

# Lohjanjärven vesikasvillisuustutkimus vuonna 2009



Eeva Ranta



Länsi-Uudenmaan  
**VESI ja YMPÄRISTÖ** ry  
Västra Nylands vatten och miljö rf

Tutkimusraportti 217/2010

LÄNSI-UUDENMAAN VESI JA YMPÄRISTÖ RY, TUTKIMUSRAPORTTI 217/2010

Valokuvat: Eeva Ranta

# SISÄLTÖ

<b>1</b>	<b>VESIKASVILLISUUSTUTKIMUKSEN PERUSTE .....</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>AINEISTO JA MENETELMÄT .....</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>TULOKSET .....</b>	<b>7</b>
3.1	VÄÄNTEENJOKI JA MAIKKALANSELKÄ (LINJAT 36 JA 8) .....	7
3.2	PAPPILANSELKÄ JA RISTISELKÄ (LINJAT 9 JA 10) .....	9
3.3	AURLAHTI (LINJAT 11, 11A JA 12) .....	11
3.4	ISOSELKÄ (LINJAT 5A, 12A, 4, 13 JA 31) .....	12
3.5	KARJALOHJANSELKÄ (LINJAT 27A, 27 JA 29) .....	15
3.6	VIRKKALANSELKÄ (LINJA 14) .....	17
3.7	PIISPALANSELKÄ (LINJAT 24 JA 25) .....	18
3.8	HÄLLSNÄSFJÄRDEN (LINJAT 17, 17A, 17C JA 22) .....	19
3.9	KYRKÖFJÄRDEN (LINJAT 18,19, 20 JA 21) .....	21
<b>4</b>	<b>TULOSTEN TARKASTELU .....</b>	<b>23</b>
4.1	YLEISTÄ .....	23
4.2	SAPROBIA .....	24
4.3	RAVINTEISUUS .....	26
<b>5</b>	<b>YHTEENVETO .....</b>	<b>28</b>
<b>6</b>	<b>VESIKASVILLISUUSTUTKIMUKSEN JATKAMINEN LOHJANJÄRVELLÄ .....</b>	<b>29</b>
	KIRJALLISUUSLÄHTEET .....	30
	LIITTEET .....	31
	Liite 1. Kartta kasvilinjojen sijainnista	
	Liite 2. Vesikasvit, kasvilinjojen saprobiaindeksit, lajien peittävydet ja runsaudet linjoittain ja syvyyksittäin	



# 1 VESIKASVILLISUUSTUTKIMUKSEN PERUSTE

Lohjanjärven vesikasvillisuustutkimus kuuluu osana järven pistekuormittajien yhteistarkkailuun, joka on alueen jätevesikuormittajien vesioikeudellisten lupaehtojen velvoite. Maastotutkimus tehtiin elokuussa 2009 yhteistarkkailulle laaditun, vesiviranomaisen hyväksymän tarkkailuohjelman mukaisesti. Ohjelman mukaan vesikasvillisuustutkimus, samoin kuin alueen muut biologiset tutkimukset, toistetaan joka neljäs vuosi. Vesikasvillisuuden osalta tutkimus aloitettiin vuosina 1995 ja 1996 (Aunu 1998) ja se on tätä ennen toistettu vuosina 2001 ja 2005 (Ranta 2002 ja 2006).

Työn tarkoituksena on valittujen tutkimuslinjojen tilan ja rehevyydystason määrittäminen vesikasvillisuuden avulla. Menetelmänä on alusta asti käytetty näytealojen likaantumistasen eli saprobia-asteen määrittämistä linja-analyysiä käyttäen.

Saprobia on veden biologinen tila suhteessa veden likaisuuteen. Vesissä, jotka ovat saprobia-asteeltaan ja siten kasvuolosuhteiltaan erilaiset, kehittyvät toisistaan poikkeavat eliöyhteisöt. Saprobiajärjestelmän mukaan voidaan luokitella puhtaat vedet ja jätevesikuormituksen muuttamat vesistöt käyttämällä indikaattorilajeja.

Kesän 2009 tutkimuksen teki vesistötutkija FL Eeva Ranta apunaan sertifioitu näytteenottaja Seppo Sundström.

## 2 AINEISTO JA MENETELMÄT

Kuvaus tutkimusalueesta vedenlaatu- ja kuormitustietoineen esitetään vuosittain Lohjanjärven yhteistarkkailun yhteenvetoraporteissa. Tämä vesikasvillisuustutkimus julkaistaan yhteistarkkailun vuosia 2006-2009 koskevan koosteraportin liitteenä.

Vesikasvillisuustutkimuksen kenttätyöt tehtiin elokuussa 2009. Työskentelymenetelmät olivat samanlaiset kuin Aunu (1998) käytti perusteellisessa Lohjanjärven vesikasvillisuuden tutkimuksessaan. Myös kasvien nimistö ja kasvilajeille annetut saprobian indikaattoriarvot perustuvat Aunun käyttämiin lähteisiin.

Maastossa tutkimus tehtiin linjaprofiilimenetelmällä siten, että tutkittujen linjojen lukumääräksi alkaen pohjoisesta Väänteenjoelta päätyen Lohjanjärven eteläosaan Kyrköfjärdenille tuli yhteensä 26 kpl (kartta liitteessä 1). Kullakin linjalla määriteltiin tietyiltä syvyyksiltä putkilokasvien, makrolevien ja vesisammalien lajisto sekä niiden peittävyys ja yleisyys prosentteina. Hankalimmin määritettävät kasviyksilöt kuljetettiin laboratorioon määritettäväksi.

Saprobia-arvojen laskemista varten tutkimuslinjojen peittävyysprosentit muunnettiin ns. Norrlinin seitsenportaisen runsausasteikon mukaisiksi taulukossa 1 esitetyllä tavalla. Tutkimuslinjojen saprobiaindeksit laskettiin Pantlen ja Buckin (1955) esittämällä laskukaavalla.

**Taulukko 1.** Linjojen peittävyysprosenttien muuntaminen vastaamaan Norrlinin 7-portaista asteikkoa ja saprobiaindeksin laskukaava.

Peittävyys %	Vastaava luku Norrlinin asteikolla
<1,5	1 erittäin niukasti
1,5 - 3	2 niukasti
3 - 6	3 kohtalaisen niukasti
6 - 12	4 kohtalaisesti
12 - 25	5 kohtalaisen runsaasti
25 - 50	6 tunsasti
50 - 100	7 erittäin runsaasti

$\text{saprobiaindeksi} = \frac{\sum (h \times s)}{\sum h}$	
missä:	h= lajin runsaus näytealalla (asteikolla 1-7) s= lajikohtainen saprobia-arvo

Tutkimuslinjoille edellä olevalla kaavalla lasketut saprobiaindeksit vastaavat alueen likaantuneisuutta taulukossa 2 esitetyllä tavalla.

**Taulukko 2.** Saprobiaindeksin numeroarvoa vastaava likaantuneisuuden kuvaus.

Saprobia-indeksi	Lajin/tutkimuslinjan saprobisuus	Alueen likaantuminen
4	polysaprobinen	erittäin voimakkaasti likaantunut
3	α-mesosaprobinen	voimakkaasti likaantunut
2	β-mesosaprobinen	likaantunut
1	oligosaprobinen	heikosti likaantunut
0	indifferentti tai tiedot lajien ekologiasta puuttuvat	
-1	eutrofiaa suosiva/eutrofitunut	lievästi rehevöitynyt
-2	katarobinen	puhdas

Plusmerkkiset luvut edustavat likaantuneisuutta ja miinusmerkkiset korkeintaan hyvin lievää rehevyyttä tai puhdasta vettä. Tutkimuslinjan 0-tilanne voi siis edustaa neutraalia ”ei puhdasta eikä likaista tilannetta” tai tilannetta, jolloin linjalla kasvaville vesikasvilajeille ei ole indikaattorilajien puuttuessa määritelty likaantuneisuusindeksiä lainkaan. Saprobian indikaattorilajeina käytettiin samoja lajeja (liite 2), jotka Aunu (1998) tutkimukseen alun perin valitsi, jotta saprobia-asteen vertailtavuus vuosien välillä säilyisi.

Vuonna 2009 tutkimukseen otettiin mukaan myös kasvilajien yleisyyden arvioiminen sekä kasvupaikan ravinteisuuden arvioiminen ravinteisuusryhmien perusteella (taulukko 3). Näin päästään lähemmäksi vuonna 2000 voimaan astuneen vesipolitiikan puitedirektiivin (VPD: Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2000/60/EY) vesikasvillisuuden seurannalle ja tutkimukselle asettamia tavoitteita, joiden mukaisia tutkimustapoja myös Suomen ympäristöhallinnossa enenevässä määrin sovelletaan.

**Taulukko 3.** Ravinteisuusryhmät.

e	eutrofit (ravinteiset kasvupaikat)
m-e	meso-eutrofit (keskiravinteiset-ravinteiset kasvupaikat)
m	mesotrofit (keskiravinteiset kasvupaikat)
o-m	oligo-mesotrofit (karut-keskiravinteiset kasvupaikat)
i	indifferentit (esiintyvät ravinteisuudeltaan erilaisissa kasvupaikoissa)

### 3 TULOKSET

Tutkimusalueen linja-analyyseissä kesällä 2009 havaittu lajisto, linjojen saprobia-arvot vuodesta 1995 sekä kasvillisuuslinjojen vesikasvit syvyyksittäin on esitetty liitteessä 2. Tässä kappaleessa esitetyssä tekstissä kasvilajeja on luonnehdittu myös lajin vaatiman rehevyydston (trofian) mukaan. Jaottelu on Toivosen (1981, 1984) esittämän mallin mukainen.

#### 3.1 Väänteenjoki ja Maikkalanselkä (linjat 36 ja 8)

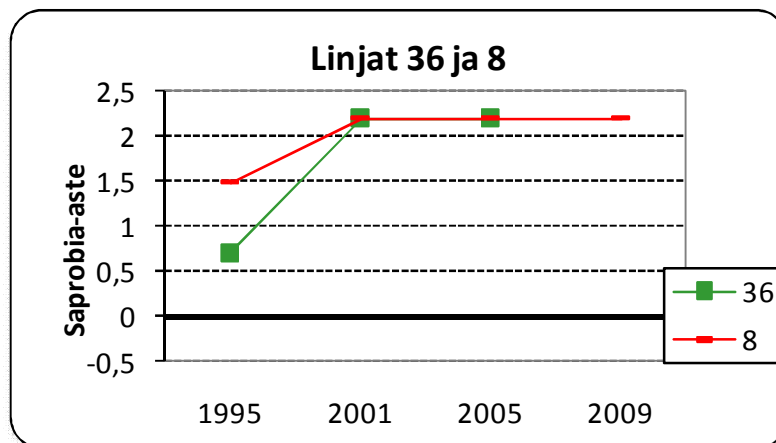
Väänteenoen Suittilassa olevan kasvillisuuslinjan 36 lajimäärä oli tällä kertaa vähäinen – löytyi vain kaksi putkilokasvilajia, hallitsevana vankkakortinen isosorsimo (kuva 2) ja pienenä kasvustona ulpukan kelluvia lehtiä keskemmällä jokiuomaa. Syvemmällä jokiuomassa kasvoi lisäksi yksi näkinsammaliin kuuluva sammallaji.

Yli kaksimetriseksikin kasvava heinäkasvi isosorsimo viihtyy järvien ja jokien matalilla hiesu-, savi- ja liejurannoilla ja ojissa, muodostaen paikoin tiheitäkin kasvustoja. Lajia pidetään ravinteisuuden ilmentäjänä.



**Kuva 1.** Väänteenjoen rantojen tiheää isosorsimokasvustoa.

Linjan 36 saprobiaindeksi on ilmentänyt vuosina 2001 ja 2005 likaantuneisuutta. Nyt indeksilukua ei voitu laskea indikaattorilajien puuttuessa (kuva 2).

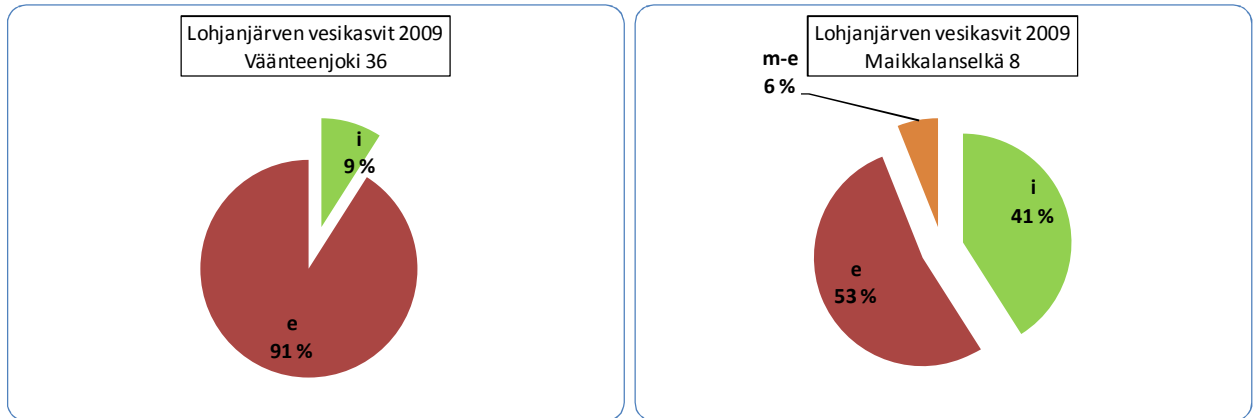


**Kuva 2.** Linjojen 36 ja 8 saprobiaindeksit vuodesta 1995 alkaen.

Väänteenjoen tutkimuslinjan alue edustaa kuitenkin silmin nähden rehevää saraikkojen ja heinikkojen reunustamaa jokiuomaa, jossa pohja on kariketta, mutaa ja liejuista savea. Pohjalla



oli paljon simpukoita ja kahden metrin syvyydessä paljastui myös runsaasti kuollutta järvisienikasvustoa, joka putkimaisina lonkeroina takertui kasviharaan. Linjan kohdalla jokuoman reunan isosorsimokasvusto oli tiheää ja elinvoimaista. Isosorsimovyöhykkeen ulkoreunassa vesisyvyys oli 90 cm. Selvää rehevyyttä ilmensi myös linjan kasvilajien ravinteisuustasoa esittävä kuvaaja (kuva 3).



**Kuva 3.** Linjojen 36 ja 8 vesikasvillisuuden ilmentämät ravinteisuustasot.

Maikkalanselän Kokkolanlahden linjan 8 tila oli silmämääräisesti rehevä: kasvillisuutta oli runsaasti ja upottava pohja haisi kahlatessa voimakkaasti rikkivedylle. Osaltaan pohjan tilaan vaikuttavat myös rannan puista putoilevat lehdet ja oksat. Pohjalla oli runsaasti simpukoita. Yleisimmät vesikasvilajit olivat matalammilla syvyyksillä isosorsimo ja suurikokoiseksi kasvanut haarapalpakko, syvemmillä järviruoko ja ulpukka.

Linjan saprobiaindeksiä nosti parin edellisen tutkimusvuoden tapaan erityisesti karvalehti, jota tavattiin kolmella eri tutkimussyvyydellä (kuva 2). Monivuotisena juurettomana, verson palasistakin lisääntyvänä vesikasvina, karvalehti hyödyntää nopeasti vedessä olevia ravinteita. Maikkalanselän tutkimuslinjan lajistosta runsas puolet ilmensi ravinteisuustasoltaan rehevyyttä (kuva 3), karvalehden lisäksi ravinteisuuden ilmentäjiä olivat isosorsimo ja palpakot.

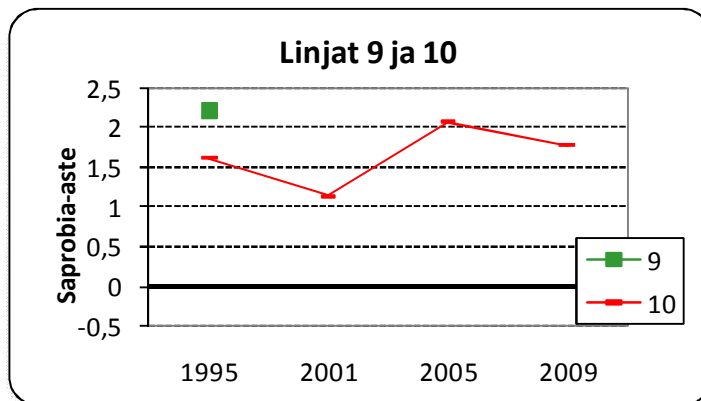
### 3.2 Pappilanselkä ja Ristiselkä (linjat 9 ja 10)

Pappilanselän tutkimuslinja 9 sijaitsee erittäin tiheässä ruovikossa alueen koillisosassa vastapäätä Hakosaarta. Linjan ruovikko ulottuu erittäin tiheänä rannasta puolentoista metrin syvyyteen. Rantaan pääseminen oli tällä tutkimuskerralla jo kohtuuttoman vaikeaa, joten matalin tutkimussyvyys jäänee vastaisuudessa mahdottomana pois: rantaviivan tuntumassa ennen ruovikon alkamista aikaisemmin avoimena ollut vesialue on kasvanut umpeen eikä vesikiikaria tai edes kasviharavaa voinut juurikaan käyttää (kuva 4).



**Kuva 4.** Pappilanselän kasvilinjan tiheää järviruokokasvustoa.

Järviruovikon lisäksi linjalla kasvoi rantaviivan tuntumassa tiheänä vyönä isosorsimoa ja jokunen järvikorte. Ruovikon keskellä oli joitakin ulpukan lehtiä ja ruovikon ulkopuolella vähän kaitapalpakkoa. Linjan lajeille ei ole vuoden 1995 jälkeen pystytty määrittelemään saprobiaindeksiä indikaattorilajien puuttuessa. Tilanne oli myös tällä kertaa sama (kuva 5).

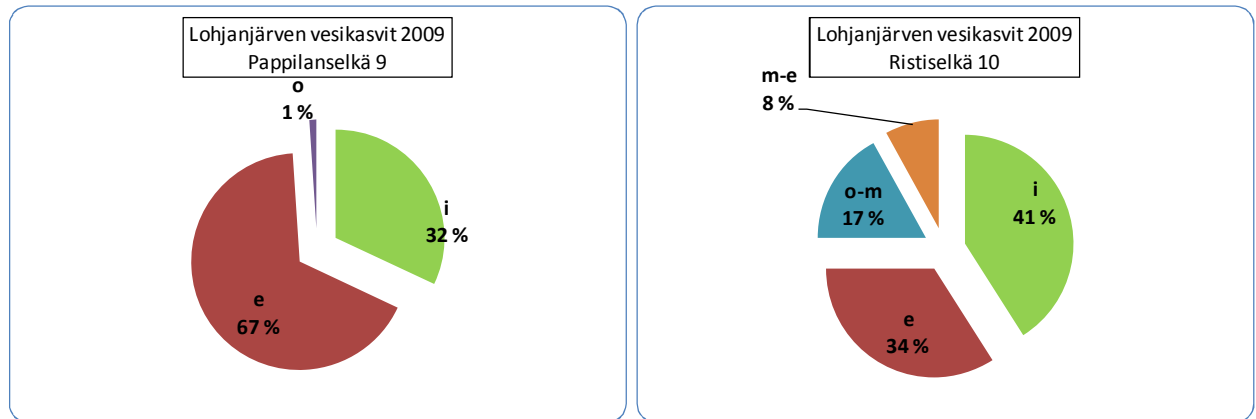


**Kuva 5.** Linjojen 9 ja 10 saprobiaindeksit vuodesta 1995 alkaen.

Ravinteisuustasoltaan Pappilanselän tutkimuslinjan kasvilajit edustivat rehevyyttä tai olivat monenlaisia kasvupaikkoja suosivia indifferenttejä lajeja. Oligotrofiaa edustava prosentti aiheutui niukkaa ravinnetasoa suosivasta kaitapalpakosta (kuva 6).

Ristiselän Hiidensalmen tutkimuslinjasta 10 sai edellisvuosien tapaan silmämääräisesti rehevän vaikutuksen, myös saprobiaindeksi ilmensi keskinkertaista likaantuneisuutta, joskin indeksiluvussa oli tapahtunut laskua edellisestä tutkimuskerrasta. Ranta-alueen pohja oli hienon pölähtelevän tomun peitossa, joten vesikiikarin käyttö oli kahlatessa hankalaa.

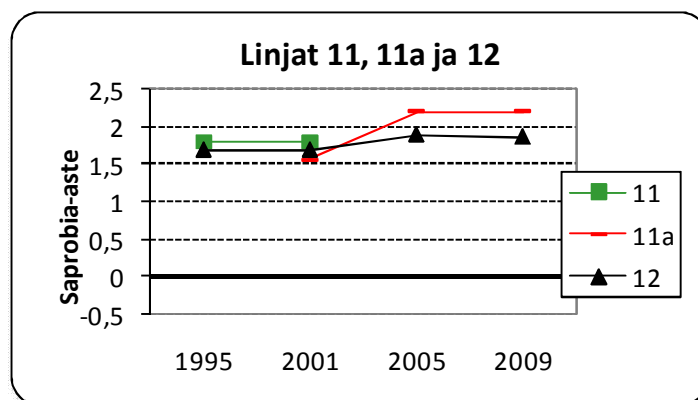
Ravinteisuusvaatimuksiltaan tutkimuslinjan 10 kasvilajeissa oli kuitenkin ravinteisten kasvupaikkojen tyyppilajien (karvalehti, isosorsimo, kiehkuraarviä) lisäksi myös karuja tai keskiravinteisia kasvupaikkoja vaativia lajeja (ruskoarviä, hapsiluikka, järvinäkinsammal) (kuva 6). Runsaimmat lajit olivat vesitatar ja ulpukka.



**Kuva 6.** Linjojen 9 ja 10 vesikasvillisuuden ilmentämät ravinteisuustasot.

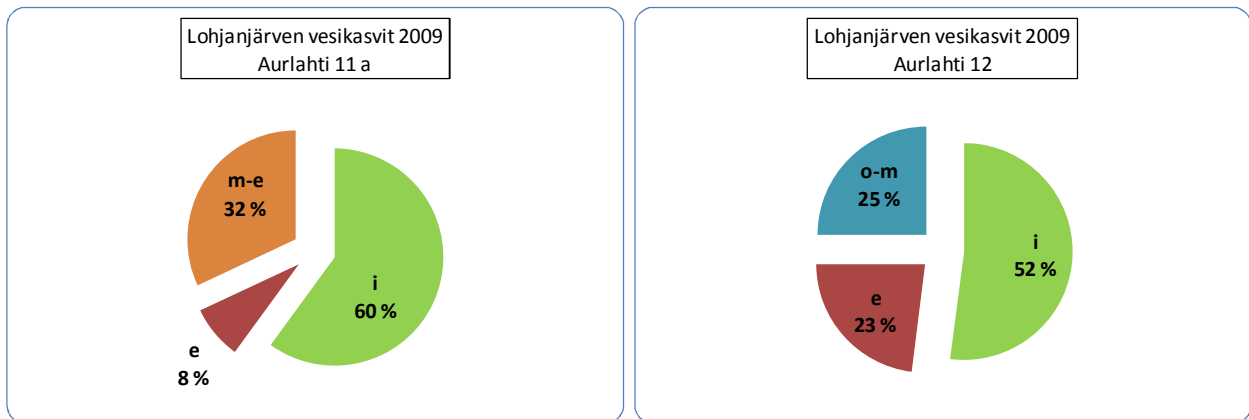
### 3.3 Aurlahti (linjat 11, 11a ja 12)

Aurlahden Volssaarta vastapäätä, Mondin paperitehtaan eteläpuolella Pitkäniemessä olevalla tutkimuslinjalla 11 on yleensä erittäin niukasti vesikasvillisuutta. Pohja on runsaan puolen metrin syvyyteen kivikkoa ja sen jälkeen tiivistä kittimäistä savea. Tällä kertaa rantavedessä kasvoi ainoastaan vähäinen määrä ahdinpartalevää. Saprobiasindeksiä linjalle ei ole saatu laskettua niukan kasvillisuuden vuoksi vuoden 2001 jälkeen (kuva 7).



**Kuva 7.** Linjojen 11, 11a ja 12 saprobiasindeksit vuodesta 1995.

Lohjan Porlan rannan linjalla 11a saprobiaindeksi ilmensi selvästi rehevyyttä. Syynä olivat alueella melko runsaina esiintyneet karvalehti ja kiehkuraärviä (kuva 7). Ravinteisuustason perusteella Porlan rannan vesikasvillisuus koostui kuitenkin pääasiassa indifferenteiksi tai keskinkertaista ravinnetasoa vaativiksi luokitelluista vesikasveista (kuva 8). Myös tällä tutkimuslinjalla rantapuustosta putoavat lehdet ja oksat muodostavat pohjalle rantamatalaan runsaasti detritusta, joka peittää hennompien vesikasvien versonalut alleen.



**Kuva 8.** Linjojen 11a ja 12 vesikasvillisuuden kesällä 2009 ilmentämät ravinteisuustasot.

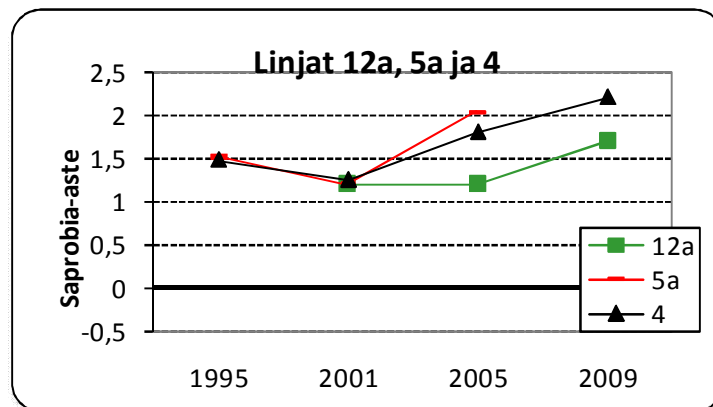
Aurlahden uimarantaa vastapäätä olevan Liessaaren rannan linjalla 12 oli runsaasti vesikasvillisuutta. Hiekkapohjaisella rannalla runsaimmin kasveja kasvoi 30-70 cm:n syvyydessä, kahden metrin syvyydestä löytyi karvalehtitupas. Linjan likaisuusastetta määrittävä saprobiaindeksi pysyi edellisen tutkimuskerran mukaisesti keskinkertaista likaantumista ilmentävänä (kuva 7). Likaantuneisuuden ja ravinteisuuden indikaattorilajeja olivat karvalehti ja kiehkuraäviä. Kasvupaikan ravinteisuustasoa kuvaavasta ympyrästä (kuva 8) neljännes koostui karuja tai keskiravinteisia kasvupaikkoja suosivista lajeista, joihin tällä linjalla lukeutui myös rantaviivasta 70 cm syvyyteen ulottunut hento pohjalehtisiin kuuluva hapsiluikka.

### 3.4 Isoselkä (linjat 5a, 12a, 4, 13 ja 31)

Isoselän koillisosan tutkimuslinjoista saprobiaindeksilukua ei saatu laskettua linjalle 5a. Tällä Paloniemen Kaurasaaren kalliojyrkänteiden alapuolella varjoisalla tutkimuslinjalla ei ollut rantaviivan viiltosaratupasta ja ulpukan paria pientä pohjaruusuketta lukuun ottamatta mitään muita vesikasveja. Pohjalle oli pudonnut rannan tervalepistä runsaasti oksia ja risuja, joten kasviharan käyttö syvimmissäkin tutkimussyvyyksissä oli hankalaa. Kivikkoisen jyrkästi syvenevän tutkimuslinjan syvyysjaottelu on käytännössä liian pikkutarkka; syvyysluokkia on syytä yksinkertaistaa.

Liessaaren pohjoispuolen niin ikään kivikkorantaisen tutkimuslinjan 12a saprobiaindeksi ilmensi keskinkertaista likaantuneisuutta (kuva 9). Indeksiluku on noussut edellisvuosista.

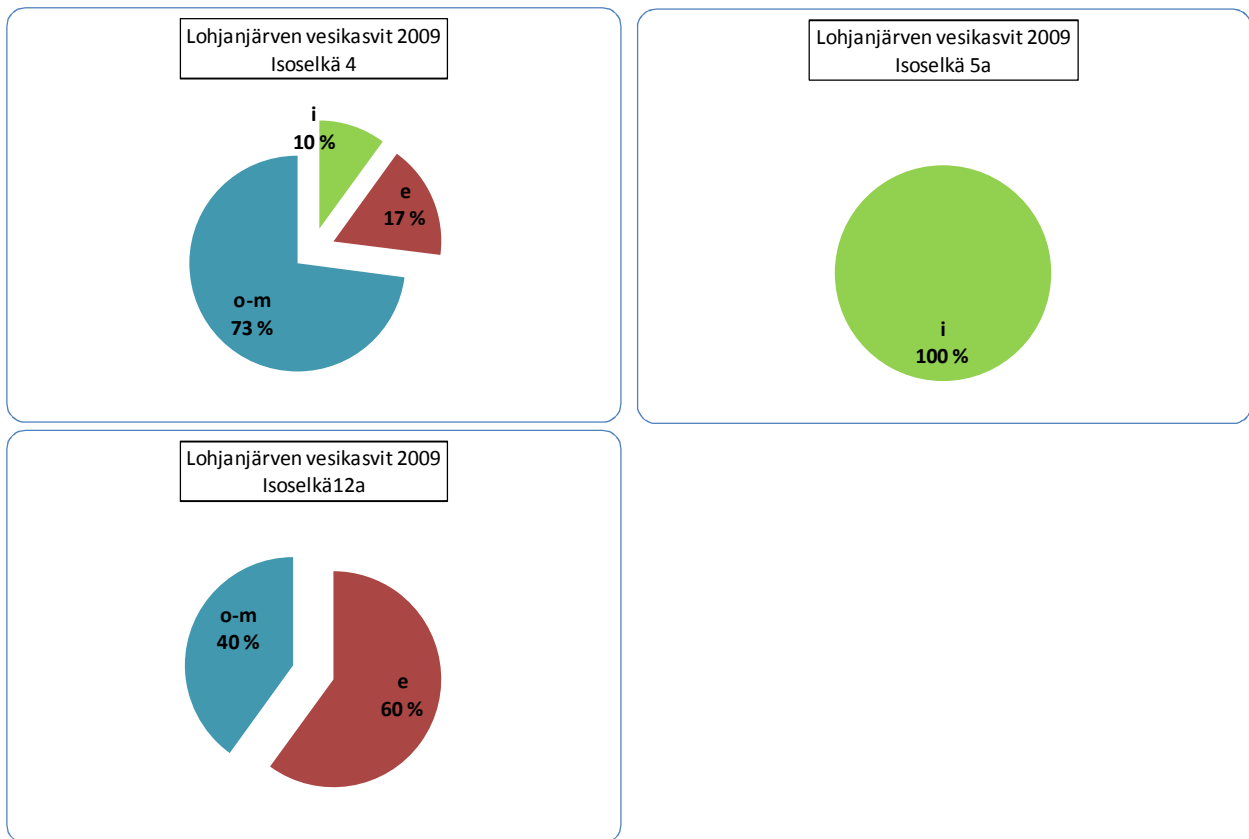
Ranta on aallokolle altis, matalan veden alueella kivikon pinnalla oli pölymäistä töhnää. Linjalla oli runsaasti simpukoita. Putkilokasveista löytyi tällä kertaa vain kaksi ärviälajia, joista ruskoärviä on karua tai keskiravinteista ympäristöä suosiva laji ja kiehkuraärviä ravinteisuutta suosiva laji. Linjan ravinteisuustasoa kuvaavassa ympyrässä kiehkuraäviän osuus oli vähän suurempi, koska sitä kasvoi runsaasti runsaan kahden metrin syvyydessä. Linja syveni rinnemäisesti vajaan metrin syvyyden jälkeen (kuva 10).



**Kuva 9.** Linjojen 4, 5a ja 12a saprobiaindeksit vuodesta 1995.

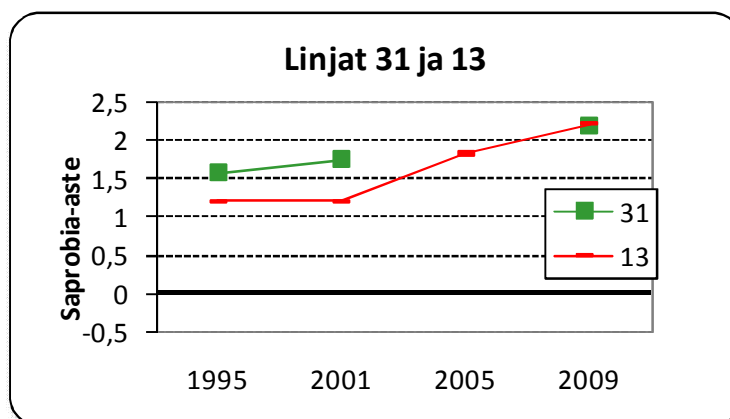
Lylyisten rannan linjan 4 saprobiaindeksi osoitti selvää likaantuneisuutta. Indeksiluku on kasvamassa (kuva 9). Pieni liettynyt lahdelma vaikutti jo silmin nähden sameavetiseltä ja rehevältä. Runsaimmat kasvilajit olivat rantaviivan isosorsimo, metrin syvyyteen kasvanut hapsiluikka ja veden pintaa suurelta osin peittävä ulpukka. Selvän likaantuneisuuden indikaattorilajeja olivat karvalehti ja jonkin verran myös kiehkuraärviä.

Linjalla runsaana esiintynyt hapsiluikka myös vaikutti koko linjan ravinteisuustasoa esittävään kuvaajaan, jossa suurinta sektoria edustavat rehevyyden vaikutelmasta huolimatta korkeintaan keskikrehevää kasvupaikkaa suosivat lajit (kuva 10).



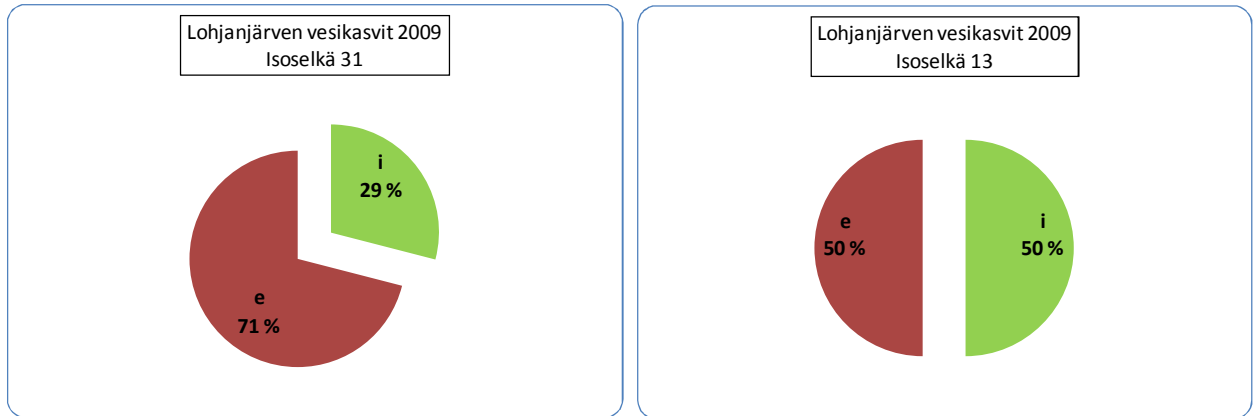
**Kuva 10.** Linjojen 5a, 12 ja 4 vesikasvillisuuden ilmentämät ravinteisuustasot.

Lohjansaaren pohjoisrannan kasvillisuuslinjalla 31 rannasta puolentoista metrin syvyyteen ulottuva erittäin tiheä ja korkea ruovikko esti täysin linjan alkupään syvyyksien tutkimisen. Kahden syvimmän tutkimussyvyyden lajit olivat ulpukka, kiehkuraarviä ja näkinsammal. Näistä kiehkuraarviä määritteli saprobiaindeksin selvästi likaantuneisuutta osoittavaksi (kuva 11) ja samalla myös koko linjan ravinteisuustason pääasiassa eutrofiseksi (kuva 12).



**Kuva 11.** Linjojen 31 ja 13 saprobiaindeksit vuodesta 1995.

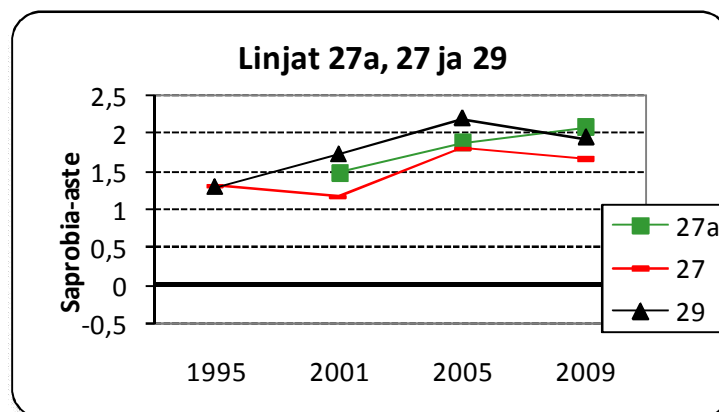
Isoselän Vohloisten tutkimuslinja 13 edustaa puolestaan aallokelle altista kivi- ja hiekkapohjaista rantaa. Tällä kerralla linjan vesikasvilajisto oli niukka: rantakivissä kasvoi hieman ahdinpartaa ja puolentoista metrin syvyydellä oli yksittäinen kiehkuraarviäyksiö. Linjan saprobia- tai ravinteisuustasojen määrittäminen tuntui tuloksen perusteella melko keinotekoiselta, vaikka veden sameus alueella viittasikin rehevyyteen (kuvat 11 ja 12).



**Kuva 12.** Linjojen 31 ja 13 vesikasvillisuuden ilmentämät ravinteisuustasot.

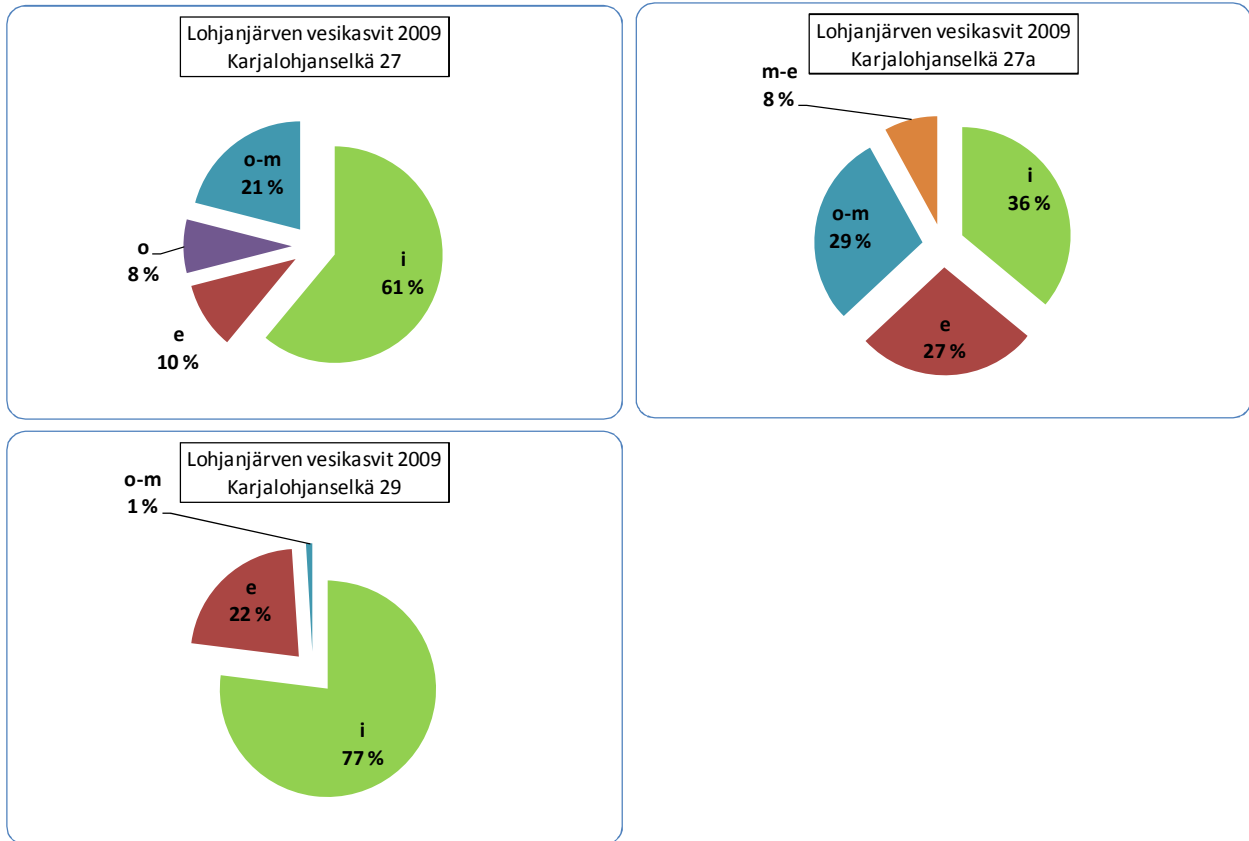
### 3.5 Karjalohjanselkä (linjat 27a, 27 ja 29)

Karjalohjanselän tutkimuslinjoista Kourionlahden (27a) ja yllättäen myös Suurniemen (29) linjojen vesikasvillisuus indikoi selvää likaantuneisuutta ja Vilniemen rannan tutkimuslinja (27) lievää likaantuneisuutta. Kaikilla kolmella linjalla indeksiluku on ollut nouseva, mutta tasoittui vuosien 2005 ja 2009 välillä (kuva 13).



**Kuva 13.** Linjojen 27, 27a ja 29 saprobiaindeksit vuodesta 1995.

Ravinteisuustasoltaan rehevin tutkimusalue oli vesikasvillisuuden perusteella Karjalohjan puhdistamon purkupuutken lähivaikutusalueella oleva Kourionlahden linja 27a ja vähiten rehevä Vilniemen linja 27. Näillä kahdella tutkimuslinjalla oli kuitenkin molemmilla merkittävä määrä kasvilajistosta niukkaa tai keskinkertaista ravinnetasoa ilmentäviä lajeja (kuva 14).



**Kuva 14.** Linjojen 27, 27a ja 29 ilmentämät ravinteisuustasot.

Linjoista silmämääräisesti selvästi rehevin oli selvästi kuitenkin Kourionlahden linja 27a, joka sijaitsee melko lähellä Karjalohjan kunnan puhdistamon purkupuutkea. Pohja on alueella rannasta saakka hyllyvän pehmeää mutaa ja kariketta ja haisee harattaessa rikkivedylle. Kahlaaminen tällä tutkimuslinjalla on mahdotonta. Rantamatalaan on pehmeän pohjan päälle kertynyt patja ruokojätettä. Linjan runsaimmat kasvilajit olivat järviruoko, ulpukka ja kiehkuraärviä. Ärviän lisäksi selvimmän ravinteisuutta ilmentäviä lajeja olivat karvalehti ja pikkulimaska. Pieni pohjalehtisiin kuuluva hapsiluikka, joka ilmentää karuja ja keskiravinteisia kasvupaikkoja, kasvoi yllättävän runsaana noin metrin puolentoista syvyydessä.

Karjalohjanselän Vilniemen tutkimuslinja 27 sijaitsee luonnonkauniissa laguunissa, jossa pohja on hienoa hiekkaa ja syvemmällä myös savea. Alueella kasvoi runsaimpana lajina ahvenvita. Ravinteisuudeltaan lähes karuja kasvuolosuhteita vaativaa tummalahnaruohoa tavattiin 0,5 – 1,5 metrin syvyydessä. Saprobia-arvoa nosti kuitenkin likaantuneisuutta sietävä kiehkuraärviä. Tutkimuksen aikana todettiin sinileväpallosia vedessä.



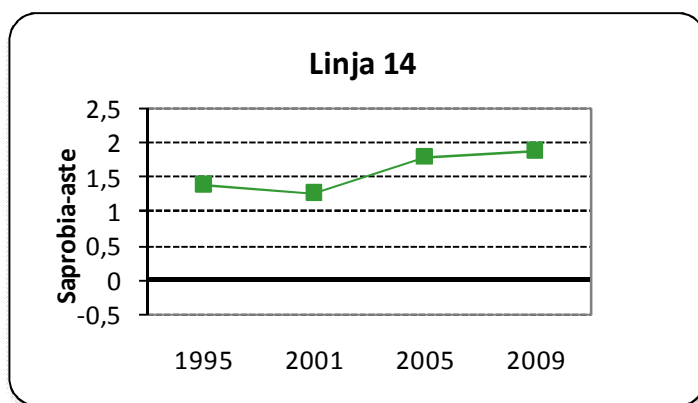
Karjalohjanselän Suurniemen rannan linja 29 on rantamatalan, noin puolen metrin syvyyden, jälkeen tiheää ruovikkoa. Rantamatala on kivikkoista, ravun elintilaksi sopivaa. Tutkimuksen aikana vilahteli useita ravunpoikasia kivien koloissa. Silmämääräisesti alue on vähemmän rehevää kuin mitä indeksiluku kertoo. Järviruo'on jälkeen seuraavaksi yleisin vesikasvilaji oli kuitenkin likaantuneisuutta ja ravinteisuutta ilmentävä kiehkuraärviä. Tutkimuslinjalla kasvoi poikkeuksellisen runsaasti järvisientä. Järvisienen vihreä väri johtuu sienen kanssa symbioottisessa suhteessa elävistä pikkuleivistä. Karjalohjan Suurniemen järvisienissä oli voimakas kalan hajua muistuttava hajua (kuva 15).



*Kuva 15. Karjalohjan Suurniemen tutkimuslinjan järvisienikasvustoa elokuussa 2009.*

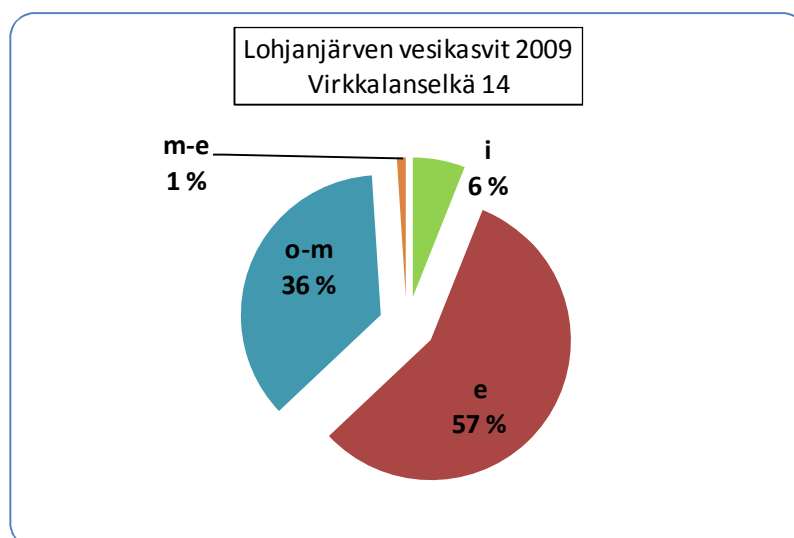
### **3.6 Virkkalanselkä (linja 14)**

Virkkalanselän vesikasvillisuuslinja suojellun Pähkinäniemen etelärannalla edustaa tuulille altista, melko karua rantaa, joten sen perusteella ei voi tehdä yleistäviä johtopäätöksiä selvästi rehevän Virkkalanselän tilasta. Karun kivikkoisen rannan saprobiaaindeksi nousi vuoden 2001 jälkeen ja osoitti nyt vuoden 2005 tapaan keskinkertaista likaisuutta (kuva 16). Suurin osa alueen vesikasvillisuudestakin kuitenkin ilmensi ravinteisuutta (kuva 17).



**Kuva 16.** Linjan 14 saprobialindeksi vuodesta 1995.

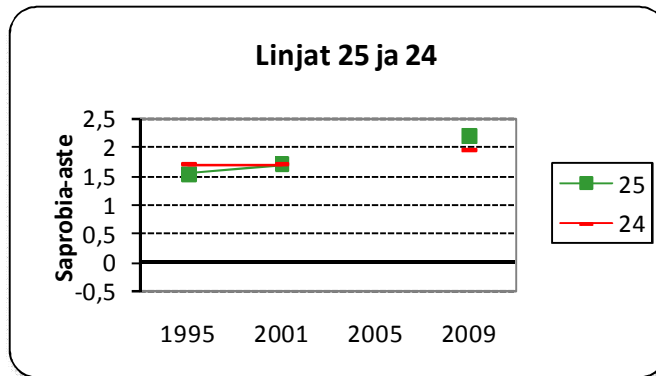
Yleisimmät vesikasvilajit Pähkinäniemen tutkimuslinjalla 14 olivat karua tai keskirehevää kasvupaikkaa vaativat hapsiluikka ja ruskoärviä. Korkea saprobialindeksiluku määräytyi kuitenkin kiehkuraärviän ja karvalehden peittävyksien perusteella.



**Kuva 17.** Linjan 14 ilmentämä rehevyytaso.

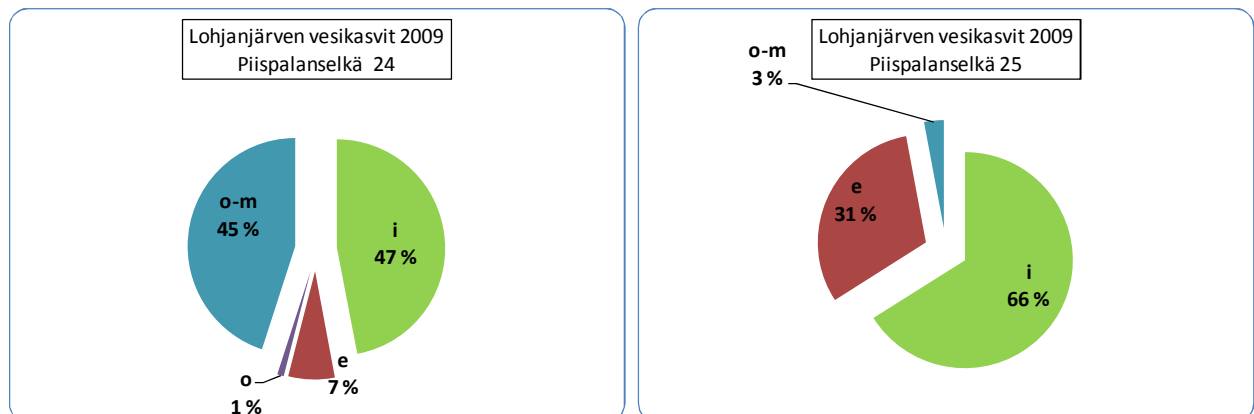
### 3.7 Piispalanselkä (linjat 24 ja 25)

Piispalanselän Härkäsaaren rantojen kesämökkitiheys näyttäisi olevan kasvamassa; mökkejä oli ilmestynyt lisää vuoden 2005 jälkeen. Saaren etelä- ja pohjoispäässä olevat kasvillisuuslinjat 25 ja 24 olivat molemmat edelleen kuitenkin rakentamattomia ruovikkorantoja ja näyttivät edellisvuosien tapaan silmämääräisesti varsin reheviltä. Molemmat myös ilmensivät saprobialindeksilukujensa perusteella likaantuneisuutta. Pieni ero indeksilukujen välillä oli: pohjoisen puoleisen tutkimuslinjan likaantuneisuus oli hieman vähäisempää (kuva 18). Edellisellä tutkimuskerralla, vuonna 2005 kummallekaan linjalle ei ollut mahdollista laskea saprobialindeksiä.



**Kuva 18.** Linjojen 24 ja 25 saprobiaindeksit vuodesta 1995.

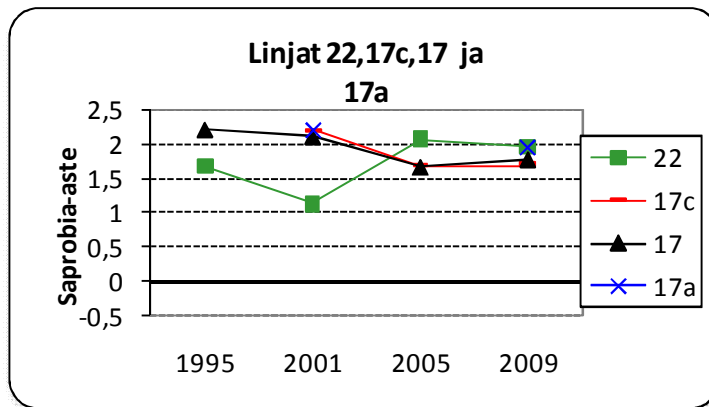
Ero näiden kahden tutkimuslinjan välillä johtui niukkaravinteisuutta vaativan tummalahnaruohon löytymisestä ja toisaalta ravinteikkaita olosuhteita vaativan kiehkuraarviän pienemmästä määrästä linjalla 24. Linjojen erilaiset ravinteisuustasot käyvät ilmi myös kuvasta 19.



**Kuva 19.** Linjojen 24 ja 25 ilmentämä ravinteisuustaso.

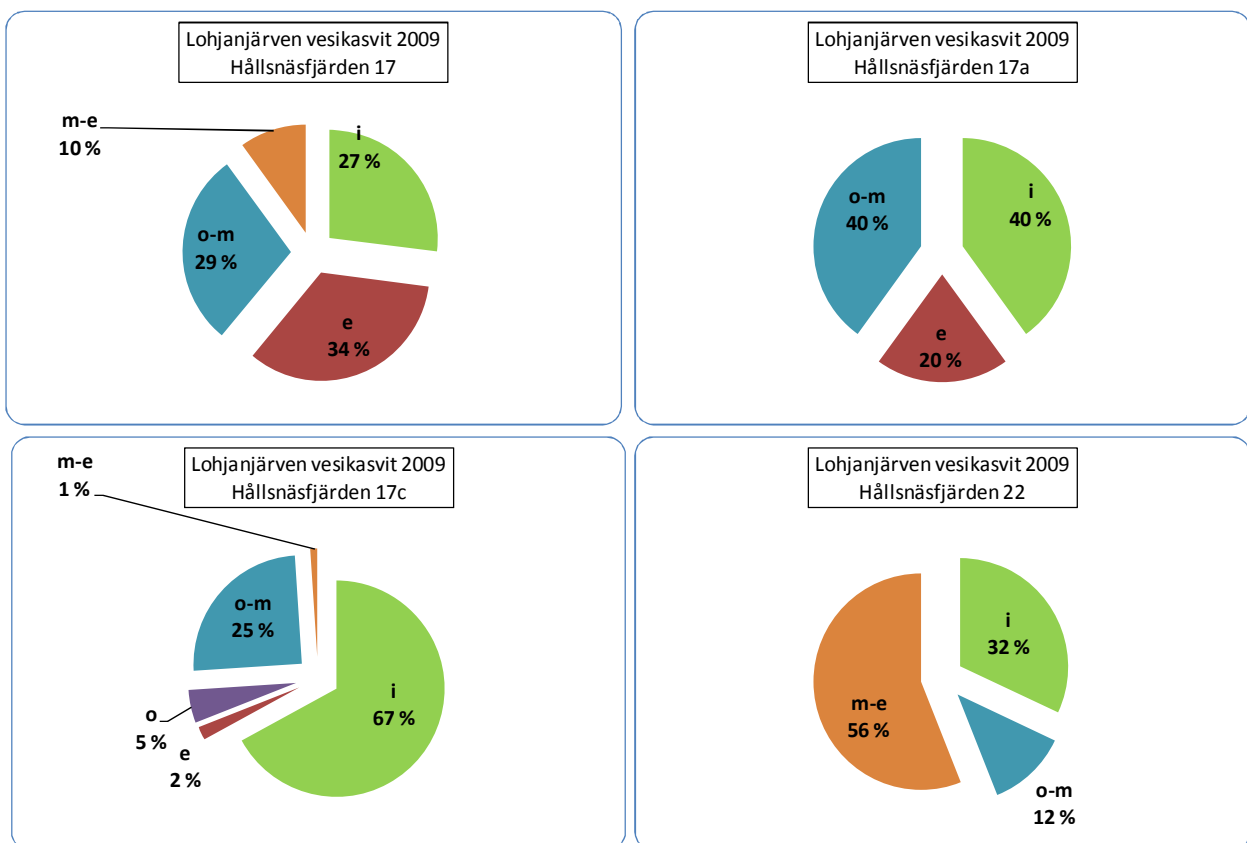
### 3.8 Hållsnäsfjärden (linjat 17, 17a, 17c ja 22)

Hållsnäsfjärdenin kaikki neljä tutkimuslinjaa ilmensivät saprobiaindeksiltään likaantuneisuutta, selvimmin linjat 17 ja 22. Tilanne oli kaikilla linjoilla pysynyt vuoden 2005 kaltaisena (kuva 20).



**Kuva 20.** Linjojen 17, 17a, 17c ja 22 saprobialindeksit vuodesta 1995.

Runsasravinteista kasvupaikkaa vaativien lajien osuus oli suurin jäteveden purkualueen lähimmillä linjoilla – toisaalta niukkaa ja keskirasvinteista kasvupaikkaa ilmentävien lajien määrä oli kaikilla Hållsnäsfjärdenin eteläosan tutkimuslinjoilla yllättävänkin suuri (kuva 21).



**Kuva 21.** Linjojen 17, 17a, 17c ja 22 ilmentämä ravinteisuustaso.

Lajilukumäärä oli suurin linjalla 17 heti Osuniemenlahden pohjoispuolella, jossa kasvoi pinnalla runsaasti lummetta, pohjalla runsaasti hapsiluikkaa. Hiekkapohjalla olleet harvat kivenmuhkurat olivat kauttaaltaan ahdinpartakasvustojen peitossa. Vähiten lajeja oli linjalla 17a Osuniemenlahden eteläpuolella, jossa kasvoi viittä kasvilajia ainoastaan 50 cm:n syvyyteen. Syvemmällä pohja oli kasviton – vain järvimalmia, kariketta ja simpukoita löydettiin.

Vähäilmeiseltä tutkimuslinjalta 17c löytyi vuoden 2005 tapaan jälleen vaativiin vesikasveihin kuuluvaa vaalealahnaruohoa. Ravinteisuutta ilmentävien lajien osuus oli tällä linjalla vähäinen. Myös tällä linjalla ahdinparta-levä peitti pinnan alla olevat kivet.

Hållsnäsfjärdenin pohjoisosan Klevenin tutkimuslinja 22 on hiljalleen syvenevä hiekkaranta. Runsain vesikasvilaji on kaikkina tutkimusvuosina ollut vesitatar, joka kasvaa alueella suurina tiheinä laikkuina. Muita runsaina esiintyneitä lajeja olivat ulpukka, hapsiluikka ja komealehtinen pitkälehtivita (kuva 22).

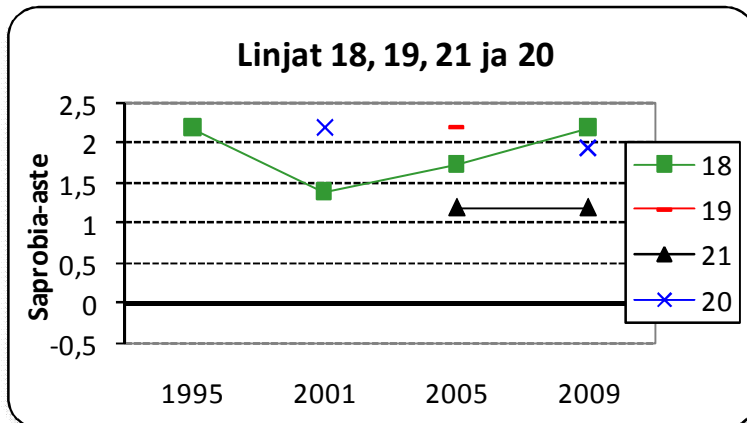


**Kuva 22.** Pitkälehtivitaa elokuussa 2009 Hållsnäsfjärdenin tutkimuslinjalla 22.

### **3.9 Kyrköfjärden (linjat 18,19, 20 ja 21)**

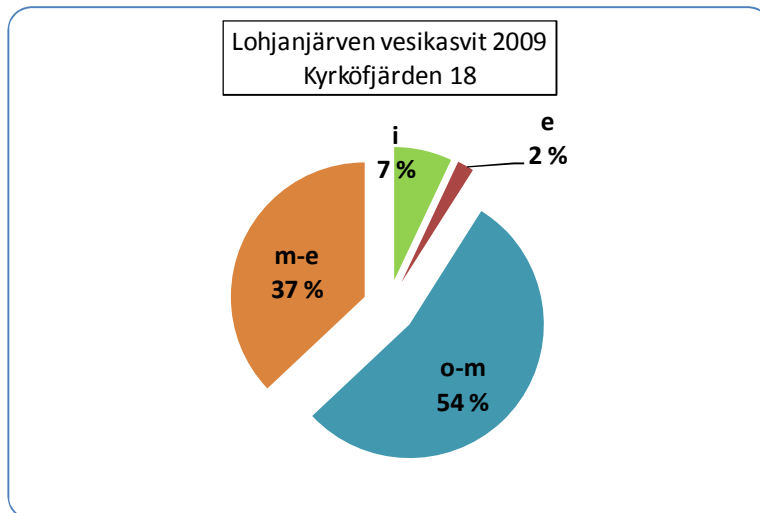
Mentäessä Lohjanjärveä etelämmäksi, muuttuvat rantatyytit hiljalleen hyvin karuiksi, jyrkästi syveneviksi ja kivikkoisiksi. Samalla vesikasvillisuuden lajimäärät putoavat selvästi. Kyrköfjärdenin tutkimuslinjoista ainoastaan Slåttnäsin linja numero 18 edustaa pehmeäpohjaista rantatyyppiä. Se on myös alueen ainoa linja, jossa on kaikkina tutkimusvuosina ollut riittävästi indikaattorilajeja saprobiaindeksin määrittämiseksi.

Kuvan 23 mukaan Kyrköfjärdenin neljästä linjasta kaksi (18 ja 20) edusti vuonna 2009 saprobiaaltaan selvää ja yksi (21) hyvin lievää likaantuneisuutta. Yhdelle tutkimuslinjoista (19) indeksiä ei voinut laskea.



**Kuva 23.** Linjojen 18, 19, 10 ja 21 saprobiaaindeksit vuodesta 1995.

Ravinteisuustason määrittäminen oli oikeastaan mielekästä vain linjalta 18, jossa kasvilajit sijoittuivat pääasiassa keskinkertaista tai niukkaa ravinteisuutta vaativiin tai keskinkertaista ja runsasta ravinteisuutta ilmentäviin lajeihin (kuva 24). Muilla kolmella linjalla niukka lajisto ilmensi vain yhtä ravinteisuustasoa kullakin: linja 19 oli kasvillisuuden perusteella keskiravinteinen tai ravinteinen kasvupaikka, linja 20 indifferentti ja linja 21 karu tai keskiravinteinen kasvupaikka.



**Kuva 24.** Linjan 18 kesällä 2009 ilmentämä ravinteisuustaso.

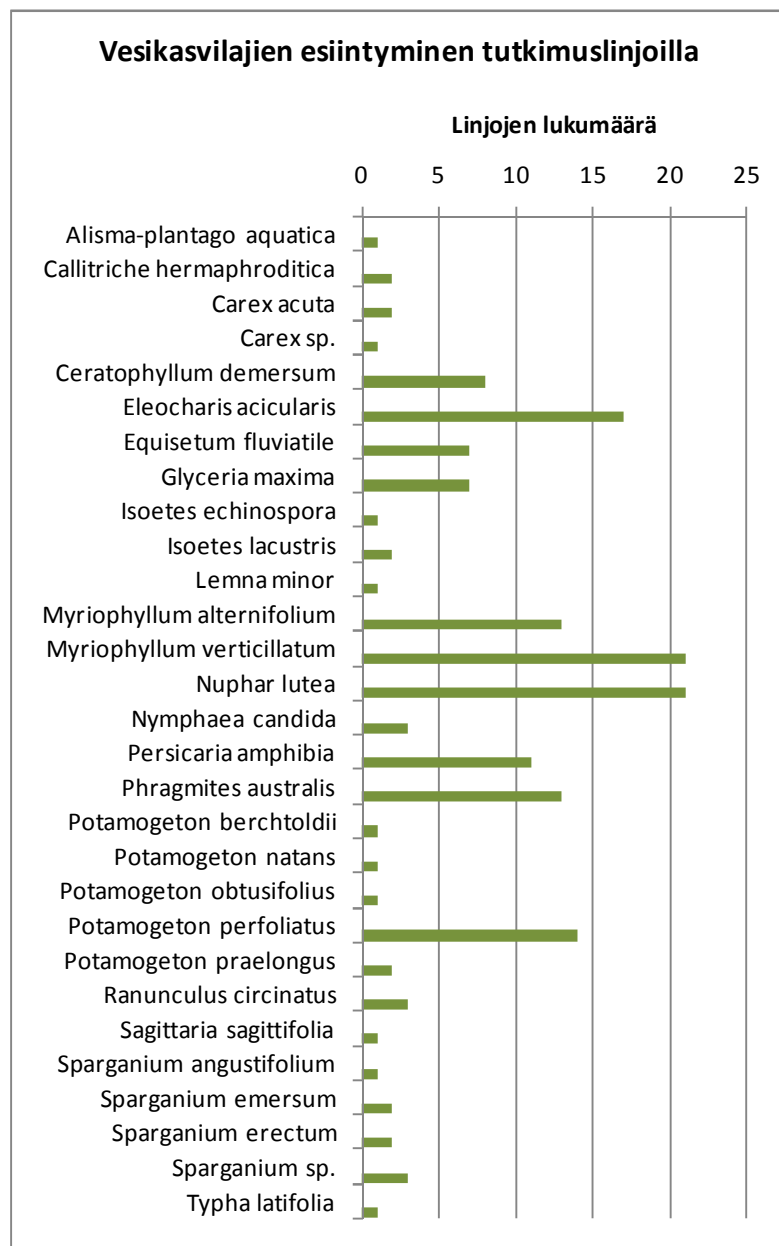
Slättnäsin linjan 18 runsaimmat vesikasvilajit olivat hapsiluikka, vesitatar ja ulpukka. Ravinteisuutta suosivia lajeja olivat erityisesti karvalehti ja kiehkuraärviä.

## 4 TULOSTEN TARKASTELU

### 4.1 Yleistä

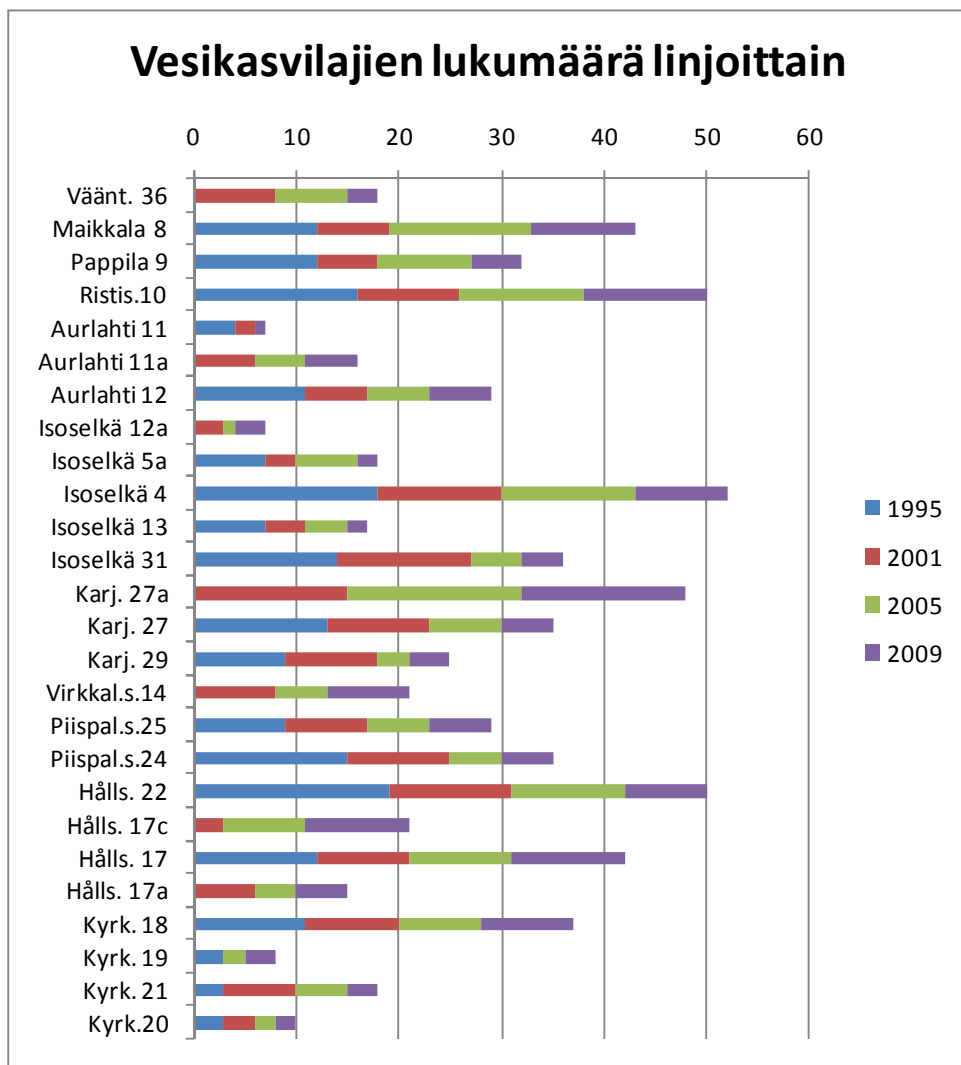
Vuoden 2009 vesikasvillisuustutkimuksessa mukana olleilla 26 vesikasvillisuuslinjalla tavattiin yhteensä 29 putkilokasvilajia, neljä makrolevälajia ja kahden sammalsuvun edustajia (liite 2). Lukumäärä oli putkilokasvien osalta neljä lajia vähemmän kuin edellisellä tutkimuskerralla vuonna 2005.

Useimmin tavatut putkilokasvilajit olivat ulpukka, kiehkuraarviä ja hapsiluikka (kuva 25).



**Kuva 25.** Putkilokasvilajien esiintyminen tutkimuslinjoilla vuonna 2009.

Eniten kasvilajeja (16 kpl) oli Karjalohjan puhdistamon vaikutusalueella olevalla Kourionlahden rehevällä tutkimuslinjalla ja vähiten Aurlahden linjalla 11 (vain yksi laji), jossa kasvuolosuhteet ovat louhikkoisen rannan ja syvemmän pohjan kittimäisen saven vuoksi vesikasvillisuudelle vaikeat. Vuosien 1995-2009 neljän tutkimuskerran perusteella järven runsaslajisimmat tutkimuslinjat ovat olleet Isoselän Lyllysten linja 4, Ristiselän linja 10 Hiidensalmessa, Hällsnärfjärdenin Klevenin linja 22 ja edellä mainittu Karjalohjan Kourionlahden linja 27a (kuva 26).



**Kuva 26.** Kasvilajien lukumäärät Lohjanjärven tutkimuslinjoilla vuodesta 1995.

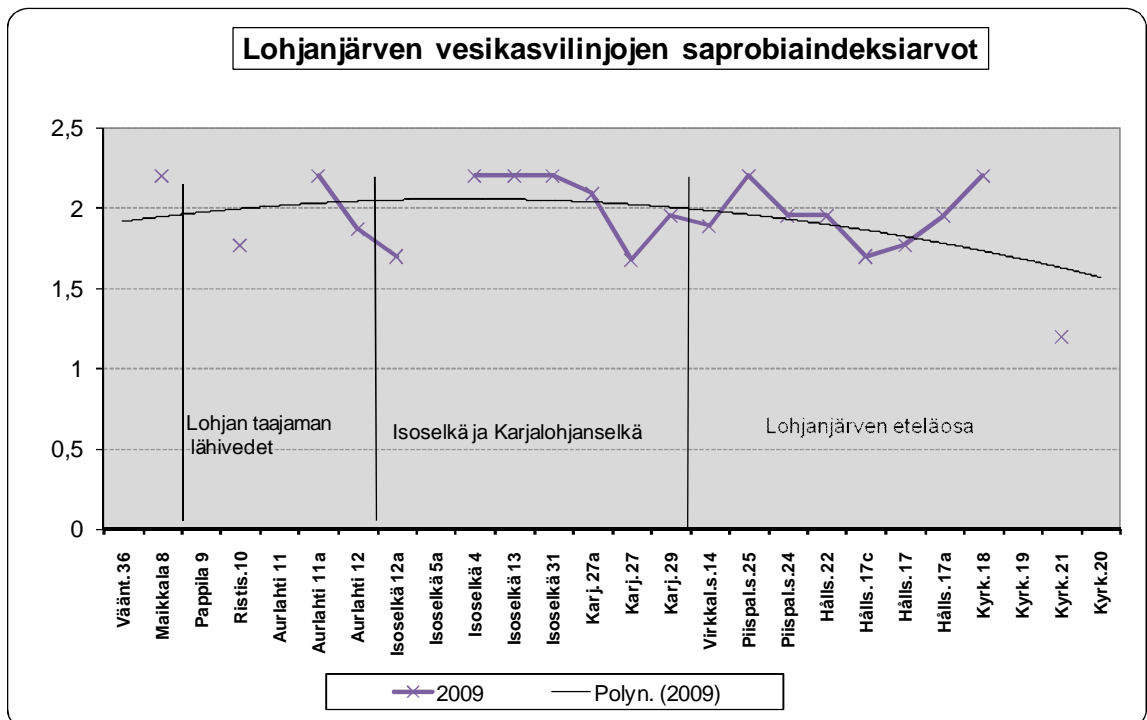
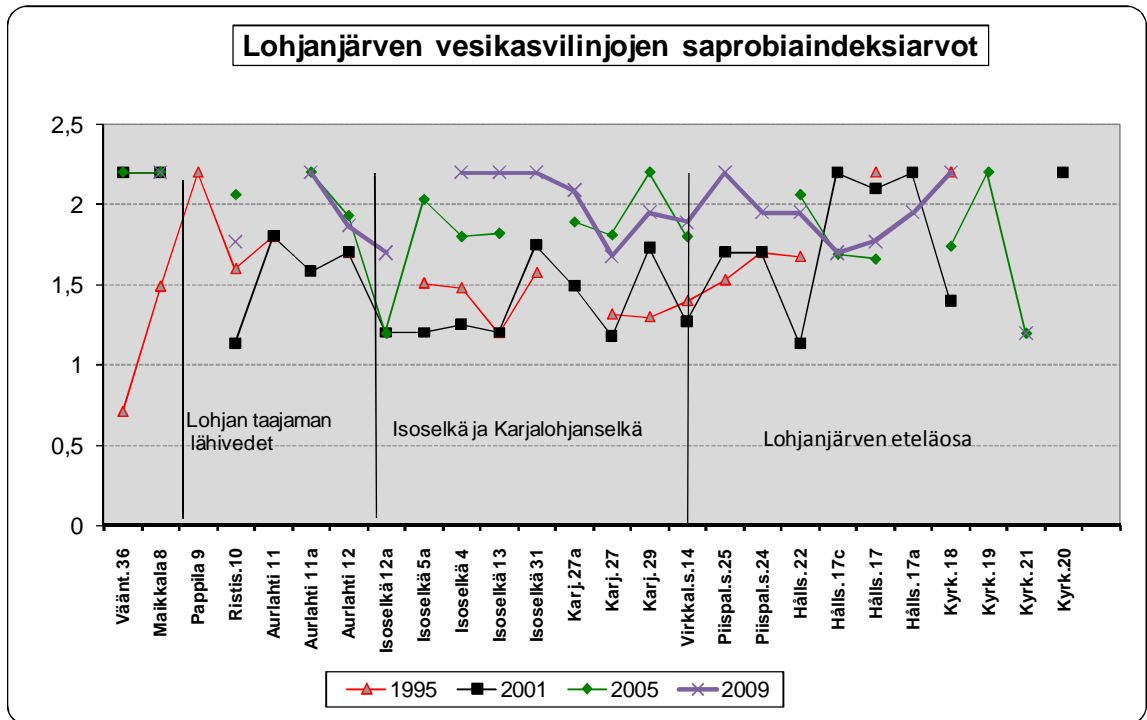
## 4.2 Saprobia

Tutkimuksessa tavatuista lajeista vain kahdeksalle on alunperin asetettu saprobiaindeksi-arvo (vrt. Aunu 1998), joten joukossa oli jälleen edellisvuosien tapaan tutkimuslinjoja, joille ei



indikaattorilajien puuttuessa voitu määrittää saprobia-arvoa lainkaan. Tällä kertaa yhteensä viisi linjaa.

Kuvassa 27 on esitetty vesikasvilinjojen saprobia-arvot vuosilta 1995, 2001, 2005 ja 2009. Alemmassa kuvassa on viimeisimmän tutkimusvuoden 2009 diagrammiin lisätty polynominen trendikäyrä, joka kuvaa suuntaa antavasti saprobia-arvojen osoittamaa likaantuneisuuden tasoa järven eri alueilla.



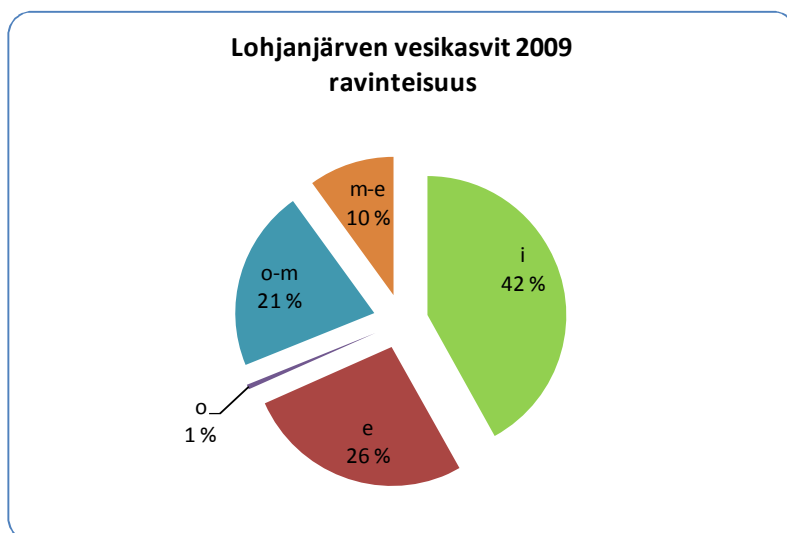
**Kuva 27.** Lohjanjärven vesikasvilinjojen saprobiaindeksi-arvot vuosina 1995, 2001, 2005 ja 2009.

Kuvan mukaan vesikasvillisuuslinjojen saprobia- eli likaisuusindeksien perusteella laskettu likaantuneisuusaste näyttäisi vaihdelleen Lohjanjärvellä 1990-luvun puolivälin jälkeen. Vuonna 1995 indeksiarvot - ja samalla likaantuneisuus – oli suurinta järven eteläosissa. Vuonna 2001 likaisuutta ilmentävät indeksiluvut olivat suurimmat sekä järven eteläosissa että Lohjan keskustaajaman lähivesillä. Vuonna 2005 tilanne oli tasaantunut niin, että likaisimmat alueet olivat Lohjan keskustaajaman lähivesillä, likaantuneisuusaste oli noussut myös Isoselällä ja Karjalohjanselällä ja laskenut järven eteläosissa. Vuonna 2009 selvää likaantuneisuutta osoittavia tutkimuslinjoja löytyi jokunen kaikilla osa-alueilla, eniten kuitenkin Isoselällä.

Kokonaisuutena järven keskimääräinen saprobia-aste on hiljalleen noussut vuodesta 1995 (vuonna 1995: indeksilukujen keskiarvo oli 1,53, vuonna 2001: 1,63, vuonna 2005: 1,89 ja vuonna 2009: 1,94).

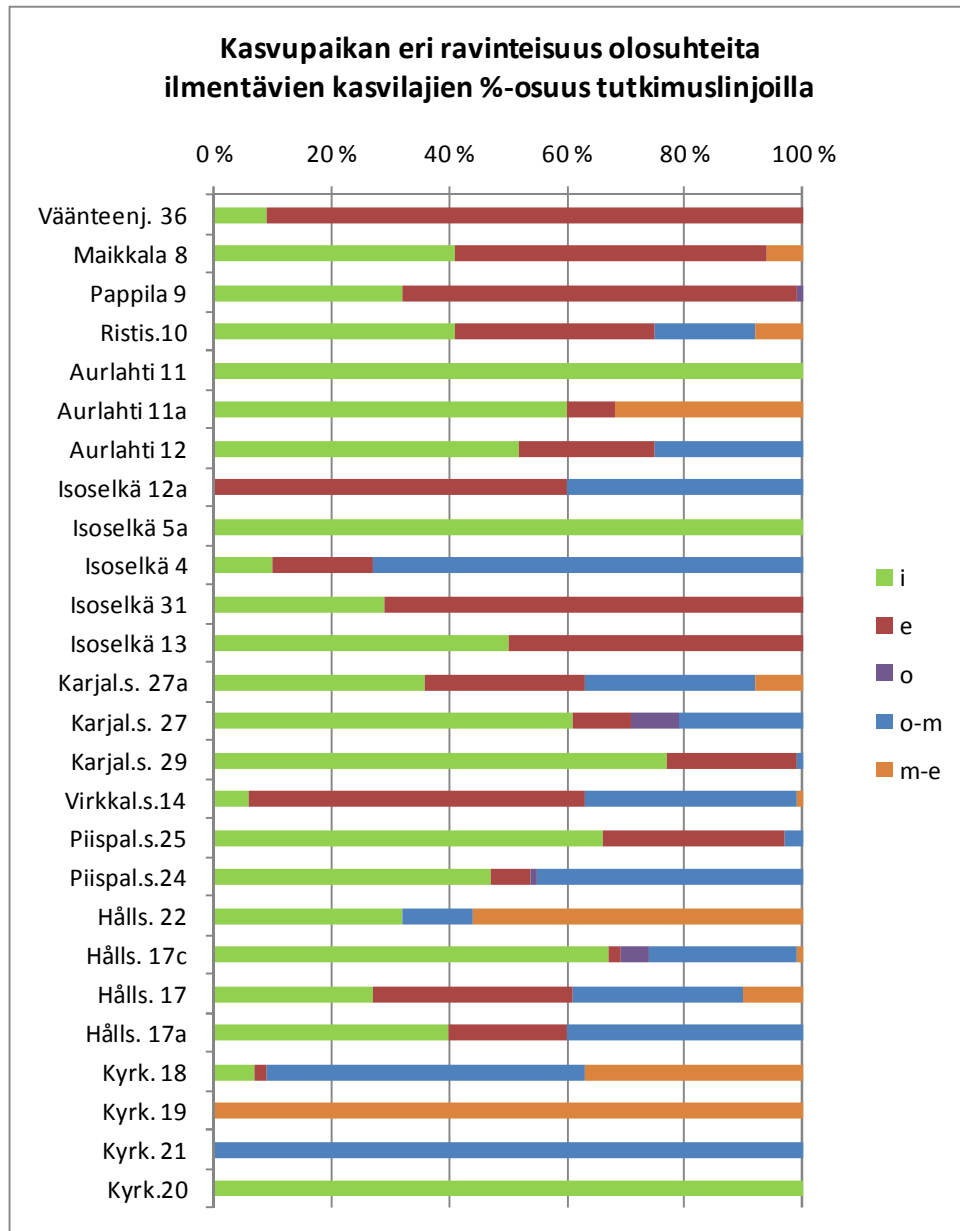
### 4.3 Ravinteisuus

Vuoden 2009 tutkimukseen otettiin mukaan myös kasvupaikan ravinteisuuden arvioiminen kasvilajeille määriteltyjen ravinteisuusluokkien avulla (Toivonen 1981, 1984). Lohjanjärvellä tutkittujen vesikasvilinjojen lajistosta suurin osa luetaan kuuluviksi indifferentteihin lajeihin, jotka esiintyvät ravinteisuudeltaan hyvin erilaisissa kasvupaikoissa. Ravinteisten kasvupaikkojen ja karujen-keskiravinteisten kasvupaikkojen lajien prosenttiosuus on lähes tasan. Vaateliaita, karua kasvupaikkaa suosivia lajeja oli vain prosentin verran (kuva 28).



**Kuva 28.** Lohjanjärven vesikasvilajien jakaantuminen kasvupaikan ravinteisuuden perusteella.

Ravinteisimmat kasvupaikat löytyivät pääasiallisesti Lohjanjärveen laskevien jokien vaikutusalueilta sekä Virkkalanselältä (kuva 29), jotka ovat myös veden laadultaan runsasravinteisimpia alueita Lohjanjärvellä.



**Kuva 29.** Vesikasvilajien osuudet kasvupaikan ravinteisuuden mukaan Lohjanjärven tutkimuslinjoilla kesällä 2009.

Karujen ja keskiravinteisten kasvupaikkojen linjoja löytyi järven eri selkälueilta, eniten kuitenkin eteläosasta Kyrköfjärdenin ja osittain myös Hällsnäsfjärdenin alueelta, jopa aivan läheltä Osuniemenlahtea, jonne Sappi Kirkiniemen ja Lohjan Peltoniemen yhdyskuntapuhdistamon puhdistetut jätevedet puretaan. Kyrköfjärdenin eteläisimpien tutkimuslinjojen osalta tilanteen selittävät nopeasti syvenevät karut rantatyytit, jotka eivät luo edellytyksiä monipuoliselle kasvillisuudelle. Hällsnäsfjärdenin tutkimuslinjoilla tilanne on toinen: vesikasvien kasvuolosuhteet määräytyvät paljolti edullisten rantatyyppinen ja pohjan laadun perusteella, Alueen tutkimuslinjat ovat pääosin loivasti syvenevää hiekkarantaa.

Suunnilleen vastaavaan ravinteisuusvaatimustulokseen tuli Lohjanjärven eteläosan tutkimuslinjojen osalta 1990-luvun puolivälissä myös Aunu (1998). Hänen mukaansa tilannetta selitti mm. pieniin pohjalehtisiin kuuluva hapsiluikka, jonka ravinteisuusvaatimukseksi on määritelty karut-keskiravinteiset kasvupaikat. Hapsiluikka siis siirtää linjan ravinteisuusarviota vähemmän ravinteikkaaseen suuntaan. Lajin on kuitenkin todettu sietävän hyvin erilaisia ympäristöoloja, jopa sellutehtaan jätevesien vaikutuksia (Merilehto 1983, ref. Aunu 1998). Myös vuoden 2009 tutkimuksessa hapsiluikka toiminee osittain selittävänä tekijänä, koska laji oli jälleen erittäin yleinen Lohjanjärven eteläosissa erityisesti Hällsnäsfjärdenin alueella.

Kokonaisuutena Lohjanjärven eteläosan vesikasvillisuuteen vaikuttaa tietenkin myös se, että pistekuormituksesta huolimatta alueen rehevyys ei vedenlaatutulostenkaan perusteella ole yhtä suuri kuin Lohjanjärveen laskevien jokien vaikutusalueilla järven koillisosassa ja Lohjan keskustaajaman lähivesillä.

## 5 YHTEENVETO

Lohjanjärven vesikasvillisuustutkimus kuuluu osana Lohjanjärven pistekuormittajien yhteistarkkailuun. Tutkimuksen menetelmät, linjakako, kasvillisuuden nimistö ja lajeille annetut saprobia-arvot perustuvat Aunun vuosina 1995-1996 tekemään perusteelliseen tutkimukseen koko Lohjanjärven vesikasvillisuudesta. Vesikasvillisuustutkimus toistetaan neljän vuoden välein.

Vuoden 2009 tutkimuksessa käytiin läpi 26 kasvillisuuslinjaa Väänteenoelta Kyrköfjärdenin eteläosaan. Tutkituilla linjoilla kasvoi yhteensä 29 putkilokasvilajia, kolme makrolevälajia ja kahden vesisammalsuvun edustajia. Yleisimmät kasvilajit olivat ulpukka, kiehkuraarviä ja hapsiluikka.

Eniten kasvilajeja, 16 kpl, oli Karjalohjan puhdistamon vaikutusalueella olevalla Kourionlahden rehevällä tutkimuslinjalla ja vähiten, ainoastaan yksi laji, Aurlahden Pitkäniemessä olevalla tutkimuslinjalla, jossa kasvuolosuhteet ovat pohjan kittimäisen saven vuoksi vesikasvillisuudelle vaikeat. Vuosien 1995-2009 neljän tutkimuskerran perusteella järven runsaslajisimmat tutkimuslinjat ovat olleet Isoselän Lylyisten linja, Ristiselän linja Hiidensalmessa, Hällsnäsfjärdenin Klevenin linja ja edellä mainittu Karjalohjan Kourionlahden linja.

Vesikasvillisuuslinjojen saprobia- eli likaisuusindeksien mukaan laskettu likaantuneisuusaste on vaihdellut Lohjanjärvellä 1990-luvun puolivälin jälkeen. Vuonna 1995 indeksiarvot - ja samalla likaantuneisuus – oli suurinta järven eteläosissa. Vuonna 2001 likaisuutta ilmentävät indeksiluvut olivat suurimmat sekä järven eteläosissa että Lohjan kaupungin taajaman lähivesillä. Vuonna 2005 tilanne oli tasaantunut niin, että likaisimmat alueet olivat Lohjan keskustaajaman lähivesillä, likaantuneisuusaste oli noussut myös Isoselällä ja Karjalohjanselällä ja laskenut järven eteläosissa. Vuonna 2009 selvää likaantuneisuutta osoittavia tutkimuslinjoja löytyi jokunen kaikilla osa-alueilla, eniten kuitenkin Isoselällä. Kokonaisuutena järven keskimääräinen saprobia-aste on hiljalleen noussut vuodesta 1995.

Kasvupaikan ravinteisuuden perusteella suurin osa Lohjanjärvellä tutkittujen vesikasvillisuuslinjojen lajistosta luetaan kuuluvaksi indifferentteihin lajeihin, jotka esiintyvät ravinteisuudeltaan hyvin erilaisissa kasvupaikoissa. Selvästi ravinteista kasvupaikkaa vaativien lajien osuus oli

suunnilleen yhtä suuri kuin karujen-keskiravinteisten kasvupaikkojen lajien prosenttiosuus. Hyvin vaateliaita, karua kasvupaikkaa suosivia lajeja oli vain prosentin verran.

Ravinteisimmat kasvupaikat löytyivät pääasiallisesti Lohjanjärveen laskevien jokien vaikutusalueilta sekä Virkkalanselältä, jotka ovat veden laadultaan myös runsasravinteisimpia alueita Lohjanjärvellä.

Karujen ja keskiravinteisten kasvupaikkojen linjoja löytyi järven eri selkääalueilta, eniten kuitenkin eteläosasta Kyrköfjärdenin ja osittain myös Hällsnäsfjärdenin alueelta. Tilanne selittyy järven eteläisimmissä osissa sillä, että linjat sijoittuvat pääasiassa jyrkästi syveneville karuille rantatyypeille. Hällsnäsfjärden alueella loivasti syvenevät rantatyyppit ja kasveille edullinen pohjan laatu puolestaan mahdollistavat monipuolisen vesikasvilajiston. Tilanne on yhteneväinen vedenlaatutulosten kanssa: myöskään niiden perusteella alueen rehevyys ei ole yhtä suuri kuin Lohjanjärveen laskevien jokien vaikutusalueilla järven koillisosassa.

## **6 VESIKASVILLISUUSTUTKIMUKSEN JATKAMINEN LOHJANJÄRVELLÄ**

Saprobialuokitusmenetelmän käyttäminen Lohjanjärven vesikasvillisuustutkimuksessa vaikuttaa tänä päivänä vanhanaikaiselta ja epätarkaltakin menetelmältä arvioitaessa ravinnekuormituksen vaikutuksia kasvillisuuteen. Käytettävissä on liian vähän indeksilajeja, joten kaikkina tutkimuskertoina osa tutkimuslinjoista on jäänyt kokonaan luokittamatta. Vuonna 2009 luokittamattomien linjojen osuus oli lähes viidennes, 19 % aineistosta.

Vuonna 2000 voimaan astuneen vesipolitiikan puitedirektiivin mukaisesti vesistöjen tilaa arvioidaan tulevaisuudessa enenevässä määrin biologisten laatutekijöiden ja niihin pohjautuvien mittareiden avulla. Ympäristöhallinnossa on kehitetty, testattu, vertailtu ja suositeltu erilaisia menetelmiä (Leka ym. 2003, 2008, Vallinkoski ym. 2004, Vuori ym. 2009), joista kasvilajien yleisyyteen ja peittävyteen perustuva ns. päävyöhykemenetelmä on vakiintumassa käyttöön.

Myös Lohjanjärven vesikasvillisuustutkimus tulisi sovittaa edellä mainittuun tutkimusmenetelmään, jotta tulokset olisivat vertailukelpoisia ympäristöhallinnon tutkimusten kanssa. Koska päävyöhykelinjamenetelmä on varsin työläs ja aikaa vievä, tarkoittaa se kustannusten kurissa pitämiseksi käytännössä saprobialuokituksesta luopumista ja tutkimuslinjojen lukumäärien vähentämistä Lohjanjärvellä niin, että vain tärkeimmiksi katsotut linjat valitaan mukaan vesikasvillisuustutkimukseen.

## Kirjallisuuslähteet

- Aunu, T.1998: Lohjanjärven vesikasvisto ja -kasvillisuus vuonna 1995 -vertailuaineistona kasvillisuushavainnot vuosilta 1886-1893. Länsi-Uudenmaan vesi ja ympäristö ry. Julkaisu 78. 116 s. + liitteet.
- Leka, J., Valta-Hulkkonen, K., Kanninen, A., Partanen, S., Hellsten, S., Ustinov, A., Iivonen, R. & Airaksinen, O. 2003: Vesimakrofyytit järvien tilan arvioinnissa ja seurannassa. Maastomenetelmien ja ilmakuvatulkinnan käyttökelpoisuuden arviointi Life Vuoksi – projektissa. Alueelliset ympäristöjulkaisut 312. 96 s.
- Leka, J., Toivonen, H., Leikola, N. & Hellsten, S. 2008: Vesikasvit Suomen järvien tilan ilmentäjinä. Ekologisen luokittelun kehittäminen. Suomen ympäristö 18/2008. 53 s.
- Merilehto, K. 1983: Oy Keskuslaboratorio-Centrallaboratorium Ab. Julkaisematon seloste. ref. Annu 1998.
- Pantle, R. & Buck, H. 1955: Die biologische Überwachung der Gewässer und die Darstellung der ergebnisse. Gas und Wasserwach 96:604.
- Ranta, E. 2002: Lohjanjärven vesikasvillisuustutkimus vuonna 2001. Länsi-Uudenmaan vesi ja ympäristö ry. Tutkimusraportti 28/2002. 23 s.
- Ranta, E. 2006: Lohjanjärven vesikasvillisuustutkimus vuonna 2005. Länsi-Uudenmaan vesi ja ympäristö ry. Tutkimusraportti 114/2006. 30 s.
- Toivonen, H. 1981: Sisävesien suurkasvillisuus. Teoksessa: Meriläinen, J. (toim.): Suomen Luonto 4. Vedet. s. 209-225.
- Toivonen, H. 1984: Makrofyyttien käyttökelpoisuus vesien tilan seurannassa. Luonnon Tutkija 88:92-95.
- Vallinkoski, V.-M., Kanninen, A., Leka, J. & Iivonen, R. 2004: Vesikasvillisuus pienten järvien tilan ilmentäjänä – Ilmakuvatulkintaan ja maastoseurantoihin perustuvat ekologisen tilan mittarit. Suomen ympäristö 725. 90s.
- Vuori, K.-M., Mitikka, S. & Vuoristo, H. (toim.) 2009: Pintavesien ekologisen tilan luokittelu. Ympäristöhallinnon ohjeita 3/2009. 120 s.

# LIITTEET

## Liiteluettelo

- Liite 1.** Kartta kasvilinearjojen sijainnista
- Liite 2.** Vesikasvilajit, kasvilinearjojen saprobialindeksit, lajien peittävydet ja runsaudet linjoittain ja syvyyksittäin