

Seppo Hellsten, Sari Partanen, Mika Visuri, Juha Riihimäki,
Taina Björnström ja Antton Keto

Vedenkorkeuden säännöstelyn vaikutus
Kallaveden ja Unnukan rantavyöhyk-
keeseen ja elinympäristöihin

Kallavesi-Unnukan säännöstelyn kehittämiselvitys



Seppo Hellsten, Sari Partanen, Mika Visuri, Juha Riihimäki,
Taina Björnström ja Antton Keto

Säännöstelyn vaikutus Kallaveden ja
Unnukan rantavyöhykkeeseen ja
elinympäristöihin

Kallavesi-Unnukan säännöstelyn kehittämiselvitys

KUOPIO 2002

ISBN 952-11-0935-1
ISSN 1238-8610

Kartat: Maanmittauslaitos lupa nro 7/MYY/01
Taitto: Mirja Mustonen
Painopaikka ja -vuosi: Kuopion Liikekirjapaino Oy
KUOPIO 2002

Sisällys

1 Johdanto	5
2 Aineisto ja menetelmät	6
2.1. Aikaisemmat tutkimukset	6
Kallavesi	6
Unnukka	6
2.2. Maastotutkimukset	7
Kallavesi	7
Unnukka	8
2.3. Ilmakuvaus ja sen tulkinta	8
Kallavesi	8
Unnukka	9
3 Rantavyöhykkeen nykytila ja siinä tapahtuneet muutokset	14
3.1. Vesistöjen nykytila	14
Kallavesi	14
Unnukka	15
3.2 Rantavyöhykkeen kasvisto	19
Kallavesi	19
Unnukka	23
3.3 Kasvillisuuden vyöhykkeisyys	26
Kallavesi	26
Unnukka	27
4 Rantavyöhykkeen elinympäristöt ja niiden jakauma	29
4.1. Kallavesi	29
4.2. Unnukka	33
5 Yhteenvedo järvien nykytilasta ja mahdollisuuksia nykytilan muuttamiseksi	38
5.1. Kallavesi	38
5.2. Unnukka	38
Kirjallisuus	40
Litteet	41
Liite 1. Vyöhykelinjamenetelmä	41
Liite 2. Maastokortti (etusivu)	42
Liite 3. Maastokortti (takasivu)	43
Liite 4. Kallaveden tutkimusalueiden numerointi	44
Liite 5. Suvasveden tutkimusalueiden numerointi	45
Liite 6. Kallaveden ranta- ja vesikasvien tutkimuslinjat kesällä 2000	46
Liite 7. Suvasveden ranta- ja vesikasvien tutkimuslinjat kesällä 2000	48
Liite 8. Unnukan tutkimusalueiden numerointi	50
Liite 9. Unnukan ranta- ja vesikasvien tutkimuslinjat kesällä 1999	51
Liite 10. Unnukan alaosan pääelinympäristöt vuonna 1963	53
Liite 11. Unnukan alaosan pääelinympäristöt vuonna 1999	54
Liite 12. Unnukan yläosan pääelinympäristöt vuonna 1963	55

Liite 13. Unnukan yläosan pääelinympäristöt vuonna 1999	56
Liite 14. Päijänteen ja Keiteleen trofiaindikaattorit	57
Liite 15. Kalla- ja Suvasveden kasvisto vuosina 1935 ja 2000	58
Kuvailulehdet	61

Johdanto

Tämä tutkimus on osa Pohjois-Savon ympäristökeskuksen (PSA) toimeksiannosta tehtävää Kallavesi-Unnukan säännöstelyn kehittämisselvitystä, jota johtaa Suomen ympäristökeskus. Järvien säännöstelyä käsitellään yksityiskohtaisesti erillisessä raportissa (Marttunen ym. 2001). Käsillä oleva raportti korvaa aikaisemmat raportit Unnukalta (Hellsten ym. 2000a) ja Kallavedeltä (Hellsten ym. 2001).

Tutkimuksen on toteuttanut Suomen ympäristökeskuksen Vesi- ja ekotekniikka tutkimusryhmä. Ennen vuotta 2000 tutkimusryhmä oli osa VTT Yhdyskuntatekniikkaa. Yhteyshenkilönä Pohjois-Savon ympäristökeskuksessa on toiminut ympäristöinsinööri Veikko Voutilainen ja Suomen ympäristökeskuksessa erikoistutkija Seppo Hellsten.

Rantavyöhyketutkimukset Kallavedellä tekivät Sari Partanen, Mika Visuri, Taina Björnström ja Antton Keto. Ilmakuvaukset teki FM-kartta Oy. Ilmakuvatulkinnan teki tutkija Sari Partanen. Vertailuaineistoa luovutti tutkimuksen käyttöön FL Risto Ihantola (Kuopio), joka osallistui myös maastotutkimusten suunnitteluun.

Unnukan rantavyöhyketutkimuksen tekivät Juha Riihimäki, Sari Partanen ja Mika Visuri. Ilmakuvaukset suoritti Biologitoimisto Jari Venetvaara ky. Ilmakuvatulkinnan teki apulaistutkija Sari Partanen. FL Ulla Kurimo (Espoo) antoi tutkimuksen käyttöön vanhat maastohavainnot ja valokuvia.

Tutkimuksen tarkoituksena oli:

- Kartoittaa rantavyöhykkeen nykytila ja siinä tapahtuneet muutokset käyttäen vertailuaineistona sekä vanhoja maastotutkimuksia että ilmakuvia.
- Arvioida vedenkorkeuden säännöstelyn vaikutus rannan pääelinympäristöihin ja niiden kehitykseen.

2

Aineisto ja menetelmät

2.1. Aikaisemmat tutkimukset

Kallavesi

Vedenkorkeuden säännöstely vaikuttaa erityisesti rantavyöhykkeeseen, mutta useimmat suomalaiset järvisäännöstelyhankkeet on toteutettu ilman ympäristövaikutusten arviointia. Ainoan poikkeuksen muodostaa Kemijärvi, jonka poikkeuksellisen voimakkaan säännöstelyn vaikutuksia arvioitiin jo ennakkoon Suomen oloissa monipuolisilla rantatutkimuksilla. Kallaveden vuonna 1972 alkanut säännöstely on toteutettu muuttamalla vedenkorkeuden vaihtelua hyvin vähän. Kevättulvaa on leikattu keskimäärin parikymmentä senttiä ja kesän alimpia matalia vedenkorkeuksia on nostettu vastaavasti parikymmentä senttiä (Marttunen ym. 2001). Keskimääräiset arvot ovat luonnollisesti paljon pienempiä, eikä näin pienen muutoksen vaikutusta alunperinkään pidetty haitallisena.

Kallavedellä on tehty perusteellinen väitöskirjatutkimus vesikasvillisuuden rakenteesta ja erityisesti maaperän vaikutuksesta siihen 1930-luvun puolivälissä (Vaarama 1938). Tutkimus edustaa Suomen vesikasvitutkimuksen huippukautta, mutta valitettavasti yksityiskohtainen alkuperäisaineisto ei ollut enää löydettävissä. Tutkimustulosten tulkinnan tekee ongelmalliseksi myös aineiston sijoittuminen aikaan ennen maa- ja metsätalouden kuormituksen lisääntymistä, joten tulosten tulkinta on vaikeaa.

Vaaraman (1938) tutkimukset on toteutettu Pohjois-Kallavedellä, Keski-Kallavedellä, Sotkanselällä ja Koirusvedellä. Suvasvesi on jätetty tarkastelun ulkopuolelle. Tutkimus koostuu yksittäisistä kasvillisuuskuvauksista, joita on tehty laajalti eri puolilla järveä yhteensä 76 paikalta. Tulokset on esitetty kasvillisuustyyppinä, joiden koostumus on kuvailtu vain harvojen näytealojen perusteella ilman yhteenvetotaulukoita. Lisäksi tutkimuksessa on tehty järven poikki ulottuvia linjoja yhteensä 28 kappaletta; aina kun satunnaisesti valittu linja on koskettanut rantaviivaa, on kasvistoa havainnoitu 50 metrin leveydeltä. Havaintokohteita on yhteensä 342 kappaletta. Kohteilta on määritetty sekä kasvillisuuden vyöhykeisyys että yleisyys, mutta pistekohtaiset havainnot puuttuvat. Vaaraman (1938) tutkimuksen jälkeen Kallavedellä ei ole tehty laajoja vesikasvitutkimuksia lukuun ottamatta Risto Ihantolan tekemiä havaintoja vuodelta 1990 ja Royn ym. (1992) tekemiä tutkimuksia saasteiden vaikutuksesta eräiden vesikasvien fysiologiaan.

Unnukka

Unnukkaa on säännöstelty vuodesta 1972 alkaen. Säännöstelyn alussa avovesikauden aikaista vedenpintaa on nostettu noin 60 cm ja vettä pidetään käytännöllisesti katsoen koko ajan samalla tasolla. Unnukan säännöstelyä on kuvattu tarkemmin Marttusen ym. (2001) julkaisussa.

Unnukan luusuassa sijaitseva Varkauden puunjalostusteollisuus on edesautannut useiden eri kasvillisuustutkimusten syntyä. Tutkimukset ovat keskittyneet pääosin alapuoliselle Haukivedelle, mutta niiden vertailualueena on käytetty yläpuolista Unnukkaa.

Juvonen (1958) selvitti jätevesien vaikutusta rantavyöhykkeen kasvipeitteeseen Varkauden ympäristössä käyttäen vertailualueena sekä Unnukan Leviäsaaren että Komminselän ja Haijonselän aluetta. Menetelmänä oli pistemenetelmä, jossa ylimmältä rantavyöhykkeeltä edettiin niin syvälle kuin kasvipeitettä tavattiin. Lajiston runsaus määriteltiin rannan eri kasvillisuusvyöhykkeillä erikseen asteikolla 1-7. Tutkimuslinjoja oli yhteensä 49 kpl, joista Unnukan puolella 21 kpl.

Kurimo (1970) toteutti kesällä 1964 erittäin laaja-alaisen 111 havaintopaikkaa käsittävän tutkimuksen, johon sisältyivät myös Juvosen (1958) tutkimat paikat. Unnukkaa koskeva aineisto keskittyy valtaosaltaan Varkauden yläpuoliseen, mutta Kopolanvirran alapuoliseen alueeseen ja osin myös Leviäsaaren ympäristöön. Menetelmä oli sama kuin Kurimon (1970) tutkimuksessa. Työ, josta muodostui laajalti siteerattu klassikko, on julkaistu myös uudelleen käyttäen monipuolisia tilastollisia analyyseja (Kurimo & Kurimo 1981).

Unnukan säännöstely aloitettiin vuonna 1972. Sen jälkeen alueen kasvillisuutta on tutkinut ainoastaan Pogrepoff (1985), jolla oli muutama tutkimuspiste myös puunjalostusteollisuuden vaikutusalueen yläpuolella.

2.2. Maastotutkimukset

Kallavesi

Maastotutkimuksissa pyrittiin noudattamaan Vaaraman (1938) aluejakoa ja lisäksi otettiin mukaan Suvasvesi, jonka tilassa ei säännöstelyä lukuun ottamatta liene tapahtunut kovin suuria muutoksia 1900-luvun aikana. Toisena jakoperusteena on käytetty saatavilla olevia ilmakuvia, joita tukevaa aineistoa kerättiin myös maastotutkimuksen yhteydessä. Maastokohteita oli eri osa-alueilla yhteensä 39 kappaletta taulukossa 1 esitetyn jaon mukaisesti (Kuvat 1 ja 2).

Maastotyöt tehtiin Kallavedellä 11.-18.8. ja Suvasvedellä 29.-31.8.2000. Tutkimuspisteissä edettiin niin syvälle kuin kasvillisuutta ulottui ja lajiston runsaus määriteltiin asteikolla 1-7. Rannan vyöhykkeisyyttä selvitettiin ns. vyöhykelinjojen avulla (esim. Hellsten ym. 2000b). Menetelmällä pyritään kuvaamaan järven vedenkorkeuden vaihtelua määrittämällä pääkasvustojen eli eri elomuotojen syvyysjakaumat mahdollisimman tarkasti. Vyöhykelinjoja tehtiin yhteensä 39 kappaletta järvioltaan eri osissa (Taulukko 1). Kasvustojen esiintymissyvyyden, yhtenäisyyden ja leveyden lisäksi kullakin kohteella kartoitettiin koko rantavyöhykkeen muu kasvilajisto ja arvioitiin lajien yleisyys.

Vyöhykelinjaminetelmällä saadaan koottua riittävästi tietoa säännöstelyn vaikutusten arvioimiseksi, ja se on menetelmänä huomattavasti nopeampi kuin esimerkiksi perinteinen kasvulinjaminetelmä. Taustatietoina kultakin pääkasvustovyöhykkeeltä koottiin lisäksi tiedot pohjanlaadusta, mitattiin ruokojen ja kortteiden tiheys ja korkeus sekä määritettiin kunkin vyöhykkeen valtalaji. Yksityiskohtaisemmat maasto-ohjeet vyöhykelinja-aineiston keräämiseksi sekä työtä varten laaditut maastolomakkeet on esitetty liitteissä 1 - 3. Linjojen numeroinnint on kuvattu liitteissä 4-5. Linjakohtaiset tulokset on esitetty liitteissä 6-7. Rantavyöhykkeen tilan tulkinnassa käytettiin hyväksi myös kesällä 1998 tehtyjä kasvillisuuden vyöhykkeisyyden tason mittauksia (Riihimäki 1999).

Unnukka

Maastotutkimuksissa keskityttiin alueille, joilla sijaitsi sekä Juvosen (1958) että Kurimon (1970) havaintopisteitä. Alueita kutsutaan jatkossa yläosaksi ja alaosaksi. Lisäksi tutkittiin alkukesän 1999 maastokatselmuksen yhteydessä hyväksi todettu kevätkutuisten kalojen kutupaikka Unnukan itäosassa.

Kurimon (1970) vuonna 1964 tehdyistä Unnukan viidestäkymmenestä pisteestä valittiin 20, jotka olivat yhteisiä Juvosen (1958) tutkimuksen kanssa (Kuva 3). Pisteitä oli yläosassa 8 ja alaosassa 11 kappaletta. Maastotyöt tehtiin 2.-6.8.1999. Tutkimuspisteet käytiin läpi vastaavalla tavalla kuin aikaisemmin eli rantavyöhykkeeltä edettiin niin syväälle kuin kasvillisuutta ulottui ja lajiston runsaus määriteltiin asteikolla 1-7. Vertailutietona käytettiin aikaisempia havaintoja, jotta pystyttäisiin etsimään pienikokoista ja vaikeasti havaittavaa lajistoa. Työ aloitettiin Leviäsaaren ympäristöstä.

Rannan vyöhykkeisyyttä selvitettiin vuonna 1999 ns. vyöhykelinjojen avulla (kts. edellinen sivu). Vyöhykelinjoja tehtiin Unnukan yläosaan 3 kappaletta, alaosaan 4 kappaletta ja Saahkarlahteen 2 kappaletta (Kuva 3). Kasvustojen esiintymissyvyyden, yhtenäisyyden ja leveyden lisäksi kullakin kohteella kartoitettiin koko rantavyöhykkeen muu kasvilajisto ja arvioitiin lajien yleisyys.

Taustatietoina kultakin pääkasvustovyöhykkeeltä koottiin lisäksi tiedot pohjanlaadusta, mitattiin ruokojen ja kortteiden tiheys ja korkeus sekä määritettiin kunkin vyöhykkeen valtalaji. Yksityiskohtaisemmat maasto-ohjeet vyöhykelinja-aineiston keräämiseksi sekä työtä varten laaditut maastolomakkeet on esitetty liitteissä 1 - 3. Linjojen numerointi on kuvattu liitteessä 8 ja tulokset liitteessä 9. Rantavyöhykkeen tilan tulkinnessa käytettiin hyväksi myös kesällä 1998 tehtyjä kasvillisuuden vyöhykkeisyyden tason mittauksia (Riihimäki 1999).

2.3. Ilmakuvaus ja sen tulkinta

Kallavesi

Kasvillisuuden pinta-alatulkintoja varten ilmakuvia hankittiin sekä 1950- ja 1960-luvuilta että 1990-luvun loppupuolelta (Taulukko 1). Ilmakuva-aineisto säännötelyä edeltävältä ajalta on pyritty valitsemaan sillä perusteella, että kasvillisuus kyseisen kesän osalta olisi kehittynyt maksimiinsa eli tulkinnessa on pyritty käyttämään heinä-syyskuun kuvia. Vanha ilmakuvamateriaali on kauttaaltaan mustavalkoista paperikuvaa. Kuvat ovat pääosin mittakaavassa 1: 20 000, mutta Suvasvedellä muutamien kuvien mittakaava on 1: 2 000 – 1:30 000. Vanha kuvamateriaali on hankittu Puolustusvoimien Topografi-kunnalta sekä Maanmittauslaitoksen Ilmakuvakeskuksesta. Uudet 1990-luvun loppupuolen ilmakuvat ovat kaikki FM-Kartan kuvaamia väri-infrapunakuvia eli vääräväriskuvia mittakaavassa 1: 30 000.

Tulkintaa varten ilmakuva-aineisto skannattiin digitaaliseen muotoon ja siirrettiin ArcView-paikkatietojärjestelmään. Ilmakuvat oikaistiin koordinaatistoon KKJ-järjestelmään ArcView:n RIFT-laajennuksella ja Maanmittauslaitoksen digitaalisella peruskartta-aineistolla (Maanmittauslaitos lupa nro 7/MYY/01). Tutkimusalueet rajattiin uudemman ja vanhemman ilmakuva-aineiston perusteella siten, että tutkimusalueeksi muodostui mahdollisimman pitkä osa yhtenäistä rantaviivaa. Rantaviivasta pyrittiin tulkitsemaan vähintään 11 % kummankin järven osalta. Saaria ei tässä tutkimuksessa käsitelty ollenkaan. Ranta- ja vesikasvillisuus digitoitiin omiksi tasoikseen sekä vanhemmasta että uudemmasta materiaalista

Maanmittauslaitoksen digitaalisen 1:20 000 rantaviiva-aineiston avulla. Uusimissa 1990-luvun ilmakuvissa kasvillisuus eroteltiin eri elomuotojen mukaan omiksi tasoikseen. Vanhemmista ilmakuvista eri kasvillisuuden elomuotoja ei eroteltu.

Ilmakuvatulkinnan apuna käytettiin jokaisen kohteen osalta maastohavain- toja. Vanhemman aineiston kohdalla virhetulkintojen todennäköisyys on suurem- pi johtuen maastohavaintojen puuttumisesta ja kuvien huonosta laadusta. Eri elo- muotojen erottaminen ilmakuvista oli hyvin epävarmaa, joten siitä luovuttiin. Vir- hetulkintoja aiheuttivat mm. samea vesi, matalikot, hiekkasärkät, auringon heijas- tukset sekä paikoitellen kuvien huono laatu. Ongelmia aiheuttivat myös rantaviiv- van muutokset tutkimusvuosien välillä eli pääasiassa rantarakentaminen ja um- peenkasvu. Paikoitellen kasvillisuuden teräväpiirteisyys osoittaa merkkejä myös rantojen kunnostuksesta, joka vaikuttaa myös tulkintatulokseen. Sotkanselän il- makuvauksen ajankohta (19.6.1952) saattaa olla liian aikainen luotettavien tulost- en saavuttamiseksi.

Taulukko 1. Kallaveden tutkimuspisteiden sijoittuminen eri osa-alueille ja ilmakuvauksen ajankohta.

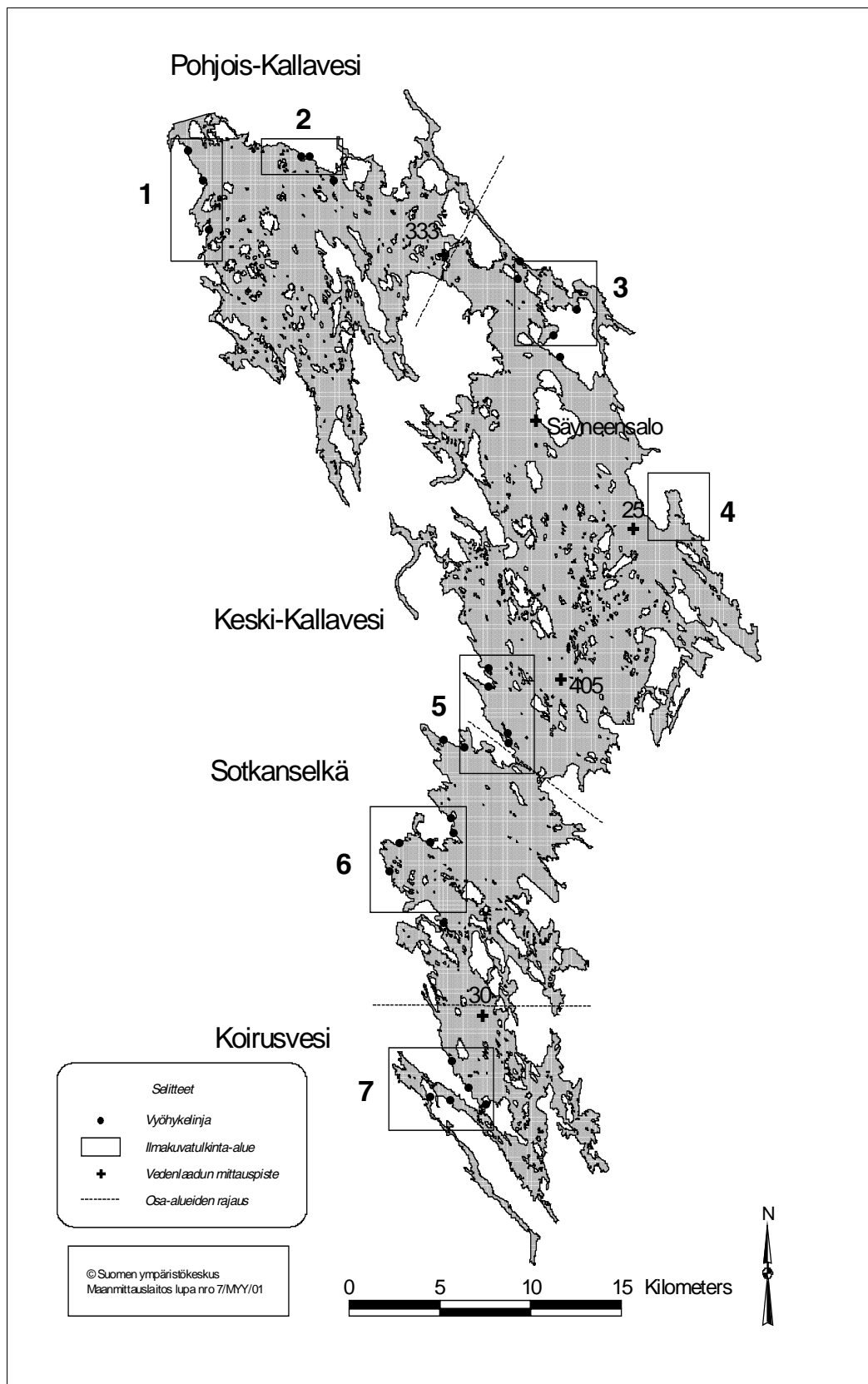
Osa-alue	Kohdealue	Maastokohteet		Ilmakuvat	
		Vyöhykelinjat/Pisteet		Vanhat	Uudet
Pohjois-Kallavesi	1	3	14.7.1951	3.8.1999	
	2	3	14.7.1951	4.8.1999	
Keski-Kallavesi	3	5	14.7.1951	19.7.1999	
	4	0	14.7.1951	2.8.1999	
Keski-Kallavesi/Sotkanselkä	5	6	24.8.1951	2.8.1999	
	6	6	24.8.1951	20.8.1999	
Koirusvesi	7	5	19.6.1952	18.8.1999	
Suvasvesi	1	2	1.9.1966	24.7.2000	
	2	6	24.8.1951	28.8.2000	
	3	7	1.9.1966	24.7.2000	

Unnukka

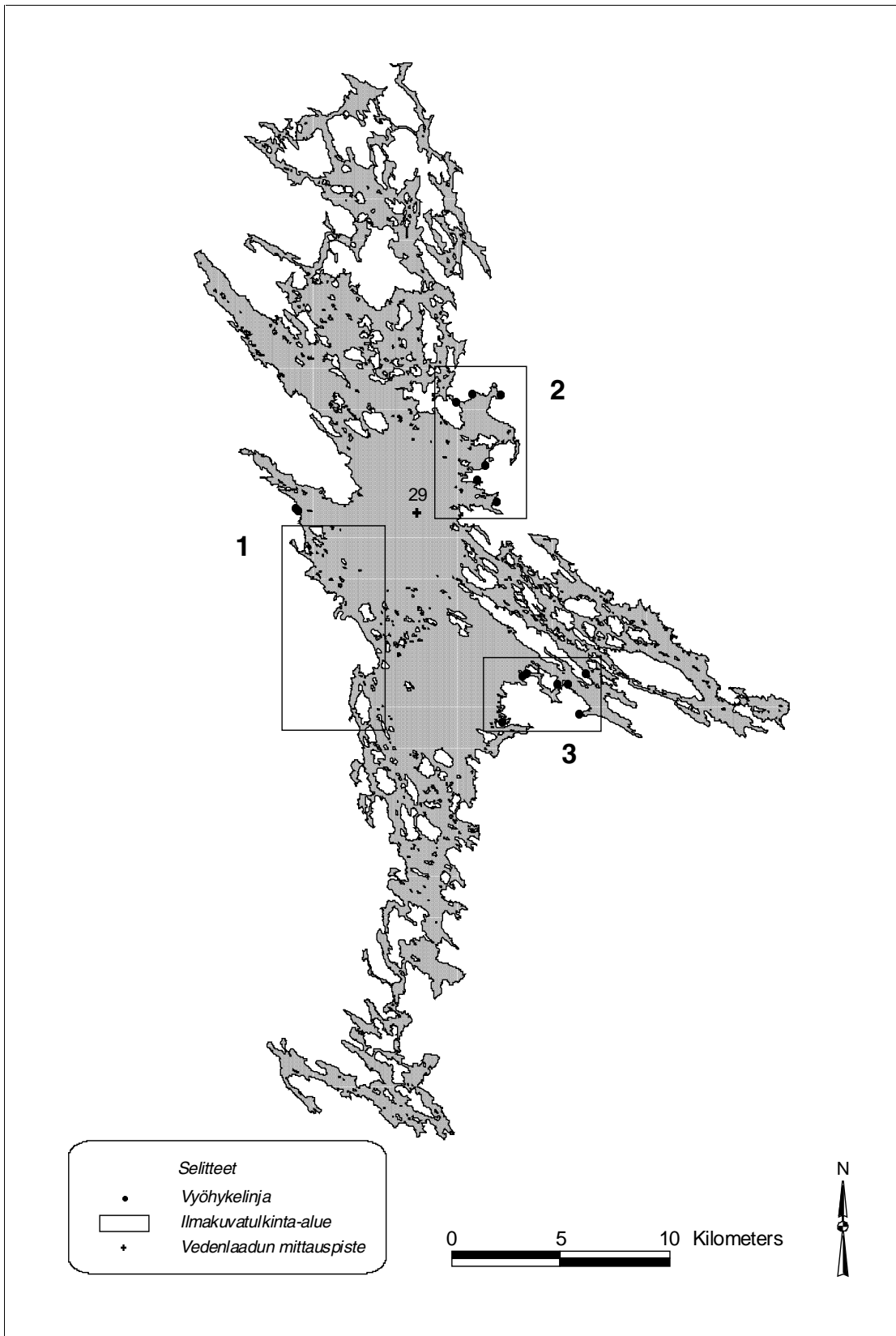
Unnukan ilmakuvat saatiin Pohjois-Savon ympäristökeskuksesta kesällä 1999. Koko järvi on kuvattu kokonaan 23.7.1963 myöhemmin Unnukalla alkaneen säännöste- lyn tutkimusvaiheessa. Kuvat ovat numeroiltaan 63220 1-47. Mustavalokuvien mittakaava on 1:25 000 ja kuvauskorkeus 3820 m. Vedenkorkeus oli kuvaushetkel- lä tasossa NN +80,80 m

Biologitoimisto Jari Venetvaara ky. kuvasi Unnukan 14.8.1999 ja ilmakuvat ovat väridiamuodossa. Kuvaus on suoritettu 4000 jalan eli noin 1320 metrin kor- keudelta. Kuvat on numeroitu 1-66 Leviäsaaren osalta ja 1-184 Varkauden osalta. Diakuvien pitempi sivu on 830 metriä ja lyhyempi sivu 535 metriä eli diana niiden mittakaavaksi tulee 1:22432 ja diaprojektorilla katsottuna 1:3084. Vedenkorkeus oli kuvaushetkellä tasossa NN + 81,20 m.

Tutkimuksissa keskityttiin siis kahteen alueeseen: Leviäsaaren ympäristöön pohjoisessa (yläosa) ja Varkauden lähialueeseen (alaosa).



Kuva 1. Kallaveden havaintokohteet kesällä 2000. Kaikkiin havaintokohteisiin sisältyy sekä pistemittaus että vyöhykemittaus. Järvessä olevat numerot vastaavat vedenlaadun mittauspisteitä.

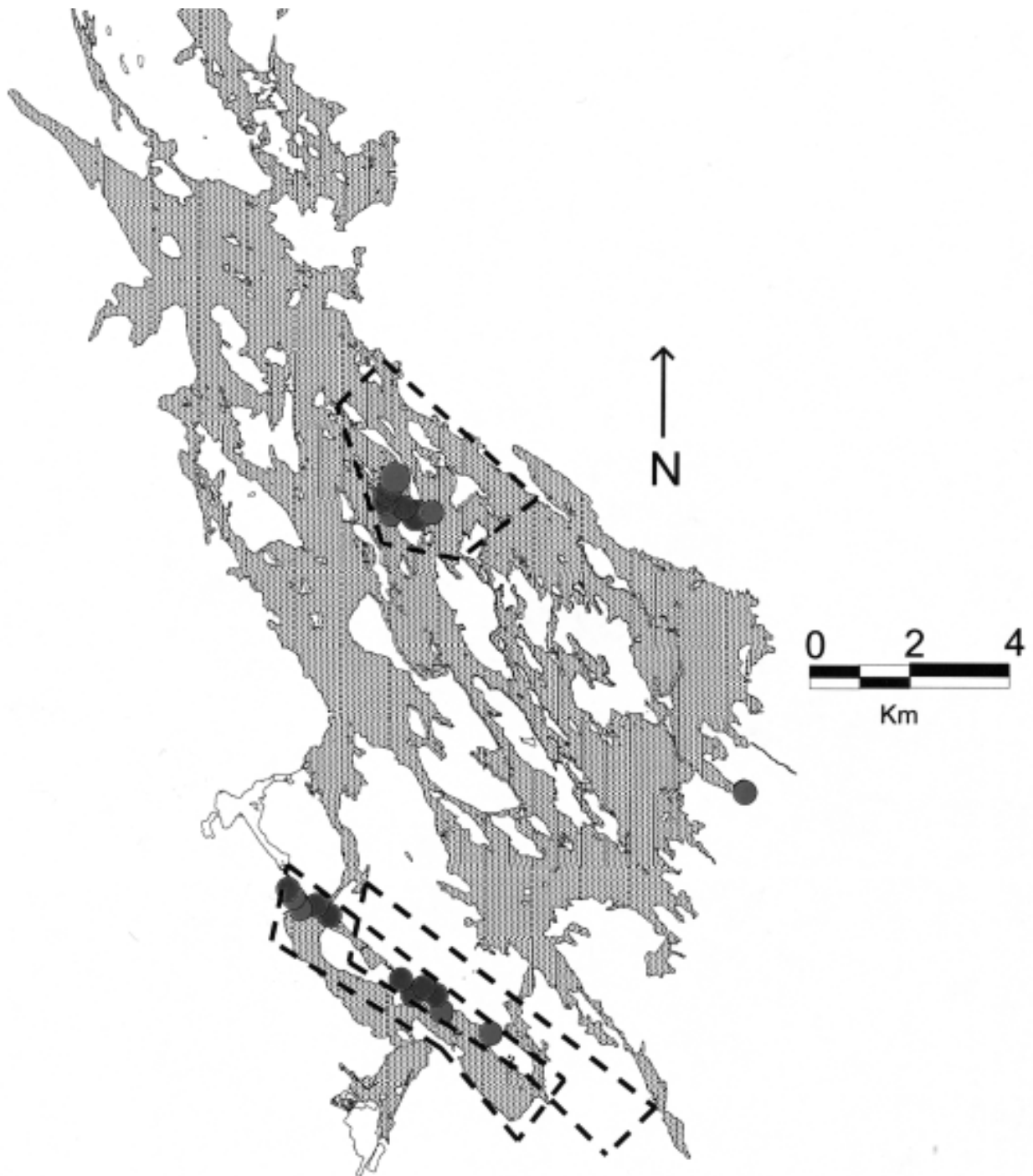


Kuva 2. Suvasveden havaintokohteet kesällä 2000. Kaikkiin havainto-kohteisiin sisältyy sekä pistemittaus että vyöhykemittaus. Järvessä oleva numero vastaa vedenlaadun mittauspistettä.

Mustavalkoisille 1960-luvun ilmakuville tehtiin ilmakuvatulkinta, jossa käytettiin apuna stereolaseja. Ilmakuvat skannattiin tiedostoiksi, jotka siirrettiin MapInfo-paikkatietojärjestelmään, jossa tehtiin varsinainen ilmakuvatulkinta. Jokainen ilmakuva rekisteröitiin koordinaattijärjestelmään 5-6 koordinaattipisteen avulla, jotka etsittiin 1:20 000 peruskartoista vastaamaan ilmakuvalla havaittuja pisteitä. Ranta- ja vesikasvillisuus digitoitiin 1960-luvun ilmakuvilta omaksi kerrokseen digitaalista rantaviivaa apuna käyttäen jokainen tutkimusalue erikseen. 1990-luvun ilmakuvien tulkinnassa kasvillisuus jaettiin elomuotojen perusteella kelluslehtisiin ja ilmaversoisiin; käytännössä tulkinta tehtiin digitoimalla diaprojektorin heijastama kuva.

Valmiin rantaviivan ja kuvien yhdistämisessä ongelmia tuottivat mm. kuvien heikko laatu ja rantaviivan muutokset tutkimusvuosien välillä. Maanmittaushallituksen digitaalinen rantaviiva on suhteellisen uusi ja ei näin ollen vastaa enää täysin 1960-luvun rantaviivaa. Unnukalla suurimmat muutokset rantaviivassa ovat Varkauden alueella, jossa mm. on puhkaistu kanavia ja rakennettu siltoja.

Kasvillisuuden määrän eroja ja tuloksia tarkastellessa kannattaa kiinnittää huomiota vedenpinnan tasoon, joka oli 1960-luvun kuvissa 60 cm alempana.



Maanmittauslaitos lupa nro 7/MYY/01

Kuva 3. Unnukan havaintokohteet kesällä 1999. Vyöhykelinjat, joihin sisältyy itäisintä pistettä lukuun ottamatta myös pistemittaus, on merkitty tummalla pisteellä ja pistemittaukset vaalealla pisteellä. Kohdealueet tarkemmin liitteessä 8. Ilmakuvatulkittu alue rajattu katkoviivalla (liitteet 10-13).

3

Rantavyöhykkeen nykytila ja siinä tapahtuneet muutokset

3.1. Vesistöjen nykytila

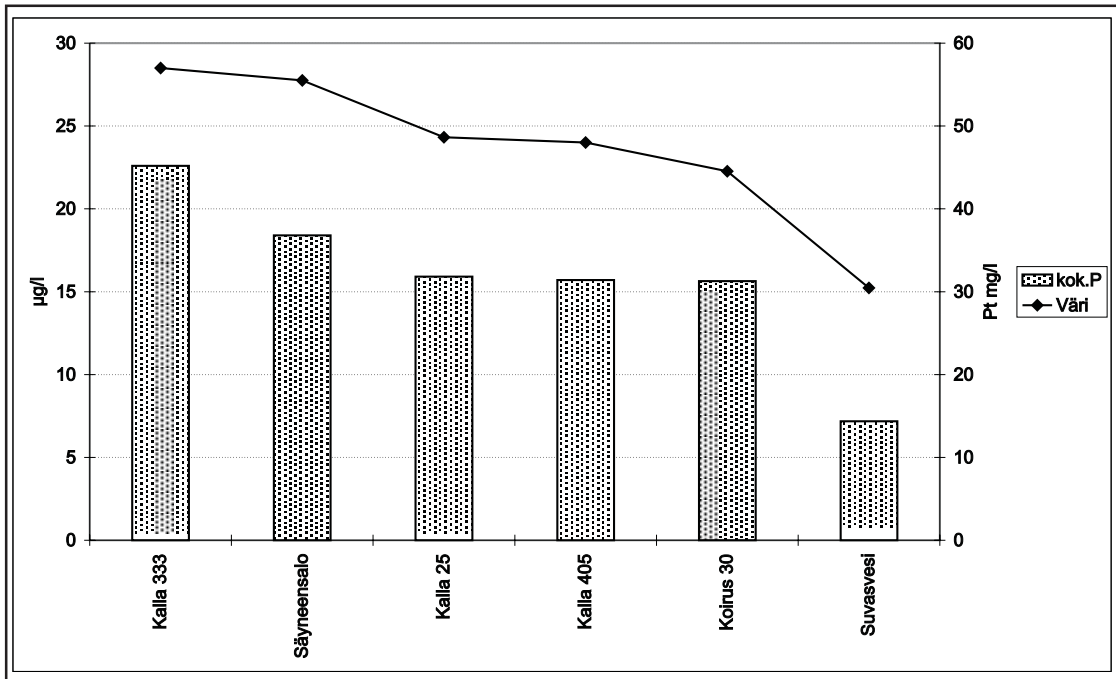
Kallavesi

Kallavettä voidaan luonnehtia monimuotoiseksi järveksi. Järven pohjois-osa on selkeästi keskiravinteisen eli mesotrofisen ylärajoilla, kun taas Suvasvesi on selvästi vähäravinteinen eli oligotrofinen (Taulukko 2). Veden kirkas väri Suvasvedellä pitää kasviplanktonituotannon melko korkeana, joten a-klorofyllin perusteella järveä voidaan pitää lievästi mesotrofisena. Siirryttäessä Kuopiosta alavirtaan kohti Koirusvettä voidaan havaita lievä ravinteisuuden ja veden värin väheneminen (Kuva 4). Erot ovat kuitenkin melko vähäisiä.

Taulukko 2. Yleistietoja Kallavedestä, Suvasvedestä ja Unnukasta. Hydrologiset tiedot on poimittu hydrologisesta rekisteristä, *vedenlaatutiedot 1990-97 ovat kesä-elokuun päänlysveden (0-2 m) arvoja valtakunnallisista syvännepisteistä (Pietiläinen & Räike 1999).

	Kallavesi	Suvasvesi	Unnukka
Valuma-alue	4 259 km ²	3 199 km ²	3 199 km ²
Pinta-ala	47 276 ha	23 357 ha	8 045 ha
Keskisyvyys	8,9 m	13,8 m	6,6 m
Suurin syvyys	57 m	89 m	33 m
Tilavuus	4 857 milj.m ³	3 231 milj.m ³	611 milj.m ³
Tulovirtaama ka (1980-1999)	169 m ³ /s	55 m ³ /s	171 m ³ /s
Teoreettinen viipymä	11 kk	22 kk	1,4 kk
Rantaviivan pituus	1 700 km	1 097 km	505 km
Väri (mg Pt/l)*	50	30	40
Kokonaisfosfori (μg/l)*	17	8	15,3
Fosfaattifosfori (μg/l)*	2	1	2
Ammoniumtyppi (μg/l)*	14	13	13
A-klorofylli (μg/l)*	6,4	3,2	7,8

Vedenlaadun pitkäaikaista kehitystä kuvaa hyvin kokonaisfosforin arvot varsinaisen Kallaveden havaintopisteellä 25 (Kuva 5). Mitään erityistä kehitystä ei ole havaittavissa tarkasteltaessa saatavissa olevaa havaintoaineistoa viiden vuoden keskiarvoina; vähäisen vaihtelun syynä ovat erittäin suuret vuosien väliset erot, jotka liittynevät enemmän erilaisiin vesivuosiin kuin muutoksiin kuormituksessa. Myöskään Suvasveden tilassa ei ole tapahtunut merkittävää muutosta ja vaihtelut vuosittaisessa vedenlaadussa ovat olleet erittäin vähäisiä (Kuva 6).



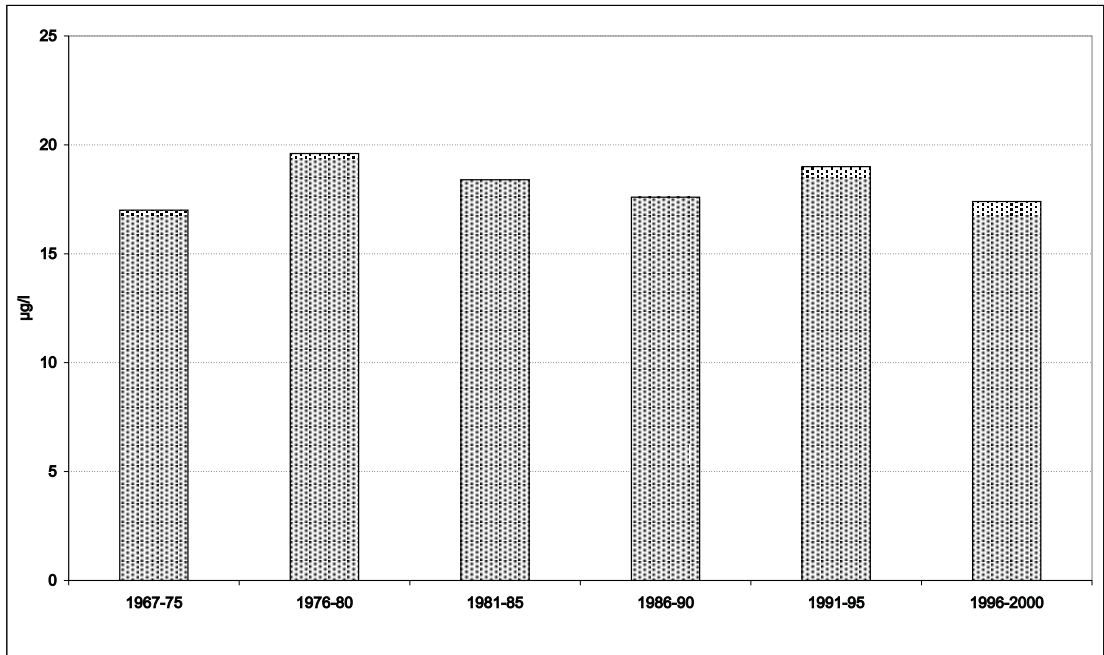
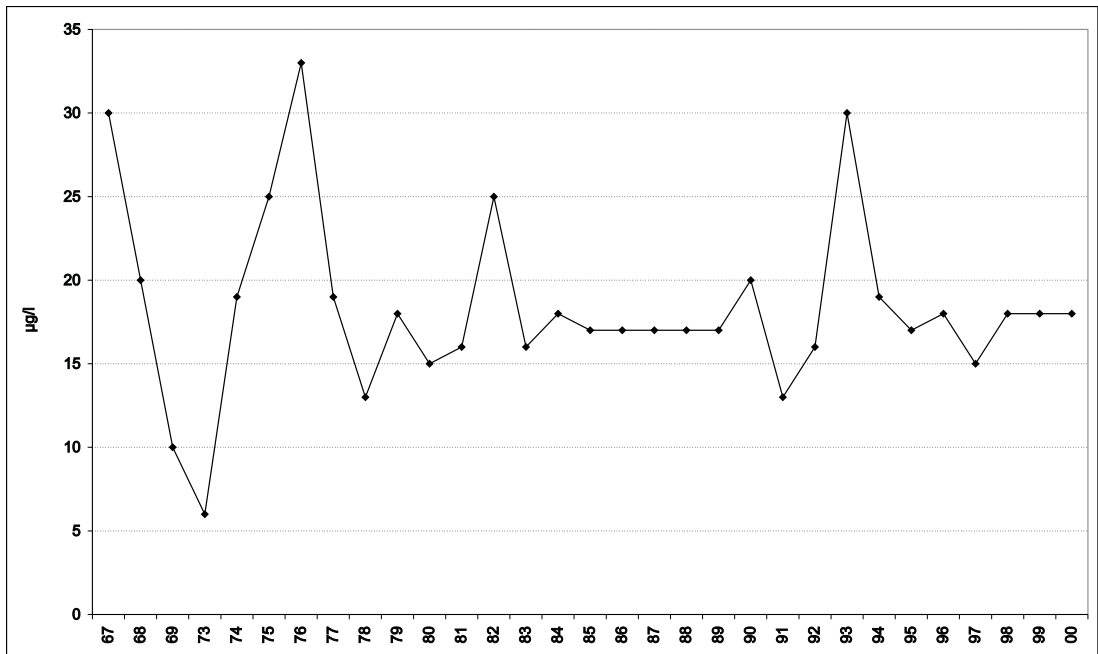
Kuva 4. Kokonaisfosforipitoisuus ja väriluku Kallaveden eri osissa sekä Suvasvedellä 1990-luvulla. Arvot ovat elokuun havaintojen keskiarvoja 1 metrin syvyydeltä.

Vedenlaadun kehitystä tarkasteltaessa tulee ottaa huomioon havaintojen täydellinen puuttuminen ajalta ennen suurimman kuormittajan, sellutehtaan perustamista vuonna 1962. Ronkaisen (1999) tutkimuksessa on todettu erityisesti pohjaeläinhavaintojen perusteella matalien ranta-alueiden tilan parantuneen viime vuosina. Sen sijaan yleinen veden laatu ei osoita mitään erityistä paranemista.

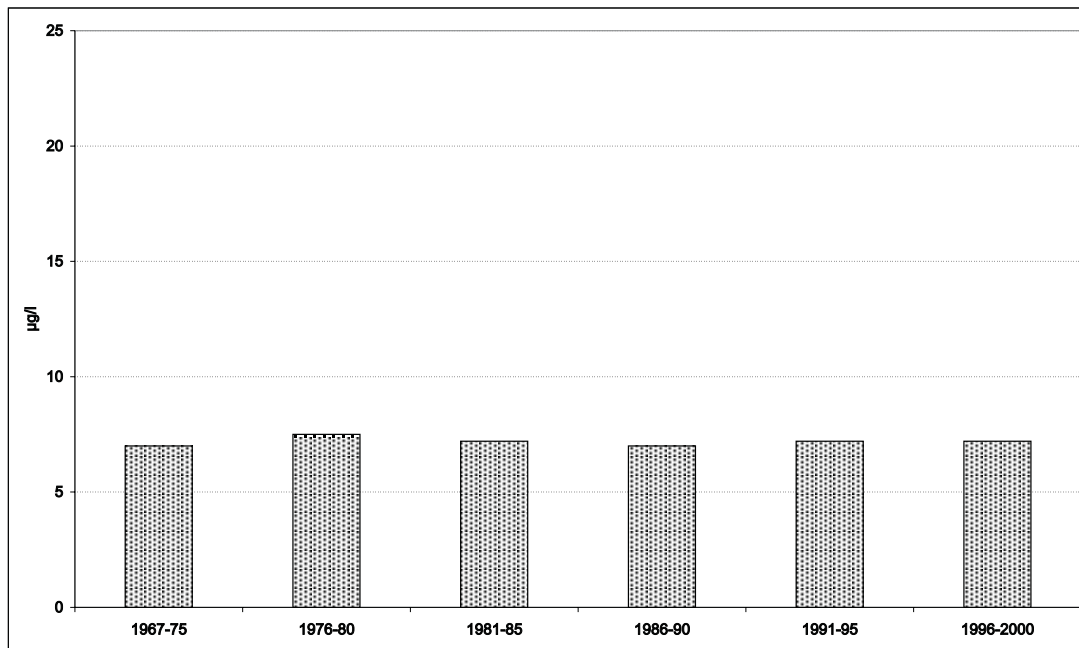
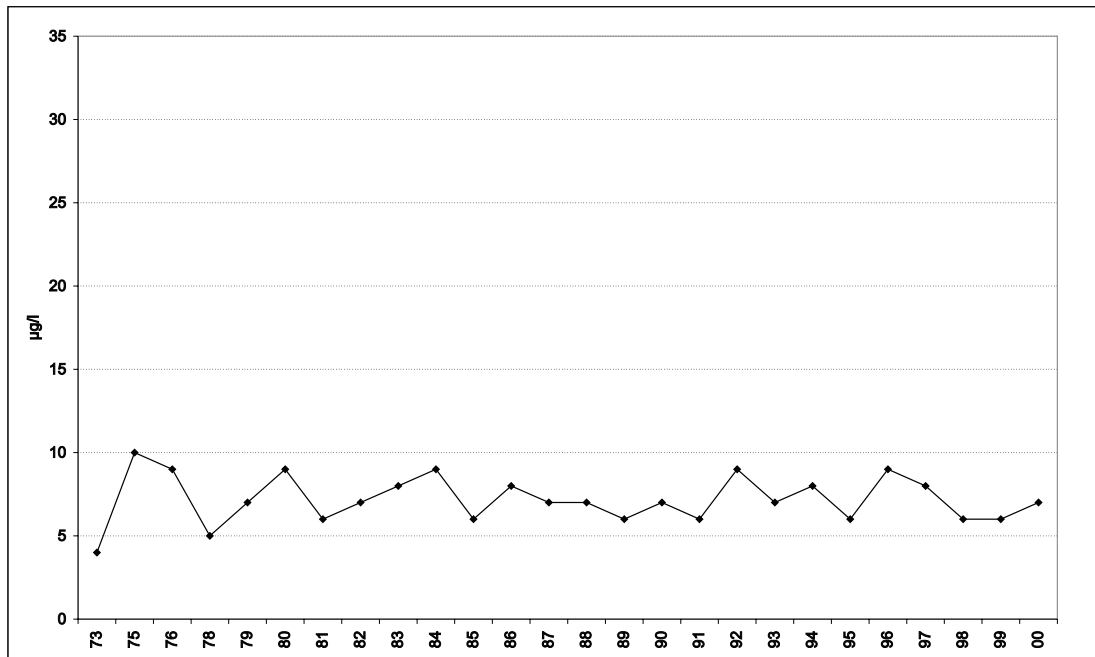
Unnukka

Unnukan nykytilaa on kuvattu taulukossa 2. Järveä voidaan luonnehtia osin läpivirtausjärveksi, jonka vedenlaatu antaa viitteitä hienoisesta rehevöitymisestä sijoittuen erityisesti klorofyllipitoisuuden perusteella mesotrofian ylärajoille. Veden väri on suhteellisen kirkas antaen hyvät edellytykset biologiselle tuotannolle. Unnukka voidaan lukea fosforirajoitteiseksi järveksi, jota osoittaa fosfaattifosforin vähäisyys avovesikaudella (Pietiläinen & Räike 1999).

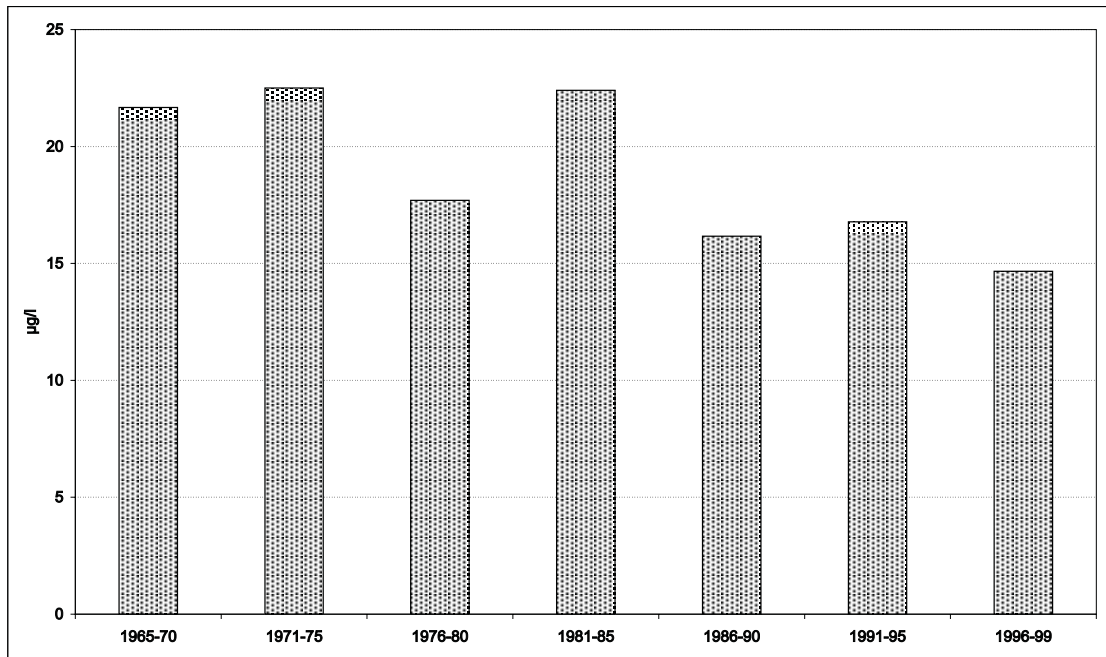
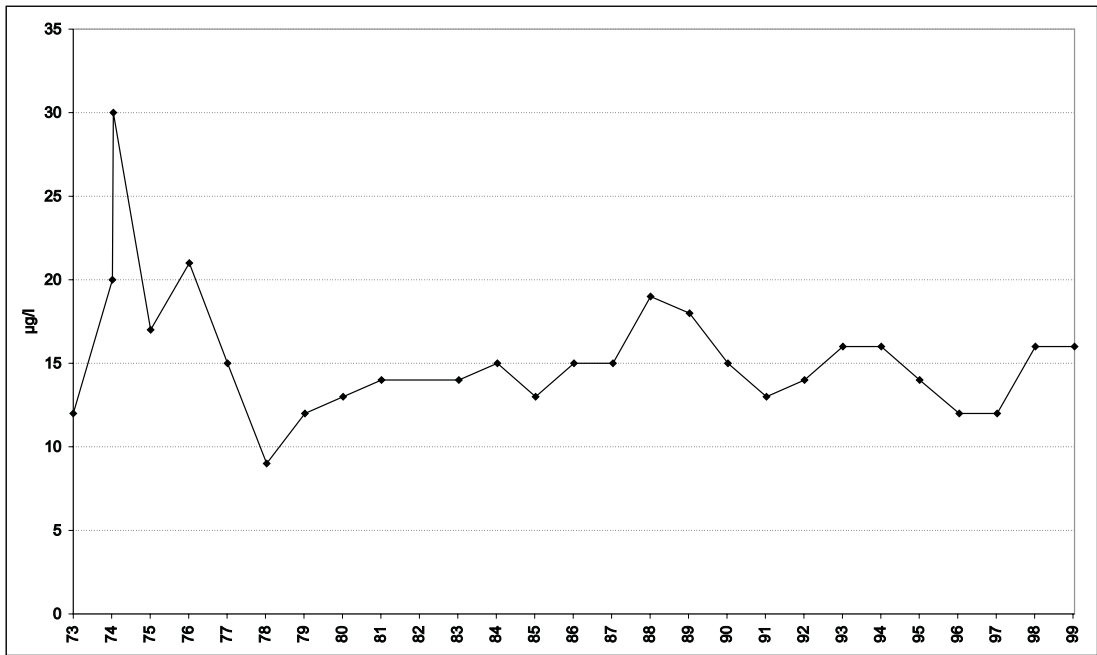
Tarkasteltaessa Unnukan kokonaisfosforin pitoisuuden kehitystä vuodesta 1973 alkaen voidaan havaita sen 70-luvun alun korkeiden pitoisuuksien jälkeen pysyneen suurelta osin muuttumattomana (Kuva 7). Virtahavaintopaikan vuodesta 1965 alkavan havaintosarjan viiden vuoden keskiarvoissa on havaittavissa laskeva trendi. Ilmeisesti vedenlaatu Varkauden lähialueella (vrt. Kurimo 1970 ja vastaavasti Leppävirran välittömässä läheisyydessä on ollut jonkin verran huonompi.



Kuva 5. Yläosa: Kokonaisfosforin pitoisuuden kehitys Kallaveden havaintopisteessä 25 elo-syyskuun havaintojen (1 metri) perusteella. Alaosa: Kokonaisfosforin pitoisuuden kehitys Kallaveden havaintopisteessä 25 elo-syyskuun havaintojen (1 metri) keskiarvojen perusteella.



Kuva 6. Yläosa: Kokonaisfosforin pitoisuuden kehitys Suvasveden havaintopisteessä 29 elokuun havaintojen (1 metri) perusteella. Alaosa: Kokonaisfosforin pitoisuuden kehitys Suvasveden havaintopisteessä 29 elokuun havaintojen (1 metri) keskiarvojen perusteella.



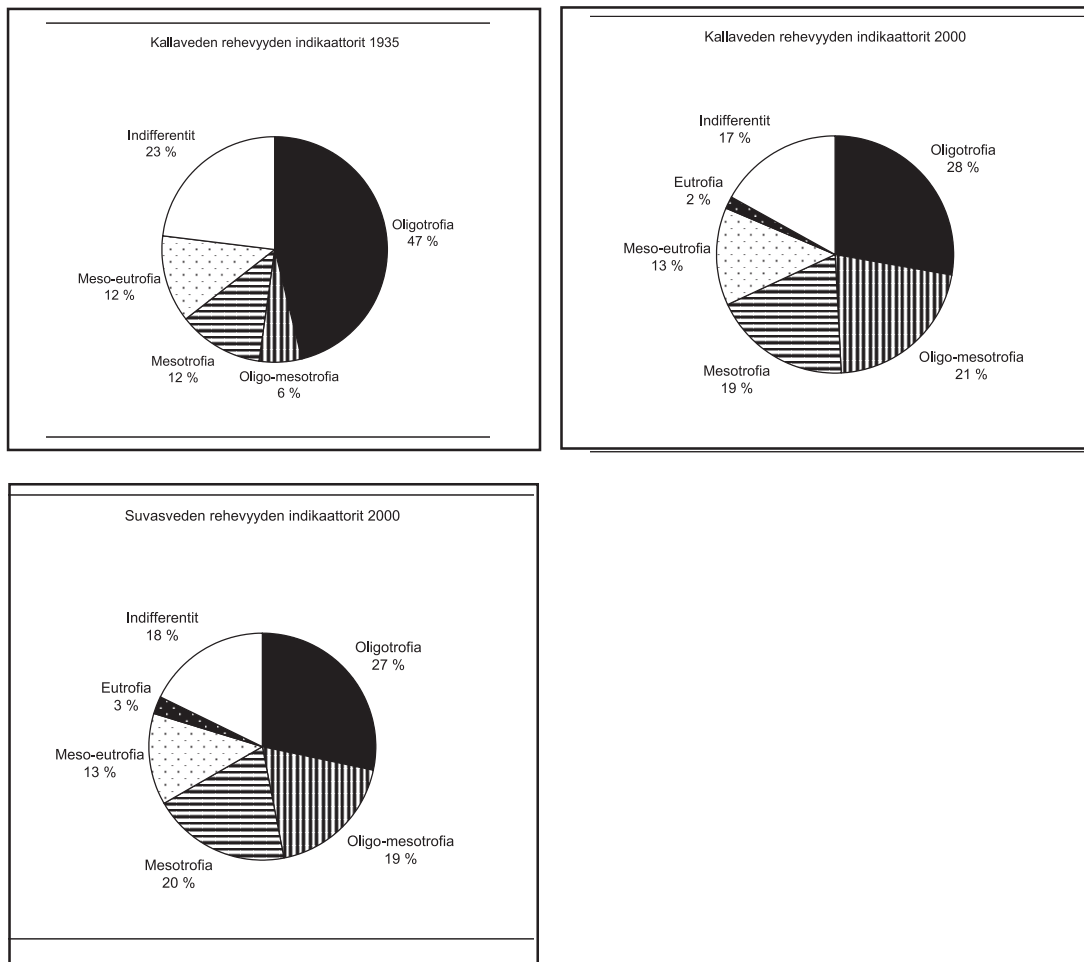
Kuva 7. Yläosa: Kokonaisfosforin pitoisuuden kehitys Unnukan syvänpisteessä (Leppävirta) kesä-elokuun havaintojen (1 metri) perusteella. Alaosa: Kokonaisfosforin pitoisuuden kehitys Leppävirran virta-havaintopaikassa kesä-elokuun havaintojen keskiarvojen (1 metri) perusteella

3.2 Rantavyöhykkeen kasvisto

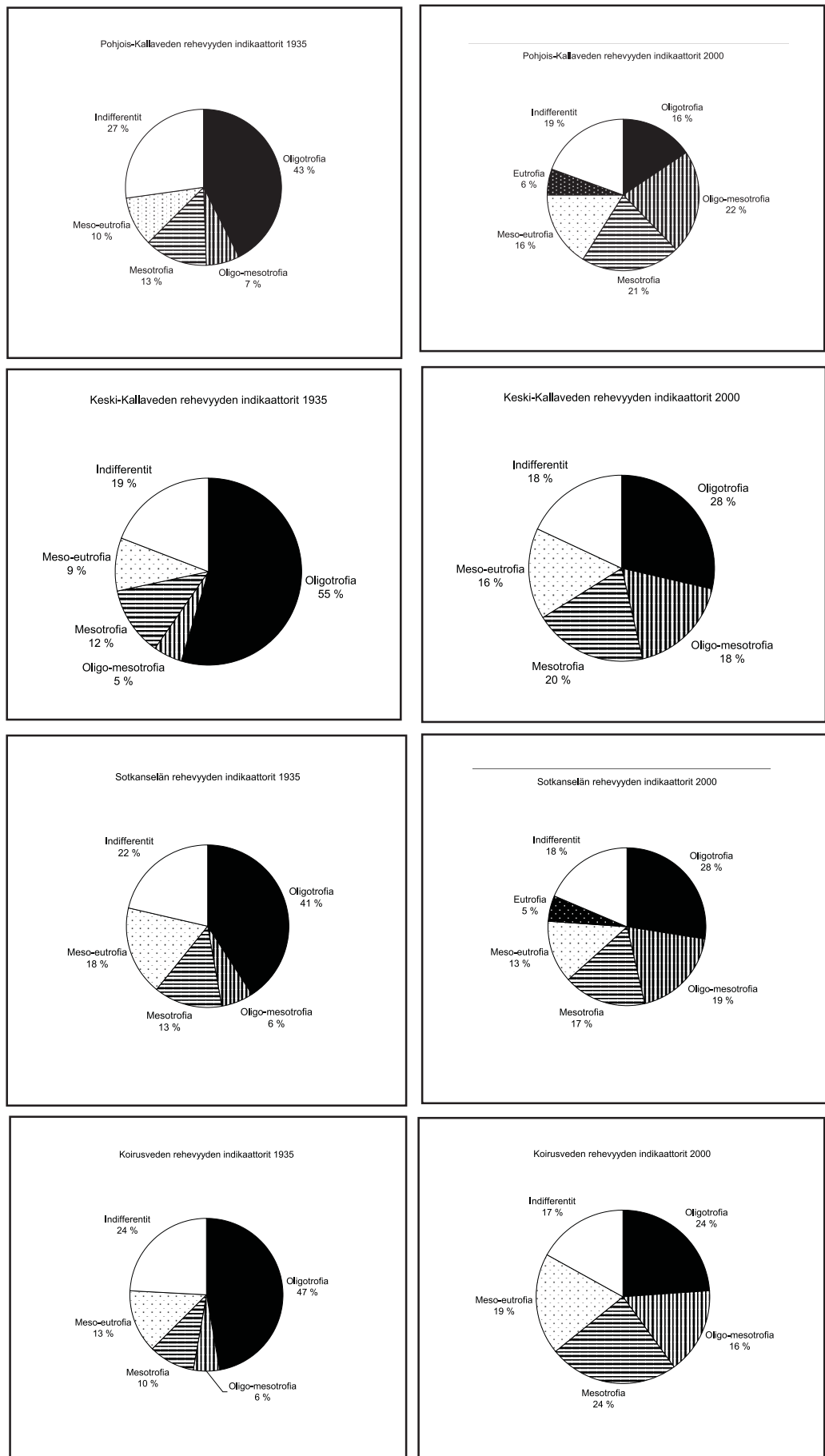
Kallavesi

Kallaveden rantavyöhykkeen kasvisto antaa kuvan erittäin monipuolisesta suurjärvestä. Kasvillisuuden koostumus vaihtelee erittäin paljon järven eri osissa heijastaen ravinteisuuden ja maankäytön muutoksia eri osa-alueilla - myös kehitys vuodesta 1935 nykyaikaan on ollut hyvin selkeä (Kuvat 8-9). Tarkasteltaessa ravinteisuuden suhteen eri vaateliaisuusluokkiin kuuluvien lajien yleisyyksiä koko Kallaveden alueella havaitaan oligotrofian indikaattoreiden olleen erittäin yleisiä vuonna 1935, mutta niiden määrä on miltei puolittunut viime vuosien aikana (Kuva 8). Myös eutrofian indikaattorit ovat ilmestyneet alueelle.

Suvasveden kasvillisuuden koostumusta ei voi verrata vanhoihin havaintoihin (Kuva 8). Nykytila antaa viitteen hyvin monipuolisesta kasvillisuudesta, jossa kaikkien indikaattoriluokkien edustajat ovat paikalla. Tässä yhteydessä on otettava huomioon, että kirkas vedenlaatu yleensä suosii eutrofian indikaattoreita eikä koostumus välttämättä suoraan kuvaa järven todellista tilaa.



Kuva 8. Ravinteisuuden suhteen eri vaateliaisuusluokkiin kuuluvien lajien yleisyyksien keskiarvon mukaan laskettu jakauma vuosina 1935 ja 2000 Kallavedellä ja vuonna 2000 Suvasvedellä. Eri luokat on eritelty liitteessä 14.



Kuva 9. Ravinteisuuden suhteen eri vaateliaisuusluokkiin kuuluvien lajien yleisyyksien keskiarvon mukaan laskettu jakauma vuosien 1935 ja 2000 välillä Kallaveden eri osissa. Eri luokat on eritelty liitteessä 14.

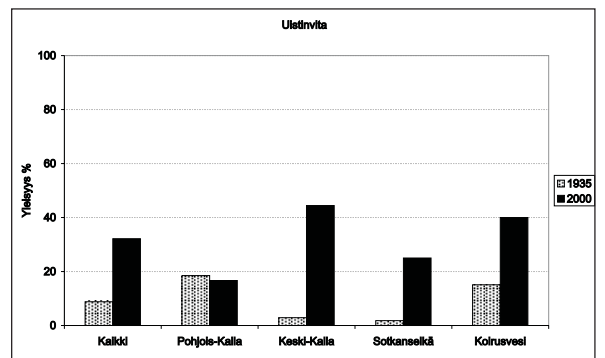
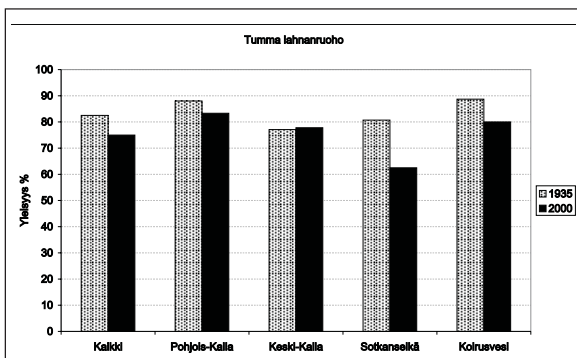
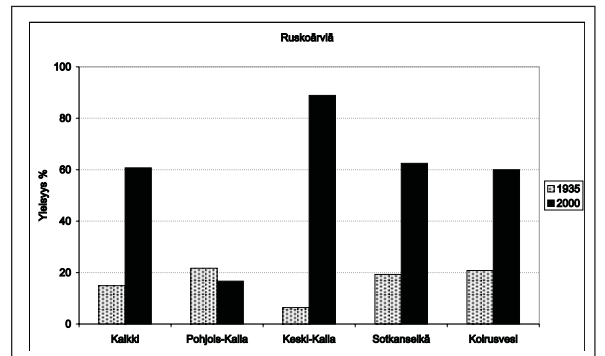
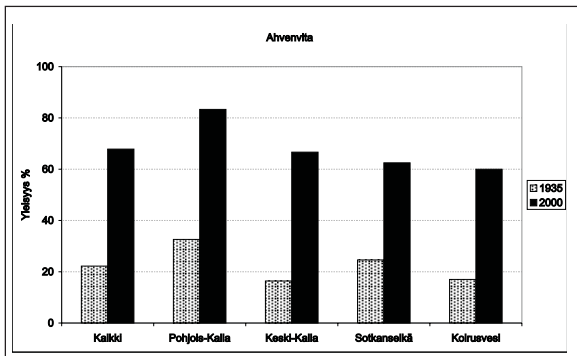
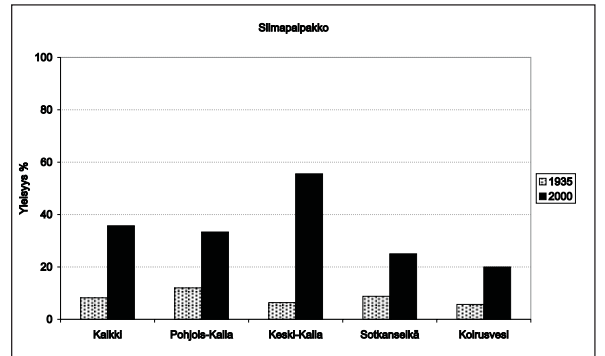
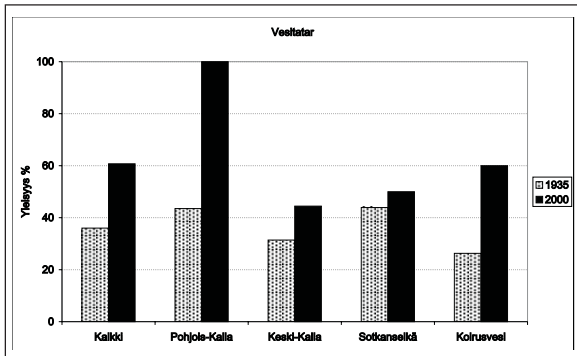
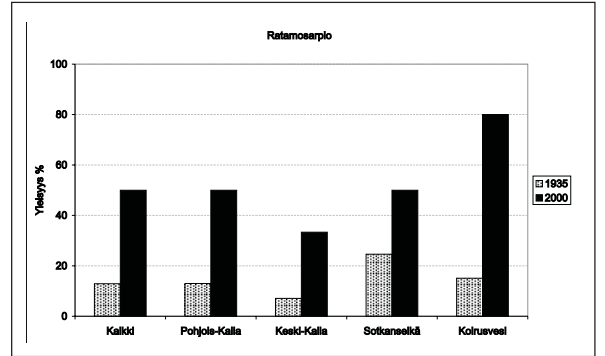
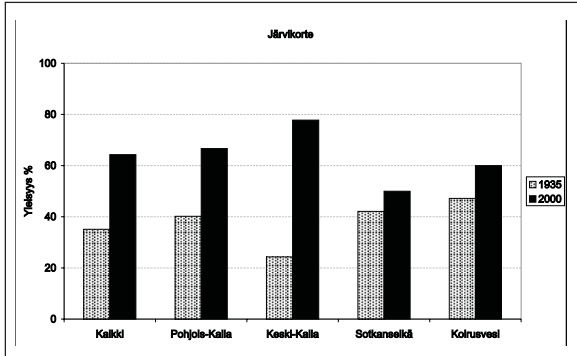
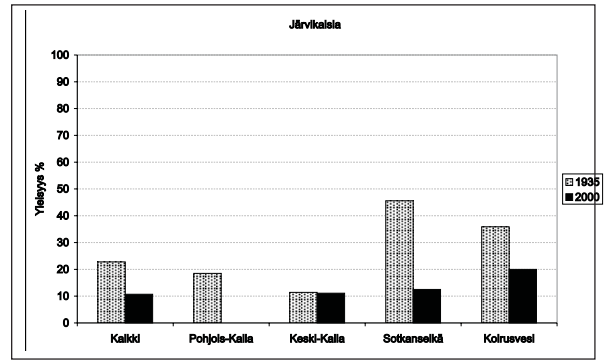
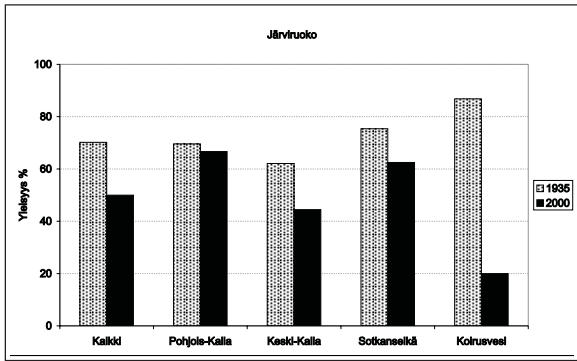
Tarkasteltaessa kasvillisuuden kehittymistä osa-alueittain havaitaan erityisen suuri muutos Pohjois-Kallavedellä (Kuva 9). Oligotrofian indikaattoreiden määrä on alueella rajusti vähentynyt ollen tällä hetkellä vain 16 % aikaisemman 43 %:n sijasta. Eutrofian ja meso-eutrofian indikaattoreita tavataan keskimäärin 22%:n yleisyydellä, kun niitä aiemmin oli vain 10 %. Keski-Kallaveden alueella tilanne on hyvin samansuuntainen osoittaen lisääntyvää rehevöitymistä. Oligotrofian indikaattoreiden määrä on puolittunut. Meso-eutrofian indikaattoreita tavataan sen sijaan keskimäärin 16 %:n yleisyydellä, kun niitä 30-luvulla oli vain 9 %. Sotkanselän tilanne on jokseenkin vastaava, mutta muutos ei ole yhtä selvä. Oligotrofian indikaattoreiden määrä on vähentynyt 41 %:sta 28 %:iin ja eutrofian indikaattoreita on ilmaantunut alueelle. Koirusvedellä tilanne on myös jokseenkin edellisen kaltainen - oligotrofianttien määrä on puolittunut, mutta toisaalta eutrofian indikaattoreiden määrässä ei ole tapahtunut kovin suurta lisääntymistä.

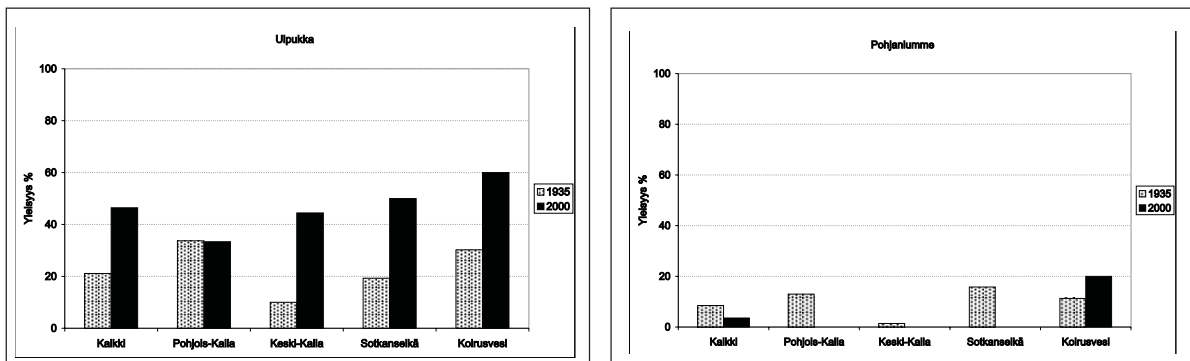
Lajikohtaisesti on tapahtunut kuitenkin verraten suuria muutoksia (Kuva 10, Liite 15). Kuvia tarkasteltaessa tulee ottaa huomioon myös menetelmälliset seikat. Todennäköisesti Vaarama (1938) keskitti työnsä vain ylimmälle rantavyöhykkeelle, eikä ottanut huomioon uposlehtistä kasvillisuutta. Tulokset ovat kuitenkin jossain määrin ristiriitaisia. Ylimmällä rantavyöhykkeellä viihtyvistä lajeista järvikaislan yleisyys on romahtanut, kun taas järvikortteen määrä selvästi lisääntynyt. Myös järviruo'on yleisyydessä on tapahtunut selvä väheneminen. Ratamo-sarpion määrä on voimakkaasti lisääntynyt. Ilmaversoiskasvillisuuden muutokset ilmentävät entistä vakiintuneempaa vedenkorkeuden vaihtelua, mutta ratamo-sarpio kuvaa myös selvää rehevöitymistä ylimmällä rantavyöhykkeellä.

Myös uposlehtisten esiintymisfrekvenssin suhteen on tapahtunut suuria muutoksia. Ahvenvidan yleisyys kuvaa jossain määrin pohjan liettymisen lisääntymistä. Erittäin yllättävää on ruskoärviän voimakas kiistaton lisääntyminen. Laji indikoi puhtaita vesiä, joten todennäköisesti kysymyksessä on osin lajin havaitsemattomuus aikaisemman tutkimuksen yhteydessä. Mistään suuresta ympäristömuutoksesta ei voi olla kysymys.

Tummalahnanruohon vähäinen muuttumattomuus ilmentää, että mitään radikaalia muutosta ei järven tilassa ole tapahtunut pohjanlaadun suhteen. Valitettavasti erittäin hyvin järven tilaa kuvaavan nuottaruohon yleisyyttä ei voida arvioida, koska Vaarama (1938) oli yhdistänyt nuottaruohon laajaan "eroosiota kestävien pohjalehtisten" joukkoon.

Kelluslehtisistä uistinvidan ja siimapalpakon yleistymisen kuvaa myös jossain määrin pohjan pehmenemistä. Palpakoiden runsaus riippuu myös suuresti kesän lämpösummasta ja toisaalta ryhmä on steriilinä hyvin vaikea tunnistaa. Helposti havaittavan ulpukan runsastuminen on sen sijaan todennäköisesti todellista, kuten myös pohjanlumpeen katoaminen useilta koealoilta.





Kuva 10. Eräiden kasvilajien yleisyydessä tapahtuneita muutoksia Kallaveden eri osissa vuodesta 1935 vuoteen 2000.

Uppukka

Uppukan rantavyöhykkeeltä havaittu kasvisto antaa kuvan suhteellisen karusta vesistöstä (Liite 16). Tarkasteltaessa ravinteisuuden suhteen eri vaateliaisuusluokkiin kuuluvien lajien yleisyyksiä järven yläosassa havaitaan oligotrofian indikaattoreiden määrän olleen pienimmillään ja meso-eutrofian suurimmillaan 1960-luvun puolivälissä; varsinaiset eutrofian indikaattorit puuttuivat kokonaan (Kuva 11). Vastaavasti järven alaosassa Varkauden välittömässä läheisyydessä kehitys oli hyvin samansuuntainen, mutta myös varsinaisia rehevyyden eli eutrofian indikaattoreita tavattiin jonkin verran. Vesistö jatkoi kuitenkin selvästi rehevöitymistä vielä 1950-luvulta 1960-luvulle siirryttäessä.

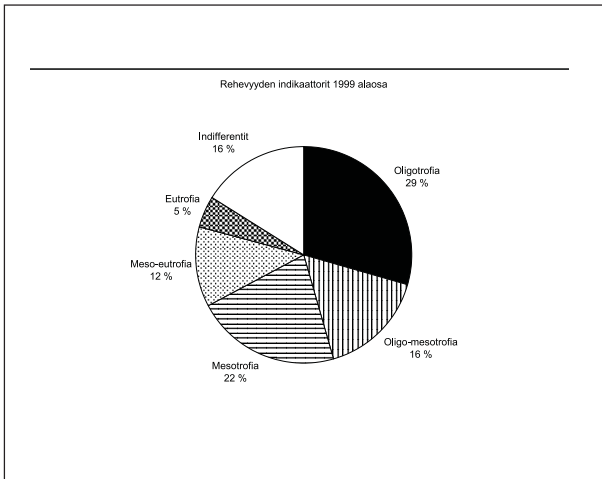
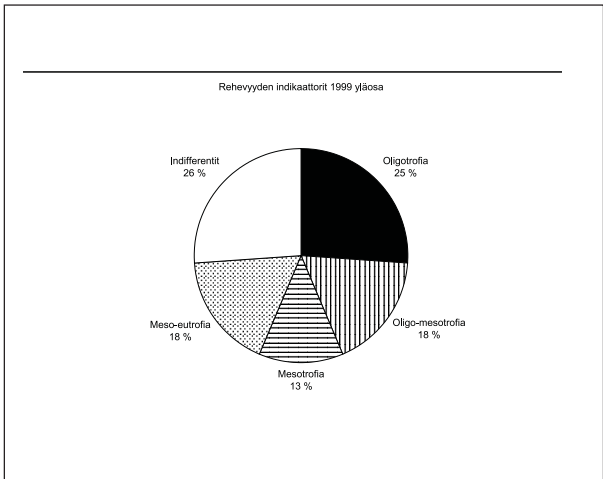
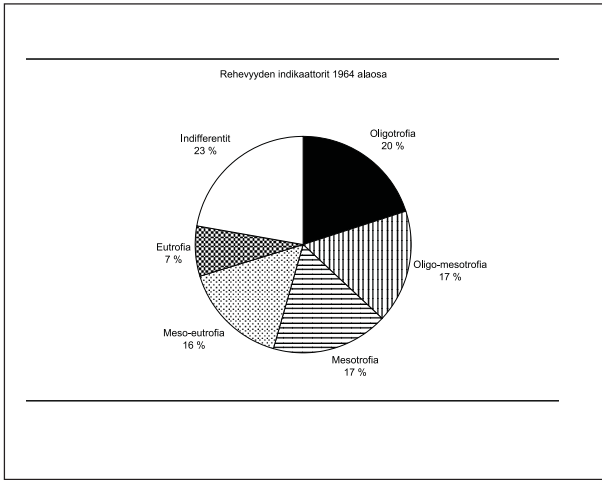
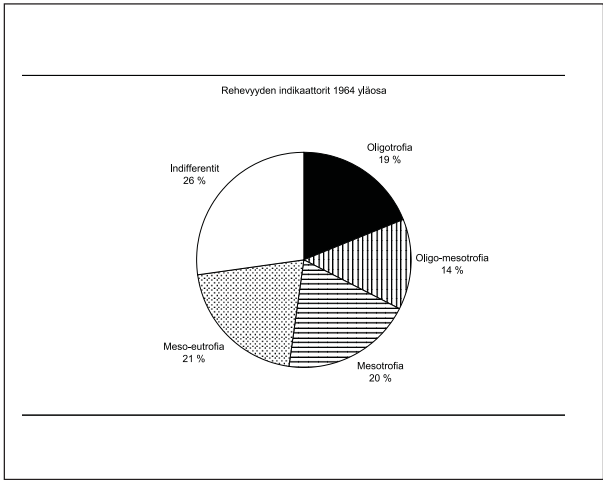
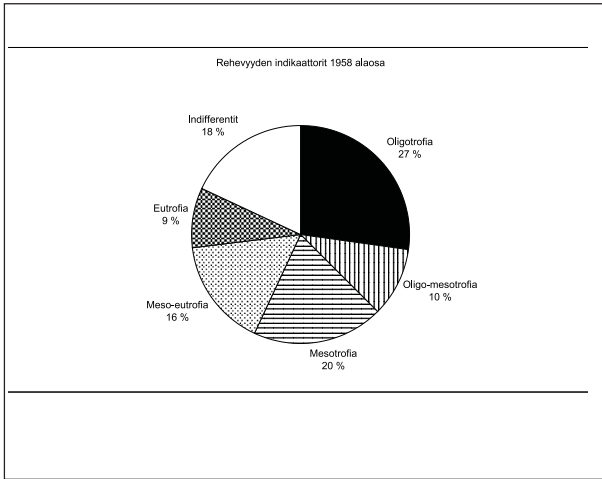
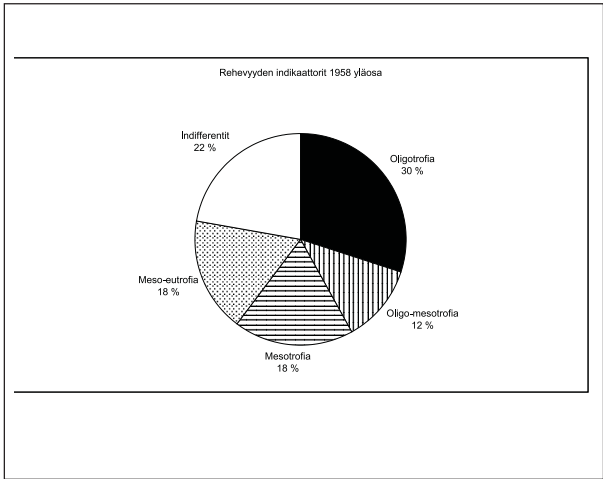
Lajikohtaisesti on tapahtunut kuitenkin merkittäviä muutoksia (Kuva 12). Ylimmällä rantavyöhykkeellä viihtyvistä lajeista kurjenjalan ja luhtasaran yleisyys on pysynyt miltei samana eli molemmat tulvaa suosivat pysyvät lajit ovat säilyttäneet esiintymisalueensa, vaikka, kuten jäljempänä todetaan, alueiden pinta-aloissa on tapahtunut merkittäviä muutoksia.

Muista muutoksista mainittakoon matalista vedenkorkeuksista hyötyvien ratamosarpion ja järviruo'on yleisyyksien romahtaminen; sama koskee myös järvikortetta Uppukan alaosassa. Ilmeisesti rannan jyrkästä profiilista ja pehmeiden aineiden huuhtoutumisesta johtuen järvikortteelle soveliaita kasvualueita ei enää ole.

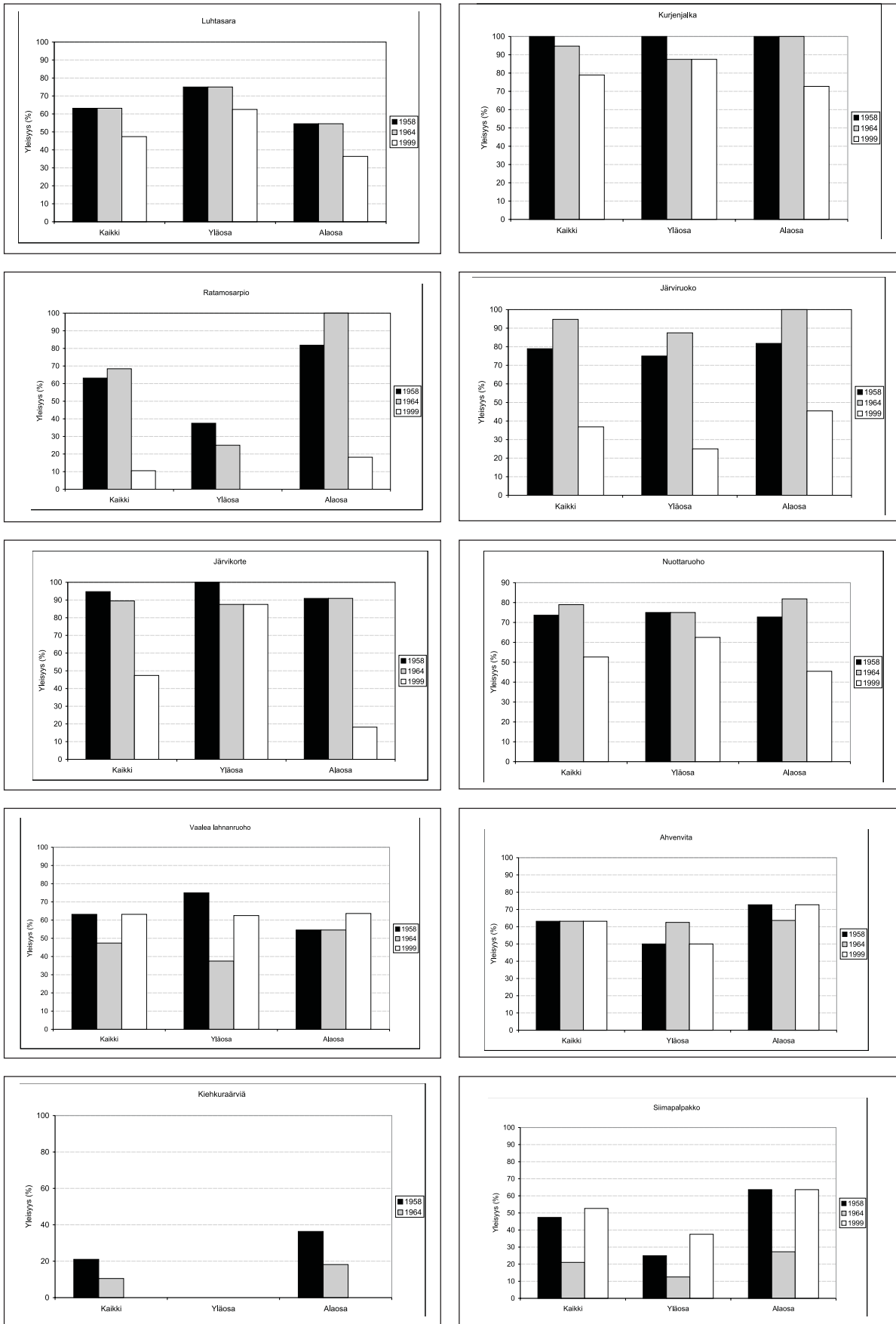
Puhdasta vettä ja mineraalipohjia ilmentävän nuottaruohon esiintymisessä on tapahtunut yllättävä vaikkakin lievä lasku viime vuosina (Kuva 12). Todennäköisesti on kyse sopivien kasvupaikkojen joutumisesta liian syvälle, koska nuottaruoho ei pysty kompensoimaan suurentunutta kasvusyvyvyyttä esimerkiksi klorofyllipitoisuutta kasvattamalla. Esimerkiksi vaalealahnanruoho on pystynyt säilyttämään elinalueensa jokseenkin muuttumattomana

Kelluslehtisissä on puolestaan tapahtunut selvää runsastumista 60-luvun puoliväliin verrattuna; esimerkkinä ilmiöstä on siimapalpakon voimakas yleistyminen (Kuva 12). Palpakoiden runsaus riippuu myös suuresti kesän lämpösommasta ja ryhmä on steriilinä hyvin vaikea tunnistaa; toisaalta ilmakuvatulkinnan tulokset tukevat yllämainittua havaintoa.

Veden lievää puhdistumista Uppukan alaosassa ilmentää rehevyyttä suosivan kiehkuraarviän täydellinen häviäminen (Kuva 12). Ahvenvidan yleisyyden muuttumattomuus ilmentää, että pohjan liettymisessä ei ole tapahtunut oleellista muutosta.



Kuva 11. Ravinteisuuden suhteen eri vaateliaisuusluokkiin kuuluvien lajien yleisyyksien keskiarvon mukaan laskettu jakauma eri vuosina Unnukan ylä- ja alaosaissa. Eri luokat on eritelty liitteessä 14.



Kuva 12. Eräiden kasvilajien yleisyydessä tapahtuneita muutoksia Unnukan eri osissa vuodesta 1958 vuoteen 1999.

3.3 Kasvillisuuden vyöhykkeisyys

Kallavesi

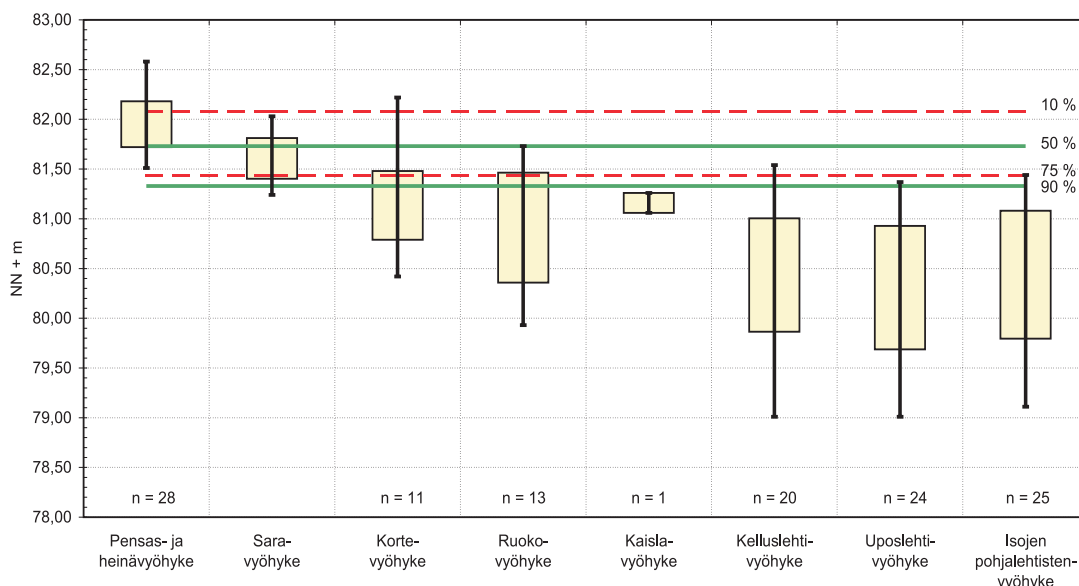
Rantavyöhykkeen kasvillisuus jakaantuu yleensä hyvin selviin vyöhykkeisiin vedenkorkeuden vaihtelun suhteen. Erityisesti sarakasvillisuus ilmentää pitkäaikaista vedenkorkeuden vaihtelutasoa. Kallaveden ja samoin erillisenä tarkastellun Susvasveden vedenkorkeuden vaihteluvyöhykettä leimaa kasvillisuusvyöhykkeiden laajuus (Kuva 13).

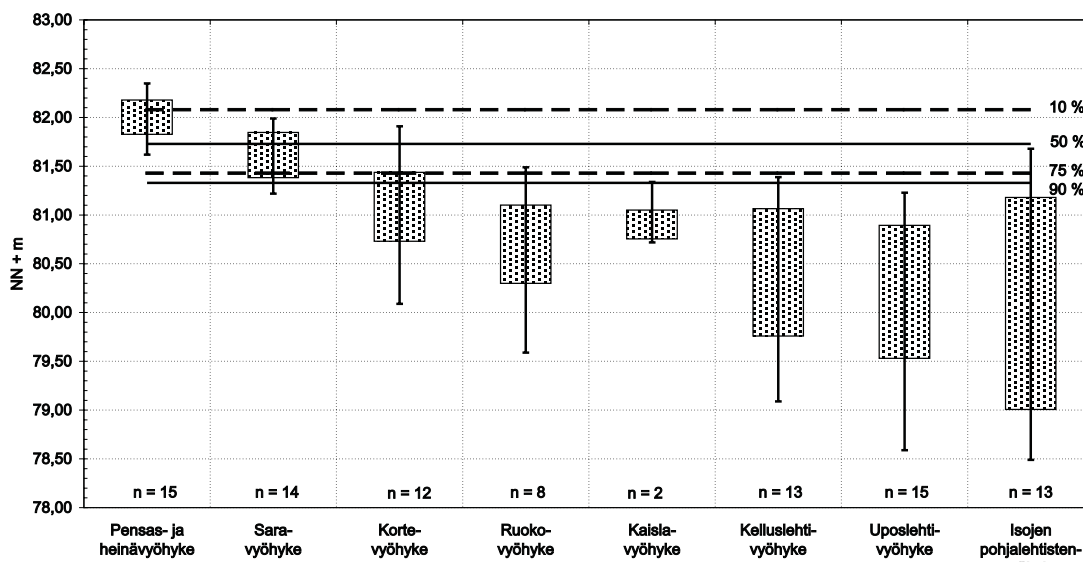
Saraikkoa tavataan pääasiassa eulitoraalin eli avovesikauden vedenkorkeuden vaihteluvyöhykkeen alueella.

Saraikkovyöhyke vaihettuu selkeästi ruovikoksi, joka ilmentää myös vedenkorkeuden vaihtelun olevan hyvin säännönmukaista ja alkukesän vedenkorkeuksien olevan korkeita. Ruoko kilpailukykyisenä lajina ei saa täten hyötyä alhaisista vedenkorkeuksista eikä pysty levittäytymään uusille alueille. Ruovikon suurin esiintymissyvyys noudattaa myös Päijänteellä havaittavia riippuvuussuhteita eli sijoittuu hieman yli metrin alkukesän vedenpinnan alapuolelle. Kortteikko puolestaan noudattaa ällistytävänä tarkasti Päijänteellä ja Keiteleellä todettuja riippuvuussuhteita ylärajan sijoittuessa keskimäärin avovesikauden 75 % pysyvyyden tuntumaan, kun taas alaraja on puolestaan noin metrin mediaanin alapuolella.

Isojen pohjalehtisten yläraja ilmentää selkeästi talvisen jäänpainumavyöhykkeen alarajaa alkaen tasosta NN + 81,10-81,20 m, joka on lähellä laskennallista jäätyvän sedimentin rajaa. Isot pohjalehtiset muodostavat myös kasvillisuuden ulkorajan, joka noudattaa melko tarkoin punaisen valon viiden prosentin rajaa.

Kasvillisuusvyöhykkeiden tarkastelu antaa kuvan vedenkorkeusvaihtelun suhteen suhteellisen luonnontilaisesta suurjärvestä. Tulosten perusteella voidaan olettaa kasvillisuusvyöhykkeiden noudattavan jatkossakin vedenkorkeuden vaihtelun rytmiä ja reagoivan siten nopeasti vedenkorkeuksien vaihtelun mahdollisiin muutoksiin.





Kuva 13. Kasvillisuusvyöhykkeiden syvysjakaumat suhteessa kesäajan pysyvyytasoihin Kallavedessä (vasemmalla) ja Suvasvedessä (yllä). Palkin ylä- ja alatasot ilmaisevat keskimääräistä esiintymistasoa, tasoviiva puolestaan esiintymisen ylintä ja alinta tasoa. Pysyvyytasot on laskettu Kallaveden avovesikauden (1980-99) pysyvyyksien perusteella: 10% = NN + 82,08 m, 50% = NN + 81,73 m, 75% = NN + 81,43 m, 90% = NN + 81,33 m.

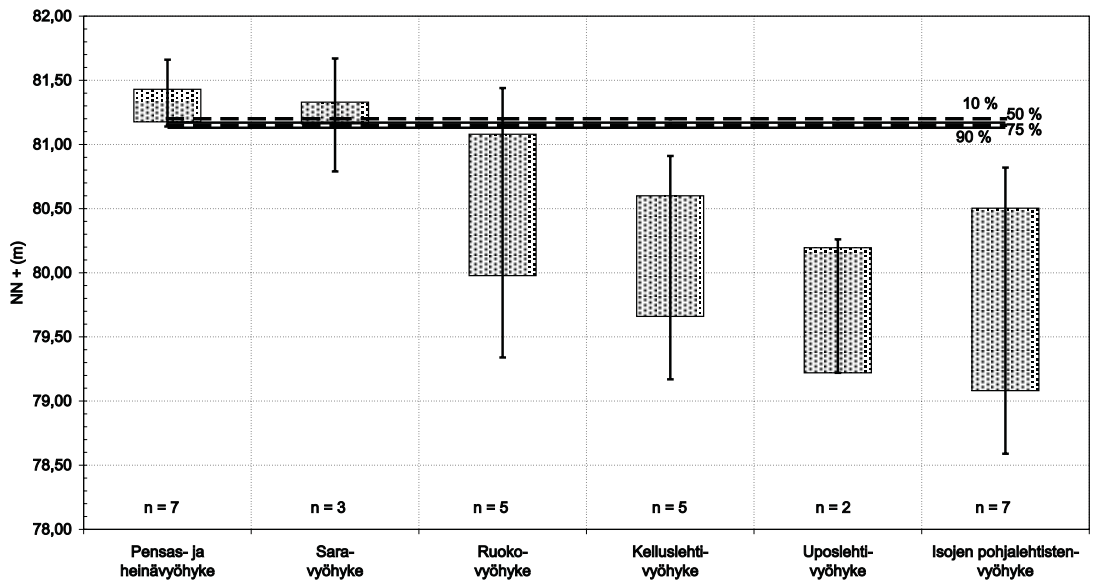
Unnukka

Unnukan vedenkorkeuden vaihteluvyöhykettä leimaa erityinen kapeus ja saraikkoa tavattiin keskimäärin ainoastaan avovesikauden mediaanin yläpuolella (Kuva 14). Tosin tässä yhteydessä on huomattava, että saraikkoa tavattiin vyöhykkeenä vain kolmella linjalla. Varsinaisesta saravyöhykkeestä voidaan puhua ainoastaan hyvin suojaisilla alueilla, jossa suurikokoiset sarat yltävät kolmisenkymmentä senttiä pinnan alapuolelle.

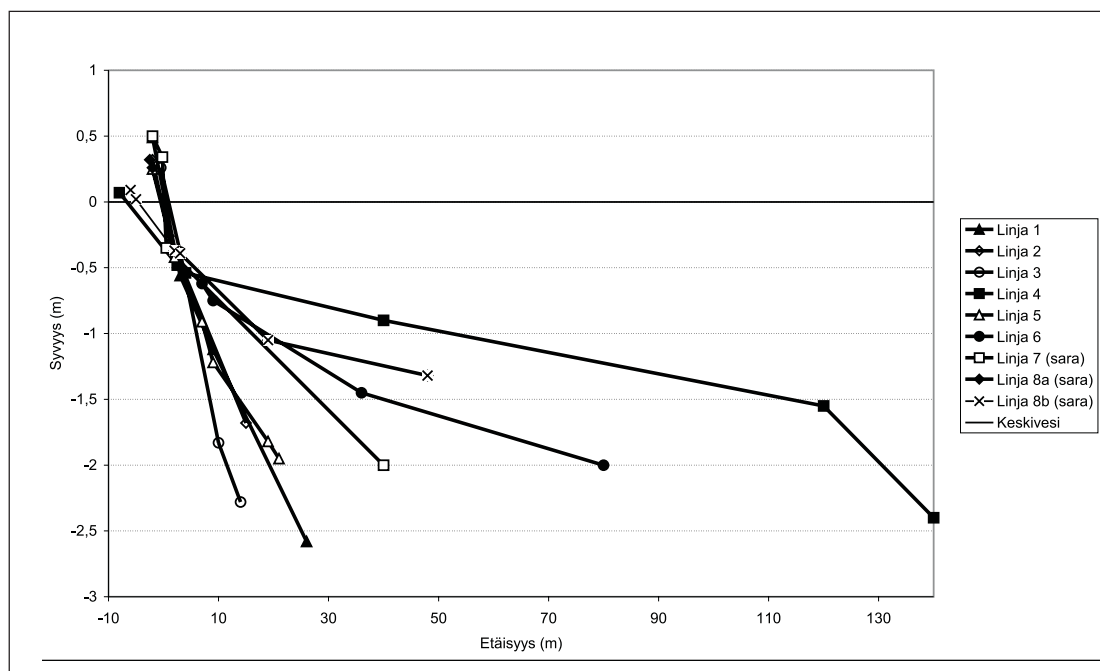
Saraikkovyöhyke vaihettuu selkeästi ruovikoksi, joka ilmentää myös alkukesän vedenkorkeuksien olevan korkeita. Ruoko kilpailukykyisenä lajina ei saa täten hyötyä alhaisista vedenkorkeuksista ja pysty levittäytymään uusille alueille. Ruovikon suurin esiintymissyvyys noudattaa myös Päijänteellä havaittavia riippuvuusuhteita eli sijoittuu hieman yli metrin alkukesän vedenpinnan alapuolelle. Isojen pohjalehtisten yläraja ilmentää selkeästi talvisen jäänpainumavyöhykkeen alarajaa ulottuen tasolle NN + 80,50 m, joka on melko lähellä laskennallista jäätyvän sedimentin rajaa. Isot pohjalehtiset muodostavat myös kasvillisuuden ulkorajan, joka noudattaa melko tarkoin punaisen valon viiden prosentin rajaa.

Tarkasteltaessa rantavyöhykkeen profiilia havaitaan yleisesti samalla tasolla olevan vedenkorkeuden kuluttaneen törmän erittäin jyrkäksi (Kuva 15). Tilanne muistuttaa Heinolan alapuolista Konnivettä, jossa tasaisen avovesikauden vedenkorkeuden ansiosta rantavyöhyke muistuttaa jyrkkätörmäisenä suolammen rantaa (Riihimäki & Hellsten 1997).

Kasvillisuuden vyöhykkeisyyden perusteella voidaan todeta ylimmän rantavyöhykkeen olevan selvästi häiriintyneen, johon vaikuttaa ennenkaikkea avovesikauden vedenkorkeuden tasaisuus. Talvella tapahtuva vedenkorkeuden alenema on äärimmäisen vähäinen eikä sen vaikutus ole kielteinen. Saraikkovyöhykkeen kapeuden perusteella voisi olettaa ainakin kevätkutuisten kalojen kutualueiden vähentyneen huomattavasti. Toisaalta kohonnut vedenkorkeus on voinut tuoda joitakin uusia matalia lahdenperiä potentiaalisten kutualueiden piiriin. Talviaikana vedenkorkeuden alenema on sen sijaan ollut hyvin maltillinen ja syyskutuisten kalojen kutualueet ja pohjaeläimiä syövien kalojen ruokailualueet ovat säilyneet erinomaisina.



Kuva 14. Kasvillisuusvyöhykkeiden syvyydjakaumat suhteessa kesäajan pysyvyytasoihin Unnukassa. Palkin ylä- ja alatasot ilmaisevat keskimääräistä esiintymistasoa, tasoviiva puolestaan esiintymisen ylintä ja alinta tasoa. Pysyvyytasot on laskettu Unnukan avovesikauden pysyvyyksien perusteella: 10% = NN + 81,20m, 50% = NN + 81,17m, 75% = NN + 81,15m, 90% = NN + 81,13m.



Kuva 15. Rantavyöhykkeen syveneminen eri vyöhykelinjoilla. Linjat 1,2 ja 3 sijaitsevat yläosassa, linjat 4,5,6 ja 7 alaosassa ja linjat 8a ja 8b itäosassa. Linjoilla 7, 8a ja 8b esiintyy myös sara- vyöhyke. Nollatasona käytetty NN + 81,17 m.

Rantavyöhykkeen elinympäristöt ja niiden jakauma

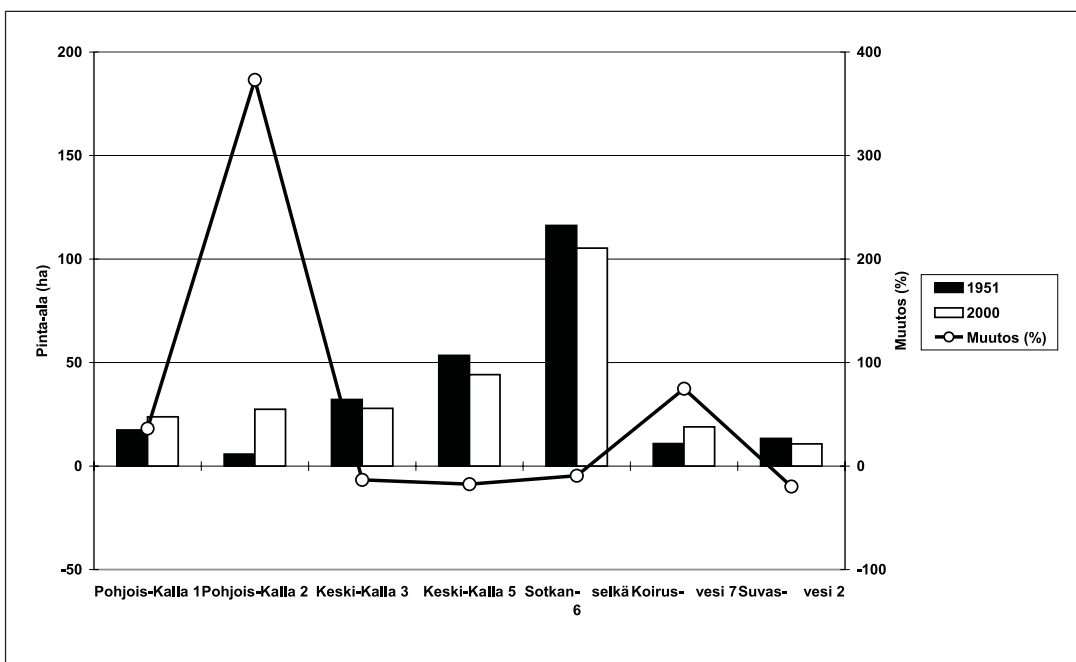
4

4.1. Kallavesi

Yhteenvedo tutkituista rannoista ja niillä tapahtuneista muutoksista on esitetty taulukossa 3 ja kuvassa 16. Rantaviivaa on tutkittu Kallavedellä yhteensä 77,4 km, joka on 10,3 % rantaviivan (ei saaria) kokonaispituudesta. Suvasvedellä tutkittuja rantoja on 10,3 km, eli vain 2 % kokonaisrantaviivasta (ei saaria). Tutkitun rantaviivan pituutta voidaan Suvasvedellä pitää hieman liian pienenä, mutta resurssit eivät riittäneet laajemman tutkimuksen tekemiseen.

Taulukko 3. Yhteenvedo Kallaveden ja Suvasveden ilmakuvatulkinnasta. Kasvillisuuden kokonaispinta-alat vuonna 1951-52 ja 2000, saraikon, kortteikon, kaislikon, ruovikon ja kelluslehtisten osuus eroteltu vuonna 2000.

	Pohj. Kalla 1	Pohj. Kalla 2	Keski-Kalla 3	Keski-Kalla 5	Sotkanselkä 6	Koirusvesi 7	Suvasvesi 2
Rantav. tutkittu mantereella (km)	10,2	6,5	6,1	16,4	19,8	13,2	9,1
Rantav. tutkittu saarissa (km)	-	1,6	-	3,6	-	-	1,2
Kasvill. pa 1951 (m ²)	174 334	57 898	321 067	534 552	1 161 950	108 343	133 186
Kasvill. pa 2000 (m ²)	237 579	273 890	278 181	441 166	1 052 637	189 286	106 769
Saraikko (m ²)	11 383	3 126	10 511	4 013	20 787	-	2 569
• Osuus (%)	4,8	1,1	3,8	0,9	2,0	-	2,4
Kortteikko (m ²)	-	-	6 671	14 069	229 983	16 108	21 422
• Osuus (%)	-	-	2,4	3,2	21,8	8,5	20,1
Kaislikko (m ²)	-	-	-	13 976	8 048	-	-
• Osuus (%)	-	-	-	3,2	0,8	-	-
Ruovikko (m ²)	135 586	268 263	234 684	314 012	668 255	164 786	78 374
• Osuus (%)	57,1	97,9	84,4	71,2	63,5	87,1	73,4
Kelluslehtiset (m ²)	90 610	2 501	26 315	95 096	125 564	8 392	4 404
• Osuus (%)	38,1	0,9	9,5	21,6	11,9	4,4	4,1



Kuva 16. Kasvillisuuden kokonaispinta-alat vuonna 1951 ja 2000 sekä pinta-aloissa tapahtunut muutos.

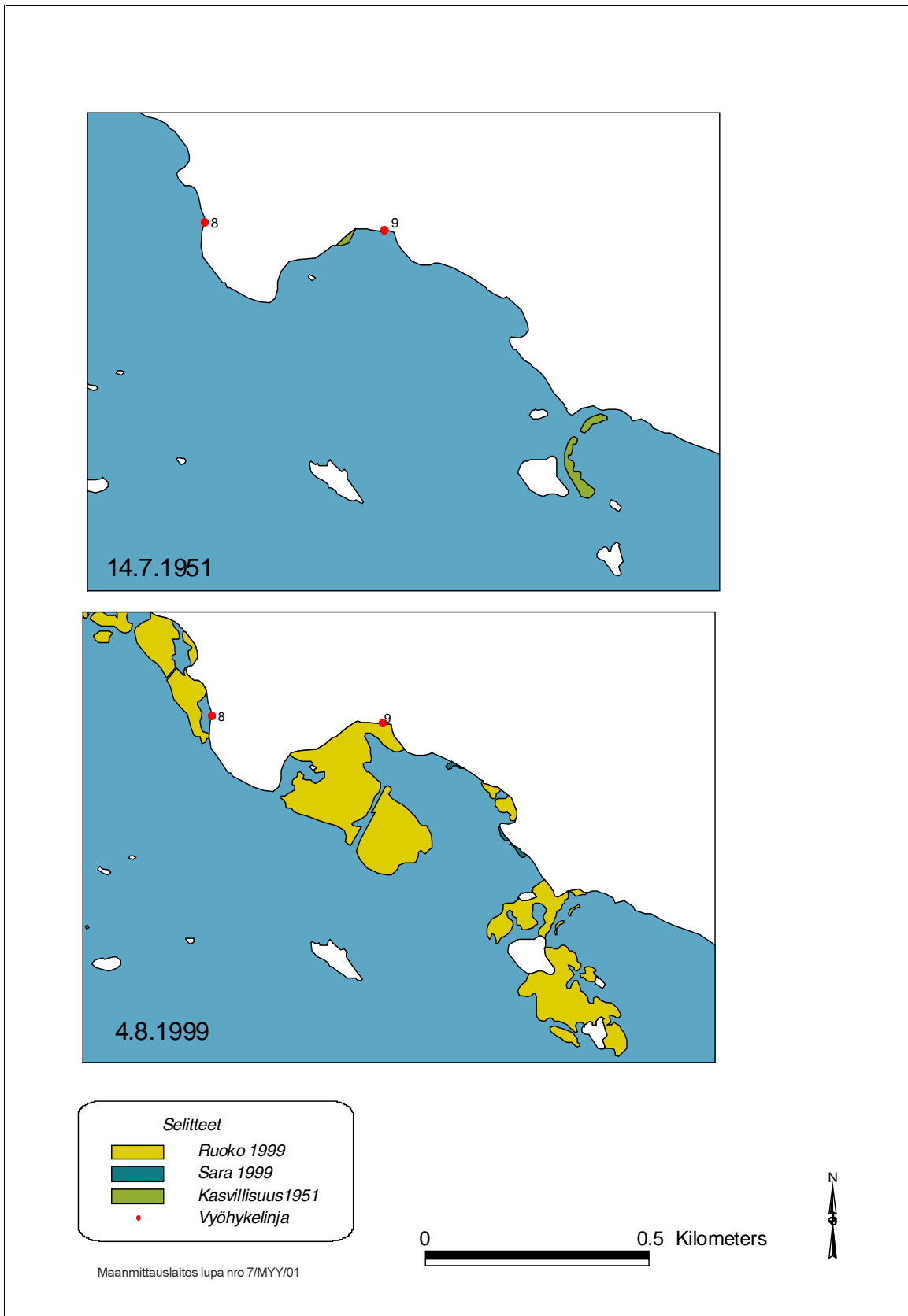
Kasvillisuuden pinta-alassa on tapahtunut erittäin merkittäviä muutoksia; esimerkiksi Pohjois-Kallaveden toisella tutkimusalueella kasvillisuus on lisääntynyt lähes 400 % (Kuva 16). Pääosin toisensuuntainen muutos on tapahtunut muilla koealueilla, joilla yhtä poikkeusta lukuun ottamatta kasvillisuus on vähentynyt. Poikkeava alue on Koirusveden alue 7, jossa kasvillisuus on selvästi lisääntynyt. Poikkeavan ilmiön voi selittää ilmakuvausten ajankohta; 1950-luvun kuva on otettu jo kesäkuun puolivälissä, jolloin oletettavasti osa ilmaversoiskasvillisuudesta ei ole vielä kehittynyt (Taulukko 1).

Vuosina 1999 ja 2000 ruovikon osuus on ollut erittäin suuri vaihdellen 57 ja 98 prosentin välillä (Taulukko 3). Erityisesti pohjoisella Kallavedellä näyttää kasvillisuuden pinta-alan lisääntyminen johtuvan yksinomaan ruovikoiden määrän suuresta kasvusta. Toisaalta myös muuttumattomilla alueilla sen osuus on erittäin suuri, vaikka todennäköisesti vielä 50-luvulla rantavyöhykkeeseen kohdistui erittäin voimakas laiduntamispaine.

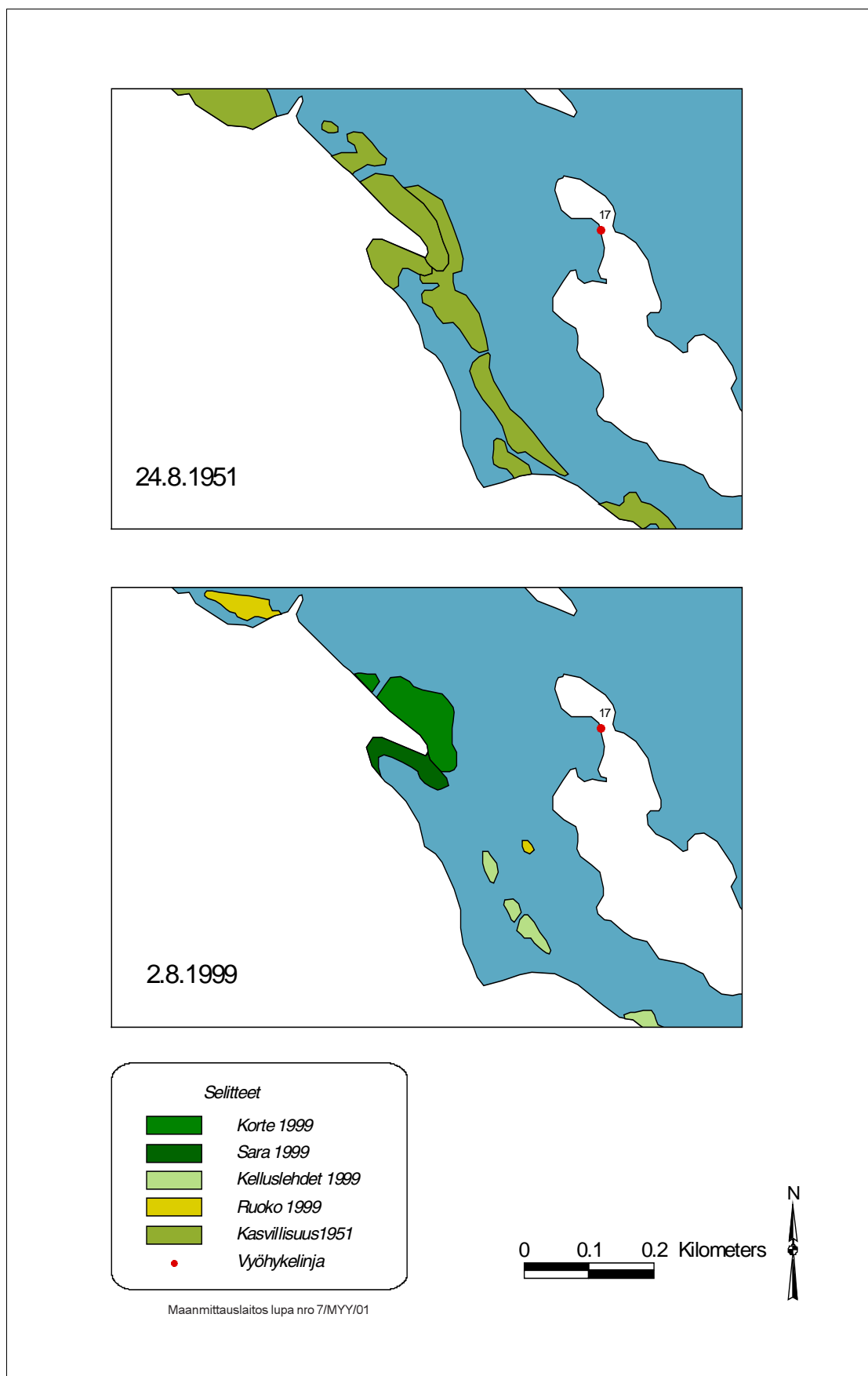
Esimerkkinä voimakkaasti kasvittuneesta alueesta on kuvassa 17 esitetty Kehvonsalon länsipuoli Pohjois-Kallavedellä (tutkimusalue 2). Alueelle on 50-luvun jälkeen kasvanut sankka ruokokasvusto, joka on vallannut täysin matalikot. Kuvassa on myös huomattavissa saraikkojen vähälukuisuus. Ilmeisesti ruoko kuitenkin loivilla rannoilla pystyy syrjäyttämään saran.

Esimerkkinä vähäisen muutoksen alueesta on Sotkanniemen pohjoisosassa Keski-Kallan viidennellä tutkimusalueella (Kuvat 16 ja 18). Muutokset kasvipeitteessä ovat olleet erittäin vähäisiä koko seurantajakson aikana.

Edellä kuvattujen tulosten perusteella näyttää siltä, että olosuhteet kasvipeitteelle ovat muuttuneet paremmaksi pohjoisella Kallavedellä, mutta väheneminen on taas keskittynyt eteläisiin osiin. Iisalmen reitiltä purkautuva ravinne- ja kiintoainekuormitus voi muuttaa pohjoisosan matalia lahtia kasvillisuudelle soveliaammaksi. Edellistä suurempi merkitys voi olla maankohoamisen suuremmalla nopeudella pohjoisosassa; noin 1 mm/v ero nousunopeudessa on viidessäkymmenessä vuodessa nostanut pohjoisosaa 5 cm eteläosaa nopeammin. Säännöstelyn lievästi alentamat kevättulvat ovat todennäköisesti hieman lisänneet umpeenkasvun nopeutta. Myös kesän alhaiset vedenkorkeudet tehostavat umpeenkasvua, vaikka säännöstely onkin pystynyt niitä jonkin verran nostamaan.



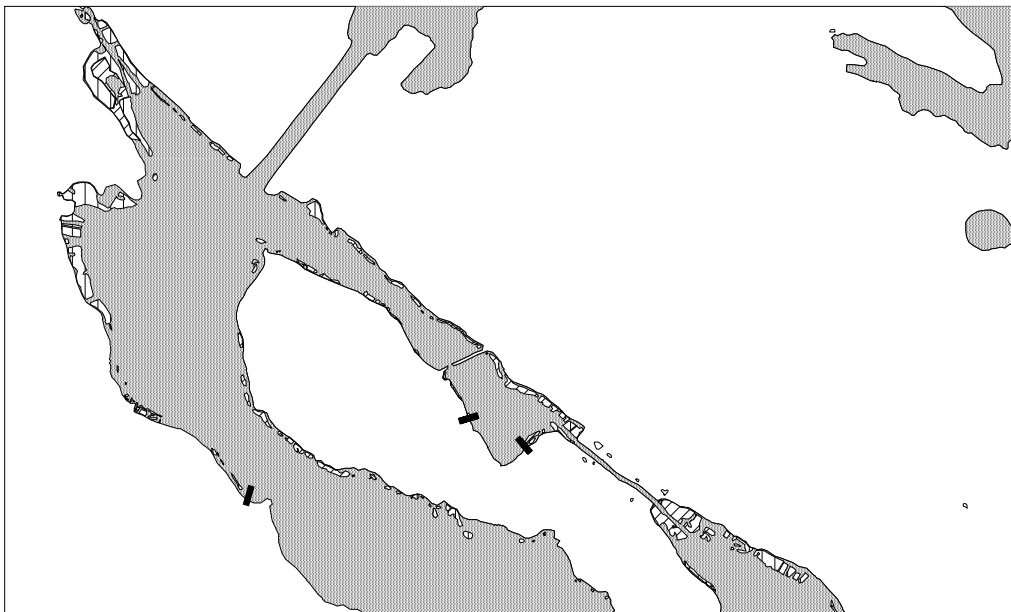
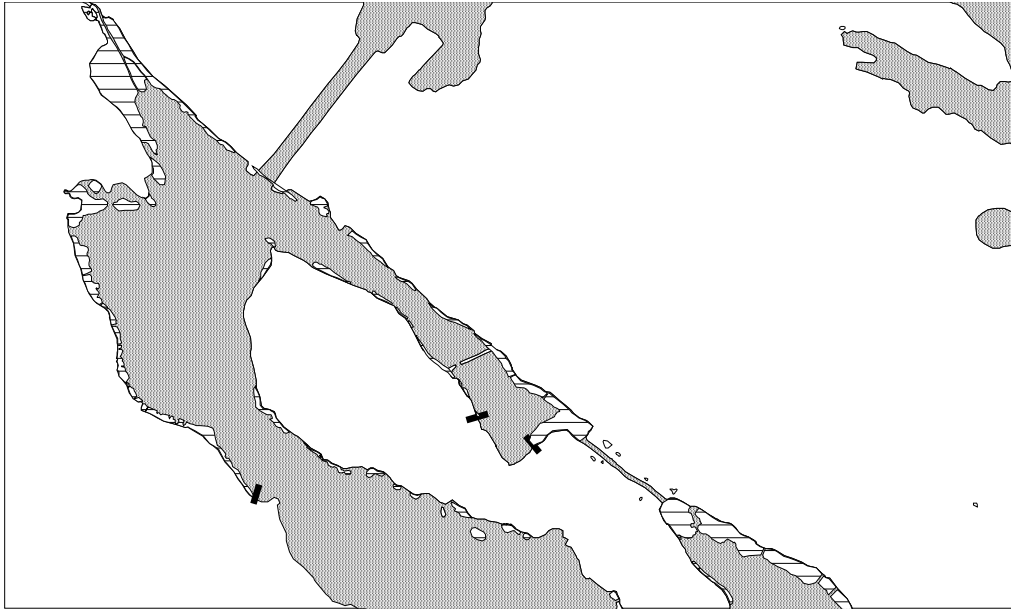
Kuva 17. Yläkuva: Kehvonsalon länsipuoli (Pohjois-Kalla 2) 14.7.1951, alakuva: Kehvonsalon länsipuoli (Pohjois-Kalla 2) 4.8.1999.



Kuva 18. Yläkuva: Sotkanniemi pohjoispuoli (Keski-Kalla 5) 14.7.1951, alakuva: Sotkanniemi pohjoispuoli (Keski-Kalla 5) 4.8.1999.

4.2. Unnukka

Ilmakuvatulkinnan tulokset on esitetty yksityiskohtaisesti liitteissä 10-13. Unnukan alaossa voidaan havaita vedennoston seurauksena laajojen kasvillisuusalueiden supistuneen ja muuttuneen mosaiikkimaisiksi (Kuva 19). Todennäköisesti valtaosa alueista on ollut saraikkoja, kortteikkoja ja ruovikkoja, vaikka niitä ei voinut ilmakuvilta tunnistakaan. Jäljelle jääneet alueet ovat pääosin ilmaversois-kasvustoja; osin ruovikkoja, mutta matalien lahtien pohjukoissa myös saraikkoja.



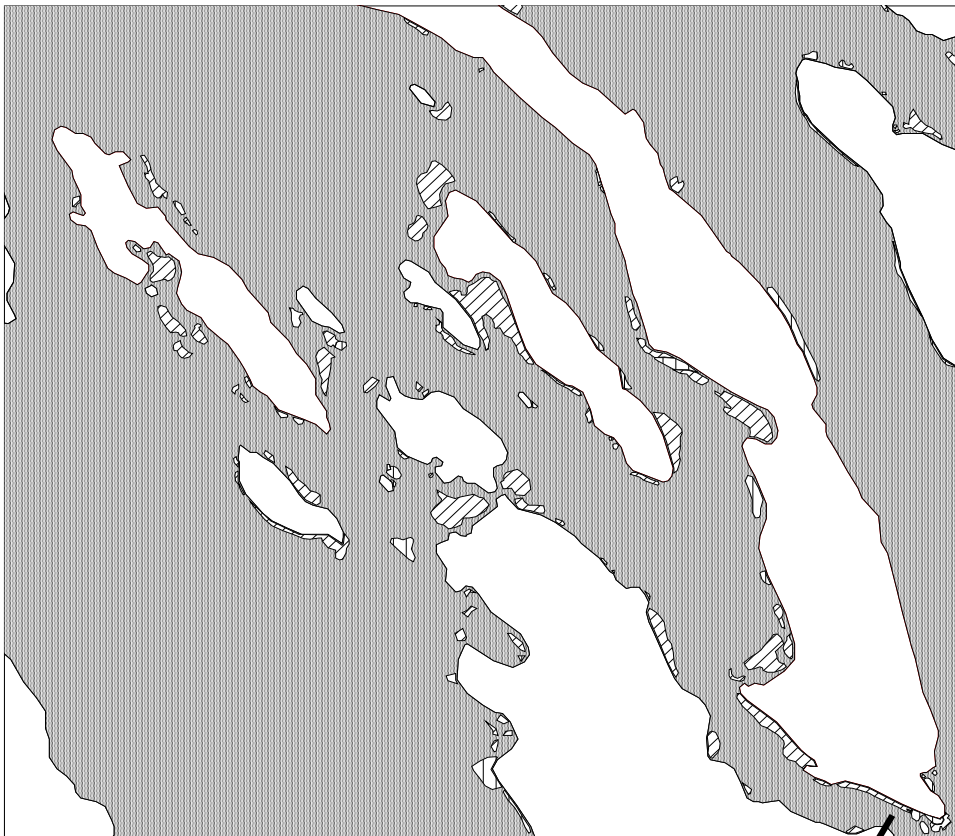
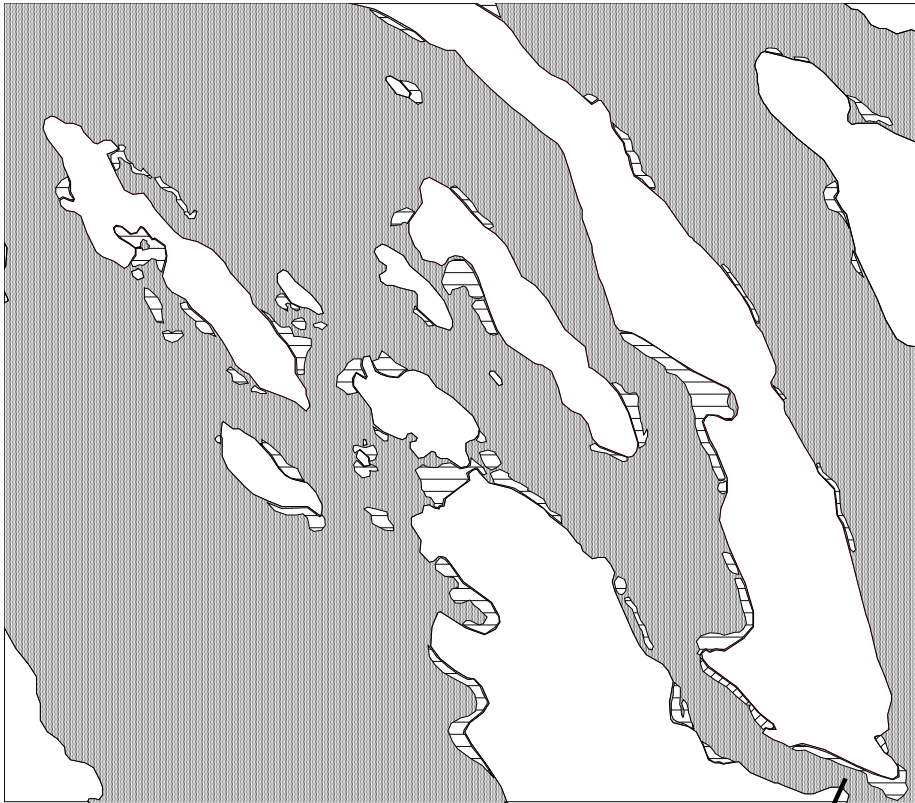
Kuva 19. Unnukan alaosa. Yläkuva: Varkauden Puurtilanniemi 23.7.1963, kasvillisuusalueet vaakaviivoitettu, alakuva: Varkauden Puurtilanniemi 14.8.1999, ilmaversoiset pystyviivoitettu, kelluslehtiset vinoviivoitettu. Huom! Karttapohjana on käytetty nykyistä rantaviivaa (maanmittauslaitos lupa nro 7/MYY/01).

Unnukan yläosassa on muutos pääosin samansuuntainen; laajat ilmeisesti saraik-kovaltaiset rannat ovat kaventuneet ja muuttuneet sirpalemaisiksi (Kuva 20). Uudet kasvustot ovat joitakin harvalukuisia ruovikkoja huomioon ottamatta pääosin kelluslehtisten (palpakot, vidat) kasvustoista koostuvia. Tässä yhteydessä on huomattava, että kelluslehtiset ovat todennäköisesti hyötäneet myös poikkeuksellisen lämpimästä kesästä, joka yleensä stimuloi niiden kasvua.

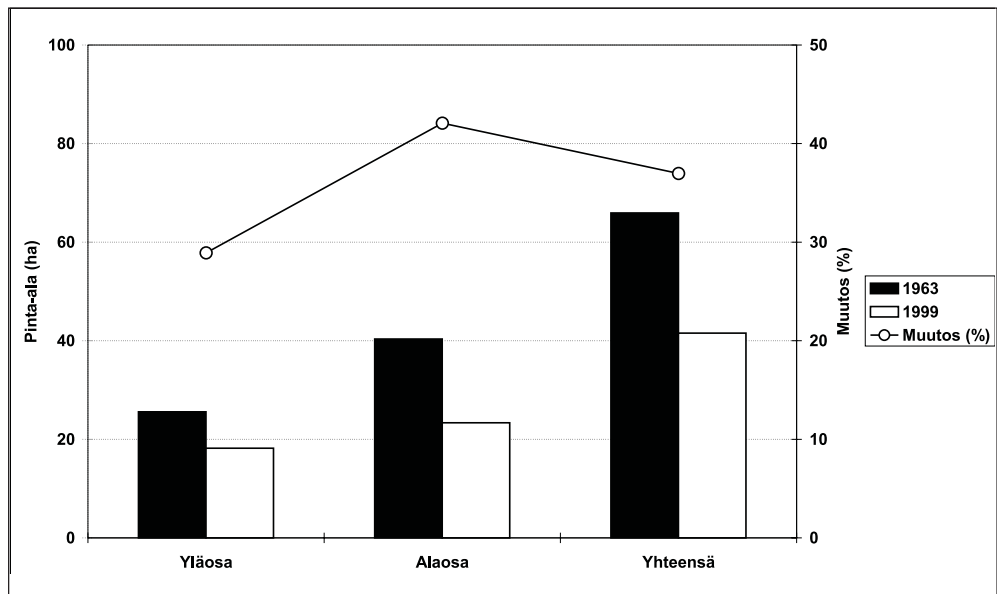
Yhteenveto tutkituista rannoista ja niillä tapahtuneista muutoksista on esitetty taulukossa 4. Rantaviivaa on tutkittu yhteensä 58,8 km, joka on 11,6 % rantaviivan kokonaispituudesta. Tilastollisesti riittävän tarkan tuloksen saa, kun rantaviivasta on tutkittu 11 % - aineistoa voidaan siis pitää luotettavana. Kasvillisuuden pinta-alassa on tapahtunut erittäin merkittävä muutos; yläosassa vähemmän on ollut 30 % ja alaosassa jopa 42 % (Kuva 20). Tulosten merkittävyyttä korostaa, että vähemmän on todennäköisesti kohdistunut eniten kevätkutuisten kalojen kutupaikkoina tärkeisiin ilmaversoiskasvustoihin. Ilmaversoisten osuus on Unnukan alaosassa vain kolmasosa ja yläosassa noin kaksi kolmasosaa. Ilmaversoisista suuri osa näyttää koostuvan kesäkutuisten kalojen kutualueena heikkolaatuisesta ruovikosta; ainoastaan kolmella tutkimuslinjalla tavattiin saraikkooa.

Taulukko 4. Yhteenveto Unnukan ylä- ja alaosan ilmakuvatulkinnasta. Kasvillisuuden kokonaispinta-alat vuonna 1963 ja 1999, ilmaversoisten ja kelluslehtisten osuus eroteltu vuonna 1999.

	Yläosa	Alaosa	Yhteensä
Rantav. tutkittu (km)	37,1	21,7	58,8
Kasvill. pa 1963 (m ²)	255 846	403 349	659 195
Kasvill. pa 1999 (m ²)	181 859	233 655	415 514
·Ilmaversoiset (m ²)	67 536	167 668	235 204
·Osuus (%)	37,1	71,8	56,6
·Kelluslehtiset (m ²)	114 323	65 987	180 310
·Osuus (%)	62,9	28,2	43,4

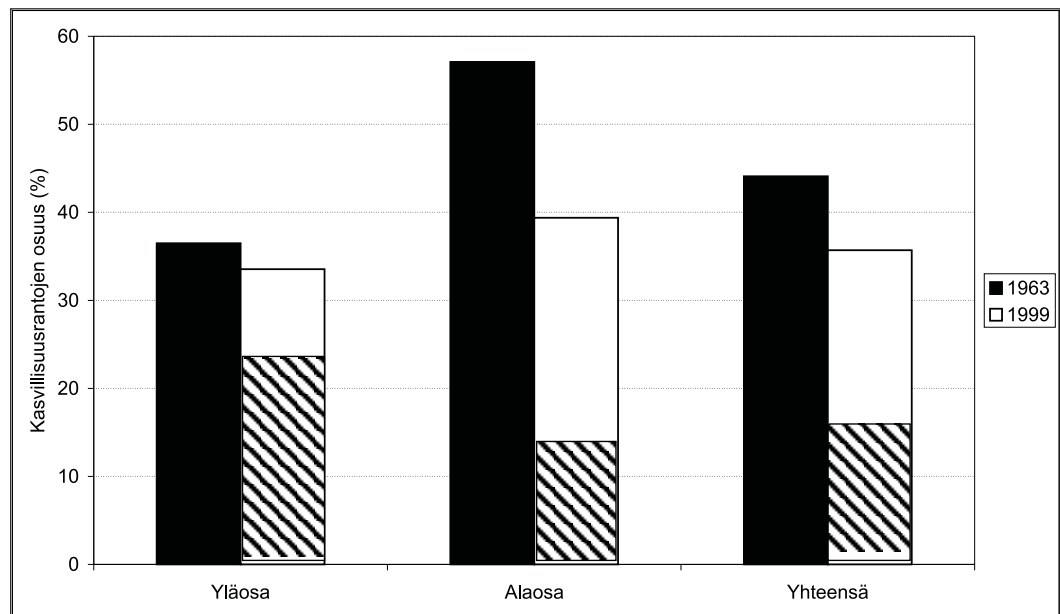


Kuva 20. Unnukan yläosa. Yläkuva: Leviäsaaren ympäristö 23.7.1963, kasvillisuusalueet vaakaviivoitettu, alakuva: Leviäsaaren ympäristö 14.8.1999, ilmaversoiset pystyviivoitettu, kelluslehtiset vinoviivoitettu. Huom! Karttapohjana on käytetty nykyistä rantaviivaa (maanmittauslaitos lupa nro 7/MYY/01).



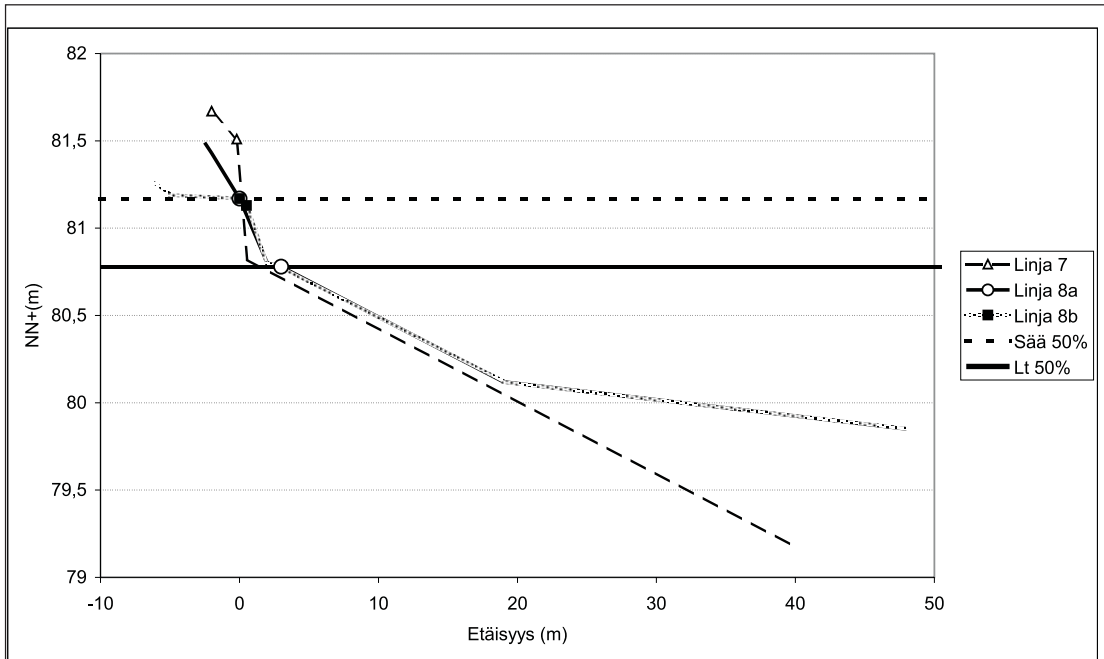
Kuva 21. Kasvillisuuden kokonaispinta-alat vuonna 1963 ja 1999 sekä pinta-aloissa tapahtunut vähenemä.

Unnukan rantavyöhykkeen kokonaistilannetta voi tarkastella myös kasvillisuusrantojen suhteellisenä osuutena koko rantaviivasta (Kuva 22). Tulos poikkeaa jonkin verran pinta-ala tarkastelusta, vaikka se onkin samansuuntainen. Kasvillisuutta tavattiin keskimäärin 40 %:lla rantaviivasta ja säännöstelyn aiheuttama muutos oli etenkin yläosassa sangen vähäinen. Tulosta tarkasteltaessa on kuitenkin huomattava, että valtaosa kasvillisuudesta on kelluslehtisiä, jotka viihtyvät entisillä pehmeöpohjaisilla ilmaversoisten kasvualustoilla. Ennen säännöstelyä kasvi- peite oli todennäköisesti saraikko- ja ilmaversoisvaltaista.



Kuva 22. Kasvillisuusrantojen osuus koko rantaviivasta vuonna 1963 ja 1999. Ilmaversoisten (vinoviivitus) osuus oli vuonna 1999 yläosassa 23,7 %, alaosassa 12,7 % ja yhteensä 16,8 % kaikkien rantojen osuudesta.

Saraikkojen huonoa tilannetta voidaan havainnollistaa tarkastelemalla erikseen saraikkoa kasvavien vyöhykelinjojen tilannetta (Kuva 23). Maastotarkastelun perusteella valituista voimakkaasti saraa kasvavista linjoista toisella (Saahkarlahti 8a) voidaan havaita saraikon ulottuvan noin neljäkymmenen cm:n syvyyteen ylimmän rannan jyrkkyydestä huolimatta. Sen sijaan toisella saraikkorannalla linjalla 7 selvä vyöhyke tavattiin ainoastaan selvästi avovesikauden mediaanin yläpuolella, koska hyvin jyrkkä ranta ei voi tarjota sopivia kasvupaikkoja kasvillisuudelle. Sama tilanne ilmenee Saahkarlahden linjalla 8b, jossa saraikko esiintyy rannan soistumisesta johtuen vain hyvin kapealla alueella mediaanin lähetyillä. Vedenpinnan alentaminen loppukesällä lähelle luonnontilaista avovesikauden mediaania (NN + 80,85 m) toisi oleellisesti lisää kasvualueita kasvipeitteelle ja vakiinnuttaisi samalla rantavyöhykettä.



Kuva 23. Selvän saraikkovyöhykkeen sisältävät vyöhykelinjat 7, 8a ja 8b. Saraikon kasvualue on rajattu merkein. Säännöstelyjakson avovesikauden (1972-98) mediaani (50% = NN + 81,17m) merkitty katkoviivalla, luonnontilaisen avovesikauden (1960-71) mediaani (50% = NN + 80,85m) merkitty yhtenäisellä viivalla.

5

Yhteenveto järvien nykytilasta ja mahdollisuuksia nykytilan muuttamiseksi

5.1. Kallavesi

Jääkauden jälkeinen maankohoaminen muovaa jatkuvasti vesistöoloja. Sen seurauksena alueen vesistöt ovat vaihtaneet purkautumissuuntaansa Pohjanlahdesta Kymijoen vesistöön ja lopulta Vuoksen kautta Suomenlahteen. Maankohoaminen on nykyisin alueen kaakkoisosassa noin 4,5 mm ja luoteisosassa 5,5 mm vuodessa, joten vesistöalue kallistuu noin sentin vuosikymmenen aikana kaakkoon.

Kallavettä voidaan luonnehtia monimuotoiseksi järveksi. Järven pohjois-osa on selkeästi keskiravinteisen eli mesotrofisen ylärajoilla, kun taas Suvasvesi on selvästi vähäravinteinen eli oligotrofinen. Veden kirkas väri Suvasvedellä pitää kasviplanktonituotannon melko korkeana, joten a-klorofyllin perusteella järveä voidaan pitää lievästi mesotrofisena (Pietiläinen & Räike 1999). Siirryttäessä Kuopiosta alavirtaan kohti Koirusvettä voidaan havaita lievä ravinteisuuden ja veden värin väheneminen. Erot ovat kuitenkin melko vähäisiä.

Vedenlaadussa ei ole tapahtunut mitään erityistä kehitystä 1960-luvun puolivälistä alkavalta jaksolta lähtien. Toisaalta Ronkaisen (1999) tutkimuksessa on todettu erityisesti pohjaeläinhavaintojen perusteella matalien ranta-alueiden tilan parantuneen viime vuosina. Kallaveden rantavyöhykkeellä kasvipeite kuvastaa suhteellisen hyvin vedenlaadun eroavaisuuksia eri osa-alueiden välillä. Eniten rehevyyttä ilmentäviä lajeja tavataan pohjoisella Kallavedellä, jossa myös umpeenkasvu on ollut nopeaa. Eutrofian indikaattoreita on tavattu vähiten Suvasvedellä ja Koirusvedellä. Vaaraman (1938) vanhoihin havaintoihin verrattuna on muutos ollut kuitenkin erittäin suurta. Esimerkiksi Pohjois-Kallavedellä vesistön tila oli kasvilajiston perusteella huomattavasti parempi kuin Suvasvedellä nykyään.

Kasvillisuuden pinta-alojen kehityksen vertailu 1950-luvun ja nykypäivän välillä vahvistaa kasvillisuudessa tapahtuneen huomattavan lisääntymisen Pohjois-Kallavedellä ilmeisesti lisääntyneen kuormituksen ja vähentyneen rantalaidunnuksen perusteella. Toisaalta muutos muilla osa-alueilla on ollut jokseenkin päinvastainen eli kasvillisuuden pinta-ala on vähentynyt. Ilmiötä voi selittää eteläisen järvioltaan pienemmästä maankohoamisnopeudesta johtuva hukkuva luonne tai lisääntynyt piisamin vaikutus.

Kallaveden pohjoisosa näyttää erityisen herkältä alueelta, jossa pienikin muutos kevättulvan tasossa voi aikaansaada suuria muutoksia kasvillisuuden pinta-alassa. Säännöstelyä kehitettäessä onkin kiinnitettävä huomiota, ettei kevättulvaa alenneta tarpeettomasti ja vesi pysy myös riittävän korkeana kesäaikana.

5.2. Unnukka

Unnukan rantavyöhykkeen tila on kasvilajiston rehevyysindikaattoriarvojen perusteella pysynyt lievää karuuntumista lukuun ottamatta suhteellisen samankaltaisena aina 1950-luvulta alkaen. Sen sijaan ilmaversois-yhdyskunnissa on tapahtunut hyvin suuri muutos; järviruokojen ja -kortteiden yleisyys on romahtanut säännöstelyn alussa tehdyn vedenpinnan noston suorana seurauksena. Hyvin merkittäviä muutoksia on tapahtunut myös kasvillisuuden pinta-aloissa, jotka ovat

miltei puolittuneet ja muuttuneet ilmaversoisvaltaisesta enemmän myös muita elomuotoja sisältäviksi. Kasvillisuusrantojen yleisyydessä tapahtunut muutos on sen sijaan huomattavasti vähäisempi, koska osa kasvipeitteestä on säilyttänyt asemansa vähälukuisena. Muutoksen on täytynyt heijastua merkittävästi ainakin kevätkutuisten kalojen kutupaikkojen määrään.

Säännöstelyä kehitettäessä tulisi ehdottomasti pyrkiä laajentamaan avovesikauden aikaista vedenkorkeuden vaihteluvyöhykettä rantavyöhykkeen tasapainoittamiseksi ja yleisen vyöhykkeisyyden lisäämiseksi. Tavoitteeseen voi päästä joko lievästi nostamalla kevään vedenkorkeuksia tai laskemalla kesäajan vedenpintaa. Jälkimmäisessä vaihtoehdossa laskun tulee olla riittävän suuri, koska rannan kulumisesta johtuen ylin rantavyöhyke on melko jyrkkä eikä vähäinen lasku lisää juurikaan rantavyöhykkeen pinta-alaa.

Kirjallisuus

- Hellsten, S., Partanen, S., Visuri, M., Riihimäki, J. & U. Kurimo (2000a): Kallavesi-Unnukan säännöstelyn kehittämiselvitys. Vedenkorkeuden säännöstelyn vaikutus Unnukan rantavyöhykkeeseen ja elinympäristöihin. Suomen ympäristökeskus, raportti 30 s.
- Hellsten, S., Visuri, M., Kerätär, K. & M. Savolainen (2000b): Ähtärinjärven säännöstelyn kehittämiselvitys – Perännejärvien nykytila ja Ähtärinjärven säännöstelyvaihtoehtojen vaikutukset. Alueelliset ympäristöjulkaisut 155.
- Juvonen, E. (1958): Jätevesien vaikutuksesta Varkauden seudun vesistöjen putkilokasvilajiin. Pro gradu-tutkielma, Helsingin yliopisto, Kasvitieteen laitos. 46 s. + 6 liitt.
- Kurimo, U. (1970): Effect of pollution on the aquatic macroflora of the Varkaus area, Finnish Lake district. *Ann. Bot. Fennici* 7: 213-254.
- Kurimo, H. & Kurimo, U. (1981): Distributional relations and homogenous areas in aquatic macrophyte vegetation: a case study. *Ann. Bot. Fennici* 18: 293-312.
- Marttunen, M., Kiuru, L.-L., Rotko, P., Keto, A., Järvinen, R. & Hellsten, S. (2001): Kallaveden ja Unnukan säännöstelyn kehittäminen. Säännöstelyn vaikutukset ja vaihtoehtojen vertailu. Raportti
- Pietiläinen, O-P. & Räike, A. (1999): Typpi ja fosfori Suomen sisävesien minimiravinteina. Suomen ympäristö 313.
- Pogrepoff, S. (1990): Vesikasvillisuuden muutokset Varkauden massa- ja paperitehtaan alapuolisissa vesissä vv 1964-1985. KCL seloste 1936. 34 s. + 2 liitt.
- Riihimäki, J. (1999): Kallaveden ja Unnukan rantavyöhykkeen kasvillisuus. Muistio 3 s.
- Riihimäki, J. & Hellsten, S. (1997): Konnivesi - Ruotsalaisen säännöstelyn vaikutusten selvittäminen - Säännöstelyn vaikutukset rantavyöhykkeessä sekä esitys ekologiseksi säännöstelykäytännöksi. Suomen ympäristö 153.
- Ronkainen, J. (1999): Kallaveden seurantatutkimus 1998 – perusteellinen yhteenveto. Savo-Karjalan vesiensuojeluyhdistys raportti A1345. 72 s. Kuopio.
- Roy, D., Ihantola, R. & Hänninen, O. (1992): Peroxidase activity in lake macrophytes and its relation to pollution tolerance. *Environmental and Experimental Botany*:
- Toivonen H. (1981): Sisävesien suurkasvillisuus Teoksessa: Havas P. (Toim.): Suomen Luonto 4. Vedet. Kirjayhtymä. Helsinki. s. 179-208.
- Toivonen H. (1984): Makrofyttien käyttökelpoisuus vesien tilan seurannassa Luonnon Tutkija 88: 92-95.
- Vaarama, A. (1938): Wasservegetationstudien am Grosse Kallavesi. *Ann. Bot. Soc. Vanamo* 13(1): 1-314.

Liite I. Vyöhykelinjamenetelmä

1. Vyöhyke sijoitetaan keskelle kohdealuetta, ja linjalta, joka voidaan ajatella parimetriä leveäksi, määritetään näkyvät kasvustot elomuodoittain. Linja alkaa noin tulvavyöhykkeen rajalta ja jatkuu aina kasvien ulkorajalle saakka eli noin näkösyvyyteen asti. Pääsääntöisesti rajausta tapahtuu ensin rannalta tai veneestä katsomalla, jonka jälkeen vyöhykkeiden rajat määritetään vaakitseamalla/syvyysmittauksin vedessä kahlaten tai veneestä kurotellen. Rajavyöhykkeillä kasvustot menevät usein päällekkäin.
2. Lomakkeeseen piirretään kaavakuva kohdealueesta sekä täytetään tarvittavat taustatiedot (GPS-koordinaatti, karttalehden numero, valokuvien numerot, kuvauspaikat- ja suunnat, linjan avautumissuunta, rannan jyrkkyys sekä maaperän laatu)
3. Vaakituskone pystytetään vesirajaan tai sen tuntumaan. Lomakkeeseen täytetään tiedot kojeen sijainnista sekä korkeus vesirajasta.
4. Kunkin kasvillisuusvyöhykkeen ylä- ja alareunasta mitataan etäisyys vesirajaan (vaakituskoneella) sekä lattalukema ja/tai syvyys. Vyöhykkeet rannalta ulapalle voivat olla esim. seuraavat: pensaikko, heinikko (päälajiryhmät määritetään erikseen), saraikko (päälajiryhmät erikseen), kortteikko, ruovikko, kaislikko, osmankäämikkö, kelluslehtiset (päälajiryhmät erikseen), uposlehtiset (päälajiryhmät erikseen), pohjalehtiset (suurikokoiset Lobelia ja molemmat Isoetes-lajit erikseen).
5. Kasvustojen yhtenäisyys määritetään kriteerillä 1=yhtenäinen (50-100 % peittävyys), 2=mosaikkimainen (10-50 %) ja 3 =yksittäinen (alle 10 %). Näiden lisäksi jokaiselle vyöhykkeelle määritetään kuitenkin myös tarkka yhtenäisyysarvo (tilastollisista syistä esim. 40 %).
6. Sedimentin paksuus ja pohjan laatu määritetään kunkin vyöhykkeen keskeltä penetrometrillä (viisi pistoa, vain terävimmän piikin tunkeutumissyvyys mitataan).
7. Määritetään maatuneen aineksen paksuus saraikkovyöhykkeeltä terävällä putkella tai turvetikulla.
8. Mitataan ruokojen ja kortteiden tiheys, korkeus ja syvyys varttinieliöllä keskellä yhtenäistä kasvustoa.
9. Vyöhykkeen kasvilajit kartoitetaan, ja niiden yleisyys määritetään asteikolla 1-7.
10. Linjan ulkopuolelta avovedestä määritetään näkösyvyys, johtokyky ja pH.

Välineet:

Vene, perämoottori, vaakituskone, latta, jalusta, mittanauha, ankkuri, köysi (varalta), GPS, johtokykymittari, ph-mittari, valkolevy, kahluuhousut/kelluntapuku, harava/pohjalapio, vesikiikari, mittakeppi, varttinieliö, kynät, maastolomakkeet vedenkestävällä paperilla.

Liite 2. Maastokortti (etusivu)**KASVIKORTTI****Luokittelututkimus**

VTT/SYKE

Laatija: _____ Pvm: _____

Järvi: _____ Asteikkolukema: _____

Karttalehti: _____

Kasvilinja nro: _____ N _____ E _____

Linjan av. suunta: _____ Muoto(x): lahti () suora () niemi ()

Valokuvia, kpl: _____ Johtokyky: _____

Näkösyvyys, m: _____ pH: _____

Avoimuusaste: _____ Jyrkkyys: _____

Maaperä: kallio () harju () moreeni () turve ()

Muuta:

Kaavakuva karvalakkilinja-alueesta. Merkitse myös valokuvien ottopaikat ja -suunnat.

Liite 3. Maastokortti (takasivu)

Vaaituskojeen etäisyys vesirajasta (m): _____

Vedenpinta luokitushetkellä _____

Vaaituskojeen korkeus vesirajasta (m): _____

	PENSAAT + HEINIKKO	SARAIKKO	VESIRAJA	KORTTEIKKO	RUOVIKKO	KAISLIKKO	KELLUSL.	UPOSL.	ISOT P.-L.
Etäisyys (m) vesirajasta	-	-	-	+	+	+	+	+	+
Lattialukema									
Syvyys									
Korkeus NN+m									
Pohjan/pohjamaan laatu									
Maatunut aines (cm)									
Vyöhykkeen leveys									
Vyöhykkeen yhtenäisyys									
Tiheys (kpl/0.25 m2)									
Korkeus (cm)									
Syvyys (cm)									
Penetro/ terävä 1									
Penetro/ terävä 2									
Penetro/ terävä 3									
Penetro/ terävä 4									
Penetro/ terävä 5									
Päälaji 1									

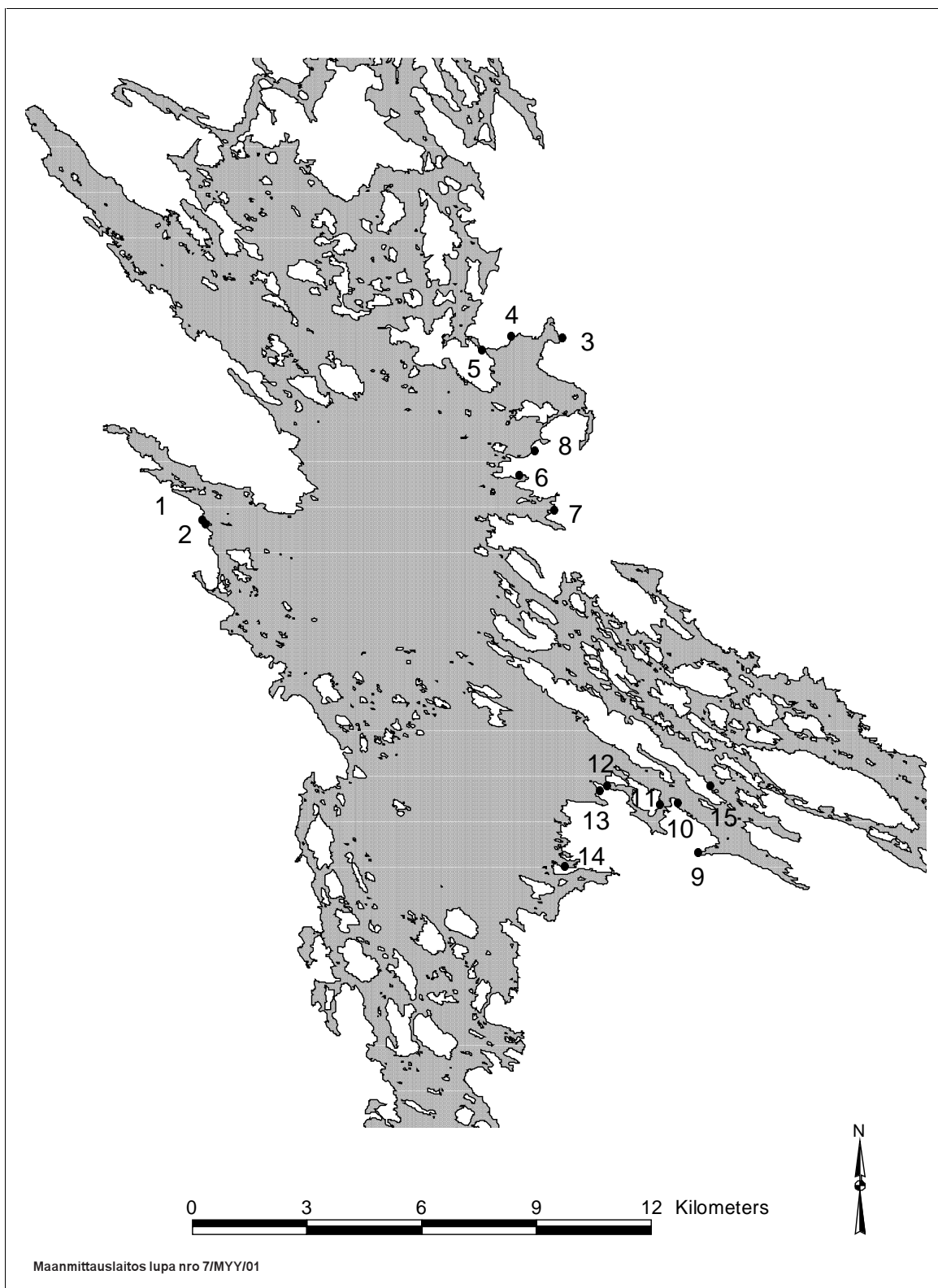
poija: 1=turve, 2=kivi, 3=sora, 4=hiekka, 5=llejuinen hiekka, 6=hiekkainen lieju, 7=lieju, 8=savi

vyöhykkeen yhtenäisyys: 1=yhtenäinen (50 - 100 %), 2=mosaikkimainen (10 - 50 %) 3=yksittäinen (alle 10%).MYÖS TARKKA ARVO!

Liite 4. Kallaveden tutkimusalueiden numerointi.



Liite 5. Suvavesden tutkimusalueiden numerointi.



Liite 6. Kallaveden ranta- ja vesikasvien tutkimuslinjat kesällä 2000.

LINJA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28		
Achillea millefolium	2																													
Achillea ptarmica												2			2															
Agrostis gigantea												2						2			2					2				
Alisma plantago-aquatica	2			3	2				3	2	2	2								3		1		3		2	3	2		
Alnus glutinosa	2	4	2	2		3	4	2	3		3	2	3	4	4	2	4	3	3	4	2	4	3	2	4	3	4	2		
Alnus incana															2			4	2											
Athyrium filix-femina				2			2																							
Betula pendula								2					3																	
Betula pubescens																	4	3	2									2		
Calamagrostis canescens	2	5	5	5		4	3		4	5	5		5	4	5	5	4	5	5	5	5	5	5	4	6	4		4	5	
Calamagrostis epigejos												2																		
Calamagrostis purpurea					4	3	3			4									4						3					
Calla palustris															2					2										
Callitriche cophocarpa				3	3																									
Calluna vulgaris			4																			3		3			4			
Caltha palustris	2	2	2	2	3	3	2			3	3	4		4		2	2	3		2	2		2		2		2			
Cardamine pratensis											2	2																		
Carex acuta	6	6	6		5	5	5	4	5	6	5			5	5	5	5	4	2	5	5	2	4	6	5	4	4	4		
Carex sp.																			5											
Carex vesicaria				6	4					2	4	4	2				5		5	4	3		3	4				2		
Chamaedaphne calyculata																													1	
Cicuta virosa																				2										
Cirsium palustre				1																										
Climacium dendroides	4																			4										
Deschampsia cespitosa				3							2	1	2							2								2		
Dryopteris carthusiana				3	2	2																								
Elatine hydro Piper	3						2			3			2		2															
Elatine triandra	3	2	3	4	4					3			3		3													3		
Eleocharis acicularis	5	2	3	4	4	3	3	4	4	3	3	3		3		3	3	3		3	4	3	3	2				4		
Eleocharis palustris		2			2	2		2	4		3	4	2								2			4	3					
Elodea canadensis																				5				2				4		
Equisetum arvense				2			2						2			2		2	2									2	2	
Equisetum fluviatile	3	4	3		6	3		2		3	4	5		3		3	2	3	7				2	4			3	4		
Equisetum sylvaticum				3									2													2				
Filipendula ulmaria				1	1																									
Fontinalis antipyretica	4																													
Fragaria vesca														2																
Galium palustre	3	2	2	3	2	2	2	3	3		3	3			2				2			2	3	2		2		2		
Glyceria fluitans												2																		
Iris pseudacorus	2		2	2																										
Isoetes echinospora	5	3	4	3	4	3	3	4	3	2		4		2	3	4	3	3		4	3	3	4	4	3	2				
Isoetes lacustris	6	7			6	5	4	4		5	3	6		4	5	4	4	5			3	4	3	6	5	4	4			
Juncus alpinoarticulatus																														
Juncus filiformis	2	3											3		2	3			2		2	2	2	3		3	3		2	
Juniperus communis																		2												
järvisieni	2		2			2		3				5									3					2			5	
Littorella uniflora	2																	5						4						
Lobelia dortmanna	3	2			4					2		3		3	2	2	4	3		2	3	4	3	4	2					
Lysimachia thyrsoiflora					3				2											4										
Lysimachia vulgaris	3	2	3	3	2	4	4	3	3	3		2	2	3	2	3	3	2		3	3	3	2		2	2	3	2		
Lythrum salicaria	2	4	3	2		3	4	3	3	3	2	3		2	3	3	3	2		3		3	2	2	2	2	2	2		
Maianthemum bifolium												2	2																	
Melampyrum pratense	2						2																							
Mentha arvensis	2	6	2	2	4	3	4	3	4	3	3	4	2	2	3	3		3		3	2		2		2	3				
Molinia caerulea	5	5	2												2	3	4	4	3			4	3	4		3	5		2	
Myosotis laxa ssp. cespitosa				3								1																		
Myrica gale																											3			
Myriophyllum alterniflorum	3	3	4	4	4				4			2	2	3	5		3	3			3		2	3			5	5		
Myriophyllum sibiricum																					2									
Nitella sp.				3		2			2								2		1					1						
Nuphar lutea	2		2	3				2	2					2				5	3	4	4						3	5	6	

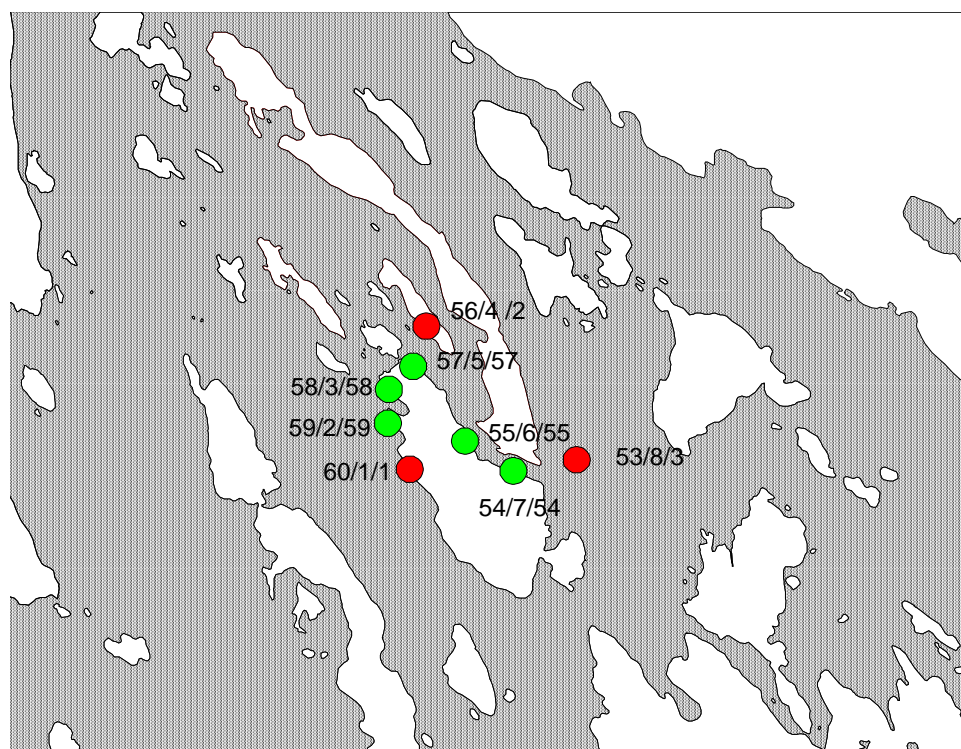
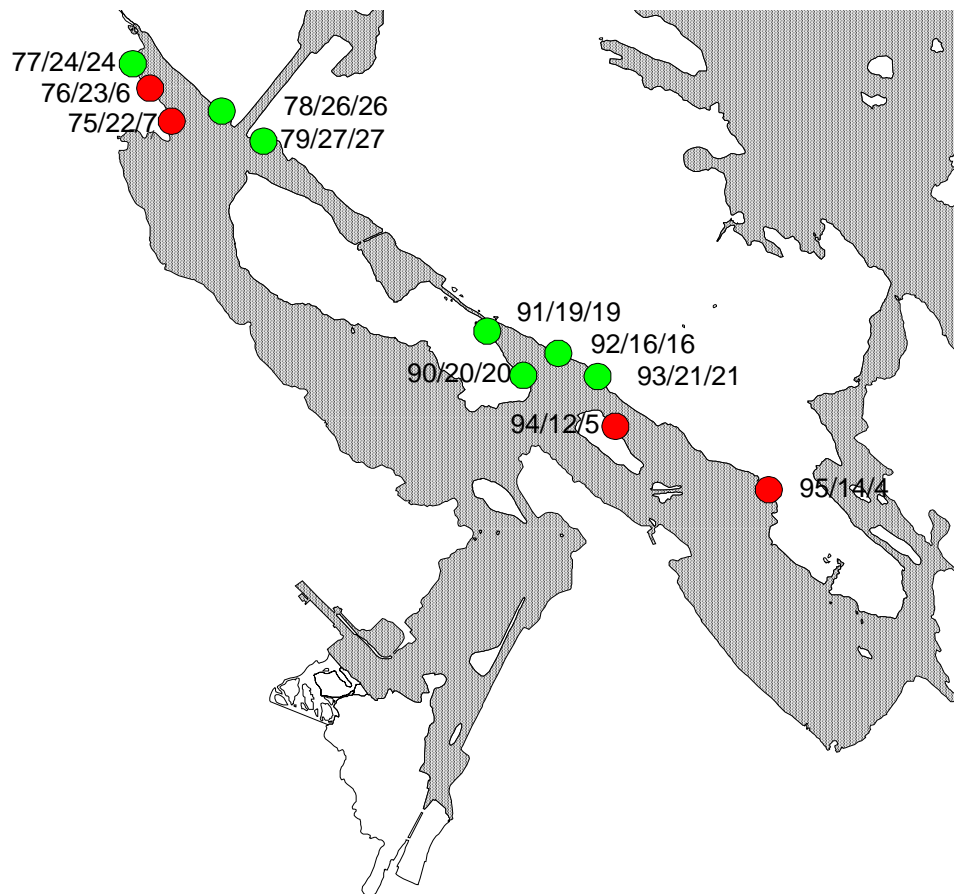
LINJA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	
Nymphaea candida																												2	
Oxalis acetosella					2								3		2			2				2							
Peucedanum palustre																	1		3									2	
Phalaris arundinacea	2	3		3	2	3	3	3	4		4	3	2	2	2		2	3				4	3		2			2	
Phragmites australis		6	6			6	3	7		6			6		5	7		4			6	6	6		6				
Picea abies	2							2					3	2								2			1				
Pinus sylvestris																	2										2	2	
Poa palustris							2						4															2	
Polygonum amphibium	5		2	3	4	3	5	1	2	5	6	5	5						3	2				2		2	2		
Polygonum amphibium (maam.)			2	2		2		2	5		4					3		2					3					2	
Populus tremula							1			2															1				
Potamogeton natans				6	5				2					5			2	5	5							5		6	
Potamogeton obtusifolius																			2										
Potamogeton perfoliatus	4		4	4	4	4	4		4	2	3	2	4	3			4	5	3	4				3		3	4		
Potamogeton perf. x praelongus					1																								
Potamogeton pusillus					2												2							1				1	
Potentilla erecta														3	2	2						1		2				2	
Potentilla palustris	3	3	3	3	3	4		4	4	3	3	3		4		3	4	3	4	3	4	3	2	3	4	2	2	3	2
Prunus padus					1																	2							
Ranunculus auricomus																						2							
Ranunculus lingua																						4							
Ranunculus peltatus	5					4			3					2			2							2		4	4	3	
Ranunculus repens	2	2	2	3	2		4	3			4	3								2									
Ranunculus reptans	2	5	4	4	4	4		4	4	4	4	4		4		4	4	4		4	4	4	4			3	3	2	
Ranunculus sceleratus							2																						
Rhamnus frangula	2	3	2							2				4	3	2						3	5	4	3		2	2	4
Ricciocarpos natans																						2							
Rorippa palustris								4																					
Rosa sp.	1																												
Rubus idaeus							2	1	2				2						2				3						
Rubus saxatilis				2																			2		2				
Sagittaria natans	3			3	3				3		2	2		3				3		2								2	
Sagittaria sagittifolia				3																									
Salix cinerea											2																		
Salix lapponum	2	4	3			3	3	3		3	3			4	4	4	3	5	1	5	2		2	5	3	3			
Salix myrsinifolia																								3					
Salix pentandra																								3					
Salix phylicifolia	2	2		5	2	3		3		3						2				3	3		3		3	3	3	4	
Salix sp.																						3							
Schoenoplectus lacustris														3								2						2	
Scutellaria galericulata	2			2	2	2		2		2	2	2	2		2		3	2	2	2	3				1	3	3		
Sorbus aucuparia		1		2		2							2		3					2	2			1		1		2	
Sparganium angustifolium																	5												
Sparganium emersum				2	4																3							1	
Sparganium gramineum	3		3	4			1	1					2	4					3				2				3		
Sparganium natans																					5								
Sparganium sp.				2																									
Sphangnum				3																									
Stachys palustris								4																					
Stellaria palustris											2																		
Subularia aquatica	3	2	3	5	6		3		3			3		4	3		4	3			2		3	2		2	3		
Tussilago farfara												2																	
Urtica dioica					2																								
Utricularia australis																												2	
Utricularia vulgaris																												4	
Vaccinium myrtillus																										3		4	
Vaccinium uliginosum	2																	3					4						
Vaccinium vitis-idaea	5		4									2		3	3		2	2					3		4	4	3		
Viola canina																						2			2				
Viola palustris				3		2															2								

Liite 7. Suvasveden ranta- ja vesikasvien tutkimuslinjat kesällä 2000.

LINJA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Achillea ptarmica				2											2
Agrostis capillaris				2				3							
Agrostis gigantea						2		3				2	3	3	
Agrostis stolonifera	2											2		3	
Alisma plantago-aquatica	1		2			3	3		3						2
Alnus glutinosa	2	4				1		3				1	5	4	1
Alnus incana		1		2	5	3	3	4				2	2		3
Barbarea stricta	2														
Betula pendula								2							4
Betula pubescens							3		2	3			2		
Calamagrostis canescens	3	3	5	4	4	4		2	6	4	6	5	4	3	6
Calamagrostis epigejos													2		
Calamagrostis purpurea									1				2		
Calla palustris				2		2									
Callitriche hamulata									4						
Caltha palustris		2	2	2	3		3	2			2	3		2	2
Carex acuta	4	6	4	5	5	3	4	3	5	6	6	4	4	5	6
Carex nigra								2	2	2		6			
Carex vesicaria	2		6	4	3	4						3			4
Deschampsia cespitosa		2	2	2	2	2	3	2				2			
Dryopteris carthusiana			2		3										
Elatine hydropiper					3	4			3						
Elatine sp.			3												
Elatine triandra						4	4								
Eleocharis acicularis	4			6	5		4				3	3		4	5
Eleocharis palustris	3	3		2		2	3						5		2
Elodea canadensis									3						
Epilobium palustre				2											
Equisetum arvense								3				2			
Equisetum fluviatile	4	4	6	4	5	2	5	2		3	5	4	5	5	4
Equisetum sylvaticum	2		2	2	2	2									
Fragaria vesca				2											
Galium palustre	2	2	3	3	3		3	2	2	2		2	2		
Glyceria fluitans				3			3								
Gymnocarpium dryopteris						2									
Iris pseudacorus	1								3						
Isoetes echinospora	4	3		3	3	3	2	2		3	5	3	3	4	4
Isoetes lacustris	4	5		6	3	4	5	4		5	3	5	4	4	6
Juncus alpinoarticulatus							2								
Juncus filiformis							2	2		2	2	2	4	5	4
Juncus sp.												1	3	3	
Juniperus communis		1		2						1		1			
järvisieni	3	3	3						2					3	
Littorella uniflora							2								
Lobelia dortmanna	2	4		3	4		3	3		6	2	4	4	4	4
Lysimachia vulgaris	3	3	3	2	2	2				2	3	2	4	2	3
Lythrum salicaria	1	2	2	2	2	2		2	1	2	2	2	4	2	2
Maianthemum bifolium	3					3	2								
Melampyrum pratense	2														
Mentha arvensis		2		1	2	2	3	2	2	2		3	5	4	
Molinia caerulea							2	3		5		4	3	4	
Myosotis laxa ssp. cespitosa				2			2								
Myrica gale								2		3		3	3	5	
Myriophyllum alterniflorum		4	5		3	4	5		5	4	4	4	4	4	4

LINJA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Myriophyllum verticillatum									4						
Nitella sp.	3									1					1
Nuphar lutea			5			5			5						4
Oxalis acetosella				2		2									
Pedicularis palustris												1			
Peucedanum palustre								2	2	3		2			
Phalaris arundinacea	2	2		4				3			2	3	3	4	3
Phragmites australis	6		5	6			5					6	5		
Picea abies	2			2			2								
Pinus sylvestris		3					2								
Poa nemoralis				2											
Poa palustris	2				2	2							2		
Poa trivialis						2									
Polygonum amphibium	5	5	4	2	4		4			2	3	4	3	5	
Polygonum amphibium (maam.)							2						3		
Populus tremula	2					2				3					
Potamogeton natans			3	3	2		2		3		2				5
Potamogeton perfoliatus	3	3	3		2										
Potamogeton praelongus			1												
Potentilla erecta			2					3				3		5	
Potentilla palustris	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	4	3	3	3	3
Prunella vulgaris							2								
Ranunculus peltatus	2		3			2	5		2			4		3	3
Ranunculus repens	2			3			3						2		
Ranunculus reptans	4	3		4	4	4	4	2		4	4	4		4	4
Rhamnus frangula	3	4		1		3		2	2	3	2	2	3	3	2
Rorippa palustris	2														
Rubus idaeus						2									
Rubus saxatilis				2				2							
Sagittaria natans											1				
Salix aurita	2														
Salix cinerea			3			2			4		4				3
Salix myrsinifolia	2		3												
Salix pentandra									1						
Salix phylicifolia	4	3	4	2	2				2						
Schoenoplectus lacustris			2							4					
Scutellaria galericulata				3	2	2			2						
Sorbus aucuparia		2		2				2		2		2			
Sparganium angustifolium	2								5						
Sparganium emersum						2			5						
Sparganium gramineum	2	4	3			2			5	3					4
Stachys palustris			2												
Stellaria palustris				2			1								
Subularia aquatica	4	5		4	5	4	5		3	4	4	4		3	4
Taraxacum							2								
Tussilago farfara													2		
Utricularia vulgaris									3						
Vaccinium myrtillus	3	3				3									
Vaccinium uliginosum										5				3	
Vaccinium vitis-idaea	2	2				2									
Viola canina					2			2							
Viola epipsila							2								
Viola palustris												2			
Viola sp.													1		

**Liite 8. Unnukan tutkimusalueiden numerointi.
Ensimmäinen numero viittaa Juvosen (1958), toinen
Kurimon (1970) ja viimeinen nykytutkimukseen.**



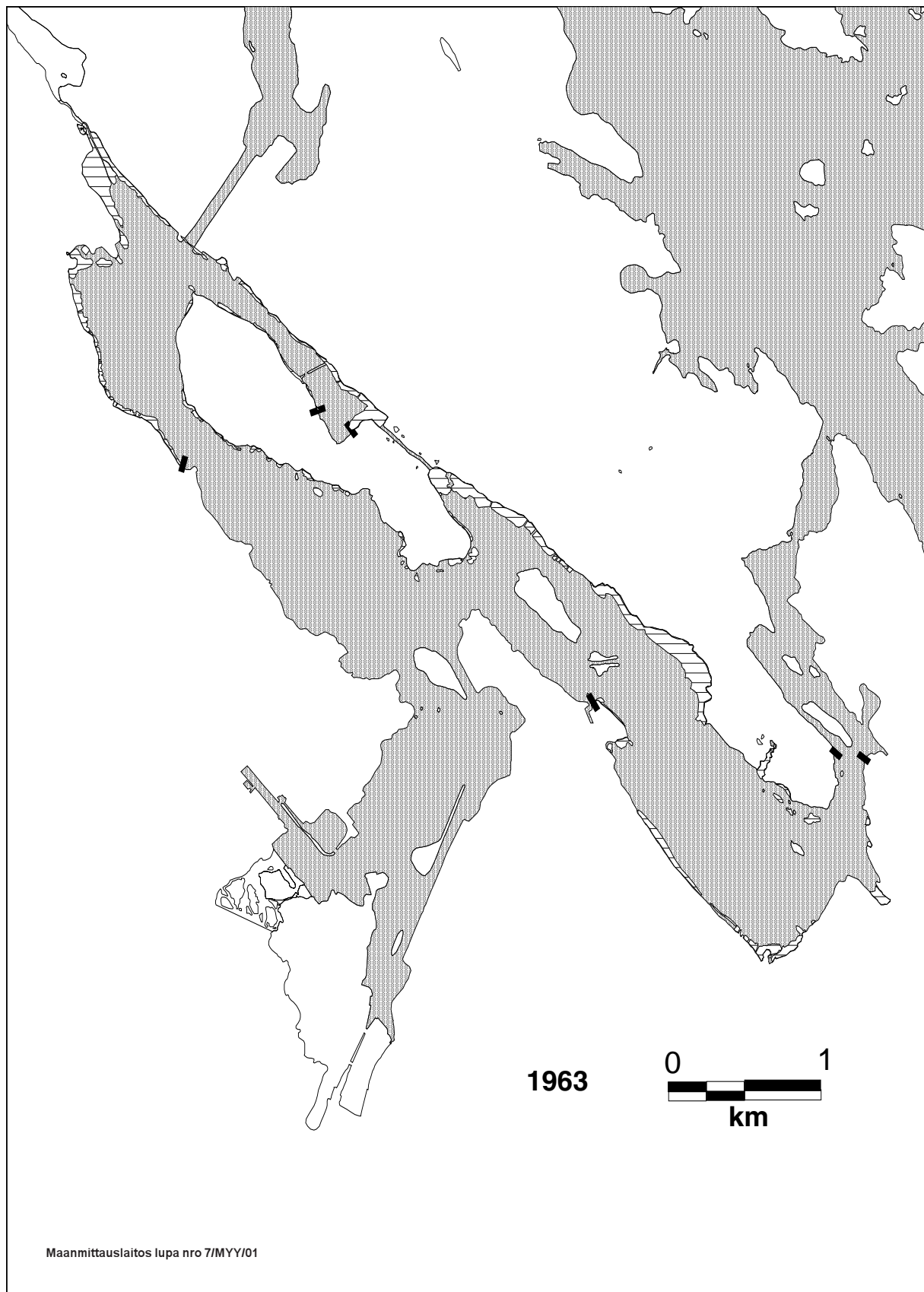
Maanmittauslaitos lupa nro 7/MYY/01

Liite 9. Unnukan ranta- ja vesikasvien tutkimuslinjat kesällä 1999.

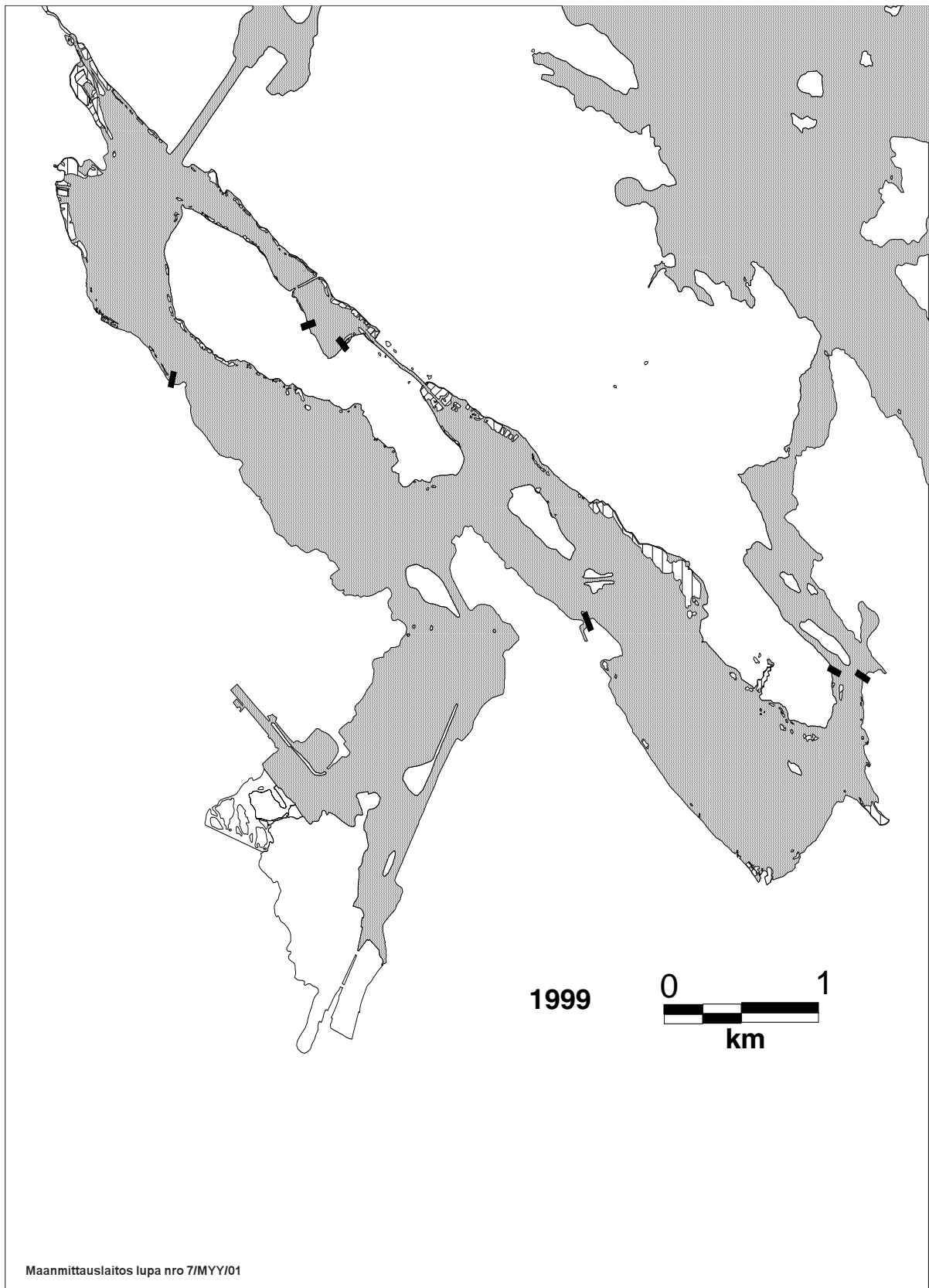
LINJA	1	59	58	2	57	55	54	3	5	4	16	19	20	21	7	6	24	26	27
Achillea millefolium														2					
Achillea ptarmica														2					
Agrostis capillaris				2			2												
Agrostis gigantea			3																
Agrostis stolonifera			2																
Alchemilla sp.													1						
Alisma plantago-aquatica													2			1			
Alnus glutinosa	3	5		4	3			3	4	2		3			3	3		5	
Alnus incana							3	2		3					2	2			5
Alopecurus pratensis														2					
Andromeda polifolia																	4		
Angelica sylvestris									2									4	
Anthriscus sylvestris														1					
Athyrium filix-femina									1										
Betula pendula	1								3						4		4		4
Betula pubescens					2					2	2	1				4			
Bidens tripartita											2			2					
Calamagrostis canescens	4	4	2		2	3	2	3	4	3		2		4		2	3	3	2
Calamagrostis purpurea										4	4							2	
Calla palustris						2	1			5		4					4	3	
Caltha palustris		2								2	2			3				2	2
Cardamine pratensis											1								
Carex acuta	3	4	3	4				2											
Carex disperma																2			
Carex elata													4						
Carex lasiocarpa				3								3					4		
Carex nigra									1							3			
Carex rostrata												2							
Carex sp.															4				
Carex vesicaria			2	3	3	2	4			3	3	1					3		
Cicuta virosa										2	3	2		3					1
Cirsium helenioides									2					2					
Deschampsia cespitosa											1								
Dryopteris carthusiana										3					3				2
Elatine hydropiper											2								
Elatine triandra														2					
Eleocharis acicularis		2	1								4			3	1	1			1
Elodea canadensis										4	5		4		1		7		
Elymus repens														3					
Empetrum nigrum								3											
Epilobium adenocaulon										1									
Epilobium angustifolium													2		2				4
Epilobium palustre										2	2	2	1				2		
Equisetum fluviatile		2	2	2	2	2	2	2	2	5									
Equisetum sylvaticum						4	1												4
Filipendula ulmaria									3	3	1								
Fontinalis antipyretica									6		2					3			
Galium palustre		2	2	2		2	2	2	3		2	2		2	2		2	1	
Galium palustre ssp.elongatum			1																
Galium uliginosum									2										3
Hydrocharis morsus-ranae												3							
Hypericum maculatum														2					
Iris pseudacorus											3								
Isoetes echinospora	3	3			4		2	2	3				3	3	4	3		2	2
Isoetes lacustris	4	5	3				2	3	4		3		2	3		4		3	3
Juniperus communis			1		2			2											
järvisieni		2				1			6				2	1					
Karhunsammal																4			
Lathyrus palustris															2				
Ledum palustre															3	3			
Littorella uniflora		2	1					2			2								5
Lobelia dortmanna	4	4			4		4	4	3				3	4	5				4
Lycopus europaeus												2	2	3	2	2	3	3	
Lysimachia thyrsoflora				3		1	2			3						1	2		
Lysimachia vulgaris	3	2	2	2	2	2	3		2	2			2		2	1	2	2	1
Lythrum salicaria	2			2	2				3	3		3	3	3	4		3		
Maianthemum bifolium							2								2				

LINJA	1	59	58	2	57	55	54	3	5	4	16	19	20	21	7	6	24	26	27
Nymphaea tetragona																3	4		
Peucedanum palustre	1	2	3	2	2		3		3	4	3	3	3		3	2	2		2
Phalaris arundinacea									2				2						
Phragmites australis	7							5	5	7	6		2	2					
Picea abies																1			
Pinus sylvestris			2	2			2								2		1		
Polygonum amphibium											3					6			
Polygonum amphibium maamuoto										3				3					
Populus tremula						1													
Potamogeton bertholdii			1							2						3	1		4
Potamogeton gramineus				1							1								
Potamogeton natans												2						5	
Potamogeton perfoliatus		1	2		4	2			4	3		3	2	2		3	3		2
Potentilla erecta		2																	
Potentilla palustris	1	2	3	4	2	3	3		4	3	3	5		4	2	4	3		
Prunella vulgaris														2					
Ranunculus auricomus														1					
Ranunculus peltatus	1	2									1		4	1					
Ranunculus repens											2								1
Ranunculus reptans	2	3	2		2		3	2	4		3		3	4			2		
Rhamnus frangula	3	4	3	2	3			2		3					2				
Rubus idaeus																			2
Rumex acetosa														1					
Sagina procumbens														2					
Sagittaria natans			2			2				2			2			3	2	3	
Sagittaria sagittifolia											4	4	5	4					
Salix lapponum					2														
Salix myrsinifolia											3								
Salix phylicifolia									5	3	2	2					2		
Schoenoplectus lacustris												2							
Scutellaria galericulata	1	3		2	2		1								2				3
Sorbus aucuparia			1					2		2					2	3			1
Sparganium emersum																2	4		
Sparganium gramineum			3	3		2			3		2	2	2			4	3	3	
Sphangnum																6	7		
Subularia aquatica			1																
Taraxacum																			4
Trientalis europaea						2													
Trifolium pratense														1					
Tussilago farfara													3	2					1
Urtica dioica																			4
Utricularia vulgaris													1						
Vaccinium myrtillus					3		3									4			
Vaccinium uliginosum		2	1				2								2				
Vaccinium vitis-idaea		2			3		3								4	4			
Vicia cracca										1									
Vicia sepium													2						
Viola palustris									4						1				2

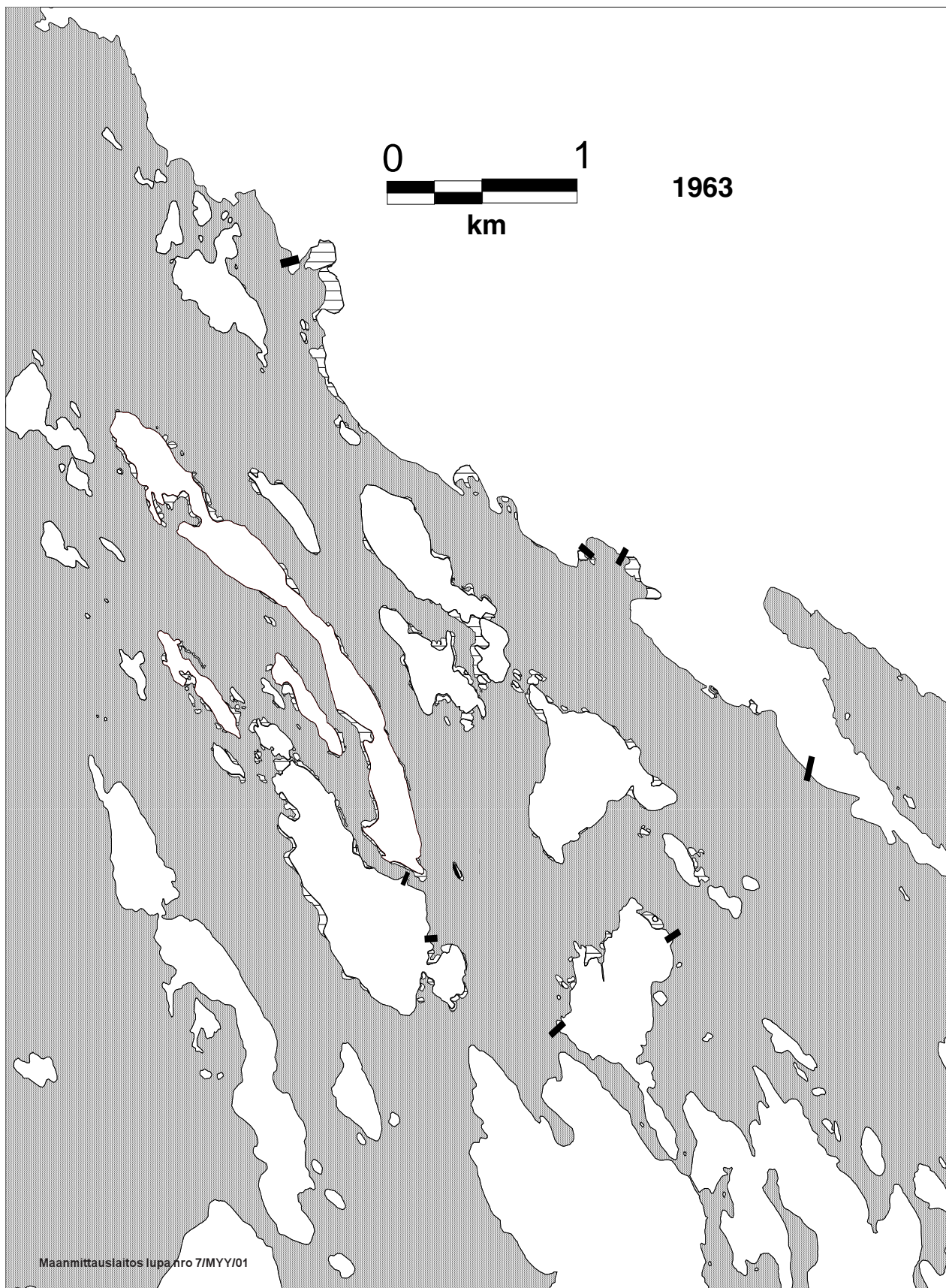
**Liite 10. Unnukan alueen pääelinympäristöt vuonna 1963.
Selitykset kts. kuva 19.**



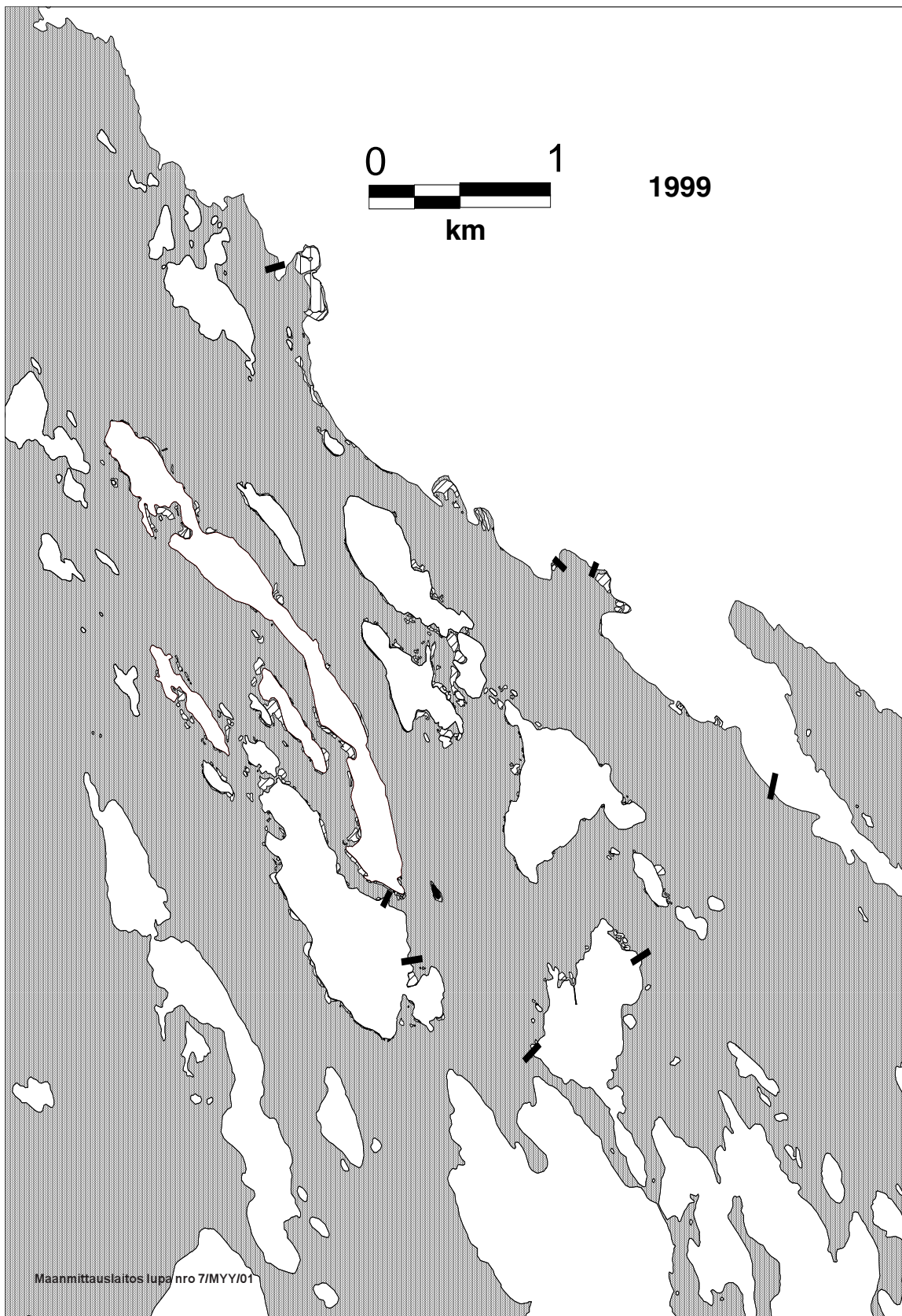
**Liite 11. Unnukan alaosan pääelinympäristöt vuonna 1999.
Selitykset kts. kuva 19.**



**Liite 12. Unnukan yläosan pääelinympäristöt vuonna 1963. Selitykset
kts. kuva 19.**



**Liite 13. Unnukan yläosan pääelinympäristöt vuonna 1999.
Selitykset kts. kuva 19.**



Liite 14. Päijänteen ja Keiteleen trofiaindikaattorit.
Luokittelu on tehty joko Toivosen 1981 (*:llä merkityt),
tai Toivosen 1984 (+:lla merkityt) mukaisesti. Muiden
lajien luokittelu perustuu tekijöiden omiin havaintoihin.

Eutrofia

Butomus umbellatus*+
 Carex pseudocyperus*+
 Ceratophyllum demersum*+
 Chara fragilis*
 Glyceria maxima*+
 Hydrocharis morsus-ranae*+
 Myriophyllum verticillatum*+
 Potamogeton obtusifolius*+
 Ranunculus sceleratus*
 Sparganium erectum*+
 Spirodela polyrhiza*+
 Typha angustifolia*+

Meso-eutrofia

Alisma plantago-aquatica*+
 Bidens tripartita*
 Carex acuta*+
 Carex elata*
 Carex vesicaria*+
 Drepanocladus aduncus*+
 Drepanocladus tenuinervis*+
 Elatine hydropiper*+
 Elatine triandra*+
 Elodea canadensis+
 Glyceria fluitans*
 Hippuris vulgaris+
 Iris pseudacorus+
 Lemna minor+
 Nitella flexilis*+
 Nitella Wahlbergiana*
 Polygonum amphibium*+
 Potamogeton berchtoldii*+
 Potamogeton praelongus*
 Ranunculus lingua*+
 Riccia fluitans+
 Ricciocarpus natans+
 Sagittaria natans*
 Sagittaria sagittifolia+
 Schoenoplectus lacustris+
 Scholochloa festucacea*
 Typha latifolia*+

Mesotrofia

Calliergon megalophyllum*+
 Callitriche palustris*+
 Caltha palustris*
 Cicutia virosa*

Crassula aquatica
 Limosella aquatica
 Lythrum salicaria*
 Myosotis laxa ssp. cespitosa*
 Potamogeton gramineus+
 Potamogeton perfoliatus+
 Ranunculus flammula*
 Ranunculus peltatus*+
 Scirpus sylvaticus*
 Sparganium gramineum*+

Oligo-mesotrofia

Eleocharis acicularis*+
 Eleocharis palustris+
 Juncus bulbosus*+
 Littorella uniflora
 Lysimachia thyrsiflora+
 Menyanthes trifoliata*
 Ranunculus reptans*+
 Utricularia intermedia*

Oligotrofia

Isoetes echinospora
 Isoetes lacustris*
 Lobelia dortmanna*+
 Myriophyllum alterniflorum*+
 Sparganium angustifolium
 Sparganium minimum
 Subularia aquatica+

Indifferentit

Alopecurus aequalis*
 Calla palustris
 Carex rostrata+
 Equisetum fluviatile+
 Fontinalis antipyretica*+
 Nuphar lutea+
 Nymphaea alba
 Nymphaea candida+
 Phalaris arundinacea
 Phragmites australis+
 Potamogeton alpinus+
 Potamogeton natans+
 Potentilla palustris*
 Sparganium emersum*+
 Utricularia minor*
 Utricularia vulgaris+

Laji	POHJOIS-KALLA		VARSINAIS-KALLA		SOTKANSELKÄ		KOIRUSVESI		KOKO KALLAVESI			SUVASVESI	
	1935 Frek. (%)	2000 Frek. (%)	1935 Frek. (%)	2000 Frek. (%)	1935 Frek. (%)	2000 Frek. (%)	1935 Frek. (%)	2000 Frek. (%)	1935 Frek. (%)	2000 Runs.	2000 Frek. (%)	2000 Runs.	2000 Frek. (%)
Rhamnus frangula		16,7		66,7		50,0		60,0		2,9	50,0	2,5	80,0
Ricciocarpos natans						12,5				2,0	3,6		
Rorippa palustris		16,7								4,0	3,6	2,0	6,7
Rosa sp.				11,1						1,0	3,6		
Rubus idaeus		50,0				37,5				2,0	21,4	2,0	6,7
Rubus saxatilis				11,1		12,5		20,0		2,0	10,7	2,0	13,3
Sagittaria natans	25	33,3	8,6	55,6	8,8	25,0	3,8	20,0	12,3	2,6	35,7	1,0	6,7
Sagittaria sagittifolia	1,1		0,7	11,1					0,6	3,0	3,6		
Salix aurita										2,0	3,6	2,0	6,7
Salix cinerea		16,7								2,0	3,6	3,2	33,3
Salix lapponum		83,3		77,8		62,5		60,0		3,3	71,4		
Salix myrsinifolia								20,0		3,0	3,6	2,5	13,3
Salix pentandra								20,0		3,0	3,6	1,0	6,7
Salix phylicifolia		50,0		55,6		37,5		80,0		2,9	53,6	2,8	40,0
Salix sp.						12,5				3,0	3,6		
Schoenoplectus lacustris	18,5		11,4	11,1	45,6	12,5	35,9	20,0	22,8	2,3	10,7	3,0	13,3
Scutellaria galericulata		66,7		55,6		75,0		60,0		2,2	64,3	2,3	26,7
Sorbus aucuparia		16,7		33,3		50,0		40,0		1,8	35,7	2,0	33,3
Sparganium angustifolium				11,1						5,0	3,6	3,5	13,3
Sparganium emersum				22,2		12,5		20,0		2,5	14,3	3,5	13,3
Sparganium gramineum	12	33,3	6,4	55,6	8,8	25,0	5,7	20,0	8,2	2,6	35,7	3,3	46,7
Sparganium natans						12,5				5,0	3,6		
Sparganium sp.	8,7		3,6	11,1	7		1,9		5,3	2,0	3,6		
Sphagnum				11,1						3,0	3,6		
Stachys palustris		16,7								4,0	3,6	2,0	6,7
Stellaria palustris		16,7								2,0	3,6	1,5	13,3
Subularia aquatica		33,3		88,9		50,0		60,0		3,2	60,7	4,1	80,0
Taraxacum												2,0	6,7
Tussilago farfara						12,5				2,0	3,6	2,0	6,7
Urtica dioica				11,1						2,0	3,6		
Utricularia australis								20,0		2,0	3,6		
Utricularia vulgaris			0,7		3,5		1,9	20,0	1,2	4,0	3,6	3,0	6,7
Vaccinium myrtillus								40,0		3,5	7,1	3,0	20,0
Vaccinium uliginosum				22,2		12,5				3,0	10,7	4,0	13,3
Vaccinium vitis-idaea				55,6		37,5		60,0		3,2	39,3	2,0	20,0
Viola canina						12,5		20,0		2,0	7,1	2,0	13,3
Viola epipsila												2,0	6,7
Viola palustris		16,7		11,1		12,5				2,3	10,7	2,0	6,7
Viola sp.												1,0	6,7

Carex viridula var. viridula			1,5	10,5		
Cicuta virosa	3,0	21,1	2,5	52,6	2,2	26,3
Elatine hydropiper			1,0	5,3	2,0	5,3
Elatine triandra			1,0	5,3	2,0	5,3
Eleocharis acicularis	4,2	26,3	4,5	57,9	1,9	36,8
Eleocharis palustris	5,0	26,3	4,0	36,8		
Elodea canadensis	3,7	15,8	5,8	21,1	4,2	26,3
Equisetum fluviatile	4,9	94,7	4,8	89,5	2,3	47,4
Galium palustre	4,3	21,1	1,5	52,6	2,0	68,4
Glyseria fluitans	6,0	5,3	2,0	10,5		
Hydrocharis morsus-ranae					3,0	5,3
Iris pseudacorus	3,5	10,5	1,0	15,8	3,0	5,3
Isoetes echinospora	4,3	63,2	4,4	47,4	2,8	63,2
Isoetes lacustris	4,9	94,7	5,0	5,3	3,3	63,2
Juncus alpinoarticulatus			1,3	21,1		
Juncus filiformis	4,5	63,2	3,1	73,7		
Lemna minor	3,5	10,5	1,6	26,3		
Lobelia dortmanna	3,9	73,7	3,9	78,9	3,9	52,6
Lysimachia thyrsiflora	4,0	10,5	2,2	52,6	2,0	31,6
Lysimachia vulgaris	3,3	68,4	1,9	94,7	2,0	78,9
Lythrum salicaria	2,5	68,4	2,3	84,2	2,8	52,6
Myriophyllum alterniflorum	3,7	63,2	2,7	78,9	2,6	73,7
Myriophyllum verticillatum	3,3	21,1	2,0	10,5		
Najas tenuissima					2,0	15,8
Nuphar lutea	5,1	68,4	4,3	63,2	4,4	84,2
Nymphaea alba			2,5	10,5		
Nymphaea candida	3,0	15,8	1,0	15,8		
Nymphaea sp			2,5	10,5		
Nymphaea tetragona	2,7	31,6	4,7	31,6	3,5	10,5
Phragmites australis	5,1	78,9	5,1	94,7	4,9	36,8
Polygonum amphibium	5,4	57,9	3,7	73,7	4,5	10,5
Potamogeton alpinus	4,5	10,5				
Potamogeton berchtoldii			1,5	10,5	2,2	26,3
Potamogeton gramineus	3,3	15,8	3,0	5,3	1,0	10,5
Potamogeton natans	5,2	31,6	4,3	47,4	3,5	10,5
Potamogeton perfoliatus	4,7	63,2	3,6	63,2	2,6	63,2
Potamogeton praelongus			2,5	10,5		
Potamogeton pusillus			1,5	10,5		
Potentilla palustris	3,7	100,0	3,1	94,7	3,1	78,9
Ranunculus peltatus	3,3	36,8	1,0	10,5	1,8	26,3
Ranunculus reptans	3,2	52,6	3,5	57,9	2,7	57,9
Sagittaria natans	5,0	15,8	2,7	31,6	2,3	36,8
Sagittaria sagittifolia					4,3	21,1
Schoenoplectus lacustris	4,8	63,2	3,2	63,2	2,0	5,3
Sparganium angustifolium			5,0	10,5		
Sparganium emersum	4,3	15,8	6,0	10,5	3,0	10,5
Sparganium erectum	5,0	5,3				
Sparganium gramineum	5,0	47,4	4,3	21,1	2,7	52,6
Stratiotes aloides	6,0	10,5	2,7	15,8		
Subularia aquatica	3,1	52,6	5,2	47,4	1,0	5,3
Typha latifolia			6,0	5,3		
Utricularia intermedia			3,0	5,3		
Utricularia minor	2,5	21,1				
Utricularia vulgaris	3,0	31,6	2,4	26,3	1,0	5,3

Kuvailulehti

Julkaisija	Pohjois-Savon ympäristökeskus	Julkaisu-aika Kesäkuu 2002
Tekijä(t)	Seppo Hellsten, Sari Partanen, Mika Visuri, Juha Riihimäki, Taina Björnström, Antton Keto	
Julkaisun nimi	Säännöstelyn vaikutus Kallaveden ja Unnukan rantavyöhykkeeseen ja elinympäristöihin – Kallavesi-Unnukan säännöstelyn kehittämiselvitys	
Julkaisun osat/ muut saman projektin tuottamat julkaisut		
Tiivistelmä	<p>Vuosina 1999-2001 toteutetun Kallavesi-Unnukan säännöstelyn kehittämiselvityksen rantavyöhykettä ja elinympäristöjä koskevassa osatutkimuksessa keskityttiin selvittämään edellisten vuosikymmenten aikana järven tilaan vaikuttaneet tekijät. Tutkimuksen tarkoituksena oli kartoittaa rantavyöhykkeen nykytila ja siinä tapahtuneet muutokset sekä arvioida vedenkorkeuden säännöstelyn vaikutus rannan pääelinympäristöihin ja niiden kehitykseen. Tutkimustyön on tehnyt Suomen ympäristökeskus Pohjois-Savon ympäristökeskuksen toimeksiannosta.</p> <p>Kallaveden säännöstelyssä vedenkorkeuden vaihtelua on muutettu vain vähän. Säännöstely on toteutettu laskemalla kevättulvaa ja nostamalla kesän alimpia vedenkorkeuksia. Kasvillisuuden suhteen Kallavesi on hyvin monimuotoinen järvi. Eniten eutrofian indikaattorilajeja tavattiin pohjoisella Kallavedellä, missä kasvillisuus oli myös lisääntynyt eniten. Eteläisellä Kallavedellä muutos on ollut pääpiirteissään päinvastainen eli kasvillisuuden pinta-alat ovat vähentyneet ja oligotrofian indikaattoreita tavattiin enemmän. Säännöstelyn vaikutusta ei ollut havaittavissa.</p> <p>Unnukalla puolestaan luonnontilaisia vedenkorkeuksia on nostettu ja koko vuoden vedenkorkeuksien vaihtelu on ollut erittäin pieni. Kasvillisuuden vyöhykkeisyyden perusteella voidaan ylimmän rantavyöhykkeen todeta olevan häiriintynyt. Kasvillisuuden peittämä alue on vähentynyt huomattavasti ja vähentyminen on koskenut erityisesti ilmaversoisia.</p>	
Asiasanat	Vesistöt, säännöstely, rehevöityminen, rannat, kasvillisuus, bioindikaattorit, elinympäristö, ekologia, virkistyskäyttö, ympäristövaikutukset, vedenkorkeus, Kallavesi, Unnukka,	
Julkaisusarjan nimi ja numero	Alueelliset ympäristöjulkaisut	
Julkaisun tema	Luonto ja luonnonvarat	
Projektihankkeen nimi ja projektin numero		
Rahoittaja/ toimeksiantaja	Pohjois-Savon ympäristökeskus	
Projektiryhmään kuuluvat organisaatiot		
	ISSN 1238-8610	ISBN 952-11-0935-1
	Sivuja 63	Kieli Suomi
	Luottamuksellisuus Julkinen	Hinta 25,40 euroa
Julkaisun myynti/ jakaja	Pohjois-Savon ympäristökeskus puh. (017)7884763 fax. (017)7884764	Edita Oyj, Asiakaspalvelu, PL 800, 00430 Editä puh. 02045005, telefax 0204502380 sähköpostiosoite: asiakaspalvelu@edita.fi
Julkaisun kustantaja	Pohjois-Savon ympäristökeskus	www-palvelin: http://www.edita.fi/netmarket
Painopaikka ja -aika	Kuopio 2002	

Presentationsblad

Utgivare	Norra Savolax miljöcentral	Datum Juni 2002
Författare	Seppo Hellsten, Sari Partanen, Mika Visuri, Juha Riihimäki, Taina Björnström, Antton Keto	
Publikationens titel	Inverkan av vattenståndsreglering på sjöarnas Kallavesi och Unnukka strandzon och biotoper - Utredning om utvecklingen regleringen av sjöarna Kallavesi och Unnukka	
Publikationens delar/ andra publikationer inom samma projekt Sammandrag	<p>I den under åren 1999-2001 genomförda utredningen om utvecklandet regleringen av Kallavesi-Unnukka ingick en delundersökning, som gällde strandzonen och biotoperna. I den koncentrerade man sig på att utreda faktorer som under de föregående årtiondena hade påverkat sjöns tillstånd. Undersökningens mål är att kartlägga strandzonens nuvarande tillstånd och förändringarna i den samt att uppskatta effekten av regleringen av vattenståndet på strandens viktigaste biotoper och deras utveckling. Undersökningen har gjorts på uppdrag av Finlands miljöcentral och Norra Savolax regionala miljöcentral.</p> <p>I regleringen av Kallavesi har växlingarna i vattståndet ändrats endast lite. Regleringen har genomförts genom att sänka vårfloden och höja sommarens lägsta vattstånd. Vad gäller växtligheten, är Kallavesi en mycket omväxlande sjö. Indikatorer på eutrofi påträffades mest i norra Kallavesi, var växtligheten också har ökat mest. I södra Kallavesi har förändringen varit i stora drag den motsatta, dvs. vegetationsytorna har minskat och indikatorer på oligotrofi påträffades mera. Allmänt taget kunde man inte observera någon påverkan av regleringen.</p> <p>I Unnukka har man däremot höjt de naturliga vattennivåerna och hela årets vattståndväxlingar är mycket små. Utgående från vegetationens zoner kan man konstatera att den högsta strandzonen är rubbad. De av växtlighet täckta områdena har minskat betydligt och minskningen har gällt i synnerhet luftbladsväxterna.</p>	
Nyckelord	Vattendrag, reglering, eutrofiering, stränder, vegetation, indikatorer, biotop, ekologi, användning för rekreatiönsändamål, miljökonsekvenser, vattstånd, Kallavesi, Unnukka	
Publikationsserie och nummer	Regionala miljöpublikationer 227	
Publikationens tema		
Projektets namn och nummer		
Finansiär/ uppdragsgivare		
Organisationer i projektgruppen		
	ISSN 1238-8610	ISBN 952-11-0935-1
	Sidantal 63	Språk Finsk
	Offentlighet offentlig	Pris 25,40 euro
Beställningar/ distribution	Norra Savolax miljöcentral tel. + 358177884763 telefax + 358177884764	Edita Oyj, Kundservice, PB 800, 00043 Edita, Finland tel. + 35820450, telefax + 358204502380 e-mail: asiakaspalvelu@edita.fi
Förläggare	www-server: http://www.edita.fi/netmarket	
	Norra Savolax miljöcentral	
Tryckeri/ tryckningsort och -år	Kuopio 2002	

Documentation page

Publisher	North Savo Regional Environment Centre	Date June 2002
Author(s)	Seppo Hellsten, Sari Partanen, Mika Visuri, Juha Riihimäki, Taina Björnström, Antton Keto	
Title of publication	The effect of water level regulation on the littoral zone of Lake Kallavesi and Lake Unnukka – Development of regulation of Lake Kallavesi and Lake Unnukka	
Parts of publication/ other project publications		
Abstract	<p>The Kallavesi-Unnukka regulation development project was carried out during 1999-2001. The subproject on littoral zones and environments investigated the reasons influencing the state of the lake during the past decades. The aim of the project was to research the current state and past changes of the littoral zone and to judge the effect of water level regulation on the littoral environment and its development. The research project was done by Finnish Environment Institute under Northern-Savo Regional Environment Center.</p> <p>The water level regulation has been adjusted very slightly in the regulation practice of Lake Kallavesi. The regulation has been implemented by reducing the spring flood and raising the summer water levels. Regarding its vegetation Kallavesi is very diverse. The largest amount of eutrophication indicators were found from Northern Kallavesi where the vegetation has increased the most. In contrast the vegetation in Southern Kallavesi has decreased and more oligotrophy indicators have been found. The effect of water level regulation could not be verified</p> <p>On the other hand, yearly water levels in Lake Unnukka have been raised and the yearly water level fluctuation is minimal. Based on the vegetation zone research we can conclude that the upper littoral zone has been disturbed by the regulation. The vegetation coverage has been noticeably reduced, mainly concerning helophytes.</p>	
Keywords	Water level regulation, eutrophication, littoral zone, vegetation, macrophytes, ecology, environmental impacts, Lake Kallavesi, Lake Unnukka	
Publication series and number	Regional Environment Publications 227	
Theme of publication		
Project name and number, if any		
Financier/ commissioner	North Savo Environment Centre	
Project organization		
	ISSN 1238-8610	ISBN 952-11-0935-1
	No. of pages 63	Language Finnish
	Restrictions For public use	Price 25,40 euro
For sale at/ distributor	Norra Savolax miljöcentral el. + 358177884763 telefax + 358177884764	Edita Oyj, Kundservice, PB 800, 00043 Edita, Finland tel. + 35820450, telefax + 358204502380 e-mail: asiakaspalvelu@edita.fi www-server: http://www.edita.fi/netmarket
Financier of publication	North Savo Regional Environment Centre	
Printing place and year	Kuopio 2002	

Säännöstelyn vaikutus Kallaveden ja Unnukan rantavyöhykkeeseen ja elinympäristöihin – Kallavesi-Unnukan säännöstelyn kehittämiselvitys

Kallaveden ja sen alapuolisen Unnukan säännöstely on aloitettu 1972 luvun alussa. Säännöstelyn tavoitteena on ollut tulvasuojelu ja ennenkaikkea vesiliikenteen turvaaminen Saimaan syväväylällä. Säännöstely on vaikuttanut vain vähän Kallaveden vedenkorkeuksiin, kun taas Unnukassa säännöstely on nostanut kesän vedenkorkeutta ja poistanut vedenkorkeuden vaihtelun lähes kokonaan. Vuosina 1999-2001 toteutetussa säännöstelyn kehittämiselvityksessä keskityttiin ympäristövaikutusten osalta erityisesti rantavyöhykkeelle, johon vedenkorkeuden säännöstely eniten vaikuttaa.

Kallaveden lievän säännöstelyn vaikutusta ei rantavyöhykkeellä ollut havaittavissa. Kasvillisuudessa oli tapahtunut merkittäviä muutoksia, mutta ne johtuivat etupäässä rehevöitymisestä alueen pohjoisosissa. Unnukan säännöstelyn vaikutukset olivat sen sijaan merkittäviä ja erityisesti ilmaversoiskasvillisuuden ala on supistunut miltei puoleen verrattuna säännöstelemättömään tilanteeseen.

ISBN 952-11-0935-1

ISSN 1238-8602

Myynti:

Pohjois-Savon ympäristökeskus
Sepänkatu 2 B, 70100 Kuopio
Puh. (017) 788 4763, telefax (017) 788 4764

Edita Oyj, Asiakaspalvelu, PL 800, 00043 Editä
puh. 020 450 05, telefax 020 450 2380
sähköpostiosoite: asiakaspalvelu@edita.fi
www-palvelin: <http://www.edita.fi/netmarket>

