (toim.). 2000. Suomen lajien uhanalaisuus 2000. Uhanalaisten lajien II seurantatyöryhmä, esipainos. Ympäristöministeriö, Helsinki. 432 s.
- Rehell, S. 1985. Oulun Pilpasuon ja sen ympäristön vesitaloudesta ja turpeen ominaisuuksista. Pro gradu -tutkielma. Oulun yliopisto. Geologian laitos. 75 s. + liitteet.
- Rehell, S. 1989. Tutkimuksia veden virtauksesta eräillä luonnontilaisilla suoalueilla. Fil. Lis -työ. Oulun yliopisto, Geologian laitos. 102 s. + liitteet.
- Rehell, S., Heikkilä, H., Kukko-oja, K. & Sallantausta, T. 2000. Kälväsvaaran suunnitellun pohjavedenoton kolmen pumpausvaihtoehdon vaikutus soiden vesioloihin ja kasvillisuuteen. Metla. Muhkan tutkimusasema. 21.1. 2000.
- Roman, S. 1994. Pudasjärven pohjavesialueet ja niiden soveltuvuus vedenhankintaan. Erityiskohteena Viinivaaran seutu. Fil. Lis -työ. Oulun yliopisto. Geologian laitos.
- Rundelin, V. 1999. Viinivaaran pohjavesihanke: Kälväsvaaran soidensuojelualueen ja Olvassuon luonnonpuiston maatutkaluotaus 1999. Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus. 9 s. + liitteet.
- Ruuhijärvi, R. 1960. Über die regionale Einteilung der nordfinnischen Moore. *Ann. Bot. Soc. 'Vanamo'* 31: 1-360.
- Ruuhijärvi, R. 1988. Suokasvillisuus. Teoksessa: Alalammi, P. (toim.). Suomen Kartasto 141. Kasvillisuus ja kasvisto, 2-6. Maanmittaushallitus ja Suomen Maantieteellinen Seura. Helsinki.
- Rydin, H. 1986. Competition and niche separation in Sphagnum. *Can. J. Botany* 64: 1817-1824.
- Rydin, H. 1993. Interspecific competition between Sphagnum mosses on a raised bog. *Oikos* 66: 413-423.
- Rydin, H. 1997. Competition among mosses. *Advances in Bryology* 6: 135-168.
- Saarinen, T. 1999. Vascular plants as input of carbon in boreal sedge fens: control of production and partitioning of biomass. *Publications in Botany from the University of Helsinki* 28: 1-14.
- Sallantausta, T. & Kaipainen, H. 1996. Leaching and accumulation of elements in ombrotrophic bogs as indicators of recent and past deposition quality. *Publications of the Academy of Finland* 4/96: 412-417.
- Solantie, R. & Ekholm, M. 1985. Water balance in Finland during the period 1961-1975 as compared to 1931-1960. *Publication of the Water Research Institute* 59: 24-53.

- Soveri, J. & Peltonen, K. 1996. Lumen ainepitoisuudet ja talviaikainen laskeuma Suomessa vuosina 1976-1993. Suomen ympäristö 6: 1-97.
- Sutinen, R. 1985. Suomen geologinen kartta 1:400 000. Maaperäkartta. Lehti 35. Pudasjärvi.
- Sutinen, R. 1992. Glacial deposits, their electrical properties and surveying by image interpretation and ground penetrating radar. Geological Survey of Finland. Bulletin 359: 1-123.
- Tahvanainen, T. 1999. Suosammalten ekologiset vasteet trofia- ja kosteusgradien-teille. Pro gradu -tutkielma. Joensuun yliopisto. Biologian laitos. 87 s. + 7 liitettä.
- Toivonen, H. & Leivo, A. 1993. Kasvillisuuskartoituksessa käytettävä kasvillisuus- ja kasvupaikkaluokitus, kokeiluvärsio. Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja A 14: 1-96.
- Valtakunnallinen harjijensuojeluohjelma 1984. Ympäristön- ja luonnonsuojeluosaston julkaisu D:6: 1-69.
- Valtakunnallinen soidensuojelun perusohjelma 1977. Komiteamietintö 1977:48: 1-48.
- Waughman, G.J. & Bellamy, D.J. 1980. Nitrogen fixation and the nitrogen balance in peatland ecosystems. *Ecology* 61: 1185-1198.
- Williams, D.D. & Danks, H.V. (toim.) 1991. Arthropods of Springs with particular reference to Canada. *Mem. Ent. Soc. Can.* 155: 1-127.
- Vuorela, P. 1982. Crustal fractures indicated by lineament density, Finland. *The Photogrammetric Journal of Finland*. Vol. 9(1).

Liite 1. Tutkimusalueen pohjaveden muodostumisalueet ja orsiveden sekä pohjaveden esiintulo. Valuma-alueiden rajat näkyvät kuvassa 2. Niiden pohjavesimäärä on arvioitu karkeasti pinta-alan ja suoautumisolojen perusteella. Numerot muissa kohdissa ovat kuvan 1 tutkimuskohteita.

Valuma-alue	Pohjaveden muodostumisalue		Pohjavettä johtava välivyöhyke	
	pinta-ala, ha kangas + suo	m ³ /vrk	Orsiveden esiintulo 1)	Kausikuiva suotautumisalue
1. Pitääminmaa	130 + 10	1600		
2. Olvassuo W	0	0	(88) (89) (90)	
3. Pieni Olvasjärvi	10 + 0	alle 100		87
4. Kokkoma	60 + 200	1500		
5. Kiiskioja	170 + 0	1600	68 (69) (70) (71)	68
6. Kirkaslampi	180 + 60	yli 2000	62 (63) 64	83
7. Rahasaaret	120 + 40	1600		
8. Olvassuo SE	60 + 0	600	(47) (48) 49, 52 (53)	paikoin
9. Hetesuo	160 + 0	1700		
10. Siliäsuo	60 + 20	750		
11. Kärppäsuo	0	0		
12. Hongansuo	55 + 20	750	(29)	30
13. Saralammin kangas	100 + 20	1100	15, 16, 17, 20 (27)	paikoin
14. Iso Leväniemi	20 + 0	150	(10) 11 (12) 13, 14	12
15. Leväoja	120 + 0	1000		
16. Marttisjärvi, Leväsuo	250 + 0	3000		

1) Jos kohteen numero on sulussa, veden purkautuminen on hyvin vähäistä.

Valuma-alue	Pohjaveden purkautumisalue		Alapuolinen virtaus
	Ympäristö	Esiintulo	
1. Pitääminmaa	joen törmä	91	joki
2. Olvassuo W			aapasuo, ei selvää luhtaisuutta
3. Pieni Olvasjärvi	rantasuo	86	järvi + laskuoja
4. Kokkomaa	suon keskiosa + järvi	81	järvi
5. Kiiskioja	suon reuna	73, 74, 75, 76 (80)	puroja
6. Kirkaslampi	suon keskiosa	(65) 77, 78	luhtainen + lähteinen aapasuo
7. Rahasaaret	suon reuna	56, 57, 58, 59	piilopurot + aapasuo
8. Olvassuo SE	suon reuna	50, 51, 54, 55	piilopurot jokeen + aapasuolle
9. Hetesuo	suon reuna	41, 42, 43 (44)	puro + järvi
10. Siliäsuo	suon reuna	45, 46	piilopuro + järvi
11. Kärppäsuo			luhtainen aapasuo
12. Hongansuo	suon keskiosa	39, 40	luhtainen + lähteinen aapasuo + puro
13. Saralamminkangas	suon reuna	18, 19, 21, 22, 23 (24) (25) (26) (28)	piilopurot + puro
14. Iso Leväniemi	suon keskiosa	36, 38	luhtainen aapasuo + puro
15. Leväoja	suon reuna	8	ojat + puro
16. Marttisjärvi, Leväsuo	suon reuna + suon keskiosa	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 (9)	piilopurot + purot

1) Jos kohteen numero on suluissa, veden purkautuminen on hyvin vähäistä.

Liite 2. Muutoksen voimakkuuden arvioimiskriteerit.

1. Hyvin selvä ja nopea muutos

- *Voimakkaasti kuivuvat lähteet*

Pohjaveden purkautumispaikka, jossa pohjaveden osuus koko virtaamasta on yli 90 %. Pohjaveden virtauksen ennustetaan vähenevän alle puoleen luonnontilaisesta. Ennustettu alenema pohjavedenpinnassa on selvästi yli 0,5 metriä.

2. Voimakas muutos

- *Jonkin verran kuivuvat lähteet*

Pohjaveden purkautumispaikka, jossa pohjaveden osuus virtaamasta on yli 90 %. Veden virtaaman ennustetaan alenevan 25–50 % ja pohjavedenpinnan noin 0,5 metriä.

- *Rehevät lähdevaikutteiset suot, jossa pumppauksen vaikutus voimakas*

Pohjaveden tihkuinen purkautumisvyöhyke, jossa pohjaveden osuus virtaamasta 50–90 %. Arvioitu väheneminen pohjaveden virtaamassa suurempi kuin 25 %. Muutoksille herkkää, meso-eutrofista lajistoa.

- *Voimakkaasti kuivuvat kausikuivat suot*

Kausikuiva suotautumispaikka, jossa tulovirtaama vähenee selvästi.

- *Järvi, jossa pinta alenee selvästi ja/tai pohjaveden tulovirtaus alenee selvästi.*

- *Voimakkaasti muuttuvat lähdepuron varret*

Lähdepuron varsi, jossa vaateliasta kasvillisuutta. Pohjaveden osuus yli 50 % ja arvioitu väheneminen pohjaveden virtaamassa yli 50 %.

3. Kohtalainen muutos

- *Jossain määrin kuivuvat lähteet ja lähdepurot*

Pohjaveden purkautumispaikka. Pohjaveden osuus virtaamasta yli 90 %. Veden virtaaman ennustetaan alenevan 10–25 % ja pohjavedenpinnan alle 0,5 metriä.

- *Rehevät, lähdevaikutteiset suot.*

Pohjaveden tihkuinen purkautumispaikka tai lähteisen vyöhykkeen alapuolinen suo, jossa muutoksille herkkää meso-eutrofista lajistoa. Pohjaveden osuus yli 20 % virtaamasta ja arvioitu väheneminen pohjaveden virtaamassa yli 10 %.

- *Todennäköisesti kuivuvat kausikuivat paikat*

Kausikuiva suotautumispaikka, jossa herkkää kasvillisuustyyppejä (mesotrofista lajistoa). Luontainen pohjavedenpinta enintään noin metrin syvyydellä, ennustettu alenema pohjaveden pinnassa yli metri. Tähän ryhmään luettu myös karummat kausikuivat paikat, joissa vedenotto vaikuttaisi tulovirtaamaan lievästi.

- *Orsiveteen liittyvät tihkut.*

Todennäköisesti osittain pumpattavaan pohjavesikerrokseen yhteydessä oleva purkautumiskohta, jossa vaatealiasta, mesotrofista lajistoa. Pohjavedenpinnan ja tihkun pinnan ero alle metri ja ennustettu pohjavedenpinnan alenema yli metri.

- *Lammet, joissa pinta alenee ja/tai pohjaveden tulo vähenee, mutta muutos tuskin kovin voimakas.*

- *Märät, tasakosteat rimpipinnat.*

Ennustettu alenema kokonaisvirtaamassa yli 25 % tai ohutturpeisella kohdalla pohjavedenpinnassa yli metrin. Lähdevaikutus ei selvää.

4. Lievä tai epävarma muutos

- *Heikosti kuivuvat lähteet ja lähdepurot.*

Pohjaveden purkautumispaikka. Pohjaveden osuus virtaamasta yli 90 %. Veden virtaaman ennustetaan alenevan 5-10 %.

- *Ravinteiset, märät suot.*

Ennustettu väheneminen koko virtauksessa yli 10 % tai ohutturpeisella kohdalla pohjaveden alenema vähintään 0,5 metriä. Lähdevaikutus ei voimakas.

- *Orsivesistä peräisin olevat tihkut.*

Pohjavedenpinnan ja tihkun pinnan ero alle kaksi metriä ja ennustettu alenema yli metri.

- Paikat, joissa todennäköisesti vähintään lievää vaikutusta, mutta puutteellisten pohjatietojen vuoksi arviointi epävarmaa. (Tätä jouduttu käyttämään muutamissa paikoissa Kokkomaan ja Pitääminmaan reunoilla, mistä ei ole tehty pohjavesimallia.)

5. Ei merkittävää vaikutusta

- *Ombrotrofiset tai lähes ombrotrofiset suot*

- *Minerotrofiset suot, joiden vedestä vähintään 90 % peräisin pinta- tai pintakerrosvalunnasta, eikä lisääntynyt suotautuminen ole todennäköistä.*

- *Kausikuivat suotautumispaikat tai orsivesitihkut, jotka selvästi rajoittavien kerrokset erottamina pohjavesikerroksesta.*

- *Lammet, jotka selvästi rajoittavien kerrosten erottamina pumpattavasta pohjavesikerroksesta.*

- *Pohjavesivaikutteiset suot, jotka sijoittuvat sellaiseen osaan tutkimusaluetta, johon vedenoton vaikutus ei ylety.*

ISBN 951-40-1769-2
ISSN 0358-4283