Lounais-Suomen ympäristökeskuksen monistesarja

1/2006

Pasi Salmi (toim.)

Narvijärven, Lutanjärven ja Kauklaistenjärven nykytila ja kunnostus

TURKU 2006

LOUNAIS-SUOMEN YMPÄRISTÖKESKUS

Julkaisu on saatavana myös Internetissä
www.ymparisto.fi/julkaisut

ISBN 951-614-075-0
ISBN 951-614-076-9 (PDF)
ISSN 1238-3201

Taitto: Päivi Niemelä
Graafit ja kartat: Leena Korte

Karhukopio Oy
Turku 2006

Sisällys

Esipuhe *5*

1 Alkujohdanto *6*

2 Narvijärvi - Lapin helmi *7*
Narvijärven vedenlaatu 8
Narvijärven hydrologia ja ojavesien laatu 17
Narvijärven kasviplanktonisto 20
Narvijärven eläinplanktonisto 23
Narvijärven pohjaeläimistö 24
Narvijärven kasvillisuus 25
Narvijärven kalasto ja rapukanta 33
Narvijärven sedimenttitutkimus, Leena Klemola 35
Narvijärven syvyysluotaukset, Leena Klemola 45
Narvijärven kuormitus 47
Yhteenveto Narvijärven nykytilasta 55
Narvijärven kunnostaminen 56

3 Lutanjärvi - jättiläisen jalanjälki *63*
Lutanjärven vedenlaatu 64
Lutanjärven hydrologia ja ojavesien laatu 70
Lutanjärven eliöstö 73
Lutanjärven kasviplanktonisto 73
Lutanjärven eläinplanktonisto 76
Lutanjärven pohjaeläimistö 77
Lutanjärven kasvillisuus 78
Lutanjärven kalasto 83
Lutanjärven sedimenttitutkimus, Leena Klemola 84
Lutanjärven syvyysluotaukset, Leena Klemola 94
Lutanjärven kuormitus 96
Yhteenveto Lutanjärven nykytilasta 103
Lutanjärven kunnostus 103

4 Kauklaistenjärvi - kahden kylän välissä *108*
Kauklaistenjärven vedenlaatu 109
Kauklaistenjärven hydrologia ja ojavesien laatu 115
Kauklaistenjärven kasvillisuus 118
Kauklaistenjärven kuormitus 124
Kuormituskysely 124
Yhteenveto Kauklaistenjärven nykytilasta 131
Kauklaistenjärven kunnostus 132

Kirjallisuusluettelo *139*

Esipuhe

Vesistöt ovat tärkeä osa suomalaisuutta ja suomalaista yhteiskuntaa. Aikaisempina vuosikymmeninä suomalaiset vedet ovat taanneet ravinnon ja toimeentulon sekä toimineet kulkureitteinä ja energianlähteinä ihmisille ja elinkeinolle. Nykyään vesistöjen käyttö on muuttunut ja painottuu virkistysarvoihin; vapaa-ajan asumiseen, harrastekalastukseen ja luontoarvoihin. Samalla ovat muuttuneet tarpeet ja vaateet vesistöjen laadulle ja käytölle.

Viime vuosikymmeninä luonnostaan niukkaravinteiset vesistömme ovat rehevöityneet. Rehevöityminen on heikentänyt vesien tilaa ja haitannut niiden virkistyskäyttöä. Vesistön rehevöityminen tarkoittaa vesistön perustuotannon kasvua ja siihen liittyviä ilmiöitä, kuten levien massaesiintymisiä, vesikasvien liiallista kasvua, rantojen limoittumista ja liettymistä sekä kalaston muuttumista. Pääasiallisesti rehevöitymisen syy on lisääntynyt ravinnekuormitus, mikä on peräisin haja- ja pistekuormituksesta sekä ilmalaskeumasta. Pistekuormittajien kuten teollisuuden, yhdyskuntien, kalankasvatuksen ja turkistarhauksen, merkitys kuormittajina on vähentynyt, koska jätevesien käsittelyä ja ilmansuojelua on tehostettu. Hajakuormittajiin kuuluvat maa- ja metsätalous, haja-asutus sekä turvetuotanto. Niiden osuus vesistöihin tulevasta fosforikuormituksesta on 75 % ja typpikuormituksesta 57 %.

Suomessa vesiensuojelu alkoi 1970-luvulla pitkäjänteisenä ja ennakoivana työnä. Valtioneuvosto teki periaatepäätöksen 1998 vesiensuojelun yleisistä tavoitteista vuoteen 2005. Periaatepäätöksen keskeiset kohdat kiteytyvät likaantuneiden vesien tilan parantamiseen, vesien likaantumisen estämiseen ja luonnon monimuotoisuuden turvaamiseen. EU jäsenyyden myötä Suomi on sitoutunut noudattamaan ylikansallisia ympäristöohjelmia. EU:n vesipoliittisen puitedirektiivin tavoitteena on tehostaa vesiensuojelua siten, että EU:n alueella saavutetaan vesien hyvä tila 2015 mennessä.

Kuitenkin vesiensuojelussa on vielä pitkä matka siihen, että vedet olisivat hyvässä tilassa. Jotta päämäärä on saavutettavissa, on kaikkien yhteiskuntatekijöiden panostettava ja sitouduttava pitkäjänteiseen vesiensuojelutyöhön. Tärkeimpänä tehtävänä on saada kansalaisten tietoisuuteen ympäristövastuunperiaate. Tämä tarkoittaa, että jokaisella on vastuu ympäristöstään, sillä määrällä, mikä on toimijan vaikuttavuus. Tällöin ympäristön parantaminen vaatii aktiivisia ja konkreettisia toimia, yhteistyötä ja kansalaisaktiivisuutta sekä useiden intressien yhteensovittamista.

Alkujohdanto

Narvijärven, Lutanjärven ja Kauklaistenärven tilan parantamisohjelma kuului osana Satakunnassa toimivaa SATAVESI-ohjelman yhteistyöhanketta. SATAVESI on yhteistyöohjelma Lounais-Suomen ympäristökeskuksen, Satakuntaliiton ja Satakunnan TE-keskuksen kesken. Ohjelma tehostaa toimia Satakunnan vesien tilan parantamiseksi, ja edistää vesistöjen parissa työskentelevien tahojen yhteistoimintaa. Tavoitteena on käynnistää konkreettisia ja pitkäaikaisia yhteistyöhankkeita, jotka tarkastelevat vesistöjä kokonaisvaltaisesti, sovittavat yhteen erilaisia vesistöihin liittyviä intressejä ja parantavat vesien yleistä tilaa.

Narvijärvi, Lutanjärvi ja Kauklaistenjärvi ovat erilaisia vesistöjä historiansa, luontonsa ja ihmistoimintansa johdosta. Narvijärven tärkeimmät käyttömuodot ovat vapaa-ajan asutus ja yleinen virkistyskäyttö. Narvijärven rannoilla on yli 250 loma-asuntoa, kunnallinen rantasauna ja uimaranta sekä urheiluseuran ylläpitämä tanssipaikka, Salamakallio. Aikaisempina vuosikymmeninä Narvijärvi oli Lapin helmi - karu, kaunis ja tunnettu rapujärvi. Nykyään Narvijärven tilaa heikentävät jokakesäiset limaleväesiintymät, veden samentuminen, verkkojen limoittuminen ja lahdenpoukamien umpeen kasvu ja liettyminen.

Pääosin Eurajoella sijaitseva Lutanjärvi on Lutan ja Rikantilan kyläläisille tärkeä virkistymiskohde. Sen rannoilla on noin 20 loma-asuntoa ja kylän omistama uimaranta. Viime vuosina Lutanjärvi on rehevöitynyt, rannat ovat liettyneet, kasvillisuus on runsastunut ja vedenlaatu heikentynyt satunnaisten sini- ja siimamaisten viherleväesiintymien johdosta. Lutanjärven tila on vaihdellut vuosikymmenten aikana karusta erittäin rehevään järveen. Nämä vaihtelut selittyvät Lapinjoen tulvilla, jotka runsaina esiintyessään huuhtelevat Lutanjärven puhtaaksi ravinteista ja lisäävät järven pinta-alaa. Lutanjärvi toimiin tulvivalle Lapinjoelle vesivarastona. Tulvat ovat aiheuttaneet Lutanjärven länsipuolella on laajan pystyjen kelo- ja lahokoivujen muodostama rantaluhdan, missä pesivät kolopesijät pikkutikasta tiaisiin.

Kauklaistenjärvi on maakunnallisesti merkittävä lintuvesi ja keskeinen osa Lapin Yli-Kierin ja Kauklaisten kylien kulttuurimaisemaa. Järven virkistyskäyttö perustuu linnuston seuraamiseen ja metsästykseen. Kauklaistenjärven umpeen kasvu uhkaa luonnon monimuotoisuutta, mikä johtuu pääosaksi järven luontaisesta mataluudesta, runsaasta ravinnekuormituksesta, vedenpinnan laskuista ja vanhan perinteisen maatalouden katoamisesta.

Narvijärven, Lutanjärven ja Kauklaistenjärven parantamisohjelman selvitysvaihe kartoitti erilaisilla tutkimuksilla järvien nykytilaa. Parantamisohjelma sisälsi seuraavia tutkimuksia: vedenlaatu- ja ojavesitutkimukset, kasvillisuuskartoitus, kuormitusselvitys, syvyysluotaus, sedimenttitutkimus, koekalastus ja – ravustus ja plankton- ja pohjaeläintutkimukset. Tutkimusten pohjalta on laadittu alustava toimenpideohjelma, jonka puitteissa pyritään parantamaan järvien tilaa kokonaisvaltaisesti.

Narvijärven, Lutanjärven ja Kauklaistenjärven tilan parantamisohjelma on toteutettu yhteistyössä Eurajoen ja Lapin kuntien, Kauklaisten kyläyhdistyksen ja Narvijärven- ja Lutanjärven suojeluyhdistyksen sekä Lounais-Suomen ympäristökeskuksen kanssa. Hankkeen tutkimuksiin osallistui Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy, Turun yliopiston geologian laitos, Varsinais-Suomen kalahoito Oy, Ilmakuva Vallas Oy sekä projektiapulaiset Sami Lyytinen ja Tuija Kailaste.

Narvijärvi - Lapin helmi

2

Tutkimuskohteen kuvaus

Suurten nälkävuosien jälkeen 1870-luvulla valtiovalta alkoi hoitaa ja kunnostaa kalavesiä, koska katovuosina väestölle oli turvattava ravinnonsaanti. Tämä oli tavallaan sen aikaista köyhäinhuoltoa. Silloinen kuvernöörinvirasto teki kyselyn Lapin pitäjän kalastusyhtiöstä ja kalastuksesta. Kunnan vastauksessa mainittiin, että kalastus oli vähäistä johtuen järvien kuivattamisesta ja virtavesien patoamisesta. Näiden tapahtumien jälkeen on aloitettu suunnitellut kalaistutukset, kuten Narvijärven kuha- ja siikaistutukset 1920-50-luvuilla ja myöhemmät muikku-, kirjolohi- ja ankeriasistutukset osoittavat. Narvijärvi oli 1950–60-luvuilla erinomainen rapujärvi, mutta salakalastajien mukanaan tuoma rapurutto tuhosi koko rapukannan. Heikentynyt vedenlaatu ja ankeriasistutukset ovat olleet esteenä rapukannan toipumiselle. Narvijärvellä toimii nykyään kalastushoitoyhtymä, joka on hoitanut järven kalastoa.

Lapinjoki on herkästi tulviva virta, joten sitä on useita kertoja perattu 1900-luvulla. Ensimmäiset maininnat asiasta ovat jo 1900-luvun vaihteesta. Tällöin alkoivat Lapinjoen keskiosien säännöstelyjärjestelyt, jotka päättyivät 1960-luvulla. Perkaukset ja säännöstely ovat vaikuttanut alueen järviin, erityisesti Kauklaistenjärveen ja Saarnijärveen. Narvijärveen säännöstelysuunnitelma tehtiin jo ennen toista maailmansotaa, mutta vedenkorkeuden säännösteleminen alkoi UPM-Kymmenen (ent. Rauma-Repola) toimesta vasta vuodesta 1952. Säännöstelytilavuus oli 4,15 milj. m^3. UPM-Kymmenen on nyttemmin hakenut säännöllistelyvelvollisuutensa lakkauttamista ja asian käsittely on tältä osin keskeneräinen. Säännöstely on nostattanut kesäveden pintaa huomattavasti luontaiseen vedenkorkeuteen nähden. Tästä ovat hyötyneet eniten järven ranta-asukkaat ja muu virkistyskäyttö. Korkealla oleva vesi on aiheuttanut myös rantojen eroosiota etenkin järven lounais- ja länsiosissa ja osittain vaikeuttanut kalojen luontaista lisääntymistä.

Narvijärven ranta-asukkaat perustivat vuonna 1989 Narvijärven suojeluyhdistyksen, joka on seurannut aktiivisesti järven tilaa ja tehnyt aktiivista vesiensuojelutyötä. Yhdistys on antanut ohjeet mattojen pesusta, järvivedessä peseytymisestä ja ajanut moottoriveneiden enimmäisnopeuden rajoittamista 10 km/h. Tärkeimpiin tuloumiin on rakennettu laskeutusaltaita, joiden toimintaa yhdistys on seurannut vesinäytteenotolla.

Narvijärvi kuuluu Lapinjoen vesistöalueeseen ja sijaitsee Lapin kunnassa viiden kylän alueella: Lappi, Pappila, Kauklainen, Ruona ja Kaukola. Valuma-alueen pinta-ala on noin 17,94 km^2 eikä muita järviä valuma-alueella ole. Narvijärven valuma-alueesta metsää on 38 %, suota 25 % ja peltoa 8 %. Itse järven osuus on noin 20 % valuma-alueesta. Muuta, kuten teitä, rakennuksia, pihoja jne. on alle 10 %. Maaperä on pääosin moreenia ja kalliota, jota koko alueesta on noin 60–70 %. Turvemaita on 20–25 %, ja ne sijoittuvat järven pohjois- ja länsirannoille. Hieta ja hiesumaita on kalliomäkien välisissä laaksoissa ja savea järven luoteislaaksossa. Valuma-alue on korkeimmillaan Anninkulmalla, kohoten 48 metriin merenpinnasta. Metsät ja suot ympäröivät järveä, ja ne ovat tiheästi ojitettuja. Valuma-alue kulkee sekä idässä että lännessä lähellä järveä, mutta etelässä se ulottuu pidemmälle Ruo-

nan ja Kaukolan metsiin. Narvijärveen laskee kolme suurehkoa ojaa Anninoja, Hormanoja ja Narvinsuonoja, joissa kaikissa on laskeutumisaltaat. Narvijärvi laskee etelästä Narvinojan kautta Lapinjokeen.

Narvijärvi on pinta-alaltaan 412 hehtaarin laajuinen, ja muodoltaan lonkeroinen järvi. Narvijärven vesitilavuus on noin 11,96 miljoonaa m^3, ja keskisyvyys 2,9 metriä. Suurin syvyys 7,4 metriä sijaitsee Valkkispäännokan edustalla, ja syvänne on pinta-alaltaan pieni. Veden teoreettinen viipymä on noin 2,5-3 vuotta. Järvellä on kaksi isompaa saarta, pohjoisessa oleva Kainnussaari ja etelässä oleva Ämmänkari. Rantaviivaa Narvijärvellä on noin 18 kilometriä. Itäpuolen rannat ovat nopeasti syveneviä kallio- tai kivikkorantoja, kun taas länsipuolen matalia ja loivia suorantoja.

Narvijärven pohjoispään lahdet ovat tiheän vesikasvillisuuden valtaamia, joissa viihtyvät rehevien järvien tunnuslajit. Karut kallio-, kivi- ja hiekkarannat ovat vähäkasvillisia ja niissä esiintyy hyvänveden tyyppilajeja, kuten nuottaruohoa ja äimäruohoa. Järven voidaan sanoa olevan jakautuneen kahteen erilaiseen ympäristötyyppiin, reheviin lahtiin ja karuihin kovapohjaisiin rantoihin. Yleiskuvaltaan Narvijärvi on lievästi humuspitoinen ja melko rehevä järvi, joka kasvillisuutensa perustella voidaan tyypitellä ruokojärven ja nuottaruohojärven välimuodoksi.

Narvijärven vedenlaatu

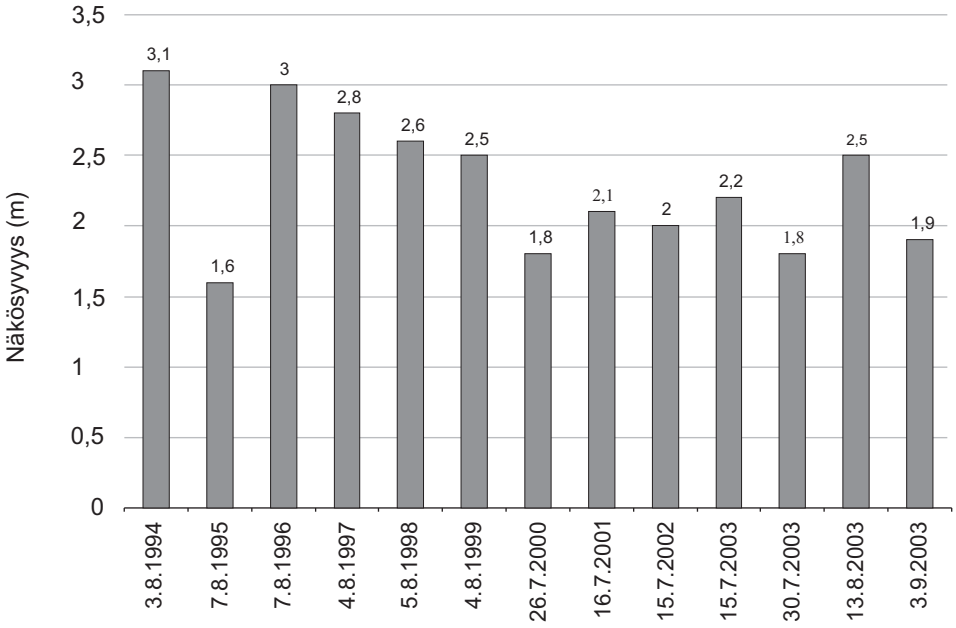
Narvijärven vedenlaatua on tarkkailtu vuodesta 1960 lähtien. Säännöllinen vuosittainen velvoitetarkkailu alkoi 1975, jolloin vesinäytteitä on otettu talvella helmimaaliskuussa ja avovesikaudella kesä-syyskuussa. Velvoitetarkkailun alkaessa Narvijärven veden yleinen käyttökelpoisuus on ollut erinomaista tai hyvää mutta 1980-luvulla ravinnepitoisuudet, veden samentuminen ja runsas perustuotanto ovat heikentäneet vedenlaatua. Nykyisin Narvijärven veden yleinen käyttökelpoisuus vaihtelee hyvän ja tyydyttävän välillä.

Narvijärven, Lutanjärven ja Kauklaistenjärven parantamisohjelma seurasi vedenlaadun kehitystä neljästi (15.7, 30.7, 13,8 ja 3.9) avovesikaudella heinäkuusta syyskuun alkuun ja kerran talvella 3.3.2004. Vedenlaatunäytteistä tutkittiin lämpötila, happipitoisuus, sameus, sähkönjohtavuus, pH, kokonaistyppi, kokonaisfosfori sekä ravinneaineiden liukoiset muodot ja a-klorofylli.

Veden optiset ominaisuudet ja sähkönjohtavuus

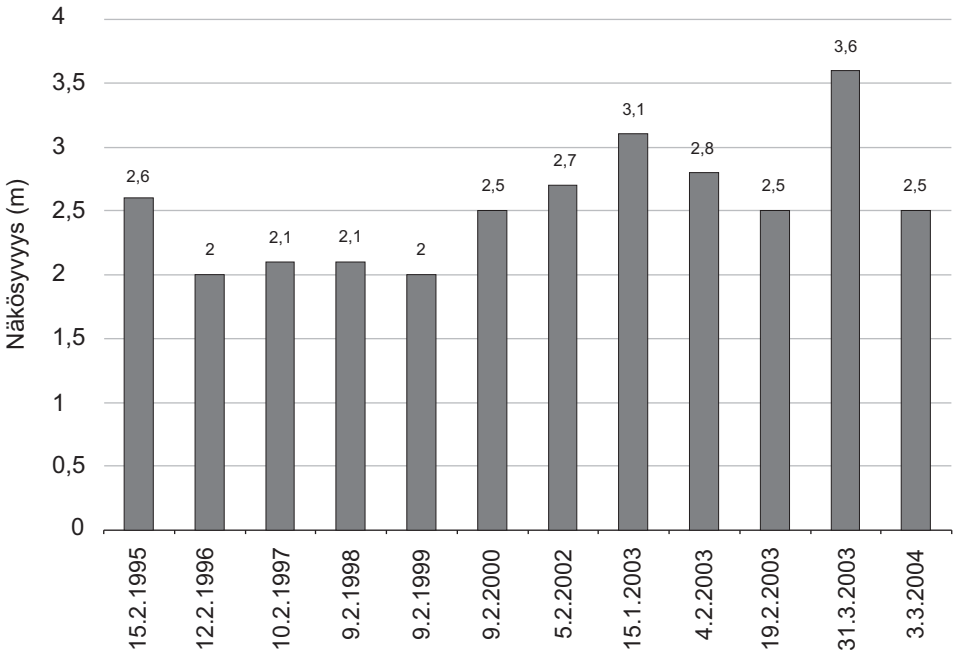
Näkösyvyys

Näkösyvyys, veden väriarvot ja sameus kuvaavat vedessä olevien liuenneiden ja liukenemattomien aineiden määrää. Mitä enemmän leviä, kiintoainesta, humusta ja liuenneita metalli-ioneja sen huonompi on näkösyvyys ja sitä korkeammat veden sameus- ja väriarvot. Veden optisiin ominaisuuksiin vaikuttavat myös vuodenaika, valumavedet, järvialtaan rakenne, tuuli ja veden viipymä järvessä (Seppänen 1984, Särkkä 1996).



Kuva 1. *Näkösyvyydet kesällä vuosina 1994-2003.*

Narvijärven näkösyvyys on vaihdellut velvoitetarkkailujakson (1960-2003) aikana 0,3–4,0 metrin välillä. Heikoin vuosi on ollut talvi 1982. Viimeisten kymmenen kesän aikana (1993-2002) keskimääräinen näkösyvyys on ollut 2,4 metriä. Näkösyvyydessä on tänä aikana tapahtunut laskeva suuntaus (kuva 1). Sen sijaan talvella (1994-2003) näkösyvyys (2,5 m) on ollut hieman avovesikautta parempi, ja näkösyvyys on kasvanut (kuva 2).



Kuva 2. *Näkösyvyydet talvella vuosina 1995-2004.*

Parantamisohjelman (2003-2004) aikana näkösyvyys vaihteli heinä-syyskuussa 1,8-2,5 metrin välillä. Parhaimmillaan näkösyvyys oli elokuun puolessa välissä (2,5 m) ja huonoimmillaan heinäkuun lopulla (1,8 m). Keskimääräinen näkösyvyys oli 2,1 metriä, mikä on kymmenen vuoden vertailujaksoa heikompi. Talvella 2004 Narvijärven näkösyvyys oli 2,5 metriä, mikä vastaa aikaisempien vuosien arvoja.

Veden väri

Veden väri saattaa vaihdella paljon vuodenaikojen välillä. Keskimäärin Suomen sisävesien väriarvo on 91 mg Pt/l (Seppänen 1984, Särkkä 1996). Veden väriarvo 6,6 mg Pt/l vastaa noin 1 mg/l humusta. Narvijärven veden väri on vaihdellut (1960-2003) 10-85 mg Pt/l välillä eikä vuodenaikaiseroja voida havaita. Viimeisen kymmenen vuoden keskiarvo on ollut 43,5 mg Pt/l, mikä viittaa veden lievään humuspitoisuuteen. Kuitenkin veden väriarvo on ollut kasvussa viimeisen kymmenen vuoden aikana. Parantamisohjelman vedenlaatututkimuksessa ei tutkittu veden väriä, mutta 15.7.2003 tehdyssä velvoitetarkkailututkimuksessa kesän veden väriarvo oli 35 mg Pt/l.

Sameus

Narvijärven sameusarvo on vaihdellut velvoitetarkkailujakson (1960-2003) aikana 0,09–6,3 FTU:n välillä. Viimeisten kymmenen vuoden keskiarvo on ollut kesällä 1,76 FTU ja talvella 1,26 FTU. Sameusarvot ovat kuitenkin selvästi kasvaneet viime vuosina. Kesällä 2003 alusvedessä esiintyi hivenen runsaampaa samentumista kuin päällysvedessä. Päällysveden sameusarvot vaihtelivat 2,1–2,8 FTU:n välillä, kun alusvedessä ne olivat 2,1-3,3 FTU:n välillä. Vesi olikin jonkin verran sameampaa parantamisohjelman aikana, mitä edellisenä kymmenen vuoden vertailujaksona. Sen sijaan talvella 2004 sameusarvot olivat alhaisia, vain keskimäärin 0,5 FTU.

Sähkönjohtokyky

Veden sähkönjohtokyky kuvaa vedessä olevien varautuneiden aineiden määrää; mitä suurempi veden sähkönjohtokyky sitä enemmän vedessä on varautuneita aineita. Happitilanteen heiketessä tai veden pH:n muuttuessa ioneja liukenee veteen, mikä lisää veden sähkönjohtokykyä. Sähkönjohtokyky ilmaisee epäsuorasti suolojen määrää vedessä. Suomen sisävesien keskimääräinen sähkönjohtokyky on 6,7 mS/m, mutta se vaihtelee 5,0–13,7 mS/m välillä (Seppänen 1984, Särkkä 1996).

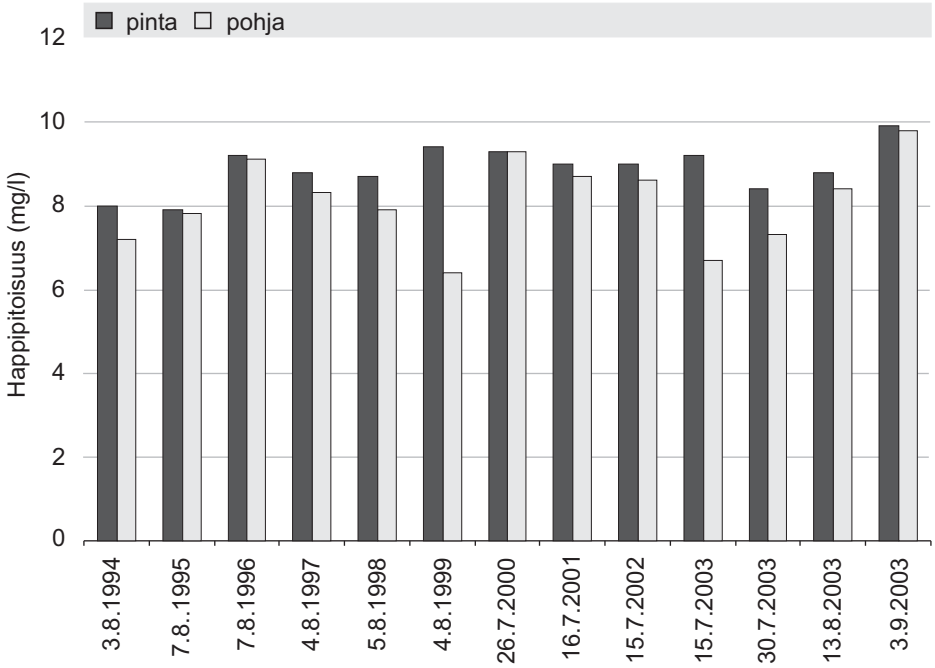
Narvijärven sähkönjohtokyky on vaihdellut velvoitetarkkailujakson aikana 5,5–16,5 mS/m välillä eikä talven ja kesän välillä ole esiintynyt merkittävää eroa veden sähkönjohtokyvyssä. Viimeisen kymmenen vuoden tarkkailujaksossa veden sähkönjohtokyky on ollut laskusuunnassa (kesällä 7,7 mS/m ja talvella 8,8 mS/m).

Kesällä 2003 sähkönjohtokyky oli keskimäärin 7,5 mS/m, eikä vaihtelua esiintynyt päällys- ja alusveden välillä. Talvella 2004 sähkönjohtokyky vaihteli 8-9 mS/m välillä, joten eroa edelliseen kymmenen vuoden keskiarvoon ei ollut.

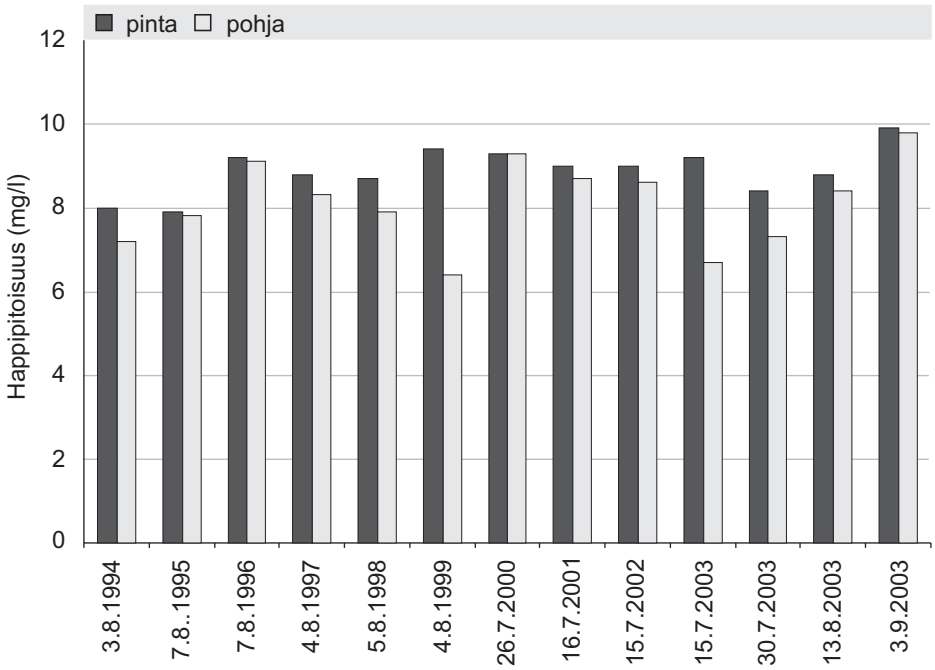
Happitilanne ja pH-arvot

Happi on ehkä tärkein vedessä esiintyvistä aineista, sillä se on osallisena monissa kemiallisissa ja biologisissa reaktioissa. Happipitoisuus vaikuttaa ratkaisevasti eliöstön määrään ja laatuun. Veteen liuenneen hapen pitoisuus riippuu veden lämpötilasta, ja happea kuluu eliöiden hengityksessä ja eloperäisen aineen hajotuksessa (Seppänen 1984, Särkkä 1996).

Happipitoisuus on vaihdellut suuresti Narvijärvellä 43 vuoden aikana. Kesällä happipitoisuus on ollut välillä 4,1-10,6 mg/l ja talvella 0,8-14,7 mg/l. Viimeisen kymmenen vuoden tarkastelujaksossa happipitoisuus on ollut keksimäärin kesällä 8,5 mg/l ja talvella 8,7 mg/l (kuvat 3-4). Alusvedessä happipitoisuus on laskenut alle 2 mg/l vain kahdesti vuosina 1970 ja 1989, mikä saattaa johtaa ajoittaiseen pohjan hapettomuuteen. Laaja-alaisilta ja pitkiltä hapettomilta kausilta on kuitenkin vielä vältytty. Kalojen kannalta veden happipitoisuus on pääsääntöisesti ollut hyvä, sillä särkikaloille, hauelle, piikkikaloille ja ahvenkaloille riittävä happipitoisuus on 6-8 mg/l.



Kuva 3. *Happipitoisuudet kesällä vuosina 1994-2003.*



Kuva 4. *Happipitoisuudet talvella vuosina 1995-2004.*

Narvijärven päällysvesi on ollut kesällä hapen ylikyllästämään. Veden hapen ylikyllästyminen johtuu levien ja kasvien kiihtyneestä yhteyttämisnopeudesta. Viimeisenä kymmenenä kesänä hapen kyllästymisaste on vaihdellut 70-108 % välillä, ja ajanjakson keskiarvo on ollut 94 %. Vastaavasti talvella keskiarvo on ollut 62 %, ja hapen kyllästymisaste on vaihdellut 19-96 % välillä. Tarkasteltavassa kymmenen kesän ajanjaksossa ei ole havaittavissa muutoksia hapen kyllästymisasteessa. Sen sijaan talvella hapen kyllästymisaste päällysvedessä on laskenut seurantajakson kuluessa huomattavasti.

Kesällä 2003 Narvijärven happitilanne oli erinomainen tai hyvä sekä päällysvedessä että alusvedessä. Päällysveden hapen kyllästymisaste vaihteli 95-107 % välillä, ja pohjalla hapen kyllästymisaste vaihteli 74-94 % välillä. Päällysveden keskimääräinen happipitoisuus oli 9,1 mg/l ja alusveden 8,0 mg/l. Myös talvella 2004 happitilanne pysyi melko hyvänä.

Veden pH-arvo ja alkaliteetti

Biologiset ja kemialliset prosessit ovat usein riippuvaisia veden happamuudesta. Veden happamuus säätelee ravinteiden, metallien kiertoa ja eliöiden nestetasapainoa. Hiilihapon määrä vedessä on tärkein veden happamuutta säätelevä tekijä. Myös valumavesien laatu vaikuttaa veden happamuuteen; soilta tulevat valumavedet, keväällä lumen sulamisvedet ja ilmalaskeuma vaikuttavat suoraan vesistön happamuuteen. Päällysveden pH-arvot vaihtelevat vuorokauden aikana suuresti johtuen kasvien ja levien yhteyttämisestä päivällä, jolloin veden hiilidioksidipitoisuudet laskevat. Suomen sisävesien keskimääräinen pH-arvo on 6,6 (Seppänen 1984, Särkkä 1996).

Narvijärven pH-arvo on vaihdellut kesällä 6,2–8,3 välillä. Päällys- ja alusveden pH-arvoissa ei ole ollut suurta eroa, vaikka päällysveden pH on ollut kohoamassa viime vuosina. Talvella vesi on ollut selvästi happamampaa, ja pH-arvo on vaihdellut 5,3-7,3 välillä. Viimeisen kymmenen vuoden pH:n keskiarvo on ollut kesällä 7,1 ja talvella 6,7.

Parantamisohjelman aikana Narvijärven pH-arvo vaihteli kesällä 6,3–7,8 välillä ja talvella 2004 6,2-6,9. Päällysveden ja alusveden välillä ei esiintynyt kesällä suuria eroja pH-arvoissa. Korkeimmillaan pH-arvo oli syyskuun alussa. Kohonneet hapen kyllästymisprosentit ja pH-arvot kertonevat, että kesällä 2003 Narvijärvellä primäärituotanto oli melko voimakasta. Tehokas yhteyttäminen vähentää hiilidioksidin pitoisuuksia vedessä, mikä nostaa pH:ta.

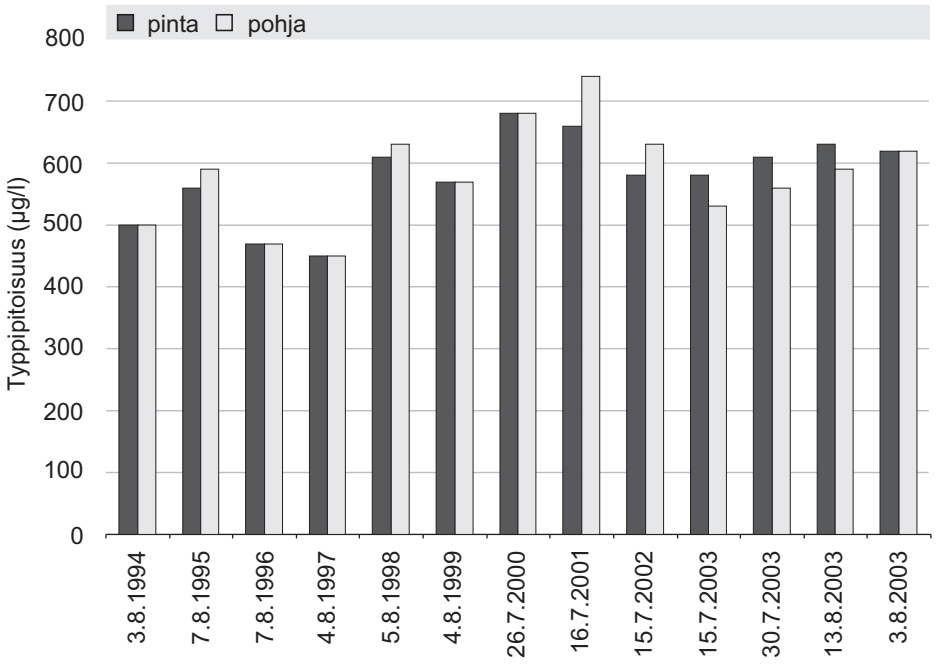
Veden puskuroitumiskyky happamoitumista vastaan eli alkaliteetti on ollut hyvä Narvijärvellä. Alkaliteetti on pysynyt yli 0,11 mmol/l, joten happamoitumisen vaaraa ei ole.

Ravinneaineet ja a-klorofylli

Typpi

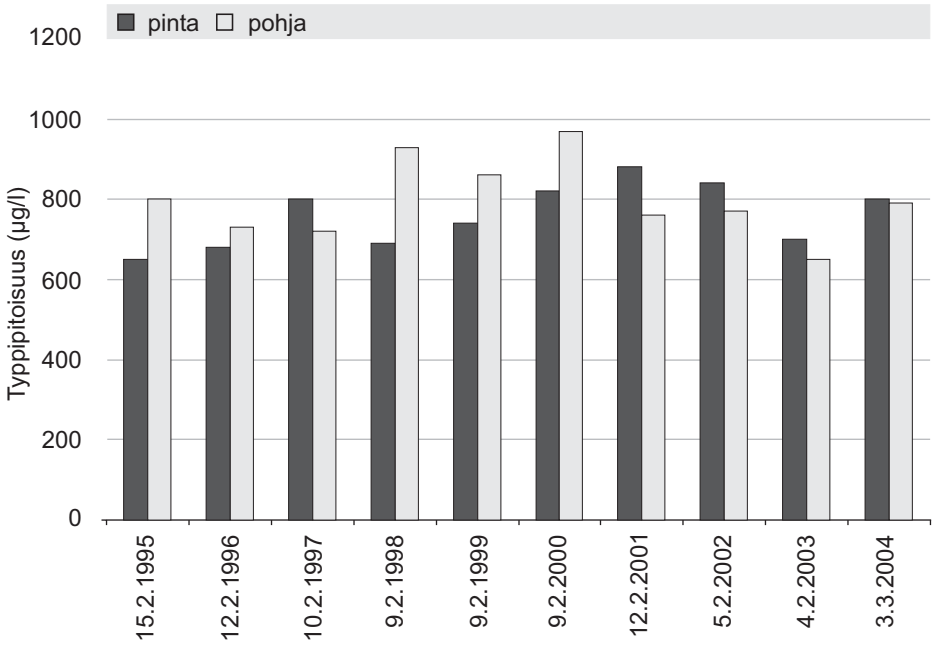
Typpi voi olla vedessä joko orgaanisena tai epäorgaanisena yhdisteenä. Suurin osa vedessä olevasta typestä on typpikaasua (N_2), mutta eliöiden kannalta nitraatti (NO_2), nitriitti(NO_3) ja ammonium(NH_4^+) ovat tärkeimpiä typpiyhdisteitä. Typpi on tärkeä ravinne, joka saattaa esiintyä rajoittavana minimiravinteena rehevillä järvillä, etenkin alku- ja loppukesästä (Seppänen 1984, Särkkä 1996).

Typpipitoisuuksissa esiintyy suurta vaihtelua eri vuoden aikoina. Runsaimmin typpeä on syksyllä ja talvella, ja se poistuu vesistöstä menovirtaaman mukana, denitrifikaatiotumalla ja sedimenttiin sitoutumalla. Rehevöityneiden järvien kokonaistypen pitoisuudet vaihtelevat 1000–3000 μg/l välillä. Suomen sisävesien keskimääräinen kokonaistyppipitoisuus on 800 μg/l.



Kuva 5. *Typpipitoisuudet kesällä vuosina 1994-2003.*

Kesällä Narvijärven kokonaistyppipitoisuus on vaihdellut 290–1500 µg/l ja talvella 480-1400 µg/l välillä. Keskimääräinen viimeisen kymmenen vuoden keskiarvo on ollut kesällä 587 µg/l ja talvella 758 µg/l. Avovesiajan typpipitoisuuksissa esiintyy vähäisiä heilahteluja, mutta selvää suuntausta ei ole havaittavissa. Kesällä 2003 typpipitoisuus vaihteli 530–630 µg/l välillä, eikä päällysveden ja alusveden välillä esiintynyt eroja. Talvella 2004 typpipitoisuus oli hieman korkeampi (795 µg/l) (kuvat 5-6). Narvijärven typpipitoisuus on ominainen lievästi reheville tai reheville järville.



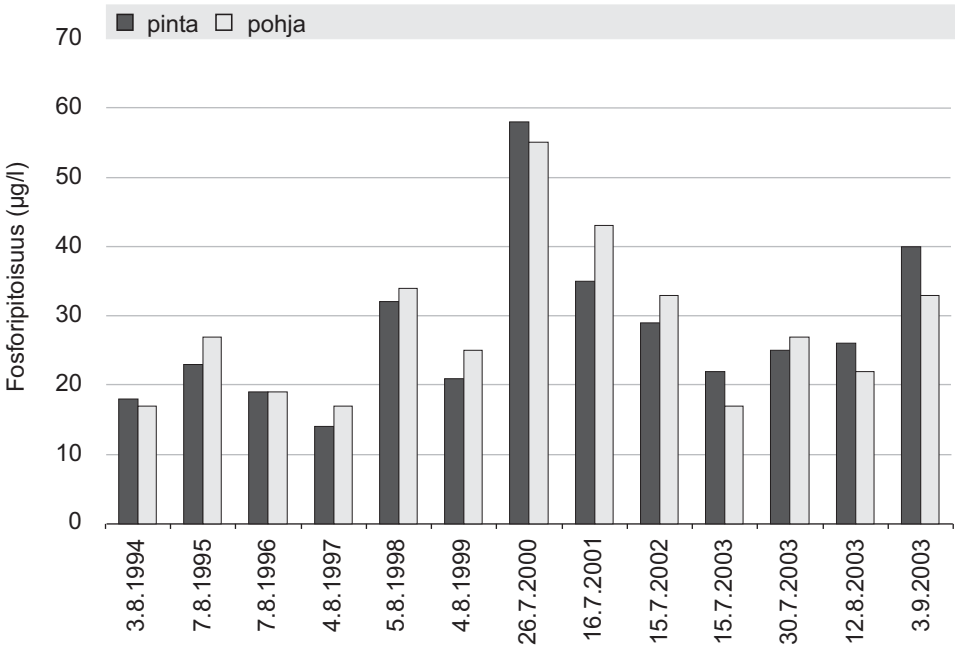
Kuva 6. *Typpipitoisuudet talvella vuosina 1995-2004.*

Kasveille ja leville tärkeiden nitriitti- ja nitraattitypen pitoisuuksia ei ole tutkittu säännöllisesti, joten niiden vaikutuksia järven vedenlaatuun ja rehevöitymiseen on vaikea arvioida luotettavasti. Sen sijaan ammoniumtypen pitoisuuksia on tutkittu säännöllisesti talviaikaan. Ammoniumtyppi on vaihdellut 10–580 µg/l välillä ja sen pitoisuus on ollut laskussa Narvijärvellä. Viimeisen kymmenen vuoden keskiarvo on ollut 59,9 µg/l. Typen liukoisten muotojen pitoisuudet olivat alhaisia vuosina 2003-2004. Ammoniumtyppi vaihteli 4-8 µg/l välillä ja nitraatti-nitriittityppipitoisuus oli alle 5 µg/l. Talvella ammoniumtyppi vaihteli välillä 62–69 µg/l ja nitraatti-nitriittityppi välillä 250–300 µg/l. Narvijärven liukoisen typen pitoisuudet ovat tyypillisiä suomalaisille luonnonvesille.

Fosfori

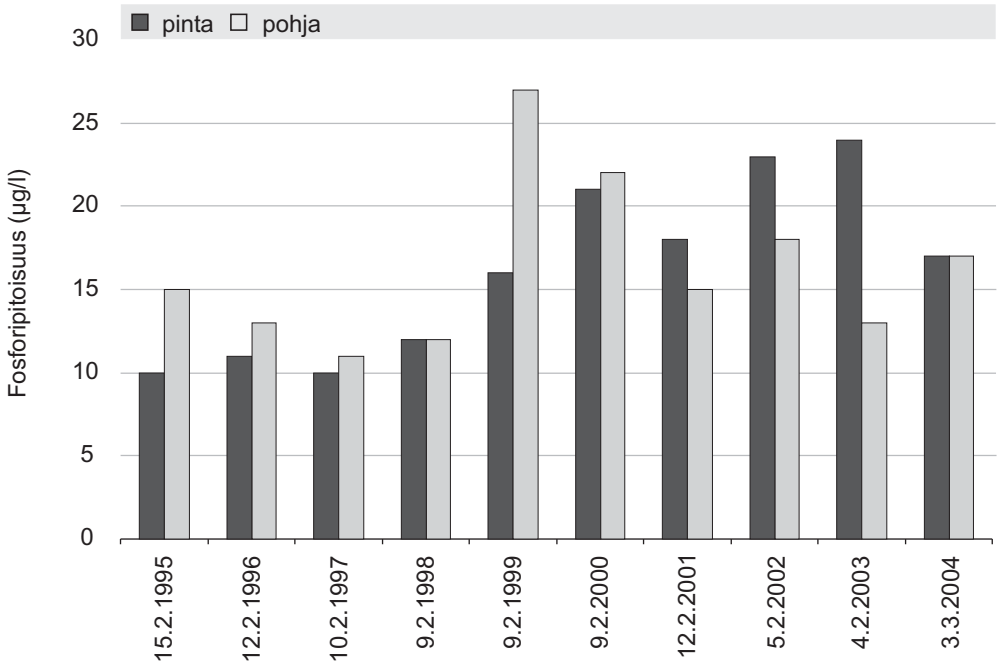
Fosfori on sisävesien tärkein kasviravinne, sillä se säätelee järvien tuotannon suuruutta. Fosfori voi esiintyä kolloidisina tai liuenneina orgaanisina yhdisteinä, epäorgaanisina liukoisina fosfaatteina sekä kiintoaineeseen sitoutuneina yhdisteinä. Kasvien ja levien kannalta liukoinen fosfaatti on tärkeä ravinnelähde, koska se on nopeasti tuottajien käytettävissä.

Matalissa järvissä, joiden maksimisyvyys on alle 7 metriä, fosforia voi liueta sedimentistä veteen tuulten aiheuttamien virtauksien johdosta. Narvijärven maksimisyvyys on 7,4 metriä, joten tuulet voivat vaikuttaa veden fosforipitoisuuksiin. Kokonaisfosforipitoisuudet suomalaisissa rehevissä järvissä vaihtelevat 30–200 µg/l välillä, ja sisävesien keskimääräinen fosforipitoisuus on 58 µg/l (Seppänen 1984, Särkkä 1996).



Kuva 7. *Fosforipitoisuudet kesällä vuosina 1994-2003.*

Kokonaisfosforipitoisuus on vaihdellut Narvijärvellä kesällä 10–80 µg/l ja talvella 6–27 µg/l välillä. Viimeisten kymmenen vuoden keskiarvo on ollut kesällä 28,8 µg/l ja talvella 16,4 µg/l (kuvat 7-8). Kokonaisfosforipitoisuus on kuitenkin kasvanut viime vuosina. Erityisesti vuonna 1987 fosforipitoisuus nousi kolmenkertaiseksi 14,7-43 µg/l edelliseen kesään verrattuna. Tuolloin järveen tuli noin 340 kg ylimääräistä fosforia.



Kuva 8. *Fosforipitoisuudet talvella vuosina 1995-2004.*

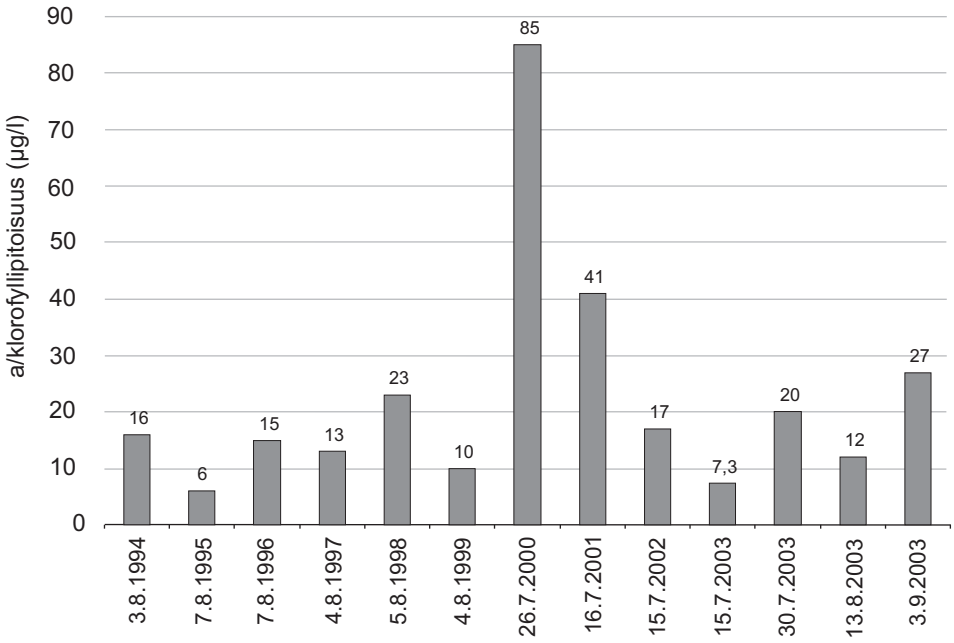
Kesällä 2003 kokonaisfosforipitoisuus vaihteli 17–40 µg/l välillä ja päällysvedessä oli keskimäärin enemmän fosforia kuin alusvedessä. Kesän keskimääräinen fosforipitoisuus oli 26,5 µg/l. Talvella 2004 fosforipitoisuus oli 17 µg/l, eikä eroa alusveden ja päällysveden välillä ilmennyt. Narvijärven veden fosforipitoisuudet ovat useasti kasvaneet syksyn myötä. Sen sijaan fosforipitoisuudet ovat talvella selvästi matalampia kuin kesällä.

Liukoisten fosfaattien pitoisuuksia ei ole tutkittu säännöllisesti, joten pitkäaikaisia muutoksia ei voida arvioida luotettavasti. Kesällä 2003 fosfaattipitoisuudet olivat koko kesän alle 2 µg/l, joten leville ja kasveille ei ollut käytettävissä käyttökelpoista. Talvella liukoisen fosforin pitoisuudet olivat hieman korkeampia vaihdellen 4-7 µg/l välillä. Rehevyystasoltaan Narvijärvi on fosforin osalta rehevä.

A-klorofylli

A-klorofyllipitoisuus kuvaa vedessä olevien kasviplanktonin ja levän määrää, jota käytetään arvioidessa veden rehevyyttä. A-klorofyllipitoisuus vaihtelee sääoloista riippuen paljon. Keskimääräinen rehevöityneiden sisävesien klorofyllipitoisuus on kesällä yli 30 µg/l. Leväkukinnan aikana a-klorofyllipitoisuudet voivat nousta yli 50 µg/l.

Narvijärven keskimääräinen a-klorofyllipitoisuus on ollut 24 µg/l. Vaihtelu vuosien välillä on ollut suurta (6-85 µg/l) eikä selvää suuntausta ole havaittavissa. Kesällä 2003 a-klorofyllipitoisuus vaihteli 7,3–27 µg/l. Kesän keskiarvo oli 17 µg/l (kuva 9). Narvijärven rehevyyttä arvioitaessa a-klorofyllin perusteella, voidaan Narvijärvi luokitella reheväksi tai erittäin reheväksi järveksi. Narvijärvellä A-klorofyllinpitoisuus on korreloitunut vahvasti kokonaisfosforipitoisuuteen. Näiden kahden muuttujan välinen korrelaatio on 85 %, joten fosfori on päätekijä Narvijärven tuotannon kasvulle ja rehevöitymiselle.



Kuva 9. *A-klorofyllipitoisuus vuosina 1994-2003.*

Minimiravinne

Minimiravinne tarkastelussa N/P-suhde on vaihdellut 16-26 välillä. Narvijärvellä fosforia on riittävästi saatavilla kasvien ja kasviplanktonin tuotantoon, mutta typpi saattaa ajoittain muodostua kasvua rajoittavaksi tekijäksi, joka näkyy typpeä suosivien kasviplanktonlajien vähyytenä.

Yhteenveto vedenlaadusta Narvijärvellä

Narvijärven vedenlaadussa näkyy vesistön selvä rehevöitymiskehitys neljän vuosikymmenen aikana. Muutokset vedenlaadussa johtuvat valumavesien määrästä ja laadusta, järven säännöstelystä, ravinnekierrosta, ilmastomuutoksesta sekä ravintoketjun toimivuudesta (Nyman 2003, Seppänen 1984, Solander 1983, Särkkä 1996).

Narvijärven rehevyys on seurausta runsaasta fosforikuormituksesta, joka näkyy korkeana korrelaatiosuhteena (r=85%) fosforipitoisuuden ja a-klorofyllimäärän välillä. Fosforipitoisuus pysyi 1960-luvulta 1980-luvun puoleen väliin saakka alle 14,7 µg/l, kunnes vuonna 1987 fosforipitoisuus kohosi äkillisesti 43 µg/l. Tämän jälkeen vaihtelut vuosittaisissa fosforipitoisuuksissa ovat olleet suuria, ja fosforipitoisuus on pysynyt korkeana (keskimäärin 24 µg/l). Syyt kohonneisiin fosforimääriin johtuvat suurista muutoksista valuma-alueen ominaisuuksissa ja ilmastossa (Solander 1983, Mäenpää 2000).

Muita rehevöitymisen tuomia ilmiöitä ovat kiintoaineksen ja humuksen määrän kasvu, joka näkyvät veden samentumisena ja alentuneena näkösyvyytenä. Happitilanne on yleisesti ottaen hyvä, eikä hapettomuutta esiinny muualla kuin satunnaisesti talvella järven syvänteessä. Kesällä päällysvedessä esiintyy hapen ylikyllästeisyyttä ja veden pH-arvo kohoaa, mikä kertoo järven levien kohonneesta primäärituotannosta.

Narvijärvi veden yleinen käyttökelpoisuus on pääsääntöisesti tyydyttävää tai hyvää, vaikka valuma-alueelta tuleva runsas ulkoinen kuormitus pitää järven tilaa rehevänä. Syyt siihen, että Narvijärven tila ei ole muuttunut huonoksi, saattavat johtua monimutkaisesta kemiallisesta ja biologisesta ravinnekierrosta. Tehokas ja nopea ravinnekierto ravintoketjussa sitoo suurimman osan ravinteista itseensä ja lopulta sedimenttiin.

Narvijärven hydrologia ja ojavesien laatu

Narvijärven vesitaseen hydrologisia tekijöitä arvioitiin sekä laskennallisesti että tekemällä virtausmittauksia valuma-alueen ojissa. Taulukossa 1 on esitetty teoreettiset arviot keskeisistä hydrologisista tiedoista Narvijärven valuma-alueella (Hyvärinen & Korhonen 2003, Ilmatieteen laitos 2003). Narvijärveen tuleva kokonaisvesimäärä on vuosittain 6,2 milj. m^3 vettä. Poisvirtaavan veden määrä on 4,3 milj. m^3 vettä. Teoreettinen veden viipymä järvessä on 2,8 vuotta.

Taulukko 1. Narvijärven valuma-alueen hydrologiset tiedot

Sadanta (Eurajoki)	1991-2000	659 mm/a
Haihdunta (Mietoinen)	1991-2000	462 mm/a
Valunta	1991-2000	197 mm/a
Valuma	1991-2001	6,24 l/s/km^2
Virtaama	1991-2001	112,0 l/s
Järveen virtaava vesimäärä		3530316 m^3/a
Järveen suoraan satava vesimäärä		2715080 m^3/a
Järveen tuleva kokonaisvesimäärä		6245396 m^3/a
Järvestä haihtuva vesimäärä		1903440 m^3/a
Järvestä pois virtaava vesimäärä		4341956 m^3/a
Veden teoreettinen viipymä		2,8 a

Ojien virtaamat

Narvijärven tärkeimmistä uomista; Hormanojasta, Ruoksuonojasta ja Narvisuonojasta sekä Narvijärven laskujoesta Narvinojasta (taulukko 2) mitattiin veden virtaama syksyllä 2003 marraskuun 17–20. välisinä päivinä. Virtaamamittaukset tehtiin purosiivikolla ja tikkumenetelmällä.

Syksyllä 2003 Hormanoja, Ruoksuonoja ja Narvisuonoja toivat vettä Narvijärveen yhteensä 0,025 m^3/s eli tilavuudeltaan 2160 m^3. Heinäkuussa 30.7 ei virtausmittauksia voitu tehdä, koska veden virtaus oli erittäin vähäistä. Kokonaisvirtaamasta Hormanojan osuus on 40 %, Ruoksuonojan 42 % ja Narvisuonojan 18%.

Taulukko2. Tulo- ja menouomien mitat sekä virtaamat syksyllä 2003

Uoma	Leveys (m)	Poikkileikkausala (m2)	Keskisyvyys (cm)	Maksimisyvys (cm)
Hormanoja	2,45	0,230	9,0	14,0
Ruoksuonoja	1,35	0,110	8,0	13,0
Narvisuonoja	1,1	0,110	10,0	14,0
Narvinoja	1,1	0,068	6,8	10,0

Uoma	Keskivirtaus (m/s)	Maksimivirtaus (m/s)	Virtaama (m3/s)
Hormanoja	0,043	0,073	0,0099
Ruoksuonoja	0,096	0,174	0,0106
Narvisuonoja	0,041	0,064	0,0045
Yhteensä	0,18	0,311	0,025
Narvinoja	0,008	0,0005	

Ojavesien laatu

Narvijärveen laskevista kolmesta uomasta määritettiin ojavesien laatu kesällä 29.7 ja syksyllä 10.11. Vesinäytteistä tutkittiin kokonaisfosfori- ja -typpipitoisuudet, pH, sähkönjohtavuus, sameus, vedenväri sekä fekaaniset bakteerit (taulukko 3).

Taulukko 3. Narvijärven ojavesien laatu kesällä ja syksyllä 2003

Uoma	Sameus FTU	Kok. typpi mg/l	Kok. fosfori mg/l	Väri mg/l Pt	Sähkönjohtavuus mS/m	pH	Fek. bakteerit kpl/100 ml
29.7.2003							
Hormanoja							
yläpuoli	37	2100	1000	720	6	6,3	36
alapuoli	67	1800	540	440	7	7	2500
Ruoksuonoja							
yläpuoli	4,9	1000	69	220	11	6,8	38
alapuoli	10	1600	470	400	14	7,0	76
Narvisuonoja	6,5	910	74	360	13	6,5	200
10.11.2003							
Hormanoja							
yläpuoli	14	2400	87	110	13	6,3	1
alapuoli	21	2700	94	100	13	6,3	0
Ruoksuonoja							
yläpuoli	6,9	2200	94	100	13	6,5	3
alapuoli	10	2600	48	110	25	6,4	0
Narvisuonoja							
yläpuoli	5,5	860	33	220	7	6,1	0
alapuoli	4	860	34	220	6	5,9	1

Narvijärveen laskevissa ojissa vedenlaatu vaihteli varsin paljon, ja ojavesien typpi- ja fosforipitoisuudet olivat erittäin korkeita. Typpipitoisuudet vaihtelivat 860-2600 μg/l ja fosforipitoisuudet 33-1000 μg/l välillä. Horman- ja Ruoksuonojien korkeat ravinnepitoisuudet johtuvat peltovaltaisesta valuma-alueesta. Sen sijaan Narvisuonojan ravinnepitoisuudet olivat huomattavasti alhaisempia, mikä on tyypillistä metsäiselle valuma-alueelle. Ravinnepitoisuuksissa näkyi myös vuodenaikaisvaihtelua siten, että typpipitoisuudet olivat korkeimmillaan syksyllä ja fosforipitoisuudet taasen kesällä (taulukko 3).

Ojavesien mukana tuli runsaasti humus- ja kiintoainesta. Veden väriarvot olivat kesällä (360–720 mg Pt/l) korkeimpia kuin syksyllä (90–220 mg Pt/l). Myös vesi oli kesällä sameampaa (4,9–67 FTU) kuin syksyllä (5,5–21 FTU). Sen sijaan sähkönjohtokyky ei vaihdellut yhtä suuresti vuodenaikojen mukaan. Ojavedet olivat pH-arvoltaan lähellä neutraalia.

Fekaanisten bakteerien määrät olivat korkeita kesällä mutta syksyllä virtaaminen kasvaessa, ne laskivat hyvin alhaisiksi. Veden hygieeninen laatu vaihteli kesällä huonosta erinomaiseen, mutta syksyllä kaikkien ojien hygieeninen laatu oli jo erinomaista. Kesän korkeat bakteerimäärät johtuivat seisovasta ojavedestä ja virtaamien pienuudesta (taulukko 3).

Narvijärven ojavesien laatuun vaikuttaa pääasiassa pelloilta ja metsistä huuhtoutuvat ravinteet. Vakituisella ja vapaa-ajan asutuksella ei ole suurta vaikutusta ojien vedenlaatuun, koska loma-asunnot sijaitsevat lähellä järveä ja vakituinen asutus on vähäistä ja sijaitsee kaukana järvestä. Vedenlaatu oli tutkituissa ojissa pääsääntöisesti käyttökelpoisuudeltaan huonoa.

Hetkellinen ainevirtaama

Narvijärven ojien aiheuttama ravinnekuormitus arvioitiin laskemalla syksyn ja kesän virtaama- ja ravinnetiedoista yhtä vuorokautta kohti. Kesän virtaamaksi arvioidaan 5 % syksyn virtaamasta. Tarkempaa ainevirtamaa kesälle ei voida saada, koska säännöllisiä mittauksia ei voitu tehdä ja kesä oli poikkeuksellisen vähäsateinen. Kuitenkin ojiin heitetyt tikut liikkuivat, mikä viittaa veden jonkinlaiseen virtaamiseen (taulukko 4).

Taulukko 4. Narvijärven uomien aiheuttama kuormitus ja prosenttiosuudet

Uomat	Typpi (kg/vrk)	Fosfori (kg/vrk)	Humus (kg/vrk)
Hormanoja			
Kesä	0,077 (46%)	0,023 (50%)	2,85 (43%)
Syksy	2,309 (46%)	0,080 (58%)	12,96 (32%)
Ruoksuonoja			
Kesä	0,073 (43%)	0,022 (47%)	2,77 (41%)
Syksy	2,381 (47%)	0,044 (32%)	15,27 (37%)
Narvisuonoja			
Kesä	0,018 (11%)	$1,44 \times 10^{-3}$ (3%)	1,06 (16%)
Syksy	0,334 (7%)	0,013 (9%)	12,96 (31%)
Summa			
Kesä	0,168	0,046	6,68
Syksy	5,024	0,137	41,19
Keskivirtaama	16,89	2,02	398,16

Pääosa ravinnekuormituksesta on peräisin Horman- ja Ruoksuonojan valuma-alueelta. Sen sijaan Narvinsuonoja on syksyllä merkittävä humuskuormittaja, koska ojan valuma-alueella on runsaasti ojitettuja suo- ja metsämaita. Ojien ravinnekuormitus vuorokaudessa on typen osalta 16,89 kg ja fosforin osalta 2,02 kg. Kuitenkin laskennallisten kuormitusarvioiden perusteella (katso luku Narvijärven kuormitus) Narvijärveen tulee vuodessa typpeä 13044 kg ja fosforia 587 kg. Vuorokautta kohti laskettuna typpikuormitus on tällöin 36 kg ja fosforikuormitus1,6 kg.

Horman-, Ruoksuon- ja Narvinsuo-ojaan rakennetut laskeutusaltaat eivät toimi suunnitellulla tavalla, mikä näkyy taulukosta 3. Erityisen huonosti laskeutusaltaat toimivat kiintoaineksen pidättäjinä. Virtaamien kasvaessa syksyllä ja keväällä ravinnepitoisuudet kasvavat huomattavasti laskeutumisaltaan jälkeen, mikä saattaa johtua altaan suunnitteluvirheestä tai altaan hoitotoimien puutteesta.

Narvijärven kasviplanktonisto

Kasviplanktonin määrää säätelevät pääsääntöisesti ravinteet, valon määrä ja lämpötila. Eläinplanktonin laidunnuksella samoin kuin kasviplanktonin välisellä kilpailulla ja alkueläinten, bakteereiden ja virusten loisinnalla saattaa olla huomattava merkitys kasviplanktonistoon (Särkkä 1996). Rehevissä järvissä kasviplankton esiintyy jaksoittain siten, että eniten planktonia on keväällä ja syksyllä. Muutokset elinympäristössä näkyvät yleensä nopeina muutoksina kasviplanktonissa, näin ollen kasviplankton heijastelee useimmiten hetkellisiä vallitsevia ympäristöoloja (Seppänen 1985, Särkkä 1996, Lepistö ym. 2003).

Kasviplanktonisto rehevyysluokittelussa

Kasviplanktonlajiston lajilukumäärä- ja biomassasuhteita on käytetty järven rehevyystason kuvaajana (Järnefelt 1952, 1956 ja Järnefelt ym. 1963, Heinonen 1980 ja Tikkanen 1986). Tietyt lajit ilmentävät vesistön rehevyyttä tai karuutta. Yleensä karuissa vesistöissä tyypillisiä leväryhmiä ovat nielulevät *(Cryptophyceae)* ja kultalevät *(Chrysophyceae)*. Sen sijaan rehevissä vesissä esiintyy usein runsaana piileviä *(Diatomophyceae)*, sinileviä *(Cyanophyceae)*, viherleviä *(Chlorophyceae)* ja silmäleviä *(Euglenophyceae)* (Seppänen 1985, Särkkä 1996, Lepistö ym. 2003).

Taulukko 4. Narvijärvessä esiintyvät kasviplanktonin ilmentäjälajit vuosilta 1969, 1989 ja 2003.

Laji/suku	Eutrofinen (e) ja oligotrofinen (o)	Vuodet
Arthrodesmus octocornis	e	1969
Dinobryon acuminatum	o	1969, 2003
D. cylindricum	o	2003
D. bavaricum	o	1969, 2003
D. divergens	o	1969, 2003
Euglena sp.	e	2003
Fragilaria crotonensis	e	1969
Kephyrion skujai	o	1989
Oocystis solitaria	e	2003
Mallomonas akrokomos	o	1969, 2003
Monoraphidium contortum	e	1989, 2003
Nitzschia acicularis	e	2003
Pediastrum duplex	e	1969
Peridinium bipes	e	1969, 1989
Phacus curvicauda	e	2003
P. longicauda	e	2003
Tetraedron minumum	e	1969
Trachelomonas volvocina	e	1969, 2003

Yllä olevassa taulukossa 4 on esitetty kasviplanktonit ilmentäjälajit. Narvijärvessä ilmentäjälajeja esiintyi 18, joista kuusi oli karujen järvien lajeja ja 12 runsasravinteisuudelle tyypillisiä lajeja. Karujen vesien lajeja edustivat *Dinobryon acuminatum, D. cylindricum, D. bavaricum, D. divergens, Kephyrion skujai* ja *Mallomonas akrokomos.*

Tutkimusaineistosta on laskettu lajilukumääriin ja biomassasuhteisiin perustuva kvotienttisysteemi arvioimaan järven rehevyyttä. Eri tutkimuskertojen E/O-suhde vaihteli 1,4-2, ja EV/OV-suhde vastaavasti 0,97-20,4 välillä (taulukko 5). Kvotienttisysteemiä käytettäessä E/O-suhteen raja-arvo runsasravinteisuudelle on 8 ja EV/OV-suhteelle 35. Kvotienttisuhteiden perusteella Narvijärveä ei voi luokitella

runsasravinteiseksi vesistöksi. Vuosina 1969, 1989 ja 2003 kokonaislajimäärä vaihteli 31-47 tunnistettuun lajiin. Oligotrofisessa järvessä kokonaislajimäärä vaihtelee 35-49 lajin välillä, kun eutrofisessa lajeja on yleensä 46-71.

Taulukko 5. Narvijärven E/O- ja EV/OV-suhteet

Vuosi	E-lajimäärä	O-lajimäärä	E/O-suhde	EV/OV-suhde	Lajiluku
1969	6	4	2	-	35
1989	2	1	2	20,4	31
2003	7	5	1,4	0,97	47

Veden rehevyyttä voidaan luokitella myös kasviplanktonin kokonaisbiomassa-arvojen avulla (Heinonen 1980, Tikkanen 1986, Särkkä 1996). Kasviplanktonin biomassaluokittelun rehevyys raja-arvot on esitetty alla olevassa taulukossa 6.

Taulukko 6. Vesistön rehevyysluokittelu kasviplanktonin biomassan mukaan

Ultraoligotofinen	<0,20 mg/l
Oligotrofinen	0,21-0,50 mg/l
Alkava rehevöityminen	0,51–1,00 mg/l
Mesotrofinen	1,01–2,50 mg/l
Eutrofinen	2,51–10,00 mg/l
Hypereutrofinen	>10,00 mg/l

Planktonlevien kokonaisbiomassa vaihteli kesällä 2003 0,98-7,75 mg/l välillä, ja kesän keskimääräinen biomassa oli 4,236 mg/l. Planktonlevien määrä kasvoi lähes kahdeksankertaiseksi heinäkuun ja syyskuun välisenä aikana (Turkki 2003). Kasviplanktoniston biomassan perusteella Narvijärveä voi nykyään pitää rehevänä järvenä.

Vastaavasti kesällä 1989 kasviplanktonin keskimääräinen biomassa oli 1,710 mg/l, joka on tyypillinen mesotrofiselle vesistölle. Viimeisten 14 vuoden aikana planktonlevien biomassa on täten kasvanut 2,5-kertaiseksi. Kuitenkin vielä vuonna 1969 planktonlevien määrä oli karuille vesistöille tyypillinen alle 0,50 mg/l (Jumppanen 1969). Kuluneen 34 vuoden aikana Narvijärven kasviplanktonin biomassa on kasvanut lähes kymmenkertaiseksi, ja samalla järvi on muuttunut karusta reheväksi (taulukko 7).

Taulukko 7. Narvijärven kasviplanktonin biomassat (mg/l) vuosina 1969, 1989 ja 2003.

Päivämäärä	Biomassa
1969	0,410
3.7.1989	1,390
17.8.1989	2,030
15.7.2003	0,984
30.7.2003	4,862
13.8.2003	3,349
3.9.2003	7,749

Kasviplanktonlajisto

Narvijärven kasviplanktoniston valtalajina oli limalevä *Gonyostomum semenin (Raphidophyceae)*, joka kesän 2003 kuluessa runsastui monikertaiseksi. Limalevän osuus kasviplanktonin biomassasta oli heinäkuun puolessa välissä 13 %, kun heinäkuun lopussa osuus oli kasvanut 65 %:iin. Elokuussa limalevän osuus oli laskenut 42 %:iin mutta syyskuun alussa limalevä osuus nousi 89 %:iin. Koko kesän planktonbiomassasta limalevän osuus on 68 %.

Muita tärkeitä leväryhmiä olivat nielulevät, kultalevät ja viherlevät. Tärkeimpiä piileviä olivat pienikokoiset *Eupodiscales*-lajit, jotka suosivat eutrofisia ympäristöjä (Tikkanen 1986). Myös nielulevien *(Katablepharis ovalis* ja *Cryptomonas sp.* -lajit) ja kultalevien *(Uroglena sp.)* osuus kasviplanktonin kokonaisbiomassasta oli merkittävä heinäkuun puolivälissä. Elokuussa *Rhizosolenia longin* -piilevästä ja *Oocystis sp.* ja *Chlorococcales* viherlevistä tuli limalevän ohella merkittävä osa kasviplanktonia. Sinilevien osuus kasviplanktonin kokonaisbiomassasta jäi koko kesän aikana pieneksi (taulukko 5). Taksoniluku vaihteli 32 ja 58 välillä.

Vuoden 1989 tutkimuksessa heinäkuun alun tutkimuskerralla tärkeimmät planktonlevälajit olivat nielu- ja panssarilevät (47 %) (taulukko 5). Muita tärkeitä leväryhmiä olivat kulta- ja piilevät, joiden yhteisosuus oli 25 %. Sen sijaan elokuussa limalevän osuus oli kasvanut 66 %:iin ja muiden levien osuus oli vähäinen. Taksoniluku vaihteli 37 ja 52 välillä.

Taulukko 8. Narvijärven leväryhmien osuudet (%) kasviplanktonin kokonaisbiomassasta vuosina 1989 ja 2003.

Leväryhmä	3.7.1989	17.8.1989	15.7	30.7	13.8	3.9
Sinilevät	6	2	1	3	4	0
Nielulevät	24	4	17	8	1	1
Panssarilevät	23	11	7	4	8	0
Kultalevät	14	1	14	5	8	0
Piilevät	11	5	26	7	19	8
Raphidophyceae	1	66	13	65	42	89
Viherlevät	8	4	11	3	18	1
Muut	13	7	11	5	5	1

Narvijärven kasviplanktonin biomassa ilmentää selvää rehevyyttä, vaikka lajistonsa ja ilmentäjälajien puolesta viitteitä runsasravinteisuudelle ei suoraan löydy. Suurikokoisten eläinplanktereiden puuttuminen (vertaa luku Kalasto) Narvijärveltä näkyy kasviplanktonin runsastumisena (Carpenter ym 1985, Saukkonen 2004). Toisaalta Narvijärven kasviplankton koostuu pääosin limalevästä, jota eläinplanktereiden on vaikea käyttää ravintonaan. Narvijärven rehevyys näkyy myös tuotantohuippujen osumisena keväälle ja syksylle.

Vuoden 1969 kasviplanktonin biomassaa nähden nykyiset biomassa-arvot ovat moninkertaiset. Narvijärvellä on kuitenkin esiintynyt jo 1969 rehevyyttä ilmentäviä levälajeja, vaikka selvä rehevöityminen on alkanut vasta 1980-luvulla. Ravinnekuormituksen aiheuttama vesistön rehevöityminen on muuttanut Narvijärven ekosysteemiä. Tämä heijastuu myös välillisinä ja välittöminä muutoksina kasviplanktonyhteisön rakenteeseen ja koostumukseen.

Narvijärven eläinplanktonisto

Suomessa sisävesien tärkeimmät eläinplanktonryhmät ovat alkueläimet *(Protozoa)*, rataseläimet *(Rotifera)*, hankajalkaislahkot *Calanoida* ja *Cyclopoida* sekä vesikirppujen lahko *(Cladocera)* (Seppänen 1985, Särkkä 1996). Eläinplankton voidaan jakaa detrivoreihin, omnivoreihin tai predaattoreihin ravintokäyttäytymisen perusteella. Kasviplanktonin määrällä, lajien välisellä kilpailulla ja kalastolla on vaikutusta eläinplanktonin määriin ja koostumukseen. Eläiplanktonin tuotanto on yleensä noin 20 % kasviplanktonin tuotannosta (Särkkä 1996).

Narvijärven eläinplanktonin biomassaa ja lajistoa tutkittiin kolmesti kesällä 2003. Tutkimuksessa on mukana kaikki eläinplankterit lukuun ottamatta alkueläimiä. Narvijärven eläinplankton koostui yhteensä 42 lajista tai lajiryhmästä, ja lajisto oli monipuolisin heinäkuussa (31 lajia). Lajirunsain eläinplanktonryhmä oli rataseläimet, joita oli 25 lajia. Sen sijaan vesikirppuja oli yhdeksän ja hankajalkaisia seitsemän lajia.

Rataseläinlajisto oli runsaimmillaan heinäkuussa, ja lajiluku laski kesän edetessä syksyyn. Syyskuussa rataseläinlajeja oli enää 15, kun heinäkuussa lajeja oli 21. Vesikirppujen lajimäärä ei muuttunut mutta hankajalkaisten lajimäärä kasvoi kesän myötä. Eri näytteenottokerroille tyypillisiä lajeja oli eniten heinäkuussa, jolloin 10 eläinplankterilajia ei esiintynyt muilla näytekerroilla. Elokuussa oli kolme omaa lajia ja syyskuussa enää vain yksi uusi laji. Elokuu ja syyskuu muistuttivat lajistoltaan toisiaan enemmän kuin heinäkuun lajisto.

Narvijärven eläinplanktonbiomassa vaihteli 1,54-10,90 mg/l välillä, ja muutokset biomassassa ja lajikoostumuksessa olivat huomattavia (taulukko 9). Eri eläinplanktonryhmien osuudet kokonaisbiomassasta vaihtelivat melkoisesti näytteenottokertojen välillä. Ensimmäisellä näytteenottokerralla 15. heinäkuuta kokonaisbiomassa oli hyvin pieni vain 1,54 mg/l, ja tästä rataseläimien osuus oli 80 %. Suurikokoinen rataseläin *Asplanchna priodonta* muodosti kokonaisbiomassasta yli 76 %. Pienikokoisista rataseläimistä runsain oli *Keratella cochlearis*. Vesikirppuja ja hankajalkaisia oli erittäin vähän, ja suurikokoisten lajien tiheys oli myös vähäinen heinäkuussa.

Taulukko 9. Eläinplanktonbiomassa (mg/l) eri näytteenottokerroilla (15.8., 13.8. ja 3.9.) sekä suurikokoisten eläinplanktereiden tiheydet (kpl/l).

Ryhmät	15.7	13.8	3.9
Rataseläimet	1,235	0,151	1,067
Vesikirput	0,174	5,763	2,519
Hankajalkaiset	0,135	4,989	2,550
Biomassa	1,54	10,94	6,14
Suurikokoiset	28	115	99

Elokuussa vesikirput ja hankajalkaiset muodostivat lähes kokonaan (98%) eläinplanktonbiomassan (10,94 mg/l). Tärkeimmät lajit olivat *Daphnia cristata*-vesikirppu ja *Cyclops*-hankajalkainen. Rataseläin *Keratella cochlearis* esiintyi erittäin runsaslukuisena (186 kpl/l) mutta pienikokoisena lajina se ei vaikuttanut juurikaan eläinplanktonin kokonaisbiomassaan. Suurikokoisten eläinplanktereiden tiheys oli korkea (Saukkonen 2004).

Syyskuussa eläinplanktonbiomassa oli laskenut selvästi kesän huippumääristä. Kokonaisbiomassa oli 6,14 mg/l, ja biomassa muodostui pääosin *Cyclops*-hankajalkaisista, *Asplanchna priodont*a-rataseläimestä ja *Bosmina longicornis*- vesikirpuista. Suurikokoisia eläinplanktereita oli runsaasti.

Eläinplanktonin ja vesistön tila suhdetta on tutkittu melko vähän, mutta yksinkertaisesti esitettynä biomassa ja tiheys kasvavat rehevyyden lisääntyessä sekä eläinplanktereiden keskikoko laskee (Saukkonen 2004). Varsinkin rataseläimissä on lajeja, jotka ovat tyypillisiä likaantumisen ja rehevyysasteen ilmentäjinä (Seppänen 1985). Järnefelt ym. (1963) ovat esittäneet listan eläinplanktonlajeista, jotka ilmentävät eutrofiaa ja oligotrofiaa. Alla olevassa taulukossa 10 on esitetty Narvijärvessä tavattavat eläinplanktonlajit, jotka ilmentävät trofiatasoja. Eutrofiaa suosivia lajeja on yhdeksän lajia ja oligotrofiaa vain kaksi lajia.

Taulukko 10. Eläinplanktonin eutrofiaa (e) ja oligotrofiaa (o) ilmentävät lajit Narvijärvellä 2003.

Asplancnha priodonta	e
Keratella cochlearis	e
Polyarhtra dolichopthera	o
Polyarhtra euryptera	e
Pompholyx complanata	e
Synchaeta sp.	e
Trichocerca capucina	e
Trichocerca cylindrica	e
Trichocerca porcellus	e
Vesikirput	
Bosmina obtusirostris	o
Chydorus sphaericus	e

Veden rehevyyden lisäksi eläinplanktonin koostumukseen vaikuttavat järven muu eliöyhteisö ja ravintoverkko, joista erityisesti kalastolla on voimakas vaikutus järven eläinplanktonistoon (Sarvala ym. 1995). Jos eläinplanktonia syöviä kaloja on runsaasti, planktereiden keskikoko pienenee, josta seuraa kasviplanktonin laidunnustehokkuuden heikkeneminen (Sarvala ym 1997).

Narvijärven rehevyydestä viittaavat eläinplankteriden suurehko keskibiomassa, eläinplankteriden melko pieni keskikoko ja *Asplanchan* valta-asema ensimmäisellä näytekerralla. Narvijärvellä esiintyy useita rehevyyttä suosivia eläinplanktonlajeja. Narvijärven eläinplanktonin määrään vaikuttaa runsas kalasto, joka laidunnuspaineellaan laskee eläinplanktonin keskikokoa. Erityisesti ahvenen runsas esiintyminen voi ajoittain vaikuttaa eläinplanktonistoniin (Särkkä 1996, Louhesto ym. 2003).

Narvijärven pohjaeläimistö

Pohjaeläimistön määrään ja lajistoon vaikuttavat pohjalla vallitsevat olosuhteet. Pohjaeläimet ovat suhteellisen paikalla pysyviä eliöitä, joten muutokset pohjan olosuhteissa heijastavat yleisemmin elinympäristön muutoksia (Jumppanen 1984, Paasivirta 1989). Erityisesti pohjan epävakaat happiolot ja pohjan laatu vaikuttavat pohjaeläimistön määrään ja lajistosuhteisiin (Seppänen 1985, Sarvala & Perttula 1994, Särkkä 1996,). Vesistön rehevöityminen yksipuolistaa pohjaeläimistöä.

Narvijärveltä on tutkittu pohjaelinlajisto, biomassa ja yksilötiheys neljältä havaintoasemalta. Havaintoasemien pohja oli laadultaan saviliejua, joissa kaikissa asemissa pohjan pinnalla oli ohut ruskea kerros. Pohjaliejun ruskeus kertoo sedimentin hapekkuudesta. Kahdella havaintoasemalla esiintyi harmaata liejua, mikä kertoo heikoista happioloista.

Narvijärven pohjaeläinten lajiluku vaihteli eri näytteenottopaikkojen välillä seitsemästä kymmeneen. Yksilötiheyksien vaihtelu asemien välillä oli 7515-12176 kpl/m^2. Narvijärven kokonaisbiomassat vaihtelivat välillä 6,07-47,85 g/m^2 (taulukko 11). Vuonna 1989 tehdyssä pohjaeläintutkimuksessa yksilötiheys vaihteli välillä 4449-9443 kpl/m^2 ja biomassat olivat välillä 24,81-80,77 g/m^2.

Taulukko II. Narvijärven pohjaeläimistön yksilötiheydet ja biomassa vuonna 2003.

Asema	Lajilukumäärä kpl	Yksilölukumäärä kpl/m^2	Biomassa g/m^2
Narvijärvi 1	8	11462	22,05
Narvijärvi 2	7	12176	44,65
Narvijärvi 3	8	8396	47,85
Narvijärvi 4	10	7515	6,07
Narvijärvi 12	8	9767	25,91

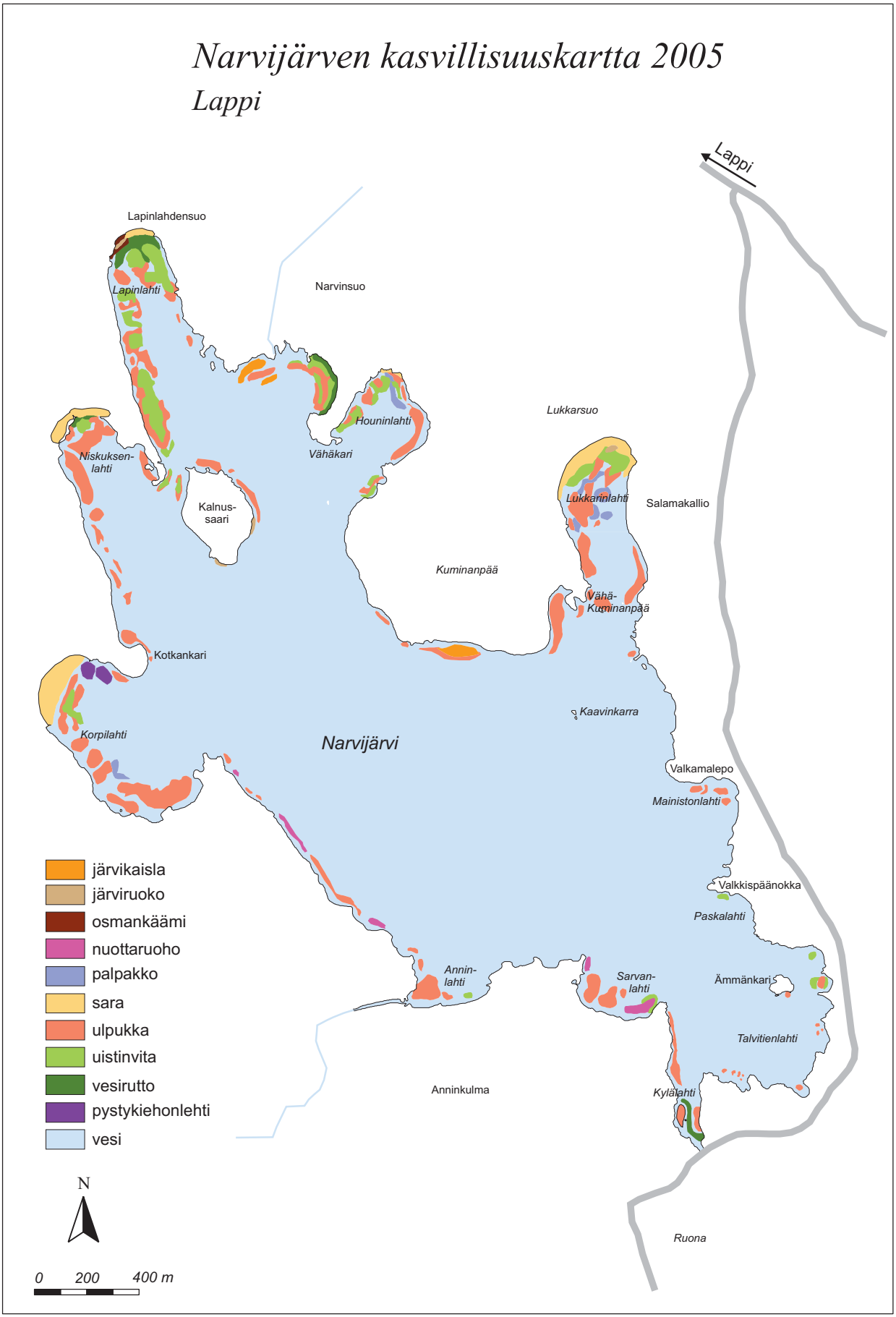
Narvijärven pohjaeläinlajisto koostuu pääosin hyönteisten toukista. Tärkein eläinryhmä on surviaissääsken toukat *(Chironomidae)*, mitkä muodostivat suurimman osan pohjaeläimistöstä. Yksilömääristä surviaissääsken toukkia oli noin 99–100 %, ja kokonaisbiomassoista noin 97–100 %. Surviaissääskilajeja oli useita mutta runsaimpana surviaissääskilajina esiintyi *Chironomus plumosus*. Tämä lajin toukkien vallitsevuus ja suuri yksilötiheys on tyypillinen reheville järville (Sarvala & Perttula 1994). Pohjaeläimistössä esiintyi myös surviaissääski *Corethra plumicornis*- toukkia, jotka ovat ravintokäyttäytymiseltään petoja. Muita pohjaeläimiä olivat harvasukasmadot *(Oligochaeta*), vesiperhosten *(Trichoptera)* ja päivänkorentojen *(Ephemerida)* toukat sekö *Valvata cristata* -kotilo, joka esiintyy suhteellisen yleisenä matalissa sisävesissä (Palmén 1996). Simpukoita tai siiroja ei tavattu. Karujen järvien lajeja ei juurikaan esiintynyt poikkeuksena *Ostracoda* -raakkuäyriäinen, joka elää ylemmissä vesikerroksissa.

Chironomus plumosus -surviaissääsken toukkien runsas esiintyminen, *Tubifex costatus* -harvasukasmadot, simpukoiden ja siirojen puuttuminen lähes tyystin kertovat Narvijärven rehevöitymisestä ja ajoittain esiintyvistä epävakaista happioloista (Turkki 2003). Pohjaeläinten tiheys ja biomassa pinta-alaa kohti on selvästi laskenut vuosien 1989 ja 2003 aikana. Syy pohjaeläinten vähenemiseen saattaa johtua sekä heikentyneistä happioloista että pohjan laadun muutoksesta. Narvijärven sedimentti koostuu pääosin hajoavasta kasvijäänteistä ja muusta orgaanisesta aineksesta.

Narvijärven kasvillisuus

Johdanto ja menetelmät

Narvijärven kasvillisuus kartoitettiin elokuun 11.8–15.8.2003 välisenä aikana. Kartoituksen tavoitteena oli saada hyvä yleiskuva Narvijärven kasvillisuudesta, koska aikaisempia kasvillisuusselvityksiä ei ole tehty. Kasvillisuuskartoituksessa Narvijärvi jaettiin noin 350 x 350 metrin ruutuihin. Kartoitus tehtiin veneestä ja maastokäynteinä. Jokaisesta ruudusta kirjattiin ylös vesi- ja rantakasvilajit sekä ruudun valtalaji. Pohjakasvillisuutta tutkittiin nostamalla näytteitä satunnaisesti 1,0-1,5 metrin syvyydestä. Järven kasvillisuudesta otettuja ilmakuvia käytettiin arvioidessa ilmaversoisten ja kelluslehtisten kasvilajien esiintymistä ja runsautta. Narvijärven kasvillisuus on esitetty kuvassa 10.



Kuva 10. *Narvijärven kasvillisuuskartta*

Taulukko 12. Narvijärven kasvilajisto
k=kasvupaikan rehevyysvaatimus (o= niukkaravinteisuuden suosija, i= ravinteisuudesta riippumaton laji, m= suosii melko runsasravinteisia vesiä ja e= runsasravinteisuuden suosija), s=suhtautuminen rehevöitymiseen (0= ei juurikaan vaikutusta, +=hyötyy rehevöitymisestä ja -=kärsii rehevöitymisestä)

Rantakasvit		k	s
Harmaasara	*Carex canescens*		
Hilla	*Rubus chamaemorus*		
Isokarpalo	*Vaccinium oxycoccos*		
Isomaksaruoho	*Sedum telephium*		
Jouhisara	*Carex lasiocarpa*	o-m	-
Juolukka	*Vaccinium uliginosum*		
Korpikaisla	*Scirpus sylvaticus*	m	
Kurjenjalka	*Potentilla palustrisi*		
Leväkkö	*Scheuchzeria palustris*		
Mesiangervo	*Filipendula ulmaria*		
Mutasara	*Carex limosa*		
Myrkkykeiso	*Cicuta virosa*	m	
Pikkumatara	*Galium trifidum*		
Pullosara	*Carex rostrata*	i	0
Raate	*Menyanthes trifoliata*		
Ranta-alpi	*Lysimachia vulgaris*		
Rantakukka	*Lythrum salicaria*	m	
Rantamatara	*Galium palustre*		
Rantanenätti	*Rorippa palustris*	m-e	
Rantavihvilä	*Juncus alpinoarticulatus*		
Rantayrtti	*Lycopus europaeus*	m-e	
Suohorsma	*Epilobium palustris*		
Suokukka	*Andromeda polifolia*		
Suo-orvokki	*Viola palustris*		
Suoputki	*Equisetum palustre*		
Terttualpi	*Lysimachia thyrsiflora*	o-m	0-
Tummarusokki	*Bidens tripartita*	m-e	
Tupasvilla	*Eriophorum vagina*	tum	
Vehka	*Calla palustris*	i	
Viiltosara	*Carex acuta*	m-e	(+)

Vesikasvit			
Ilmaversoiset			
Järvikaisla	*Schoenoplectus lacustris*	i	(+)
Järvikorte	*Equisetum fluviatile*	i	0
Järviruoko	*Phragmites australis*	i	(+)
Keltakurjenmiekka	*Iris pseudacorus*	e	+
Leveäosmankääami	*Typha latifolia*	m-e	+
Piuru	*Scolochloa festucacea*	m-e	
Pystykeihonlehti	*Sagittaria sagittifolia*	e	0
Rantaleinikki	*Ranunculus reptans*	o-m	
Rantaluikka	*Eleocharis palustris*	o-m	0-
Rantapalpakko	*Sparganium emersum*	m-e	0
Ratamosarpio	*Alisma plantago-aquatica*	m-e	0

Kelluslehtiset			
Lumme	*Nymphaea alba*	i	(+)
Ojasorsimo	*Glyceria fluitans*	m-e	
Siimapalpakko	*Sparganium angustifolium*	m	0-
Uistinvita	*Potamogeton natans*	i	0
Ulpukka	*Nuphar lutea*	i	(+)
Vesitatar	*Polygonum amphibium*	m-e	0
Pohjalehtiset			
Hapsiluikka	*Eleocharis acicularis*	i	0-
Katkerovesirikko	*Elatine hydropiper*	m	0-
Nuottaruoho	*Lobelia dortmanna*	o	-
Äimäruoho	*Subularia aquatica*	o	-
Uposlehtiset			
Ahvenvita	*Potemogeton perfoliatus*	m-o	-
Hentonäkinruoho	*Najas tenuissima*		
Pikkupalpakko	*Sparganium natans*	o-m	0-
Pikkuvita	*Potamogeton berrchtoldii*	m-e	+-
Pitkälehtivita	*Potamogeton praelongus*	m-e	
Purovita	*Potamogeton alpinus*	i	0-
Rentovihvilä	*Juncus supinus*	o	-
Ruskoärviä	*Myriophyllum alterniflorum*	o-m	-
Tylppälehtivita	*Potamogeton obtusifolius*	e	+
Vesirutto	*Elodea canadensis*	e	+-
Irtokeijujat			
Isovesiherne	*Utricularia vulgaris*	i	+-
Rimpivesiherne	*Utricularia intermedia*	o-m	
Irtokellujat			
Kilpukka	*Hydrocharis morsus-ranne*	e	+
Pikkulimaska	*Lemna minor*	m-e	+
Vesisammaleet			
Isonäkinsammal	*Fontinalis antipyretica*		

Kasvillisuuden elotyypit

Ilmaversoiset

Narvijärven ilmaversokasvillisuus on niukan pienialaista ja selvää valtalajia ei esiinny. Tärkeimmät ilmaversokasvillisuustyypit ovat lahdelmien turveluhdissa esiintyvät saraikot. Luhtien valtalajina esiintyy poikkeuksetta pullosara, mutta niillä esiintyy jonkin verran myös viilto-, jouhi-, muta-, harmaa- ja kaislasaroja. Muita huomionarvoisia ilmaversoisia kasveja ovat kurjenjalka, rantamatara, myrkkykeiso, järviruoko, ranta-alpi ja terttualpi, leveäosmankäämi ja suoputki. Paikallisesti leveäosmankäämi saattaa muodostaa melko tiheitä mutta pienialaisia kasvustoja lahden perukoihin. Luhdilla esiintyy melko harvalukuisena rantakukkaa, pikkumataraa, keltakurjenmiekkaa ja vehkaa. Luhdat ovat tyypiltään rahkasammalia kasvavia nevoja, joissa esiintyy suolajistoa: isokarpaloa, suokukkaa, leväkköä, juolukkaa, raatetta, tupasvillaa, hillaa ja pyöreälehtikihokkia. Nevojen kuivimmalla paikoilla kasvavat kitukasvuiset männyt, pajut, hieskoivut ja lepät.

Järviruoko on ollut ennen runsas mutta nykyään ruovikot ovat lähes kokonaan kadonneet Narvijärveltä. Myös järvikaisla ja järvikorte ovat melko harvinaisia ja paikallisesti esiintyviä. Järven pohjoispäässä kasvaa laajahko mutta harvakasvuinen järvikaislakasvusto. Järvikaislan seassa kasvaa usein niukasti ulpukkaa ja lummetta.

Matalilla rannoilla ja vedessä kasvaa harvakseltaan ranta- ja rentovihvilöitä sekä melko yleisenä ja runsaana rantaluikkaa. Lieju- ja mutarannoilla kasvavat melko yleisenä mutta melko harvalukuisena pystykeihonlehti ja ratamosarpio. Märillä rannoilla tavataan myös suo-orvokkia, mesiangervoa, suohorsmaa ja rantayrttiä. Muita ilmaversoisia ovat vähälukuisina esiintyvät rantanenätti, rantaleinikki ja korpikaisla. Järven luusuan rantavalleilla kasvaa piurua ja ojasorsimoa. Iso- ja keltamaksaruohoa kasvaa siellä täällä Narvijärven kallio- ja kivikkorannoilla.

Kelluslehtiset

Kelluslehtikasvillisuus on merkittävin kasvillisuustyyppi Narvijärvellä. Ulpukka ja uistinvita ovat Narvijärven valtalajit sekä erittäin runsaan että laajan esiintymisensä johdosta. Matalissa lahdissa ulpukka ja uistinvita muodostavat laajoja vyöhykekasvustoja, joiden seassa kasvaa melko runsaana kaita/siimapalpakkoa. Vyöhykkeet muodostuvat lähes puhtaista ulpukkakasvustoista, joita ympäröivät tiheä uistinvitaviidakko ja yksittäiset palpakkokasvustot. Ulpukoiden seassa voi kasvaa harvakseltaan vesihernettä ja rantapalpakkoa. Lummetta esiintyy niukkoina ja yksittäisinä kasvustoina eri puolilla järveä, eniten kuitenkin järven pohjoisosissa. Vesitatar on harvinainen Narvijärvellä, sillä sitä kasvaa vain yksittäisenä kasvustona Vähäkarin edustalla.

Irtokellujat ja irtokeijujat

Irtokellujia esiintyy hyvin vähän Narvijärvellä. Kilpukka ja pikkulimaskaa esiintyy vain parin ojan suilla sekä Kylälahden poukamassa. Karvalehteä ei esiinny Narvijärvellä, sen sijaan iso- ja rimpivesihernettä kasvaa melko runsaina suojaisissa lahden poukamissa.

Uposlehtiset ja pohjalehtiset

Ahvenvita on tärkein uposlehtinen kasvi Narvijärvellä, mutta se ei muodosta missään laajoja kasvustoja. Muita uposkasveja ovat ruskoärviä, pikkuvita, purovita ja tylppälehtivita. Ruskoärviä, vesirutto ja tylppälehtivita esiintyvät paikoittain melko runsaana kasvustoina. Korpilahdella esiintyy myös yksittäinen pitkälehtivitakasvusto. Narvijärven pohjalehtisiin kuuluvat nuottaruoho, äimäruoho, ja hapsiluikka, jotka muodostavat kovapohjaisille kivikko ja hiekkarannoille laajoja ja tiheitäkin kasvustoja. Katkerovesirikkoa esiintyy hiekkaisilla rannoilla. Hentonäkinruoho saattaa esiintyä Narvijärvellä.

Kasvillisuuskuvaukset alueittain

Lapinlahti

Lapinlahden maaympäristö on pääosin turvesuota (tiheästi ojitettu rämettä). Rannat ovat luonnollisesti matalat ja veden väri ruskeaa. Lapinlahden länsiranta on tiheän rantaviivasta alkavan ulpukkakasvuston peitossa. Ulpukkakasvuston reunalla kasvaa tiheinä kasvustoina uistinvitaa ja palpakkoja. Lahdenperukassa vesirutto muodostaa tiheän lähes koko pohjan peittävän kasvuston. Pohjalla kasvavat myös pikku- ja tylppälehtivita sekä uposkasvina ahvenvita. Luhtarannoilla esiintyy pullosaran lisäksi jonkin verran järviruokoa ja leveäosmankäämiä. Muita rantakasveja ovat pystykeihonlehti, ratamosarpio, rantakukka, ranta-alpi, terttualpi, myrkkykeiso, kurjenjalka, suoputki ja tupasvilla.

Korpilahti

Korpilahdessa vesikasvillisuus on hieman monipuolisempaa kuin Lapinlahdessa. Sielläkin ulpukka ja uistinvita ovat kelluslehtisten valtalajeina, mutta pystykeihonlehti muodostaa tiheän ja laajan kasvuston lahden pohjoisosiin. Muita tärkeitä lajeja ovat rantapalpakko ja ahvenvita. Korpilahden erikoisuutena on yksittäinen pitkälehtivitakasvusto. Lahden luhdalla leveäosmankäämi kasvaa lähes puhtaana kasvustona. Pohjassa kasvaa pikkuvitaa ja katkerovesirikkoa sekä pystykeihonlehden ruusukkeita. Ruskoärviä ja nuottaruoho esiintyvät Korpilahden kovapohjaisella lahden suulla. Järviruokoa tavataan vain niukasti.

Niskuksenlahti, Raumankarra ja Kainnussaari

Niskuksenlahden poukamassa vesikasvillisuus on pääosin nuottaruohon, järvikorteen, ruskoärviän muodostamia kasvustoja. Syvemmässä vedessä esiintyy harvakseltaan ulpukkaa ja siimapalpakkoa. Lahden perukalla vallitsevana rantakasvina on leveäosmankäämi.

Raumankarran niemessä ulpukka muodostaa tiheitä kasvustoja, joiden seassa esiintyy isovesihernettä ja lummetta. Rantakasveina kasvavat pullosara, jouhisara, myrkkykeiso, ranta- ja terttualpi, rantakukka, rantayrtti, vehka ja eri vihvilät. Raumankarran niemen upos- ja pohjaversoisina kasvavat pikkuvita, ruskoärviä, äimäruoho ja nuottaruoho. Myös hentonäkinruoho saattaa kasvaa Raumankarran rannoilla. Ilmaversoisia vesikasveja ovat pystykeihonlehti ja ratamosarpio sekä järvikorte.

Kainnussaaren pohjois- ja länsipuoli on kovapohjaista kivikkoa, jossa kasvaa pääasiallisesti ulpukkaa, nuottaruohoa, ruskoärviää ja ahvenvitaa. Saaren eteläosissa on pieni järviruokokasvusto sekä nuottaruohoa esiintyy suhteellisen run-

saasti. Itäpuoli saaresta on lähes yksinomaan ulpukan valloittamaa, vain saaren puolivälissä esiintyy pieni järvikaislakasvusto. Kainnussaaren rannoilla kasvavat rantakukka, alpit, vehka ja pullosara.

Houninlahti, Narvinsuon rannat ja Vähäkari

Narvinsuon lahden rannalla on vähän rantakasvillisuutta, mutta vesikasveja esiintyy runsaasti. Lahden länsiosissa nuottaruoho on vallitseva vesikasvi. Narvijärven ainoa vesitatarkasvusto esiintyy näillä rannoilla. Järvikaislaa esiintyy runsaasti matalassa rantavedessä, ja sen seassa esiintyy ulpukkaa ja ruskoärviää. Matalilla hiekkapohjaisilla rannoilla kasvavat pystykeihonlehti, ratamosarpio sekä pohjalla katkerovesirikko ja pikkuvita. Poukaman itäpuolella ulpukka- ja uistinvita- ja rantapalpakkokasvustot ovat runsaita. Myös vesiruttoa peittää kasvustoillaan pohjaa.

Vähäkariniemessä nuottaruoho ja äimäruoho ovat valtalajeina pohjakasvillisuudessa. Ahvenvitaa, järvikortetta, pikkuvitaa, keihonlehteä, rantaluikkaa, siima- ja rantapalpakkoa ja ruskoärviää esiintyy harvakseltaan.

Houninlahdessa ulpukka näyttää vallitsevan vesikasvillisuutta. Hieman syvemmällä esiintyy pieniä uistinvitakasvustoja. Houninlahden itäosissa kasvaa harvakseltaan järvikortetta. Muita lajeja ovat pystykeihonlehti, pullosara, rantaluikka, ruskoärviä, vesirutto, äimäruoho, ahvenvita, järviruoko, leveäosmankäämi, siimapalpakko, lumme ja nuottaruoho.

Kuminanpää, Vähäkuminanpää ja Lukkarinlahti

Kuminanpää on kalliorantaa, jossa vesikasvillisuutta on niukasti. Ilmaversoista esiintyy rantaluikkaa, järvikaislaa, -kortetta ja -ruokoa. Ahvenvitaa ja ruskoärviää esiintyy niukasti. Pohjalla kasvaa äimäruohoa ja nuottaruohoa.

Vähäkuminanpäässä rannoilla kasvavat kurjenmiekka, korpikaisla, osmankäämi, pullosara ja rantaluikka. Vesikasveja on niukasti. Kelluslehtisistä tavataan harvakseltaan. Nuottaruohoa, pystykeihonlehtiä ja ratamosarpioa esiintyy jonkin verran. Uposkasveista ahvenvitaa ja ruskoärviää esiintyy niukasti, ja pohjalla kasvavat äimäruoho ja vesirutto.

Lukkarinlahti on rehevä ja lähes umpeen kasvanut lahti. Laajat ja runsaat ulpukka-uistinvita-palpakkokasvustot ovat peittäneet lähes koko avovesialueen. Muita lajeja ovat pystykeihonlehti, ahvenvita, järvikaisla, siimapalpakko, lumme, nuottaruoho, pikkulimaska, rantaluikka, rantapalpakko, ratamosarpio, ruskoärviä, vehka, vesirutto ja äimäruoho. Rannoilla kasvavat kurjemiekka, kurjenjalka, alpit, leveäosmankäämi ja myrkkykeiso. Lahdenpoukaman soistuneessa luhdassa kasvaa tyypillisiä suokasveja; leväkköä, pullosaraa, hillaa, karpaloa, mutasaraa, suokukkaa ja villoja.

Mainistonlahti, Pasklahti ja Narvijärven itärannat

Narvijärven itärannat Vähäkuminanpäästä Mainistonlahteen ovat kasvillisuudeltaan niukkoja. Rantavedessä kasvaa harvakseltaan nuottaruohoa, järvikortetta, siimapalpakkoa, leveäosmankäämiä, rantaluikkaa, ulpukkaa ja äimäruohoa. Mainistonlahdessa kasvavat ulpukka, ahvenvita, simapalpakkoa, nuottaruoho, pullosara, pystykeihonlehti, rantaluikka, ruskoärviä ja äimäruoho. Pasklahdessa tavataan järviruokoa ja nuottaruohoa.

Talvitienlahti, Sarvanlahti, ja Ämmänkari

Talvitienlahti sijaitsee Narvijärven kaakkoisosassa. Rannat ovat matalia ja kovapohjaisia kivikko- tai hiekkarantoja. Pohjaa peittävät paikoittain tiheät äimäruoho- ja nuottaruohoruusukkeiden kasvustot. Myös vesiruttoa esiintyy. Ilmaversoista vesikasveista tavataan järvikortetta, järvikaislaa, järviruokoa, pystykeihonlehteä ja ratamosarpiota. Kelluslehtisistä esiintyy harvahkosti. Tärkeimmät uposlehtiset ovat ahvenvita ja ruskoärviä. Rannoilla kasvaa paikoittain pullosaraa, rantakukkaa, rantaluikkaa, alpeja, järviruokoa ja leveäosmankäämää.

Sarvanlahdessa nuottaruoho muodostaa pienimuotoisia kasvustoja, ja pohjaa peittää laajalti äimäruoho. Uposkasvina esiintyy ahvenvita. Muita kasveja ovat järvikorte ja siimapalpakko. Rannoilla kasvaa pullosaraa, rantakukkaa ja alpeja sekä rantaluikka. Ämmänkarin rannalla kasvaa pullosaraa, nuottaruohoa ja ulpukkaa.

Kylälahti

Kylälahdella sijaitsee Narvijärven luusua, jonka kasvillisuus on melko rehevää. Lahtea peittävät runsaat ulpukkakasvustot. Uistinvitaa ja lummetta esiintyy hyvin vähän. Pohjalla kasvaa pikkuvitaa ja vesiruttoa. Nuottaruohoa ja järvikortetta on vähän lahden itärannalla. Heinistä esiintyy ojasorsimoa ja piurua. Länsirannalla kasvaa järviruokoa ja leveäosmankäämiä. Laajat ja tiheät ulpukkakasvustot ulottuvat aina Kiiskiskallioille saakka.

Anninlahti ja Narvijärven länsirannat

Ulpukkaa kasvaa melko runsaasti Anninlahden länsiosissa. Muita vesikasveja ovat nuottaruoho, ahvenvita, järvikorte, järviruoko, siimapalpakko, lumme, pystykeihonlehti, rantapalpakko, ruskoärviä, uistinvita, vesirutto ja äimäruoho. Rantakasvillisuuteen kuuluvat kurjenmiekka, järviruoko, kurjenjalka, leveäosmankäämi, rantaluikka, tervaleppä ja viiltosara. Narvijärven länsirannalla kasvillisuus on melko niukkaa. Pohjan valtalajina on nuottaruoho ja runsaana paikoittain esiintyvä äimäruoho. Muina lajeina esiintyy ahvenvitaa, siimapalpakkoa ja ulpukkaa.

Kasvillisuus Narvijärven tilan ilmentäjänä

Vesikasvit ovat sopeutuneet tietynlaisiin ympäristöoloihin; vedenlaatuun, kasvualustaan, pinnanmuotoihin ja leveysasteeseen. Kasvit voidaan karkeasti jakaa kasvupaikan ravinneisuuden mukaan niukkaravinteisuutta tai runsasravinneisuutta suosiviin lajeihin. Jotkin kasvilajit ovat indifferenttejä ravinneisuuden osalta; niitä esiintyy sekä karuissa että rehevissä järvissä. Vesikasvillisuus reagoi pitkäaikaisiin, usein vuosikymmenten aikana, tapahtuneisiin ympäristömuutoksiin.

Kasvilajit voivat hyötyä tai kärsiä vesistön rehevöitymisestä. Rehevöitymisestä johtuvat muutokset näkyvät lajistossa, kasvustoissa ja runsaussuhteissa. Lyhyen aikavälin muutokset näkyvät parhaiten upos- ja irtokellujakasvillisuudessa. Yleensä ilmaversoiset kärsivät vähemmän vesistön likaantumisesta ja rehevöitymisestä kuin pohjalla ja vedessä kasvavat kasvillisuustyypit (Toivonen 1982 & 1984, Vesiopas 1985).

Narvijärven vesi- ja rantakasvillisuudessa voidaan havaita seuraavanlaisia seikkoja, jotka määräävät kasvilajien esiintymistä ja runsautta. Erilaisten kasvillisuusmuotojen esiintymiseen ja runsauteen vaikuttavat kasvupaikkatekijät (pohjanlaatu, litoraalin topografia, veden virtaukset tuulet jne), jotka vaihtelevat suuresti Narvijärven alueella. Pohjoisosan rannat ovat matalia ja liettyneitä suoranto-

ja, itäosan kallio- ja kivikkorantoja sekä etelä- ja länsiosat kovapohjaista mineraalitai kalliorantoja. On hyvin todennäköistä, että sopivien kasvupaikkojen laikuittainen esiintyminen vaikuttaa kasvillisuuden erilaisuuteen järven eri osien välillä.

Suuri osa Narvijärven kasvilajistosta on oligotrofiaa, mesotrofiaa tai indifferenttejä suosivia lajeja. Narvijärveltä löytyi myös puhtaan veden lajeja: nuottaruohoa, rentovihvilää ja äimäruohoa. Näiden lajien esiintyminen keskittyy järven kovapohjaisille kalliorannoille. Nuotta- ja äimäruoho muodostavat suhteellisen laajoja ja tiheitä kasvustoja osaan Narvijärveä.

Narvijärven kasvillisuudessa on kuitenkin havaittavissa rehevöitymiseen liittyviä piirteitä. Ensinnäkin Narvijärvessä esiintyy runsasravinteisuutta suosivia kasvilajeja, kuten kilpukkaa ja tylppälehtivitaa. Toiseksi rehevöitymisestä hyötyvien lajien esiintyminen kattaa lähes joka järven. Kolmanneksi valtaosa rehevyydestä hyötyviä lajeja esiintyvät liettyneillä ja matalilla rannoilla tai tulouomien läheisyydessä, missä vesi on usein runsasravinteista. Esim. Lukkarinlahden umpeen kasvu johtuu veden virtauksen vähäisyydestä järvialtaan ja lahden välillä, koska lahden suulla esiintyy kallion muodostama kynnys, joka tehokkaasti estää veden vaihtumisen.

Muita huomioitavia asioita ovat, että järviruokoa, -kaislaa ja- kortetta esiintyy erittäin niukasti Narvijärvellä. Huomiota herättäviä lajeja Narvijärvellä ovat pitkälehtivita, piuru ja hentonäkinruoho (esiintyminen jäi varmistamatta). Narvijärvi kuuluu kasvillisuutensa perusteella ruokojärven ja nuottaruohojärven väliseen järvityyppiin (Vesiopas 1985).

Narvijärven kalasto ja rapukanta

Narvijärvessä on esiintynyt noin 14 kalalajia, joista sorva on todennäköisesti hävinnyt. Runsaina esiintyvien ahvenen ja särjen lisäksi kalastoon on kuulunut ankerias, hauki, kiiski, kirjolohi, kuha, lahna, made, muikku, pasuri, salakka ja siika.

Narvijärveen on istutettu säännöllisesti muikkua ja siikaa 1982-1996 välisenä aikana. Istutuksissa on käytetty jonkin verran kuhaa, haukea ja kirjolohta. Siian istutukset on tehty pääosaksi vastakuoriutuneina poikasina (7,6 miljoonaa istukasta) mutta 1-kesäisiä poikasia on käytetty myös istutuksissa (28850 yksilöä). Muikkua on sekä siirretty noin 420 kg verran että istutettu vastakuoriutuneina poikasina (141500 istukasta). Kalaistutukset ovat pääosin epäonnistuneet Narvijärven vahvasta ahvenkannasta johtuen.

Narvijärven ennen runsas rapukanta on lähes kokonaan tuhoutunut rapuruton, vedenlaadun heikkenemisen sekä ankeriasistutusten seurauksena. Narvijärveen on kokeilu mielessä siirretty 350 aikuista rapua vuonna 1994. Vuoden 2003 koeravustuksessa saaliiksi saatiin vain yksi uros rapu.

Narvijärven kalastoa on selvitetty kahdesti koekalastuksilla vuosina 1997 ja 2003 (taulukko 13) sekä kuormitusselvityksen kalastuskyselyllä 2003. Kaikilla tutkimuskerroilla särki ja ahven ovat olleet valtalajeja. Koekalastuksessa on saatu kiiskiä, haukia, lahnoja, salakoita ja siikoja. Kiiskeä lukuun ottamatta muiden kalojen saaliit ovat jääneet vähäisiksi. Ahven ja särki ovat olleet harrastekalastajienkin tärkeimmät saaliskalat hauen lisäksi. Muita harrastekalastajien saaliita ovat kirjolohi, siika, lahna, ankerias, made ja kiiski sekä rapu. Keskimääräiset saaliit kolmena viime vuotena ovat olleet särjessä 18 kg, ahvenissa 15 kg, hauessa 7,5 kg ja lahnassa 4,5 kg.

Taulukko 13. Narvijärven koekalastuksen saaliit vuosina 1997 ja 2003.

Kalalaji	Saaliin paino (g)	Yksilöä (kpl)	Keskipaino (g)	Biomassa%	Lukumäärä%
	Vuosi 1997				
Särki	26974	300	84,3	51,5	36,3
Ahven	14796	356	40,2	28,3	43,1
Kiiski	5326	158	32,8	10,2	19,1
Hauki	5059	9	626,5	9,7	1,1
Siika	183	2	91,5	0,3	0,2
Salakka	14	1	14	0,03	0,1
Yhteensä	52352	826			
	Vuosi 2003				
Särki	32598	811	41,0	50,0	53,7
Ahven	29800	568	53,5	45,7	37,6
Kiiski	1904	120	15,9	2,9	8,0
Hauki	483	1	483	0,7	0,1
Lahna	42	6	7,0	0,1	0,4
Siika	267	1	267	0,4	0,1
Salakka	53	2	26,5	0,1	0,1
Yhteensä	65147	1509			

Narvijärven kalasto on muuttunut monella tapaa viime vuosina (taulukko 13). Ensinnäkin ahventen osuus biomassasta on kasvanut 17,4 %:lla mutta särkien on pysynyt lähes ennallaan (n. 50 %:ssa). Lukumääräisesti särkien osuus on lisääntynyt 17,4 %:lla, kun taas ahventen vähentynyt 5,5 %:lla. Myös haukien ja kiiskien kannat ovat selvästi vähentyneet. Toiseksi ahven- ja särkipopulaatioiden keskipaino on muuttunut. Ahvenilla keskipaino on kasvanut 13 grammalla, kun särkien keskipaino on pudonnut puoleen entisestä 84,3 grammasta. Särkien kasvu on ollut nopeaa viidenteen ikävuoteen asti, jonka jälkeen kasvu on tasoittunut. Sen sijaan ahventen kasvu järvessä on ollut keskimääräistä nopeampaa, mikä kertoo hyvästä ravintotilanteesta. Narvijärven kalaston määrä on kasvanut arviolta noin 30 kg/ha sitten vuoden 1997 koeverkkokalastuksen.

Narvijärven särkipopulaatio on jakautunut kahteen osaan. Lukumäärällisesti 66,6 % särjistä oli alle 14,0 cm mutta 80 % särkien biomassasta oli kooltaan yli 18 cm. Sen sijaan ahven- ja kiiskikannat ovat painottuneet suuriin yksilöihin. Yli 15 senttimetrisiä ahvenia oli lukumäärällisesti 55,6 % ja biomassaltaan 87,8 % populaatiosta. Lähes 50 % kiiskistä oli lukumäärällisesti suurempia kuin 11,0 cm ja kiiskien biomassasta 90,1 % oli yli 11,0 cm:n kaloista.

Narvijärvi on selvästi rehevöitynyt mutta tasapainoinen vesiekosysteemi kalastonsa puolesta (Benndorf 1990, Louhesto 2003). Kalakannan kooksi on laskettu n. 150 kg/ha, kun hyväkuntoisella järvellä kalakanta on vain muutamia kymmeniä kiloja hehtaarilla (SYKE 1999). Järven rehevyydestä kertoo runsas särkikanta, joka on koostunut pääosaksi suurista särjistä. Narvijärven ongelma on suuret särjet, jotka etsiessään pohjalta ravintoa saattavat vapauttaa ravinteet uudelleen perustuotannon käyttöön (Koli 1997). Myös pienet kiisket voivat lisätä sisäistä kuormitusta ravintokäyttäytymisellään (Koli 1997). Toisaalta pienet särjet voivat olla tärkeitä kasviplanktonin syöjiä.

Rehevöityneissä järvissä petokalojen osuus kalaston kokonaisbiomassasta on yleisesti alle 10 % (Persson ym. 1988) mutta Narvijärvellä osuus kokonaisbiomassasta oli 40,1 % ja lukumäärästä 21,0 %, kun yli 15 cm ahvenet lasketaan petokaloiksi. Ahven on merkittävin kalaston säätelijä Narvijärvellä, sillä suuret ahvenet syövät pelkästään kalaravintoa (Koli 1997). Vaikka hauen osuus Narvijärven koko-

naisbiomassasta jäi hyvin alhaiseksi (0,7 %) koekalastuksessa, on haukikanta tätä selvästi suurempi. Tätä tukee kuormitusselvityksen kalastuskysely, jossa hauki on ollut viime vuosina kolmanneksi eniten saatu saaliskala 7,5 kg osuudellaan. Toisaalta hauet elävät Narvijärvessä runsaskasvillisissa lahdenpoukamissa, mistä haukia on vaikea saada verkkokalastuksella (kirjoittajan omakohtainen kokemus). Myös Narvijärven suhteellisen suuret kiisket parantavat järven tilaa, koska ne syövät mielellään pikkukaloja.

Narvijärven hoitokalastus

Narvijärvellä on syytä aloittaa hoitokalastus, koska järven kalakanta on särkivaltainen ja yksilösaalis on korkea (Salminen & Böhling 2002). Narvijärven runsas petokalakanta on erittäin hyvä asia hoitokalastushankkeelle. Voimakas petokalakanta on tärkeä edellytys sille, että kalaston rakenne pysyy hyvänä, kun hoitokalastustoimet vähenevät tehokalastusjakson jälkeen (SYKE 1999).

Narvijärven kahden vuoden tehokalastusjakson saalistavoite tulee olemaan n. 100 kg hehtaarilta vuodessa. Saalistavoitteen ei tarvitse olla näin suuri, kun isot ahvenet huomioidaan. 2-3 vuoden hoitokalastusjakson aikana saalistavoite tulee olla vähintään 20-30 kg/ha vuodessa (SYKE 1999). Hoitokalastus tulisi saada saaliiksi pääasiassa särkeä. Hyviksi särkikalojen poistokalastustekniikoiksi on havaittu syksyinen nuottapyynti ja keväinen rysäpyynti (Salminen &Böhling 2002). Erityisen tärkeää hoitokalastukseen ryhdyttäessä on huomata ulkoisen kuormituksen merkitys hoitokalastushankkeen onnistumiselle. Jos ulkoinen kuormitus säilyy korkeana, eikä sen vähentämiseksi tehdä mitään, ei hoitokalastushankkeella ole minkäänlaisia pidemmän aikavälin vaikutuksia (Olin & Ruuhijärvi 2002).

Narvijärven sedimenttitutkimus

Leena Klemola
Turun yliopisto / Geologian laitos

Johdanto

Osana Narvijärven, Lutanjärven ja Kauklaistenjärven parantamisohjelmaa Turun yliopiston Geologian laitos toteutti Lutanjärven ja Narvijärven järvien pohjasedimenttien tilan tutkimuksen. Sedimenttitutkimus oli tarpeen pohjan nykytilan ja mahdollisen sisäkuormituksen selvittämiseksi. Sisäkuormituksella tarkoitetaan järven pohjaan varastoituneiden ravinteiden vapautumista veteen muun muassa syvänteiden hapettomuuden seurauksena, ja sillä saattaa olla huomattava vaikutus järven tilaan. Sedimenttitutkimuksella selvitettiin myös järven kuormitushistorian muutoksia.

Tutkimusmenetelmät

Pohjasedimentin tila kartoitettiin ottamalla näytteitä sedimentin pinnasta kattavasti järvien eri osista ja eri syvyyksiltä. Näytepisteiden sijainnin valinta tehtiin syvyysluotauksissa saatujen tietojen perusteella, jolloin voitiin ottaa huomioon järvien rakenne ja erilaiset pohjadynaamiset vyöhykkeet. Kuormitushistorian selvittämiseksi otettiin lisäksi yksi profiilinäyte kummankin järven syvimmästä kohdasta, joita voidaan pitää järvien tärkeimpinä akkumulaatioalueina.

Kenttätyömenetelmät

Narvijärven sedimenttitutkimuksen näytteenotto suoritettiin 25.–26.9.2003. Narvijärvestä otettiin 17 pintasedimenttinäytettä ja yksi profiilinäyte. Näytepisteiden sijainnit on merkitty karttoihin (kuva 11). Näytepisteiden syvyydet määritettiin vielä uudestaan näytteenoton yhteydessä Inari-kaikuluotaimella.

Sedimenttinäytteet nostettiin vaijerikäyttöisellä Limnos-sedimenttinoutimella. Pintasedimenttinäyte otettiin siten, että näytesarjan pinnalta otettiin talteen kahden senttimetrin paksuinen osanäyte. Näytteen pinnassa oleva ylimääräinen kasvillisuus poistettiin, ja näytteet säilöttiin ilmatiiviisiin Minigrip-pusseihin. Profiilinäytteet jaettiin osanäytteisiin siten, että sarjasta otettiin osanäytteet 2 cm välein 20 cm syvyyteen asti, jonka jälkeen osanäytteitä otettiin n. 4 cm välein. Lutanjärveltä nostettu profiilinäyte ulottui 37 cm, ja Narvijärveltä 32 cm syvyyteen asti.

Näytteenoton yhteydessä näytteistä mitattiin hapetus-pelkistysaste (redox-potentiaali) Mettler Toledo pHmeter 1100-kenttämittarilla. Kaikista Narvijärven pintasedimenttinäytteistä ei redox-potentiaalia pystytty mittaamaan laitevian vuoksi. Sekä pintasedimentti- että profiilinäytteet kuvattiin myös käyttäen Troels-Smithin litofasieskoodia ja Munsell-värikoodia.

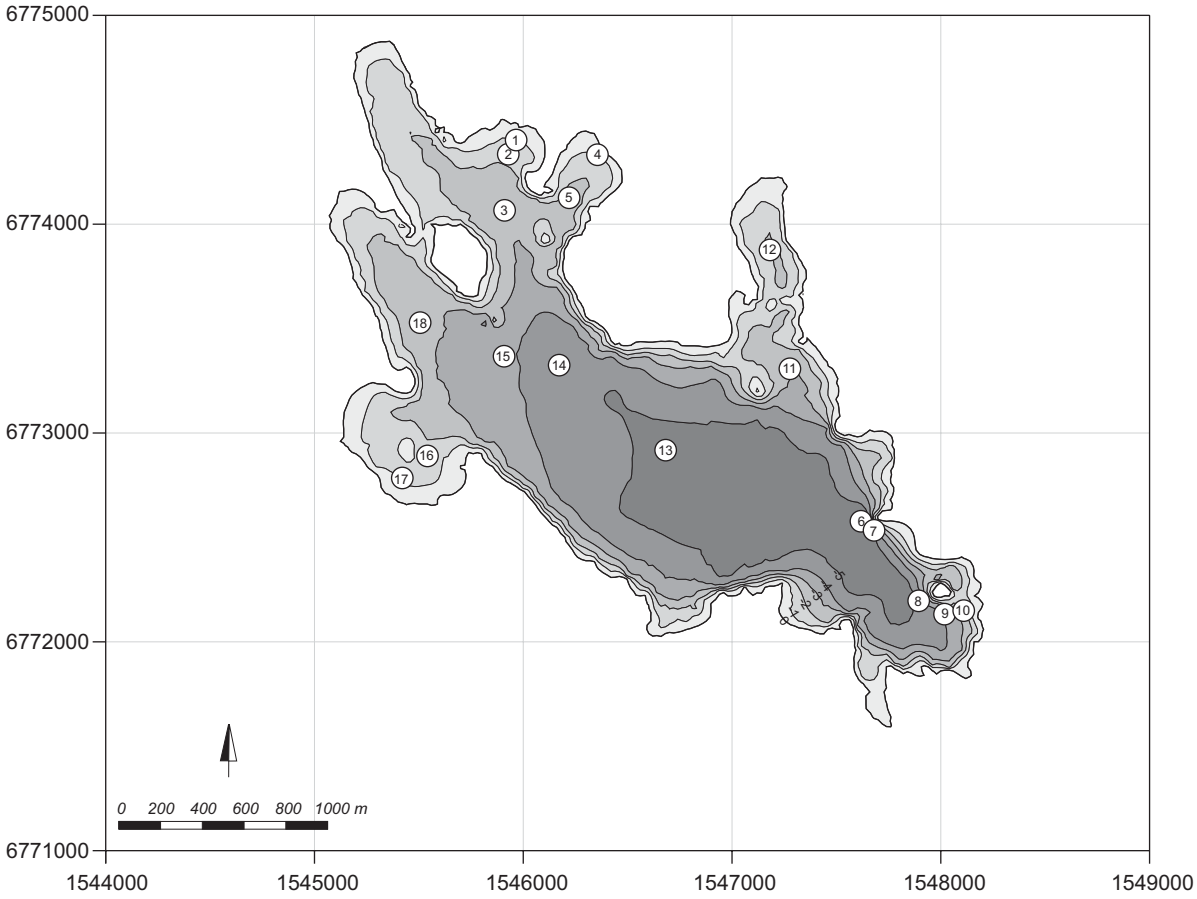
Analyysimenetelmät

Tutkimuksessa kaikista näytteistä määritettiin vesipitoisuus, hehkutushäviö, kokonaisfosforin määrä sekä fosforin jakautuminen eri jakeisiin. Profiilinäytteistä tehtiin lisäksi pigmenttianalyysi, eli klorofylli- ja karotenoidimääritykset, jotka kuvaavat järven tuotannon kehitystä.

Vesipitoisuus määritettiin näytteistä käyttäen Håkansonin & Janssonin (1983) menetelmää. Menetelmän mukaan näytteitä kuivattiin kiertoilmauunissa +60 °C:n lämmössä kahdentoista tunnin ajan. Hehkutushäviö määritettiin saman menetelmän mukaan hehkuttamalla kuivattuja näytteitä uunissa +550 °C:n lämmössä kahden tunnin ajan.

Fosforianalyysit tehtiin kahdella eri menetelmällä. Sedimentin kokonaisfosforipitoisuus määritettiin käyttämällä Bengtssonin & Enellin (1986) menetelmää, jossa väkevillä HCl- ja HNO_3 -uutoilla pyritään pääsemään kuningasvesiuuttoa vastaavaan totaaliuuttoon. Fosforin jakautuminen määritettiin Hieltjesin & Lijkleman (1980) menetelmää, jossa erilaisilla uutoilla pyritään saamaan selville erityyppisten fraktioiden osuus kokonaisfosforista. Osittaisliuotusmenetelmässä käytetyt liuottimet olivat 1 M ammoniumkloridi (NH_4Cl), 0.1 M natriumhydroksidi (NaOH) ja 0.5 M vetykloridi (HCl). Kummassakin menetelmässä varsinaisena osoitusreaktiona käytettiin Murphyn & Rileyn (1962) molybdeeninsininen -menetelmää, jolla liuoksesta osoitetaan spetrofotometrisesti reaktiivisen fosforin määrä mg/l. Määrityksessä käytettiin HACH-spektrometriä (aallonpituus 882nm), jonka antamien arvojen perusteella laskettiin laimennussuhteet huomioon ottaen näytteen fosforipitoisuudet mg/g kuivaa sedimenttiä. Residuaalifosforin määrä laskettiin vähentämällä eri fraktioiden osuudet kokonaisfosforin määrästä.

Pigmenttianalyysi tehtiin Bengtssonin & Enellin (1986) menetelmän mukaan. Menetelmässä klorofyllit uutetaan näytteestä asetonilla, ja karotenoidit samasta asetoniuutoksesta petroolieetterillä. Uutoksista analysoitiin klorofyllit ja karotenoidit HACH-spektrometrillä käyttäen aallonpituuksia 664 nm ja 445 nm, vastaavasti. HACH-spektrometrin antamat tulokset muutettiin Bengtssonin & Enellin (1986) laskukaavan mukaan pigmenttiyksiköiksi (PU).



Kuva 11. *Narvijärven pintasedimenttinäytteiden näytteenottopisteiden sijainnit (numerot 1-5 ja 7-18) sekä profiilinäytteen sijainti (numero 6).*

Narvijärven sedimenttitutkimuksen tulokset ja niiden tarkastelu

Sedimentin kuvaus

Narvijärven pintasedimenttinäytteet otettiin järven eri osista ja eri syvyyksiltä, jotta saatiin mahdollisimman hyvä käsitys Narvijärven pintasedimentin tilasta. Näytteet olivat melko tasalaatuisia keskenään. Pintasedimentit koostuivat pääosin kasvinjäänteistä, joista noin puolet oli maatumattomia (Detritus) ja puolet täysin hajonnutta orgaanista humusainesta (Substantia humosa). Sedimenteissä oli myös mineraaliainesta (Argilla). Väriltään sedimentit vaihtelivat punertavasta tumman ruskeasta (Munsell-värikoodi 2,5Y3/2) tumman ruskeaan (5Y2,5/2) ja erittäin tumman ruskeaan (2,5Y2,5/1). Värivaihtelut olivat kuitenkin hyvin pieniä, eikä niissä ollut huomattavia eroavaisuuksia syvien ja matalien alueiden välillä. Ainakin kahdessa järven keskiosasta otetussa näytteessä (näytepisteet 14 ja 15) oli havaittavissa sulfidi-raitoja.

Profiilinäytteen sedimentti oli koko profiilin ajan hyvin tasalaatuista. Sedimenttipatsaan pintaosa (0-6 cm) koostui pääosin maatumattomista kasvijäänteistä, ja joukossa oli jonkin verran myös maatunutta humusainesta ja mineraaliainesta. 6 cm:stä alaspäin mineraaliaineksen ja toisaalta myös täysin maatuneen humusaineksen osuus kasvoi. Värivaihtelut olivat profiililla hyvin pieniä. Profiilin alaosa (32–18 cm) on hieman vaaleampaa kuin profiilin yläosa, eli väri muuttuu pintaa kohti tummemmaksi. Välillä 0-4 cm sedimenteissä oli havaittavissa vähän tummia sulfidiraitoja, jotka kertovat pohjan anaerobisista olosuhteista.

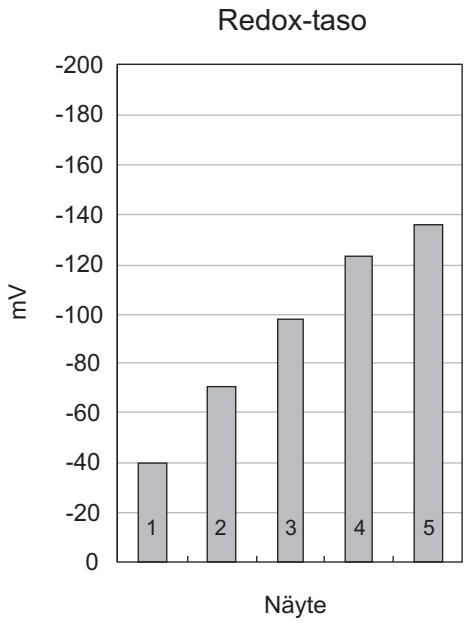
Redox-potentiaali

Narvijärven pintasedimenttinäytteiden redox-mittausten tulokset on esitetty kuvassa 12. Tuloksista nähdään, että sedimentin redox-potentiaali vaihtelee Narvijärvessä eri syvyyksillä. Arvot ovat kaikkialla negatiivisia, ja siten raudan ja fosforin (NaOH-liukoisen fosforijakeen) liukenemisen kannalta tärkeä +200 mV:n raja alittuu kaikkialla. Vaikka redox-potentiaalia ei voitu mitata kaikista näytteistä, voidaan olettaa, että samantyyppiset olosuhteet vallitsevat kaikkialla Narvijärven alueella. Esitetyissä viidessä näytteessä redox-potentiaali ei laske -150 mV:in asti, joten rikkivetyä ei pääse vapautumaan. Näytteet 4 ja 5, joissa redox-potentiaali on alhaisin, on otettu Houninlahdelta ja näytteet 1 ja 2, joissa redox-potentiaali on korkeampi, on otettu viereiseltä lahdelta. Erot voivat johtua lahtien erilaisista sedimentaatioolosuhteista ja kuormituksen määrästä. Myös ruoppaukset tai muut toimenpiteet ovat voineet vaikuttaa näytteiden erilaiseen hapetus-pelkistysasteeseen.

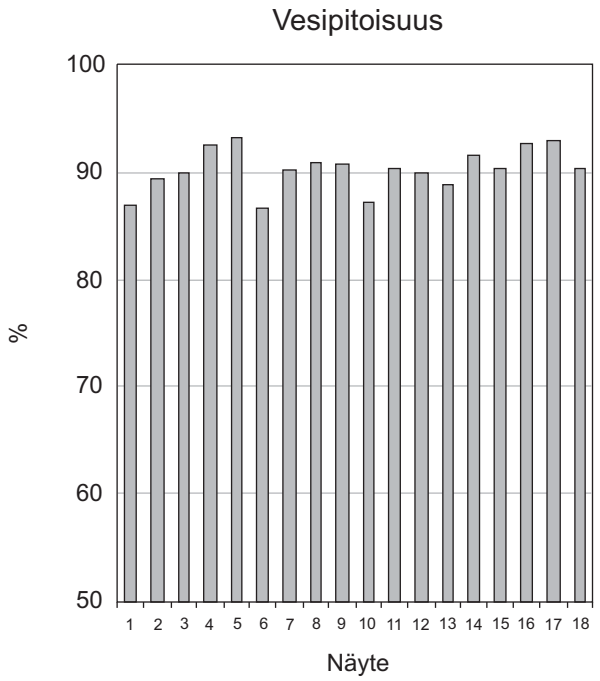
Vesipitoisuus ja hehkutushäviö

Narvijärven pintasedimenttinäytteiden vesipitoisuudet ja hehkutushäviöt on esitetty kuvissa 13 ja 14. Kuvassa 15 pintasedimenttien vesipitoisuudet ja hehkutushäviöt on esitetty suhteessa näytteenottosyvyyteen.

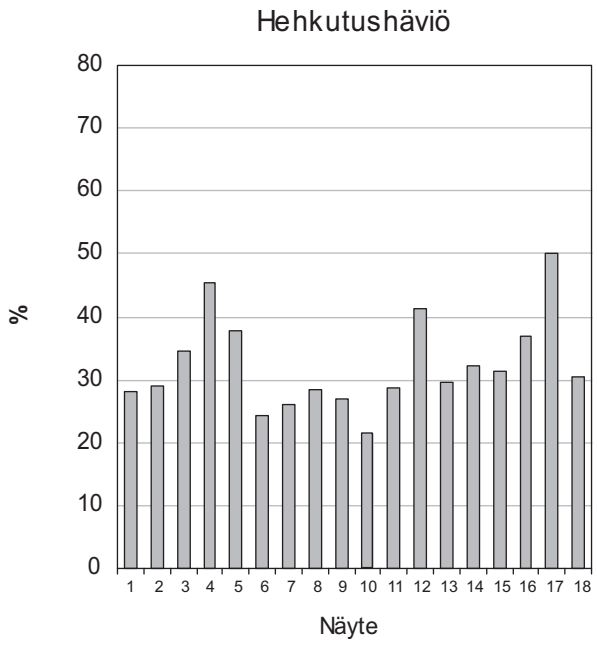
Vesipitoisuus vaihtelee pintasedimenteissä välillä 85–95 %, ja kuten kuvasta 15 nähdään, samat vesipitoisuudet esiintyvät järven eri syvyyksillä. Hehkutushäviö vaihtelee pintasedimenttinäytteissä melko paljon, välillä 20–50%. Kuten Lutanjärvellä, myös Narvijärvellä voidaan nähdä heikko korrelaatio hehkutushäviön ja näytteenottosyvyyden välillä siten, että hehkutushäviö on hieman korkeampi järven matalissa osissa. Erityisesti Houninlahden (näytteet 4 ja 5), Lukkarinlahden (näyte 12) ja Korpilahden (näytteet 16 ja 17) sedimenteissä orgaanisen aineksen osuus on keskimääräistä suurempi, mikä selittyy sillä että matalissa lahdissa orgaanisen materiaalin kerrostuminen on suurempaa. Esimerkiksi Lukkarinlahdella aines kerrostuu helposti lahden syvimpään kohtaan, joka on yli 2 metriä, ja kapea lahden suu, joka on matalampi ja karikkoinen, hidastaa veden vaihtumista.



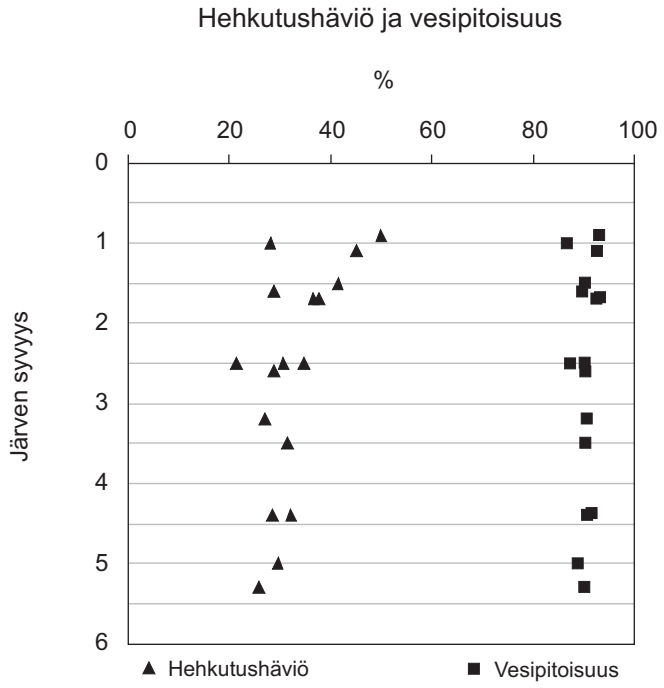
Kuva 12. *Narvijärven pintasedimenttinäytteistä mitattuja redox-potentiaaleja.*



Kuva 13. *Vesipitoisuudet Narvijärven pintasedimenttinäytteissä.*

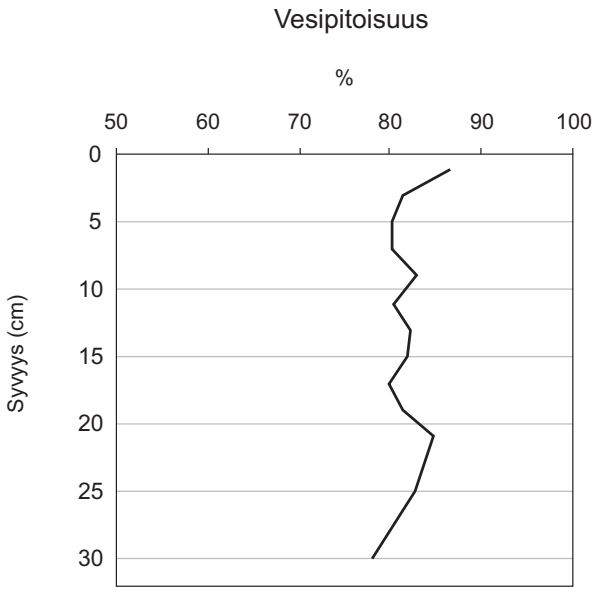


Kuva 14. *Narvijärven pintasedimenttinäytteiden hehkutushäviöt.*

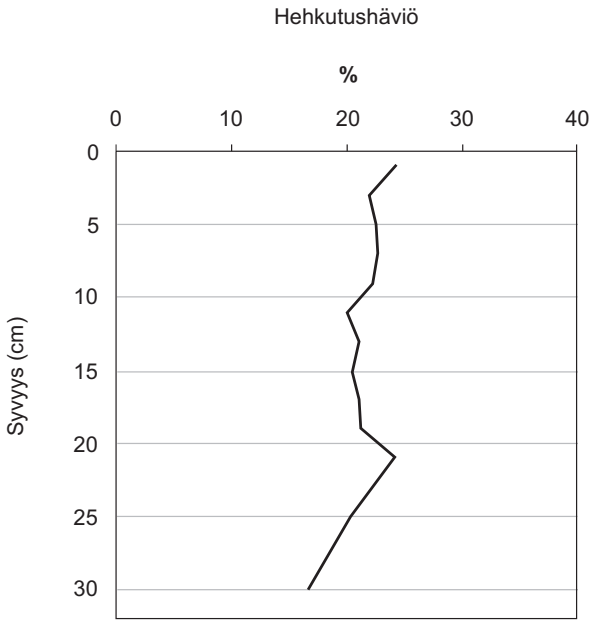


***Kuva 15**. Narvijärven pintasedimenttien hehkutushäviöt ja vesipitoisuudet suhteessa näytteenottosyvyyteen.*

Sedimenttiprofiilin osanäytteiden vesipitoisuudet ja hehkutushäviöt on esitetty kuvissa 16 ja 17. Vesipitoisuus pysyttelee melko samanlaisena kaikissa profiilin näytteissä. Heikko vesipitoisuuden keskimääräinen kasvu pintaa kohti on kuitenkin havaittavissa, mikä selittyy alempien sedimenttien suuremmalla kokoonpuristuvuudella, samalla tavalla kuin Lutanjärvessä. Sedimenttien hehkutushäviön suuruus on kaikissa näytteissä alle 25 %. Myös hehkutushäviö on pysynyt melko tasaisena, ja pintaa kohti hehkutushäviö hieman nousee. Näyttää siltä että orgaanisen aineksen määrä Narvijärven sedimenteissä on hieman kasvussa. Tilanne on verrattavissa Lutanjärveen, paitsi että Narvijärvessä kasvu on hitaampaa ja muutokset vähittäisempiä.



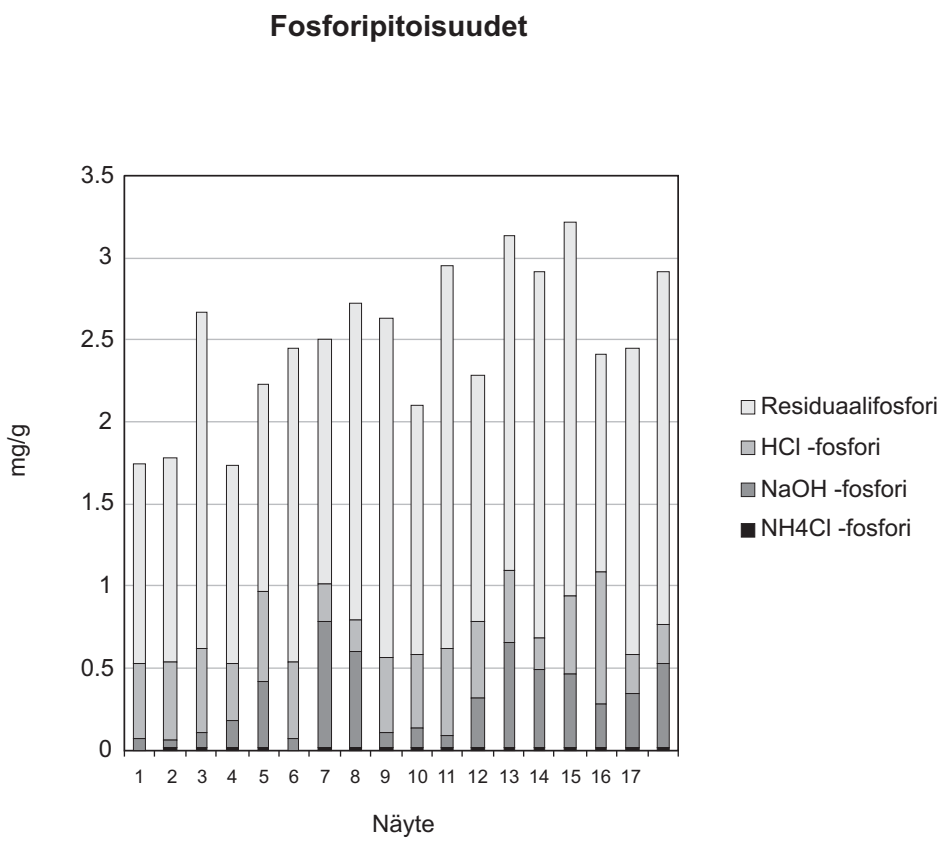
Kuva 16. *Narvijärven sedimenttiprofiilin osanäytteiden vesipitoisuudet.*



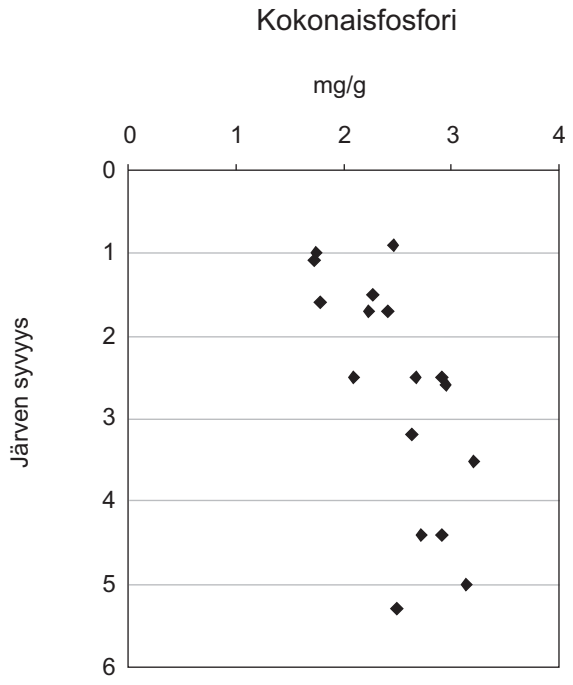
Kuva 17. *Narvijärven sedimenttiprofiilin osanäytteiden hehkutushäviöt.*

Fosforianalyysi

Pintasedimenttien kokonaisfosforipitoisuus (kuvat 18 ja 19) vaihtelee välillä 1.7 mg/g - 3.2 mg/g. Sedimenttiin sitoutuneen kokonaisfosforin määrä on hieman korkeampi järven syvänteissä kuin järven matalissa osissa. Suoraan kasvillisuuden käytössä olevan NH_4Cl-liukoisen fosforin määrä on kaikissa näytteissä erittäin pieni. Metallioksideihin sitoutuneen helppoliukoisen (NaOH-liukoisen) fosforin osuus on myös kohtalaisen pieni, ja sen määrä näytteissä vaihtelee välillä 0.05–0.7 mg/g, mikä on noin 3-20 % kokonaisfosforin määrästä. Suurimmat NaOH-liukoisen fosforin määrät tavataan näytteissä 7, 8, 13, 14, 15 ja 18, jotka edustavat järven syvimpiä paikkoja. Syvältä otetuista näytteistä ainoastaan näytteessä 6 NaOH-liukoisen fosforin määrä on pieni. Näyte edustaa profiilinäytteen yläosaa, ja johtuen hieman erilaisesta näytteenotto-olosuhteista se ei ole suoraan verrattavissa muihin pintasedimenttinäytteisiin. Kuten Lutanjärvessä, suurin osa fosforista on vaikealiukoisessa muodossa (orgaaniseen ainekseen sitoutunut residuaalifosfori ja HCL-liukoinen apatiittifosfori).

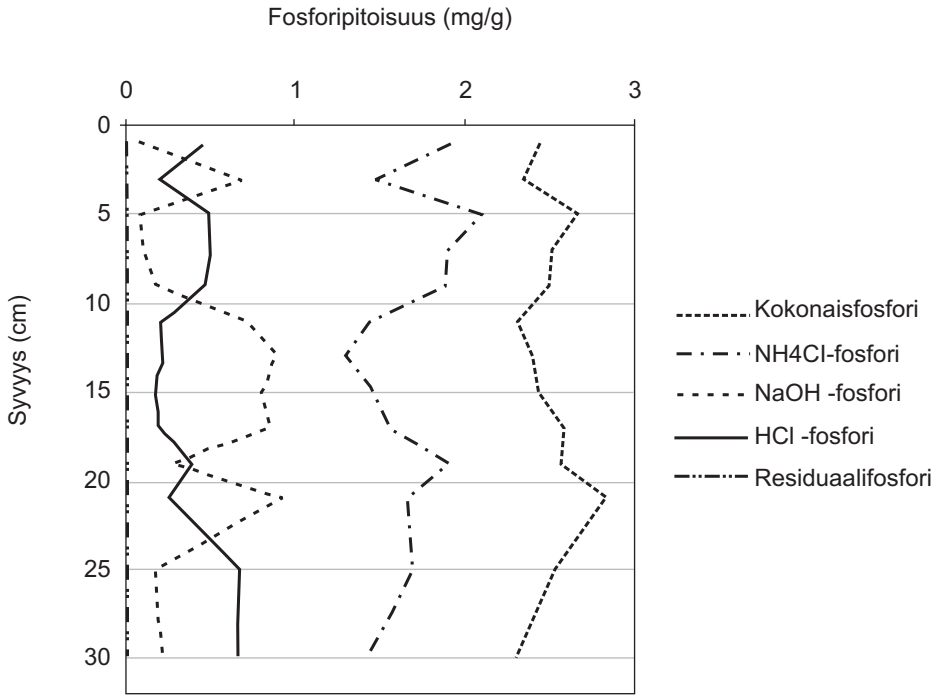


Kuva 18. *Narvijärven pintasedimenttinäytteiden sisältämät fosforipitoisuudet.*



Kuva 19. *Narvijärven pintasedimenttien sisältämät kokonaisfosforipitoisuudet suhteessa näytteenottosyvyyteen.*

Sedimenttiprofiilin osanäytteiden kokonaisfosforipitoisuudet ovat hieman alle 3 mg/g (Kuva 20). Fosforin määrä vaihtelee tasaisesti noin 2.3 mg/g:n ja 2.8mg/g:n välillä koko näyteprofiilin edustaman jakson ajan. Muidenkin fosforin jakeiden määrät pysyvät pienestä vaihtelusta huolimatta keskimäärin samanlaisina koko profiilin ajan. NH_4Cl-liukoisen fosforin määrä on profiilinäytteissäkin häviävän pieni. Helppoliukoisen NaOH-liukoisen fosforin määrä on myös melko pieni, keskimäärin noin 0.45 mg/g. HCl-liukoisen apatiittifosforin määrä on keskimäärin noin 0.37 mg/g. Toisin kuin Lutanjärven sedimenteissä, NaOH-liukoisen fosforin osuus kokonaisfosforin määrästä on HCl-liukoista fosforin osuutta suurempi.

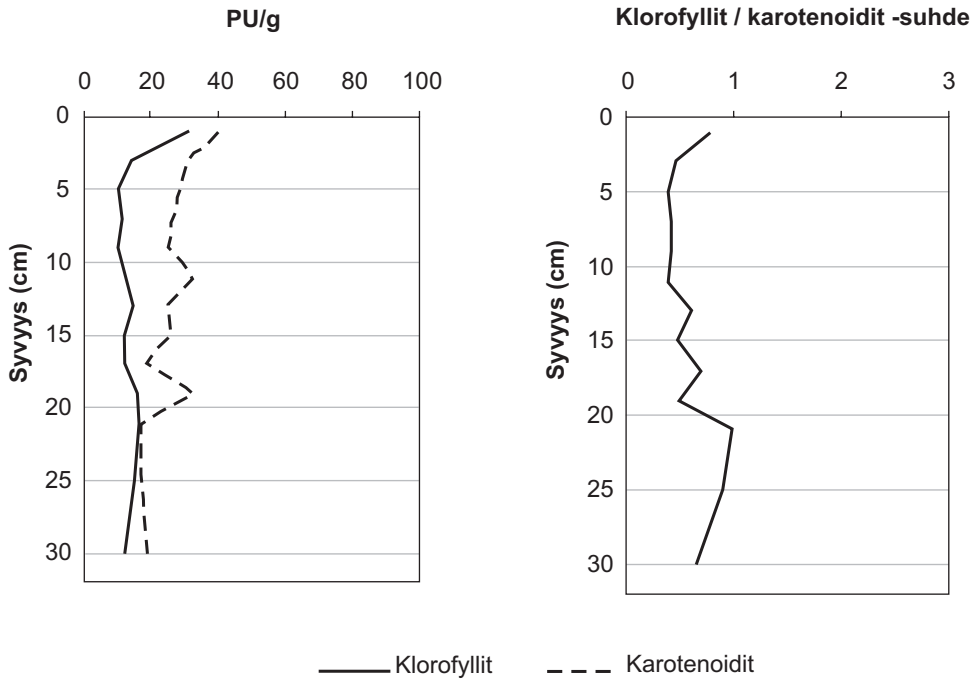


Kuva 20. *Narvijärven sedimenttiprofiilin osanäytteiden sisältämät fosforipitoisuudet.*

Suurimmassa osassa järveä kokonaisfosforipitoisuus vaihtelee 2-3 mg/g välillä. Fosforipitoisuudet ovat melko korkeita muihin suomalaisiin järviin verrattuna. Mm. Valpolan (2000) pro gradu – työssä 58 erilaisen järven tutkimuksessa fosforipitoisuuden keskiarvo oli 1.71 mg/g. Tutkimuksessa mukana olleen Narvijärven kokonaisfosforipitoisuus oli tutkimuksen suurin.

Vaikka fosforimäärät ovat korkeahkoja, suurin osa fosforista on vaikealiukoisessa muodossa, ja kasvillisuuden käytössä olevan NH_4Cl-liukoisen fosforin määrä on hyvin pieni, ja myös metalleihin sitoutuneen NaOH-liukoisen fosforin määrät ovat kohtalaisen pieniä. Fosforin erilaisten fraktioiden määrät ovat pienestä vaihtelusta huolimatta pysyneet keskimäärin samanlaisina koko näyteprofiilin edustaman jakson ajan, ja mikäli olosuhteet valuma-alueella pysyvät samanlaisina ei suuria muutoksia fosforin määrässä ole odotettavissa. Fosforin määrien nopea vaihtelevuus syvyyden suhteen voi kuitenkin indikoida sitä, että mikäli järvellä ja valuma-alueella tapahtuu muutoksia, sedimentit reagoivat niihin melko nopeasti.

Koska potentiaalisen sisäkuormittavan NaOH-fosforin määrä järven sedimenteissä on pysynyt pienenä koko näyteprofiilin edustaman jakson ajan negatiivisista redox-arvoista huolimatta, ei järvessä piile suurta sisäkuormituksen vaaraa. Kuten Lutanjärven kohdalla jo todettiin, on kuitenkin mahdollista, että osa fosforista ei ole lainkaan sitoutunut sedimenttiin vaan se on jatkuvasti käytössä ravinnekierrossa (Valpola 2002).



Kuva 21. *Pigmenttimäärät ja klorofyllit/karotenoidit – suhde Narvijärven profiilinäytteessä.*

Pigmenttianalyysi

Narvijärven pigmenttianalyysin tulokset on esitetty kuvassa 21. Klorofyllien määrä pysyy tasaisena syvyydellä 32-4 cm, kunnes pintaosassa klorofyllien määrä lisääntyy hieman. Karotenoidien määrä vaihtelee, mutta pysyy koko profiilin ajan keskimäärin noin 25 PU/g:n tasolla, kunnes 4 cm kohdalla myös karotenoidien määrä lisääntyy hieman. Määrät vastaavat tyypillisiä eutrofisissa järvissä tavattavia määriä (Bengtsson & Enell 1986). Arvot ovat jonkin verran pienempiä kuin Lutanjärvessä, mutta myös Narvijärven pigmenttimäärät ovat niin korkeita, että järven tuottavuutta voidaan pitää korkeana.

Klorofyllit/karotenoidit -suhde vaihtelee jonkin verran sedimenttipatsaan alaosassa. Alloktonisen orgaanisen aineksen merkittävää määrää kuvaava 0.6:n suhdeluku ylittyy paikoitellen, kun taas esim. välillä 16-3 cm suhdeluku jää alle 0.6:n. Kehityksen voidaan tulkita indikoivan vaihteluita ulkoisen kuormituksen määrässä. Samat valuma-alueella tapahtuneet muutokset ovat voineet vaikuttaa myös fosforin määrän ja hehkutushäviön vaihteluun ajan kuluessa.

Yleiskuva Narvijärven sedimentin tilasta

Narvijärvi on pinta-alaltaan suuri järvi, jossa on useita pieniä lahtia ja yksi suurempi keskisyvänteen alue. Järven vyöhykkeellisyydestä huolimatta pohjan sedimentti on melko tasalaatuista järven eri osissa. Sulfidi-raidat järven syvänteiden sedimenteissä kertovat pohjan hapettomista olosuhteista järven syvimmissä kohdissa. Happitilanne ei ole kuitenkaan joka puolella järveä yhtä heikko, mikä on erona esim. Lutanjärveen, jossa pohjasedimentti on vähähappista koko järven alueella.

Narvijärven kokonaisfosforipitoisuudet ovat melko korkeita, mutta koska sisäkuormituksen kannalta kriittisen NaOH-liukoisen fosforin määrä sedimenteissä on melko pieni, ei sisäkuormitusprosessin käynnistyminen ole todennäköistä. On kuitenkin mahdollista, että syvänteiden vähähappisissa olosuhteissa osa fosforista on jo liuennut veteen, ja on siten kokoajan kasvillisuuden ja eliöstön käytössä. Nykyisessä tilanteessa suoraan sedimenttiin kohdistuvat toimenpiteet (ruoppaukset, kemiallinen käsittely ym.) eivät ole järven kunnostuksen kannalta kovinkaan hyödyllisiä.

Tutkitun sedimenttiprofiilin edustaman jakson aikana on järvellä ja sen valuma-alueella tapahtunut luultavasti muutoksia, joiden vaikutus näkyy myös sedimentissä. Olosuhteiden vaihtelusta huolimatta sedimentin tila on kuitenkin säilynyt keskimäärin samanlaisena. Ainoastaan sedimentin pintaosassa on nähtävissä muutoksia (esim. sulfidi-raitojen ilmestyminen) mahdollisesti huonompaan suuntaan. Näyttää kuitenkin siltä, että mikäli olosuhteet Narvijärvellä ja sen valuma-alueella pysyvät ennallaan, ei järven pohjan tila tule olennaisesti muuttumaan.

Narvijärven syvyysluotaukset

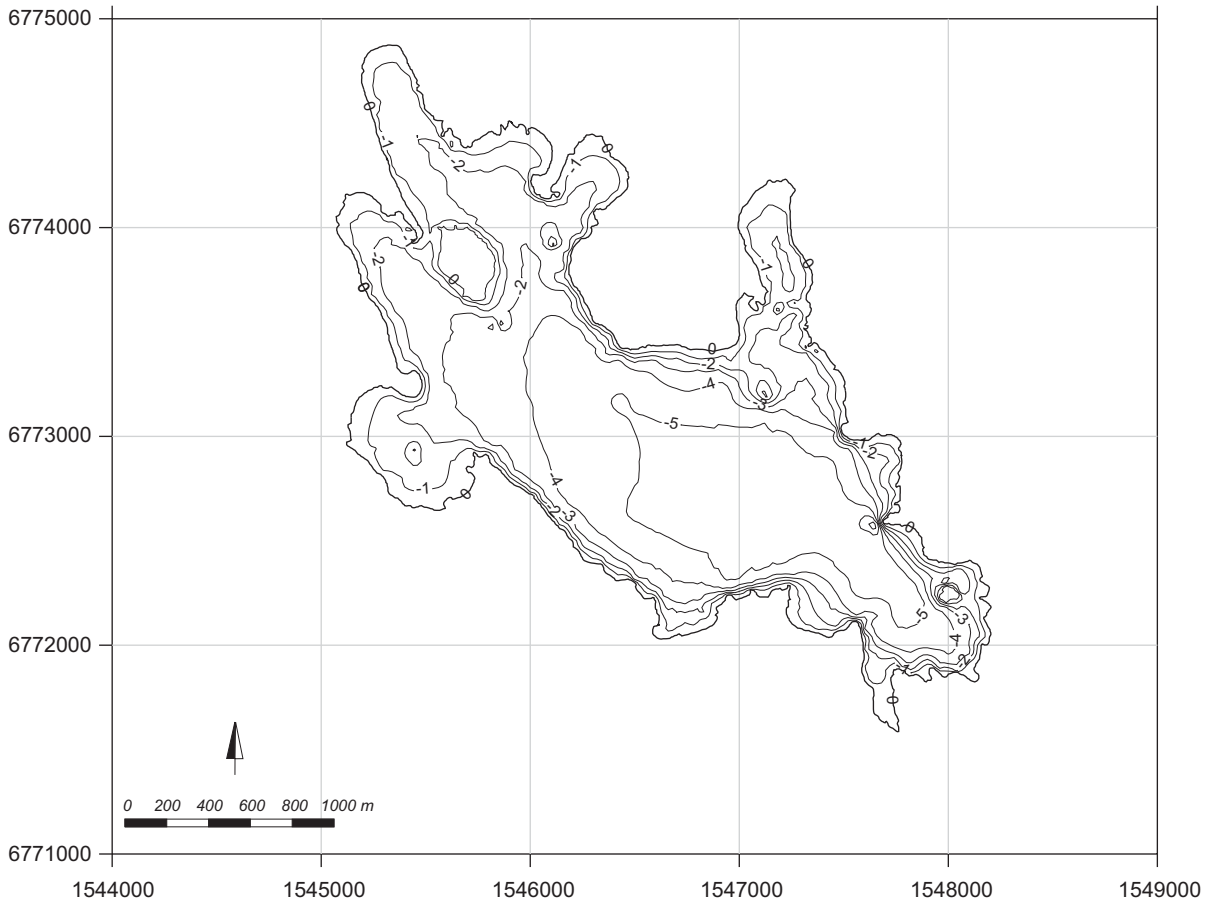
Leena Klemola
Turun yliopisto / Geologian laitos
Tutkimusmenetelmät

Syvyysluotaukset tehtiin Lutanjärvellä ja Narvijärvellä 1.-5.9.2003. Tutkimuspäivinä sää oli syksyisen viileä ja tuuli vaihteli heikosta voimakkaaseen. Kuivan ja lämpimän kesän jälkeen järvien vedenpinta oli useita kymmeniä senttimetrejä keskimääräistä matalampi.

Syvyysluotaukset tehtiin SI-TEX HE-256 -kaikuluotaimella. Narvijärvellä käytössä oli moottori, jota käytettäessä kulkunopeus oli noin 4-5 km/h. Järvet luodattiin n. 50 metrin välein yhdensuuntaisia linjoja pitkin, ja molemmilta järviltä tehtiin myös joitakin poikittaissuuntaisia linjoja. Karikot ja matalikkojen kasvillisuus esti paikoitellen suorien linjojen vetämisen, samoin voimakas tuuli aiheutti joskus linjojen pientä vääristymistä. Tulosten luotettavuuden varmistamiseksi syvyys mitattiin joistain paikoista myös mittanauhalla sekä pienikokoisella Inari-kaikuluotaimella, joilla voitiin mitata järven syvyys yksittäisistä pisteistä. Luotauslinjoilta kerättiin gps-pisteitä, joiden perusteella ne myöhemmin sijoitettiin kartalle.

Kaikuluotaimen asetukset oli säädetty siten, että paperin syöttönopeus (speed) oli pienin mahdollinen eli 1 cm/min, ja syvyysasteikko (depth) 8 metriä. Matalissa ja paljon kasvillisuutta sisältävissä paikoissa käytettiin joskus myös 4 metrin syvyysskaalaa, jolloin luotaimen erotuskyky oli parempi. White line -toiminto, joka piirtää luotausprofiiliin valkoisen alueen heti pohjaviivan alapuolelle, oli päällä, ja luotaimen piirtoherkkyytenä (gain) käytettiin arvoa 3.

Paperisessa muodossa olleet kaikuluotausprofiilit tulkittiin, ja syvyystiedot siirrettiin Golden Software Surfer (vers. 7) -ohjelmaan, jolla järvien syvyyskartat valmistettiin. Syvyysluotauksen virhemarginaali on oletettavasti noin 0,5 metriä.



Kuva 22. *Narvijärven syvyyskartta.*

Tulokset ja niiden tarkastelu

Narvijärven syvyyskartta on esitetty kuvassa 22. Narvijärvi on pinta-alaltaan 412 hehtaaria, ja järvessä on useita pieniä ja matalia lahtia, jotka ovat syvyydeltään pääsääntöisesti alle 2 metriä. Järven keskisyvänne on noin 5 metriä syvä. Narvijärven syvin kohta sijaitsee järven itärannalla, Valkkispäännokan edustalla, ja sen syvyys on noin 7,4 metriä. Tämä syvä kohta sijaitsee vain muutamien metrien päässä rannasta ja on pinta-alaltaan hyvin pieni.

Narvijärven kuormitus

Yleistä

Vesistöä kuormittavat ravinteet ovat peräisin yhdyskunnan ja teollisuuden pistekuormituksesta sekä maa- ja metsätalouden ja haja-asutuksen hajakuormituksesta. Tämän lisäksi ravinteita joutuu vesistöön luonnollisen huuhtouman ja ilmalaskeuman kautta. Nykyään hajakuormitus vastaa yli 70 %:sta kokonaiskuormituksesta. Tärkeimmät vesistöä rehevöittävät ravinteet ovat typpi ja fosfori. Vesistökuormitusta voidaan arvioida laskennallisella menetelmillä. Narvijärven valuma-alueen laskennallinen fosfori- ja typpikuormitus saatiin laskemalla asutuksen, maa- ja metsätalouden, turvetuotannon, luonnonhuuhtouman ja ilmalaskeuman yhteiskuormitus.

Asutus

Asutuksen pääasiallinen vesistökuormitus syntyy jätevesien kautta. Jätevedet jaetaan harmaisiin ja mustiin jätevesiin. Harmaat jätevedet ovat peräisin asumisesta syntyneistä pesuvesistä, kuten peseytymis-, astianpesu- ja pyykinpesuvesistä. Mustat jätevedet koostuvat vesikäymälöiden huuhteluvesistä. Noin 45 % jätevesistä on peseytymisvesiä, 20 % ruuanlaiton ja astianpesun yhteydessä syntyneitä vesiä, 15 % pyykinpesun jätevesiä. Wc:n huuhtelut tuottavat noin 15 % jätevesien kokonaismäärästä (Suomen vesiensuojeluyhdistysten liitto 2002). Jätevesien määrään vaikuttavat asututtua kiinteistöä käyttävien henkilöiden lukumäärä ja käyttöaika, vedensaanti, kulutustottumukset sekä myös kotitalouksien ja vapaa-ajan rakennusten varustelutaso.

Kiinteistöjen yleistiedot

Narvijärven asutuksen aiheuttamaa vesistökuormitusta selvitettiin kuormituskyselyllä sekä käyttäen kartta- ja väestörekisteritietoja. Narvijärven valuma-alueella on noin 337 kiinteistöä, joista 16 on vakituisesti asuttuja ja noin 250 on vapaa-ajan käytössä. Muita kiinteistöjen käyttömuotoja ovat maa- ja metsätalous, Salamakallion tanssilava ja kunnallinen uimaranta.

Kyselytutkimus suoritettiin kahdessa vaiheessa satunnaisesti valittuina otoksina. Yhteensä kyselylomakkeita lähetettiin 184 kpl. Ensimmäiseen kyselyyn vastasi 41 kpl (44,6%) ja toiseen kyselyyn 56 kpl (60,9%). Vastaukset koostuivat 5:stä vakituisesti asutusta kiinteistöstä, 83:sta vapaa-ajan asunnosta sekä maa- ja metsätaloutta harjoittavista 21:stä kiinteistöstä.

Taulukko 14. Rakennusten käyttömuodot ja etäisyys järvestä

Rakennus	< 100	100-200	200-500	> 500
Omakotitalo	1		-	10
Vapaa-ajan asunto	189	1	1	1
Sauna	28	-	-	3
Käymälä	62	2	1	2
Karjasuoja	-	-	-	1
Tanssilava	-	1	-	-

Taulukossa 14 on esitetty valuma-alueella sijaitsevat rakennukset, joissa syntyy talousjätevesiä tai käymäläjätettä. Vakituinen asutus sijaitsee melko kaukana järvestä, joten sen vaikutus järven tilaan on vähäinen. Sen sijaan vapaa-ajan rakennukset keskittyvät hyvin lähelle rantaviivaa. Loma-asunnot, saunarakennukset ja käymälät sijaitsevat keskimäärin 20 metrin päästä rannasta.

Narvijärven valuma-alueen vakituiset asukkaat saavat juoma-, ruoka- ja peseytymisvedet pääasiassa omasta kaivosta. Pääosin juomavesikaivot ovat porakaivoja. Sen sijaan loma-asukkaat tuovat tarvitsemansa juoma- ja ruuanlaittoveden muualta, pääasiassa kotoaan. Peseytymis- ja saunavedet vapaa-ajan asutus ottaa joko pumppaamalla vettä järvestä tai keräämällä sadevettä talteen (taulukko 15).

Taulukko 15. Talousveden ja muun käyttöveden lähteet

Talousvesi	Kunnallinen	Oma kaivo	Yhteinen kaivo	Lähde	Muualta
Vakituinen asutus	-	4	-	-	-
Vapaa-ajan asutus	-	13	3	4	60
Muu käyttövesi	Vesijohto	Kaivo	Järvi	Sadevesi	Muu
Vakituinen asutus	-	3	1	-	-
Vapaa-ajan asutus	13	7	58	10	-

Vapaa-ajan asuntojen käyttöaikaan ja vedenkulutukseen vaikuttaa asunnon varustelutaso. Taulukossa 16 on esitetty sekä vakinaisen että vapaa-ajan asuntojen varustelutasoa. Sähköt ovat kaikissa vakituisesti asutuissa kiinteistöissä. Vapaa-ajan asuntojen osalta sähköt ovat noin 77 %:lla kiinteistöistä. Juoksevaa vettä on lähes kaikilla vakituisesti asutuilla kiinteistöillä. Sen sijaan vain 26 %:lla mökkiläisistä on juoksevaa vettä käytettävissä, joka pääosin saadaan järvestä tai kaivosta joko käsin tai sähköisesti pumppaamalla.

Taulukko 16. Kiinteistöjen varustelutaso

Varustelutaso	Sähkö	Lämminvesi-varaaja	Juokseva vesi	Sähkö-/käsipumppu
Vakituinen asutus	5	4	4	-
Vapaa-ajan asutus	65	8	22	15

Vakituisen ja vapaa-ajan asuntojen jätevedet

Haja-asutuksen jätevesien käsittelystä on annettu asetus, joka tuli voimaan vuoden 2004 alussa. Asetus velvoittaa viemäriverkon ulkopuolella olevia kansalaisia hoitamaan kiinteistökohtaiset talousjätevesien käsittelyn asetuksen vähimmäisvaa-

timusten mukaan. Jätevesien käsittelyyn kaivataan parannuksia, sillä osa käytössä olevista käsittelylaitteista toimii puutteellisesti tai ovat teknologialtaan vanhentuneita.

Narvijärven jätevesikuormitus on pääosin vapaa-ajan asukkaiden saunomisesta syntynyttä harmaata jätevettä. Vakituisen asumisen jätevedet ovat peräisin talousvesien käytöstä; ruuanlaitosta, peseytymisestä ja pyykinpesusta (taulukko 17).

Taulukko 17. Vedenkäyttökohteet ja jätevesien syntylähteet

Veden käyttö	Keittiö	Sauna	Suihku	Pyykki
Vakinainen asutus	5	5	2	5
Vapaa-ajan asutus	63	88	8	5

Jätevesien käsittelyn tehokkuus ja menetelmät vaihtelevat Narvijärven kiinteistöjen välillä (taulukko 5). Vakituinen asutus käsittelee kaikki jätevetensä (harmaat ja mustat vedet) saostuskaivojärjestelmässä. Saostuskaivot ovat rakenteeltaan joko kaksi- tai kolmiosaisia, joita puhdistetaan yhdestä kahteen kertaan vuodessa. Vapaa-ajan asutuksen jätevesien käsittely on vaihtelevampaa. Yleisimmät käsittelymenetelmät ovat saostuskaivo (40,7 %), imetytyskuoppa (31,9 %) ja maaperä (23,1 %). Vapaa-ajan kiinteistöissä ei ole yleensä keskitettyä jätevesien puhdistusjärjestelmää vaan ne käsitellään erillisesti, lähellä syntypaikkaansa.

Taulukko 18. Harmaiden jätevesien käsittelymenetelmät

	Yhteispuhdistus	Umpisäiliö	Saostuskaivo	Imeytyskuoppa	Maaperä
Vakituinen asutus	4	-	5	-	-
Keittiö	4	-	5	-	-
Sauna	4	-	5	-	-
Suihku	2	-	2	-	-
Pyykki	4	-	4	-	-
Vapaa-ajan asutus	1	4	37	29	21
Keittiö	-	3	30	21	11
Sauna	-	-	7	-	-
Pyykki	1	1	2	-	-

Jätevesien jatkokäsittely on vähäistä, ja jätevedet ohjataan saostuskaivon jälkeen läheisiin avo-ojiin tai maaperään (taulukko 6). Vapaa-ajan asunnoissa harmaita jätevesiä on jatkokäsitelty tehokkaammin. Saostuskaivokäsittelyn jälkeen noin 48 % mökkiläisistä käsittelee jätevetensä vielä imeyttämössä tai suodattamossa.

Taulukko 19. Saostuskaivon jälkeinen jatkokäsittely

Saostuskaivo	Avo-oja	Maaperä	Pienpuhdistamo	Imeyttämö	Suodattamo
Vakituinen asutus	4	-	1	1	-
Vapaa-ajan asutus	-	34	-	22	9

Käymäläjätevesien käsittely

Narvijärven valuma-alueella vesikäymälöiden määrä on vähäinen, koska suurin osa vapaa-ajan asuntojen käymälöistä on ulkohuusseja (taulukko 20). Vesikäymälöitä on ilmoitettu olevan 8 %:lla kiinteistöistä. Kuivakäymälöiden osuus on 41 %, kompostikäymälöiden 28 % ja muiden käymälä muotojen 18%.

Taulukko 20. Vakituisen asutuksen ja vapaa-ajan asuntojen käymälätyypit

Käymälätyyppi	Vakituinena asutus	Vapaa-ajan asutus
Vesikäymälä	5	4
Biologinen käymälä	-	3
Erotteleva käymälä	-	7
Kuivakäymälä	1	31
Vähävetinen käymälä	-	1
Kompostikäymälä	-	21
Muu	-	3

Vesikäymälöissä syntynyttä jätevettä puhdistetaan pääosin saostuskaivossa, jonka jälkeen puhdistunut jätevesi johdetaan avo-ojaan tai maaperään (taulukko 21). Kuivakäymälöissä syntynyt kuivajätettä käsitellään monilla eri tavoilla. Valtaosa kuivakäymäläjätteestä on kaivettu maaperään maatumaan (32 %) tai sen on antanut maatua paikoilleen (30 %). Muita jatkokäsittely menetelmiä ovat olleet imeytyskuoppa (15 %), kompostointi (7 %) ja kaatopaikalle vieminen (10 %). Kompostoitunutta käymäläjätettä on käytetty myöhemmin lannoitteena puutarhassa, metsässä tai pelloilla.

Taulukko 21. Käymäläjätevesien käsittelymenetelmät ja jatkokäsittely

	umpisäiliö	saostuskaivo	imeytyskuoppa	maaperä	
Vakituinen asutus	-	5	-	-	
Vapaa-ajan asutus	16	8	16	13	
Jatkokäsittely	avo-oja	maaperä	pienpuhdistamo	imeyttämö	suodattamo
Vakituinen asutus	3	-	1	1	-
Vapaa-ajan asutus	-	8	-	7	-

Kuormituskyselyllä tutkittiin myös vastaajien halukkuutta parantaa kiinteistöjensä jätevesien käsittelyä. Vastaajista 18 % oli kiinnostunut parantamaan jätevesien käsittelyä lähitulevaisuudessa, ja 36 % vastaajista ilmoitti tekevänsä lain vaatimat parannukset myöhemmin. Sen sijaan 27 % vastaajista ei nähnyt parannustarpeita jätevesijärjestelmiensä osalta ja 17 % ei ilmoittanut kantaansa. Rahallinen panos jätevesijärjestelmien parantamiseen vaihteli 500:sta 1000:een euroon.

Maa- ja metsätalous

Narvijärven valuma-alueella on peltoa noin 2 km^2 ja metsää ja suomaata 12,6 km^2. Kyselyyn vastanneista maa- ja/tai metsätaloutta on ilmoittanut harjoittavansa 21 henkilöä. Maataloutta harjoitetaan seitsemällä kiinteistöllä, joista kaksi ovat kuluneet ympäristötuen piiriin. Yhtään erityistukisopimusta ei ollut solmittu, ja vain yksi on ilmoittanut halukkuutensa solmia erityistukisopimuksen. Yksi vastanneis-

ta on halunnut myös projektiapua erityistukihakemuksen suunnitteluun ja hakuun. Lannoituksen määrä ja kylvämisen vuodenaika ei selvinnyt vastauksista. Kyselyn vastaukset kattavat 24,3 ha valuma-alueesta.

Metsätaloutta on ilmoittanut harjoittavansa 14 henkilöä. Näiden vastanneiden kiinteistöjen metsäpinta-ala on 90,8 ha. Viimeisen viiden vuoden aikana vastanneilla metsäkiinteistöillä on tehty seuraavia toimenpiteitä. Uudishakkattua metsää on 1,2 ha ja harvennushakkattua 9,5 ha ja muita toimenpiteitä ei ole tehty viime vuosina.

Narvijärven laskennallinen fosfori- ja typpikuormitus

Narvijärven valuma-alueelta järveen kohdistuva hajakuormitus on laskettu ominaiskuormitusarvoja käyttäen, kuten Krogerus ym. (1996) ovat esittäneet. Kaikkien hajakuormitus lähteiden yhteen laskettu typpikuormitus on suuruudeltaan 13044 kg/a ja fosforikuormitus 587,8 kg/a (taulukko 23).

Asutus ja vapaa-aika

Asutuksen kuormitus on laskettu huomioimalla vakituiseen ja vapaa-ajan asutukseen kuuluvien kiinteistöjen vuotuinen käyttöaika henkilövuorokausina. Henkilövuorokaudet on kerrattu jokaisen kiinteistön henkilövuorokausien määrällä ja kuormittajan omalla ominaiskuormitusarvolla (taulukko 22). Käytetyt ominaiskuormitusarvot huomioivat kiinteistöjen etäisyyden vesistöön. Narvijärven vapaa-ajan asutus sijaitsee pääsääntöisesti alle 100 metriä rannasta, joten ominaiskuormitusarvo kaikille kiinteistöille oli sama. Tällöin yhden ihmisen aiheuttama fosforikuormitus on 1,15 g/päivä ja typenkuormitus 8,05 g/päivä. Vakituisen haja-asutuksen aiheuttama kuormitus on arvioitu päästölähteen sijainnin mukaan.

Taulukko 22. Typen ja fosforin ominaiskuormitusarvot haja-asutukselle.

Etäisyys	Fosfori	Typpi
< 100 m	1,92	13,42
100-200 m	1,37	10,14
200-500 m	0,82	4,93
> 500 m	0,27	1,64

Narvijärven valuma-alueella on 16 kpl vakituisia ja noin 250 kpl vapaa-ajan asuntoja. Vapaa-ajan asuntoja käyttää keskimäärin 2,97 henkilöä/asunto. Narvijärven rannalla on myös Salamakallion tanssipaikka, jonka käyttäjämääräksi on laskettu 200 henkilöä ja käyttöajaksi noin 15 päivää vuodessa. Lisäksi alueella on kunnan omistama uimaranta ja sauna. Uimarannalla kävijä määrä on noin 5500 henkilöä vuodessa. Loma-asutuksesta on kertynyt 46217 henkilövuorokautta ja vakituisesta asutuksesta 19790 henkilövuorokautta vuotta kohden.

Vapaa-ajan asutus kuormittaa Narvijärveä 59,5 kg:lla fosforia ja typpeä 416 kg:lla vuodessa. Vakituisen haja-asutuksen fosforikuormitus on 12,6 kg ja typpikuormitus 86,7 kg vuodessa. Pistekuormittajana kunnan rantasaunan osuus vapaa-ajan asutuksen fosforikuormituksesta on 6,3 kg/vuosi ja typpikuormituksesta 44,3 kg/vuosi. Vapaa-ajan asutuksen fosforikuormitus on 13 % ja vakituisen asutuksen alle 3 % kokonaiskuormituksesta. Typpikuormitukseen asutuksella on vähäinen merkitys (alle 5%).

Maa- ja metsätalous

Maa- ja metsätaloudesta aiheutuvaa ravinnekuormitusta vesistöihin on seurattu pitkään. Maatalouden ravinnekuormitus on peräisin pääsääntöisesti viljelymaita, joista ravinteita huuhtoutuu veden virtausten mukana. Metsätalouden kuormitukseen vaikuttavat metsänhoitotoimenpiteet, kuten hakkuut, ojitukset, maanmuokkaukset ja lannoitukset. Vesistöön ravinteet kulkeutuvat pintavaluntana tai sitoutuneena kiintoainekseen. Vesitöihin ravinteet joutuvat kuivatusjärjestelmien, salaojien ja avo-ojien kautta (Puustinen 1999).

Maa- ja metsätalouden vesiensuojelutoimet keskittyvät ravinnehuuhtoutumien estämiseen tai jälkihoitomenetelmiin. Toimivia toimenpiteitä on runsaasti käytössä. Tärkeimmät keinot ovat viljely- ja maanmuokkaustekniikat, joiden avulla pyritään estämään ravinnehuuhtoumat. Toisaalta on keinoja, joilla sidotaan liikkeelle lähteneet ravinteet. Tällaisia ovat laskeutusaltaat, kosteikot, pintavaluntakentät, pohjapadot ym.

Narvijärven valuma-alueella viljelyalaa on noin 200 ha, metsäpinta-ala on noin 760 ha ja suomaista maata 500 ha. Nämä laskennalliset ympäristötyyppi tiedot pohjautuvat karttatietojen perusteella tehtyihin arvioihin. Narvijärven valuma-alueesta noin 10 % on peltoa, metsää 38 % ja suota 25 %.

Maatalouden kuormituksen arvioinnissa on käytetty Krogeruksen ym. (1996) määrittelemiä ominaiskuormitusarvoja. Peltoviljely aiheuttama fosforikuormitus on 0,96 kg/ha ja typpikuormitus 17 kg/ha. Nämä kuormitusarvot sisältävät peltoalan ja karjatalouden vaikutukset valuma-alueella. Metsätalouden kuormitusta laskettaessa, valuma-alueen suoalueiden on katsottu kuuluvan metsäalaan. Narvijärven valuma-alueella ei ole viimeisten kymmenen vuoden aikana tehty suuria ojituksia tai metsänhoitotoimia, jotka vaikuttaisivat metsätalouden kuormitukseen. Metsätalouden kuormituksen laskemisessa on käytetty Krogeruksen ym. (1996) aikaisemmin käyttämiä ominaiskuormitusarvoja, jotka ovat fosforilla 0,1 kg/ha ja typellä 2,5 kg/ha.

Vuosittainen maataloudesta aiheutuva fosforikuorma on 192 kg ja typpikuormitus 3400 kg/a. Metsä- ja suoalueista tuleva fosforikuormitus on 126 kg/a ja typpikuormitus 3150 kg/a. Narvijärven valuma-alueen fosforikuormituksesta vajaa 43 % on maataloudesta aiheutuvaa, kun taas metsätalous aiheuttaa noin 28 % vesistökuormituksen. Maa- ja metsätalous vastaa runsaasta 2/3 kokonaistyppikuormituksesta.

Luonnonhuuhtouma ja ilmalaskeuma

Luonnonhuuhtouma arvioitaessa on käytetty ominaisarvoja fosforilla 7 kg/km^2/a ja typellä 170 kg/km^2/a (Turkki 1998). Luonnonhuuhtouma on tärkeä kuormittaja Narvijärven valuma-alueella, mutta sen voi katsoa olevan luontaista kuormitusta, luonnollisten ainevirtaamien vuoksi. Laskelmien mukaan luonnonhuuhtouman fosforikuormituksen suuruus Narvijärven valuma-alueella on 140 kg/vuosi. Tämä on lähes samaa suuruus luokkaa metsä- ja suoalueilta poistuvan kuormituksen kanssa, kun eri päästölähteitä verrataan keskenään.

Ilmalaskeuman kuormitusvaikutus on fosforin osalta 14 mg/m^2/a ja typen osalta 629 mg/m^2/a. Nämä arvot on otettu Vuorenmaan ym. julkaisusta nimeltä Sadeveden laatu ja laskeuma Suomessa 1998. Suoraan Narvijärven vedenpinnalle laskeutuneen ainemäärän on katsottu aiheuttavan varsinaisen vesistökuormituksen (Turkki 1998) Laskeuman aiheuttama kuormitus Narvijärvelle pinta-alaan 412 ha nähden on 57,7 kg fosforia ja 2591 kg typpeä vuodessa. Ilmalaskeuman kuormitus on 13 % fosforikuormituksesta ja 27 % typpikuormituksesta. Ilmalaskeuman kuormitusvaikutus Narvijärvelle on suuri, koska Porin ja Harjavallan suuret metalli- ja

kivihiilivoimateollisuus levittää laajalle alueelle päästöjä. Toisaalta Narvijärven lähialueella on kolme vilkkaasti liikennöityjä valtatietä, joten liikenteen päästöt vaikuttavat merkittävästi ilman kautta tapahtuvaan kuormitukseen.

Taulukko 23. Narvijärven fosfori- ja typpikuormitus, loma- ja haja-asutuksen yksiköt ovat henkilövuorokausia, maatalouden ja metsämaiden yksiköt ovat hehtaareja.

Fosfori

Kuormittaja	Yksiköitä	ominaisarvo	yhteensä (kg)	%-osuus
Vapaa-ajan asutus	51717	0,00115	59,47	13,3
Vakituinen asutus	19790	0,0006396	12,66	2,8
Maatalous	200	0,96	192	42,9
Metsätalous	1260	0,1	126	28,1
Ilmalaskeuma	412	14	57,68	12,9
Luonnonhuuhtouma	20	7	140	-
Yhteensä			587,8	100

Typpi

Kuormittaja	Yksiköitä	ominaisarvo	yhteensä (kg)	%-osuus
Vapaa-ajan asutus	51717	0,00805	416,3	4,3
Vakituinen asutus	19790	0,004388	86,86	0,9
Maatalous	200	17	3400	35,3
Metsätalous	1260	2,5	3150	32,7
Ilmalaskeuma	412	629	2591,48	26,7
Luonnonhuuhtouma	20	170	3400	-
Yhteensä			13044,6	100

Narvijärveen kohdistuva ravinnekuormitus on kokonaisuudessaan typen osalta 13044 kg/vuosi ja fosforikuormitus osalta 587,8 kg/vuosi. Kuitenkin kymmenen viime vuoden aikana järviveden typpipitoisuus on ollut keskimäärin 672,5 mg/l ja fosforipitoisuus noin 22,6 μg/l. Kun veden ravinneainepitoisuudet muutetaan kilogrammoiksi, tarvittava määrä typpeä on 8043 kg ja fosforia 270 kg. Näin ollen kokonaiskuormituksesta liukenee veteen typpeä 60 % ja fosforia 45 %, loppu osa ravinteista sitoutuu eliöstöön ja pohjasedimenttiin tai poistuu järvestä menovirtaaman mukana.

Narvijärven ravinnetase

Narvijärven ravinnekuormitus on peräisin pääosin maa- ja metsätaloudesta sekä luonnonhuuhtoutumasta. Tämän lisäksi ilmalaskeuman kautta järveen tulee huomattava määrä typpeä. Merkittävin pistekuormittaja on kunnallinen uimaranta saunoineen. Ongelmalliseksi maatalouden kuormituksen osalta tekevät seuraavat seikat. Ensinnäkin maatalous keskittyy suurten tulouomien varrelle, joista Narvijärvi saa vetensä. Vain tehokkaat maatalouden vesiensuojelutyöt voivat vähentää maatalouden aiheuttamaa kuormitusta. Toisaalta metsät ja suot on ojitettu tiheästi 1950-luvulta lähtien, mikä on alentanut metsämaan ravinne- ja vedenpidätyskykyä. Metsä- ja suoalueita tulisikin ennallistaa luonnontilaansa tulevaisuudessa, jotta luonnollinen vedenkierto palautuisi valuma-alueella. Sen sijaan ilmalaskeuman vähentämistoimenpiteet ovat yhteydessä yleiseen ilmansuojeluun ja kaukokulkeutumiin, joihin ei paikallisesti voida paljonkaan vaikuttaa.

Vapaa-ajan asutuksen vaikutus Narvijärveen on merkittävä, koska rantakiinteistöt sijaitsevat lähellä rantaa ja rakennetut rannat viertävät järvelle. Tämän lisäksi jätevesien käsittely on melko vähäistä, mikä lisää ravinteiden huuhtoutumis-

ta järveen. Rantakiinteistöjen kasvillisuus on usein vähäistä ja maa kallioista, mikä heikentää ravinteiden sitoutumista kasvillisuuteen ja maaperään. Runsassateisina kesinä tai rankkasateiden aikana ravinteita voi huuhtoutua runsaasti rakennetuilta rantakiinteistöiltä. Vapaa-ajan asutus vastaakin noin 13 %:sta Narvijärven fosforin kokonaiskuormituksesta.

Ravinnepoistuma

Ravinteet poistuvat Narvijärvestä pääosin Narvinojaa myöten. Laskuojan virtaama vaihtelee suuresti säännöstelyn johdosta. Syksyllä 2003 tehdyssä virtausmittauksessa hetkellinen virtaama oli 0,0005 m^3/s, mikä oli erittäin vähäistä. Narviojan keskimääräinen (vuodet 1999-2002) fosforipitoisuus on ollut 26,4 mg/l ja typpipitoisuus 717 mg/l. Ojan kautta poistuu 0,5 l/s virtaamalla näin ollen 113 kg typpeä ja 4,2 kg fosforia vuodessa. Kuitenkin keskimääräinen vuosivirtaama vuosina 1991-2000 on noin 112 l/s. Näiden tietojen perusteella typpeä poistuisi noin 2533 kg ja fosforia 93 kg vuodessa. Prosenttiosuuden perusteella menovirtaaman kautta poistuu typpeä noin 19 % kokonaiskuormituksesta ja fosforia 16 %.

Osa ravinteista vajoaa pohjasedimentiksi, jolloin ne ovat pois ravinnekierrosta. Narvijärven nettosedimentaationopeus voidaan arvioida Canfieldin ja Bachmannin mallin mukaan ($s=0,162*(I/V)^{0,458}$ (I= tuleva ainemäärä ja V=vesitilavuus)). Tällöin fosforia sedimentoituu järven pohjalle arviolta noin 101 kg vuodessa.

Narvijärven kalastoon on laskennallisesti arvioitu sitoutuneen noin 562 kg fosforia, kun kalojen fosforimäärä on 0,91 % kalojen kokonaispainosta. Fosforia sitoutuu ravintoverkon kautta kalastoon noin 112 kg vuodessa, mutta fosforin palautuminen takasin vesistöön riippuu kalojen kuolleisuudesta, mitä ei Narvijärven osalta tiedetä. Muun eliöstön osalta ravinteiden sitoutumisnopeus ja ainemäärä on vaikeasti arvioitavissa (Seppänen 1985, Nyman 2003).

Kalastuksen aiheuttama ravinnepoistuma on verrattain vähäinen, sillä Narvijärvellä harrastekalastajien saalis on jäänyt noin 27 kg:aan. Tämän lisäksi koeverkkokalastuksessa saadut saaliit vuosina 1997 ja 2003 ovat olleet yhteensä 117,5 kg. Jos kalojen fosforipitoisuus on keskimäärin 0,91 % kokonaispainosta, on fosforia poistunut kalastuksen mukana noin 1,3 kg vuodessa.

Vesikasvien niitot ja pohjan ruoppaukset ovat olleet pienialaisia, joten niiden vaikutukset ovat fosforipoistumaan vähäiset. Teoreettisesti arvioituna 10000 kg poistettua vesikasvibiomassaa vastaa noin 2,2 kg fosforia. Sen sijaan laajojen ruoppausten mukana fosforipoistuma voisi olla merkittäväkin, sillä Narvijärven sedimentin fosforipitoisuus vaihtelee 1,7-3,2 mg/g. Ruoppaamalla noin 10000 kg lietettä fosforia saattaisi poistua keskimäärin 25 kg.

Fosforin kokonaispoistuma Narvijärvestä on alle 100 kg, mikä poistuu pääasiassa menovirtaaman kautta. Poistuvan fosforin määrä kokonaiskuormituksesta on 17 %. Loput fosforista on sitoutunut ravinneverkon eliöstöön tai sedimentoitunut pohjalle.

Kriittinen ravinnekuormitus

Narvijärven kriittinen fosforikuormitus ylittyy Vollenweiderin laskentamallia käyttäen ($I=0,05*V*Z^{-0,4}$ (V= järven tilavuus (m^3) ja Z= keskisyvyys (m)) (Frisk 1978, Wright ym. 1993) Laskettu raja-arvo on 390 kg vuodessa, kun ulkoinen kuormitus on 588 kg vuodessa. Ulkoinen kuormitus on 1,5-kertaa suurempaa, mitä järven tasapainotila sallisi. Tästä johtuen järven on erittäin häiriöherkässä tilassa, ja vaarana on järven ylirehevöityminen.

Narvijärven sisäinen kuormitus

Sedimenttiin sitoutuu ravinteista merkittäviä määriä joko kemiallisten tai biologisten prosessien kautta. Narvijärvellä sedimentin fosforipitoisuus vaihtelee 1,7-3,2 mg/g välillä, joten pohjasedimentissä on suuri ravinneainepotentiaali olemassa. Ravinteiden liukenemiseen vaikuttaa happipitoisuus, pH ja aineiden välinen ero vesifaasin ja sedimentin välillä. Laboratoriokokeissa on todettu, että keskimäärin sedimentistä liukenee fosforia veteen noin 2-10 mg/m^2 vuorokaudessa hapekkaissa olosuhteissa ja hapettomissa 18-25 mg/m^2 vuorokautta kohti (Hooli ym 1977). Karkeasti arvioiden sedimentistä saattaisi liueta tai vapautua fosforia kolloidisena, liuenneena orgaanisena sekä kiintoaineeseen sitoutuneena fosforina noin 8,2-41,4 kg/ vrk kohti, vaikka happiolosuhteet ja veden pH-arvot olisivatkin epäedulliset fosforin liukenemiselle.

Narvijärven sisäisen kuormituksen määrää on vaikea arvioida. Keskimäärin Narvijärven fosforipitoisuus on noussut 0,78 μg/l verran vuodessa, mikä vastaa noin 9 kg:n fosforilisäystä. Kuitenkin vuoden 1987 fosforilisäys oli yksistään 338 kg. Heinä-syyskuussa 2003 fosforipitoisuus vaihteli 22-40 mg/l välillä. Tämä tarkoittaa, että fosforia on tarvittu 216 kg kyseisen pitoisuuden nousuun. Havaittu fosforipitoisuuden nousu on 36,7 % koko vuoden fosforikuormituksesta. Kuitenkin samaan aikaan veden virtaama ja ravinnekuormitus järveen on ollut erittäin vähäistä, mikä viittaa pohjasta ja hajoavasta orgaanisesta materiaalista vapautuviin ravinteisiin. Fosforipitoisuuden nousun syynä voi olla myös tuulen ja kalojen pöllytysvaikutus, jolloin ravinteita liukenee pohjasedimentistä veteen.

Yhteenveto Narvijärven nykytilasta

Narvijärven tila on pysynyt melko vakaana, vaikka ulkoinen kuormitus on ollut huomattavaa. Narvijärven rehevöitymiskehitys kiihtyi 1980-luvulla, kun järveen tuleva fosforikuormitus moninkertaistui. Syytä korkeisiin fosforipitoisuuksiin vuonna 1987 ei tarkkaan kuitenkaan tiedetä. Narvijärveen tuleva ravinnekuormitus on peräisin maa- ja metsätaloudesta, luonnonhuuhtoutumasta sekä ilmalaskeumasta. Tämän lisäksi vapaa-ajan asutuksella on merkittävä vaikutus järven tilaan, sillä tiheä loma-asuntokanta sijaitsee lähellä vesistöä ja niiden jätevesien käsittely on ollut riittämätöntä.

Narvijärven vedenlaatu on ollut käyttökelpoisuusluokittelun mukaan hyvää tai tyydyttävää, vaikka vedenlaatua ovat heikentäneet ajoittain runsaasti esiintyvät limalevähaitat, veden samentuminen ja talviset happiongelmat. Paikoittain ongelmana on myös järvisyyhy.

Narvijärven kasvi- ja eläinplanktonlajisto, pohjaeläinfauna ja kalaston rakenne ilmentävät veden rehevyyttä. Narvijärven kalasto on särki- ja ahvenvaltainen, ja koostuu suurikokoisista kalayksilöistä. Narvijärven tiheä kalakanta vaikuttaa osaltaan järven tilaan. Kalasto säätelee eläinplanktonin koostumusta, mikä näkyy eläinplanktonin pienikokoisuutena. Näin ollen eläinplankterit eivät pysty laidunnuspaineellaan vaikuttamaan kasviplanktonin määrään. Alhainen laidunnuspaine ilmenee kasviplanktonin runsautena. Narvijärven pohjaeläinlajisto on niukkaa ja lajisto koostuu rehevyyttä suosivista tai vähähappisuutta kestävistä lajeista. Narvijärven kasvillisuudessa voi erottaa kasvupaikkatekijöiden ja veden runsasravinteisuuden aiheuttamat ilmiöt. Järvellä esiintyy sekä karujen että runsasravinteisten vesien tyyppilajistoa.

Narvijärven tilan parantaminen vaatii huomattavaa ulkoisen kuormituksen vähentämistä ennen kuin itse järvellä voidaan aloittaa kunnostustoimia. Tiukennetut vesiensuojelutoimenpiteet tulee ulottaa kaikille kuormitussektoreille alkutuotannosta asumiseen. Tärkeimpänä tehtävänä on kuitenkin painottaa yksilön ja yhteisön vastuuta omasta elinympäristöstä, jotta Narvijärven tila tulevaisuudessa paranisi.

Narvijärven kunnostaminen

Narvijärven vesistöllinen merkitys keskittyy puhtaasti virkistyskäyttöön. Tästä johtuen kunnostamisen tavoitteena on parantaa ensisijaisesti järven tilaa virkistyskäytön edistämiseksi. Ekologisten ja maisemallisten tavoitteiden saavuttaminen on toissijaista, koska loma-asutuksen vaikutus järven tilaan ja maisemaan on huomattava.

Narvijärvellä tapahtuvat kunnostustoimet on valittu lähtökohtaisesti tutkimustulosten ja selvitysten perusteella huomioiden ranta-asukkaiden tarpeet ja vaateet virkistyskäytön turvaamiseksi. Narvijärven kunnostus kohdistuu sekä itse järveen että järven valuma-alueella tehtäviin toimenpiteisiin, joilla pyritään vähentämään ravinnekuormitusta ja siitä johtuvia haittoja.

Narvijärveläisten näkemyksiä

Syksyllä 2003 tehdyssä kyselytutkimuksessa tiedusteltiin narvijärveläisten näkemyksiä järvensä nykytilasta ja sen vaatimasta hoidosta. Tärkeimmät havaitut muutokset järvellä ovat olleet kasvillisuusmuutokset, sinilevän ja limalevän runsastuminen, veden samentuminen, veden korkeuden vaihtelu, limoittuminen ja kalaston muuttuminen. Veden korkeuden muutoksen oli havainnut 63 vastaajaa ja vaihteluväliksi ilmoitettiin keskimäärin 35 cm. Pienimmän arvo oli 15 cm ja suurin 100 cm. Pysyvästi veden korkeuden muutoksen oli havainnut muuttuneen 38 %, kun taas muutosta ei ollut havainnut 62 %.

Taulukko 24. Vastaajien näkemykset järven nykytilasta

Havaittu muutos	Lukumäärä	Lisääntynyt	Vähentynyt	Muuta
Levät	17			
Veden sameus	14			
Kasvillisuus	18	12	6*	järviruoko*
Veden korkeus	8			
Hajuhaitta	4			
Limoittuminen	7			
Kalasto	6	3	3	
Pohjan liettyminen	3			
Uimakelvottomuus	2			
Veden virtausongelmat	4			
Patohanke	1			
Rantaeroosio	1			

Vastaajista 51 ilmoitti säilyttäneensä rannan luonnontilaisena. Tärkeimmät toimenpiteet, joita rannoilla oli tehty, olivat uimarannan/hiekkarannan rakentaminen, puuston kaataminen, rannan paalutus ja kivetys. Ruoppauksia on tehty yhdeksällä rantakiinteistöllä 1970-luvulta lähtien viime vuosiin. Vesikasveja on niitetty 20 rantakiinteistöllä ja kasvijätteet on korjattu talteen 16 tapauksessa.

Järven tulevaisuuden kannalta tärkeimpinä hoitotoimina pidettiin vedenkorkeuden säännöstelyä, jätevesien käsittelyn parantamista, moottoriveneilyn ja autoilun kieltämistä järvellä, vesikasvien poistoa, laskeutusaltaiden rakentamista ja hoitoa sekä hoitokalastusta. Haja-asutuksen jätevesien käsittelyn parantamisen ja maa- ja metsätalouden kuormituksen vähentämisen katsoi oleelliseksi noin 60 % vastaajista. Taulukossa 25 esitetään esitetyt hoitotoimet tarkemmin.

Vastaajista 49 % ilmoitti halukkuutensa osallistua järvellä tapahtuviin hoitotoimiin. Vain 9 % vastaajista ei kiinnostanut järven hoito. Hoitotoimet, joihin halukkuutta ilmeni olivat rahallinen panostus, yhdistystoiminta, talkoot, osallistuminen hoitokalastukseen, laskeutusaltaiden rakentaminen ja hoito sekä vesiensuojelun valistustyö.

Taulukko 25. Sopivimmat hoitotoimet järven tilan parantamiseksi.

Hoitotoimet		
Vedenkorkeuden säännöstely		
	Nosto	19
	Lasku	1
	Vakauttaminen	4
Jätevesien käsittelyn parantaminen		23
Moottoriveneilyn ja autoilun kieltäminen		22
Vesikasvien niitto		20
Laskeutusaltaiden rakentaminen		17
Hoitokalastus		15
Maa- ja metsätalouden vesiensuojelu		10
Ruoppaus		7
	Kyllä	5
	Ei	2
Pyykin ja auton pesu		7
Vesiensuojelun valistustyö		5
Ojitukset		3
Rantasaunojen kieltäminen		2
Tulvasuojelu		1
Maisemanhoito		1
Piisamien hävittäminen		1
Kalkitus		1
Vesilintujen hävittäminen		1
Ranta-asukkaiden yhteistyö		1

Narvijärven kunnostustoimenpiteet

Toimet järvellä

Kasvillisuuden niitot

Kasvillisuuden niitot kohdistuvat runsaisiin kelluslehtiskasvustoihin, ulpukka- ja uistinvitaviidakoihin. Niitettävien alueiden pinta-alat vaihtelevat niittokohteittain, mutta keskimääräinen niittoala on 0,1-0,5 hehtaaria. Kasvillisuutta tulee poistaa mosaiikkimaisesti välttäen laajoja ja yhtenäisiä niittoaloja. Kelluslehtisiä vesikasveja on erittäin vaikea poistaa, mutta nostamalla ne joko juurineen tai leikkaamalla ja keräämällä niittojäte tiheällä pohjanuotalla, voidaan suorittaa melko tehokkaita niittotöitä.

Niitot tulee ajoittaa kahdesta kolmeen kertaa kesässä, jolloin ensimmäinen niittokerta on kesäkuun lopussa. Niittoja tehdään useampana vuotena peräkkäin ja niiden vaikutuksia tulee seurata. Niittojäte tulee kerätä pois vedestä ja läjittää tarpeeksi kauaksi rantaviivasta. Jos niittotöiden pinta-ala on alle hehtaari, ei viranomaislupaa tarvitse hankkia.

Vesikasvillisuuden niitoilla pyritään parantamaan Korpilahden, Lapinlahden, Niskuksenlahden, Houninlahden ja Lukkarinlahden rantojen käytettävyyttä ja virkistysarvoa. Vesikasvien poisto edesauttaa kalastamista, uimista, veneilyä ja vähentää veden samentumista lahtien perukoilla.

Vesikasvien niitto toteutetaan moottori- ja soutuveneestä käsin käyttämällä pienimuotoista leikkuukonetta tai vuokraamalla sopiva keräävä leikkuukone. Niittojen kustannuksiksi tulee noin 200-600 euroa/ha.

Niittojen seurauksena kasviplanktonin määrä voi lisääntyä ja poistettavien kasvien tilalle saattaa ilmaantua vaikeammin torjuttavia lajeja, kuten uposkasveja. Uistinvitaa poistettaessa tulee niittojäte kerätä tarkasti talteen vedestä, sillä uistinvita pystyy tehokkaasti leviämään versonpätkistä. Jos kasvillisuutta poistetaan nostamalla kasvit juurineen, saattaa pohjan pöyhiminen aiheuttaa veden samentumista ja ravinteiden vapautumista pohjasta.

Ruoppaukset ja rantojen paalutus

Ruoppausten ja rantojen paalutuksen tavoitteena on vähentää pohjan liettymisestä aiheuttamia haittoja. Liettymishaitat johtuvat pääosin uomien mukanaan tuomista aineksista ja suorantojen eroosiosta.

Ruopattavat kohteet sijaitsevat Korpilahden, Lapinlahden ja Lukkarinlahden perukoissa. Ruoppausmenetelmänä tulee käyttää imuruoppausta, koska yllä mainittujen lahtien pohja koostuu liettyneestä mudasta ja turpeesta. Liettymistä voidaan myös estää paaluttamalla eroosioherkkiä rantoja. Ruoppausten mukana poistuu huomattava määrä ravinnepitoista pohjasedimenttiä, joka vähentää sisäisen kuormituksen riskiä.

Ruoppaukset tulee toteuttaa yhteistyönä lahtien ranta-asukkaiden kesken. Kunnostushankkeen tehtäväksi tulee tehdä tarkemmat suunnitelmat ruoppauksista, josta syntyy hankkeelle rahallisia kustannuksia 2500 euron edestä.

Poistokalastus

Järven tilan parantamiseksi teho- ja hoitokalastus on kannattavaa, jos ulkoista kuormitusta saadaan selvästi vähennettyä. Tämän jälkeen hoitokalastus tulee kohdistaa särkikaloihin. Hyväksi havaittu särkikalojen poistotekniikoita ovat syksyinen

nuottapyynti ja keväinen rysäpyynti. Tehokalastusta tulisi tehdä kahtena vuotena tavoitteena noin 70-100 kg hehtaarilta. Tämän jälkeen hoitokalastusta tulee jatkaa 2-3 vuotta tavoitteena vähintään 20-30 kg/ha. Hoitokalastuksen kustannukseksi tulee vuositasolla noin 30000-40000 euroa.

Käytännössä hoitokalastus tulee tehdä sekä ammattikalastajien että talkooväellä yhteistyönä. Ennen kuin hoitokalastus aloitetaan tulee varata tarvittavat kalastusvälineet, veneet sekä koota sopiva määrä talkooväkeä. Jos ammattitaitoa tai kädentaitoja löytyy narvijärveläisistä, voidaan rysät ja nuotat rakentaa omin voimin. Kaloja voidaan poistaa myös katiskapyynnillä, jolloin yhdistys hankkii jäsenilleen helppokäyttöisiä katiskoja. Katiskapyynnistä tulee pitää tarkkaa kalastuspäiväkirjaa. Tämän lisäksi saaliskalojen jatkokäsittely tulisi järjestää rehuksi tai lannoitteeksi maatalouteen. Hoitokalastuksen lisäksi tulee harkita petokalojen lisäistutuksia sekä Narvijärven kalastusarvon parantamista. Aikaisemmin tehdyt muikku- ja siikaistutukset ovat pääsääntöisesti epäonnistuneet voimakkaan ahvenkannan johdosta. Tästä johtuen istutuskaloiksi tulee valita kuhaa ja haukea (arvioidut kustannukset 1000 euroa).

Narvijärvellä voidaan järjestää pilkki- ja onkikilpailut (Narvijärven kuningaskalastajakisa), joiden tavoitteena on saada mahdollisemman paljon särkiä. Särkikalojen ongintatekniikoista on kirjoitettu kirjassa esim. Onkijan kirja. Kilpailut järjestettäisiin Lapin kunnan Saunapäivien yhteydessä elokuussa sekä kuutamohiihdon aikana talvella. Jokavuotisissa ongintakilpailuissa olisi osallistumismaksu sekä nimellisiä palkintoja ja arvonimiä. Kilpailun järjestäjänä toimisivat Narvijärven suojeluyhdistys sekä kalastushoitoyhtymä, jotka myös valvoisivat kalastusvälineiden puhdistuksesta.

Rapuistutukset

Aikaisempina vuosikymmeninä Narvijärvi oli erittäin tuottoisa rapujärvi, minkä rapurutto ja ankeriasistutukset tuhosivat lähes täysin. Narvijärvi rapukannan palauttamiseksi tulisi tehdä tarkkoja istutussuunnitelmia ja pienimuotoisia koeistutuksia, joiden perusteella aloitetaan laajemmat istutustoimet. Kunnostussuunnitelmassa on varattu 1000 euroa kokeiluluonteisiin rapuistutuksiin. Ravun palauttamisen tavoitteena on saavuttaa vahva ja luonnonvaraisesti lisääntyvä kanta, mikä kestää kotitarveravustamisen.

Luontoarvojen parantaminen

Narvijärven luontoarvot ovat melko vähäiset, sillä ihmisen vaikutus järviluontoon on huomattava. Rannat ovat erittäin tiheästi rakennettuja ja luonnonvaraisia rantoja on vähän. Luontoarvojen lisäämiseksi tulisi vesilintujen elinolosuhteita parantaa rakentamalla telkille ja koskeloille pesäpönttöjä, puolisukeltajille ja silkkiuikuille kelluvia keinopesiä sekä kalasääskelle Ruonan metsäalueelle keinopesä. Kalaa syövien lintulajien runsastuminen parantaa omalta osaltaan järven tilaa, sillä vesilintujen syödessä vähäarvoisia kalalajeja poistuu niiden mukana järvestä ravinteita. Pönttöjen ja sääksen keinopesän rakentamiseen on varattu rahaa ja talkootöitä 500 euroa.

Valuma-aluekunnostus

Maa- ja metsätalous

Narvijärvellä toteutettavat kunnostustoimenpiteet maatalouden kuormituksen vähentämiseksi kohdistuisivat ensisijaisesti maan viljely- ja muokkaustekniikoihin, jotka vähentävät pelloilta tulevaa kuormitusta. Näihin kuuluvat lisäksi tarkennettu lannoitus, jonka viljelijän voi tehdä omien kokemuksien ja viljavuustutkimuksien avulla sekä valitsemalla tarkemmin kasvilaji, kasvupaikanolojen ja satojen perusteella. Samalla vähennetään voimakasta maan muokkausta kuten kyntöä syksyisin. Vaihtoehtoina olisi myös suorakylvö, jolloin pelto muokataan kevyesti samalla, kun kylvetään. Muita kuormitusta vähentäviä toimenpiteitä ovat viherkesanto, nurmiviljely, kevät lannoitus ja vuoroviljely. Narvijärven valuma-alueelle olisi hyödyllistä suorittaa pelloilla ravinnetaseiden laskentaa.

Uoman laitamille olisi hyvä perustaa suojakaistoja, sillä ne ovat vesiensuojelullisesti tehokkaita pidättämään ravinteita. Suojavyöhykkeet estävät maa-aineksen ja ravinteiden huuhtoutumisen vesistöön, ja ovat tarpeellisia etenkin helposti sortuvilla rantapelloilla ja tulva- sekä vettymishaitoista kärsivillä pellon osilla.

Hormanojan, Ruaksuonojan ja Narvinsuonojan rakennetuille laskeutusaltaille tulee laatia hoitosuunnitelmat. Hoitosuunnitelmaan kuuluisi altaan jatkuva kunnossapito, johon kuuluu mm. pohjalle laskeutuneen lietteen poisto. Samalla määritetään taho, joka vastaa sekä altaiden hoitamisesta että taloudellisista kustannuksista. Lietteen jälleenkäyttö tuli huomioida, sillä liete sopii mainiosti esimerkiksi viherrakentamiseen. Laskeutusaltaan koko tulee tarkistaa ja arvioida sen mitoitus uudelleen suhteessa valuma-alueen pinta-alaan. Pohjapatoketjujen rakentamista uomien varsille tulisi myös harkita, jos laskeutusaltaiden toimintaa ja hoitoa ei saada kuntoon.

Metsähoitotoimenpiteissä, kuten hakkuissa, ojituksissa, maanmuokkauksissa ja lannoituksissa otetaan huomioon toimenpiteiden vaikutukset uomiin ja järveen. Metsä- ja suo-ojat tulisi joko ennallistaa luonnonmukaisemmiksi tai osaksi tukkia kokonaan. Erityisesti tulisi ennallistaa suot alkuperäiseen tilaansa, jotta veden hydrologinen kierto palautuisi luonnollisemmaksi Narvijärven valuma-alueella.

Kunnostussuunnitelmassa on varattu 9500 euroa maa- ja metsätalouden vesistökuormituksen vähentämiseksi. Suunnitelma koostuu sekä teknisten suunnitelmien tekemisestä että itse kunnostustoimenpiteistä. Valuma-alueella tehtävät kunnostustyöt tuottavat noin 6500 euroa kustannukset.

Asutus

Narvijärven valuma-alueen kiinteistöille tulee laatia kattava ja yhtenäinen ratkaisu jätevesien käsittelyn parantamiseksi. Suunnitelmassa tulee huomioida yhteishankinnat kustannusten alentamiseksi, mahdollisuudet usean kiinteistön yhteisen jätevesien käsittelyyn sekä siirtymisen vesikäyttöisistä käymälöistä kuivakäymälöihin. Asutuksen jätevesien hallintaan on varattu 2000 euroa.

Kunnostusrahasto

Narvijärven tilan parantamiseksi tulisi perustaa järvelle oma kunnostusrahasto, joka vastaisi kunnostuksen aiheuttamista kustannuksista. Narvijärvellä toimii kaksi oikeuskelpoista yhdistystä: Narvijärven suojeluyhdistys ja Narvijärven kalastonhoitoyhtymä, jotka voivat yhdessä perustaa esitetyn rahaston. Narvijärven kunnostusrahaston päätehtävänä olisi taata ja vastata kunnostustoimista syntyneistä taloudellisista kustannuksista. Rahaston varat tulisi kerätä Narvijärven ranta-asuk-

kailta sekä valuma-alueen maanomistajilta. Tämän lisäksi rahoitusta tulisi hakea Satakunnan TE-keskukselta, Lounais-Suomen ympäristökeskuksesta, alueen yrittäjiltä ja teollisuudelta sekä Lapin kunnalta. Muita rahoituslähteitä ovat ympäristöalan säätiöt sekä teematapahtumat Narvijärvellä.

Narvijärven kunnostusrahaston johtokunta koostuisi pääasiassa narvijärveläisistä sekä vesistökunnostuksen asiantuntijatahoista. Narvijärven tilan parantaminen vaatii alueen asukkailta taloudellista vastuunottoa ja sitoutumista pitkäaikaisiin toimiin oman järvensä hyväksi. Toisaalta yhteisen "me-hengen" luominen paikallisen asukkaiden kesken lujittaa yhteistä tavoitetta Narvijärven tilan vaalimiseksi. Narvijärven kunnostusrahaston perustaminen takaa valmiudet järven kunnostukselle tulevaisuudessa, vaikka julkisen sektorin rahallinen panostus ja kiinnostus vähenisikin. Alla olevassa taulukossa 26 on esitetty rahoitusmalli.

Taulukko 26. Kunnostusrahaston rahoitusmalli

Taho	Yksikkö kpl	Rahasumma euroa	Yhteensä euroa
Ranta-asukas	250	100	25 000
Vakituinen asukas	16	25	400
Muut maanomistajat	70	10	700
Lapin kunta	1	2 000	2 000
TE-keskus	1	10 000	10 000
Lounais-Suomen ympäristökeskus	1	10 000	10 000
Säätiöt	?	1 000	1 000
Teematapahtumat	3	900	900
Rahallinen osuus		50 000	
Talkootyöt		4 000	
YHTEENSÄ	352	-	54 000

Kunnostuksen rahoitus- ja kustannussuunnitelma

Narvijärven kunnostamisesta aiheutuu noin 44000 euroa, joiden lisäksi luontais- ja talkootöinä tehtäviä töitä tulee varata 4000 euroa (taulukko 27). Kunnostamishanke koostuu teknisistä suunnitelmista ja varsinaisista toimenpiteistä. Tekniset suunnitelmat sisältävät ehdotukset asutuksen, maa- ja metsätalouden vesistökuormituksen vähentämiseksi. Maa- ja metsätalouden osalta tekniset suunnitelmat keskittyvät pelkästään viljely- ja metsänhoidollisiin toimenpiteisiin. Itse kunnostustoimet jakautuvat kustannuksellisesti järvellä ja valuma-alueella tapahtuviin toimenpiteisiin. Valuma-alueen kunnostustoimien kustannukset syntyvät mahdollisten kosteikoiden, laskeutusaltaiden ja pohjapatoketjujen rakentamisesta. Järvellä tehtävät kunnostustoimenpiteet ovat vesikasvillisuuden niittoja, hoitokalastusta ja rapuistutuksia ja linnuston elinolosuhteiden parantamiseen liittyviä pönttöjen ja keinopesien rakentamista.

Hankkeen tulee edistää paikallisten asukkaiden henkistä hyvinvointia siten, että kunnostustoimenpiteillä pyritään lisäämään alueen asukkaiden yhteistyötä ja vuorovaikutuksellisuutta.

Taulukko 27. Rahoitus ja kustannussuunnitelma

	Rahaa, euroa	Talkootyötä, euroa
Tekniset suunnitelmat vesistökuormituksen vähentämiseksi	7 500	
Asutuksen osalta	2 000	
Maa- ja metsätalouden osalta	3 000	
Ruoppaus- ja niittosuunnitelmat	2 500	
Kunnostustoimet		
Valuma-alueella:	6 500	1 500
Anninojan valuma-alue	2 000	500
Hormanojan valuma-alue	3 000	500
Narvinsuonojan valuma-alue	1 500	500
Narvijärvellä:	34 900	2 500
Hoitokalastus	30 000	1 500
Kasvillisuusniitot	2 500	900
Muut toimet:		
- rapuistutukset	1 000	
- kalaistutukset	1 000	
- pönttötalkoot	200	100
- kalasääsken keinopesä	200	
YHTEENSÄ	43 900	4 000

3

Lutanjärvi - jättiläisen jalanjälki

Lutanjärvi kuuluu Lapinjoen vesistöön ja sen valuma-alue sijaitsee Eurajoen kunnan Lutan ja Rikantilan, Lapin kunnan Haudan ja Kullanperän sekä Kivikylän kylien alueella. Valuma-alueen pinta-ala on suunnilleen 6,02 km^2. Valuma-alueen pohjoisosissa sijaitsee pieni suolampi Paskajärvi. Lutanjärveen laskee kolme merkittävää uomaa, joista virtaamaltaan tärkein on Paskajärvestä lähtevä Paskajärvenoja. Muita uomia ovat etelästä laskeva pelto-oja ja koillisesta virtaava metsäoja.

Lutanjärvi on herkästi tulviva järvi. Lapinjoen tulviessa Lutanjärvi toimii tulva-altaana. Järvi laskee Lapinjokeen lounaasta, johon on paikalliset asukkaat ovat rakentaneet padon vedenpinnan korkeuden säätelemiseksi. Keväiset tulvat ovat aiheuttaneet laajan metsäkuoleman järven itäosan rantametsikössä, jossa esiintyy erittäin runsaasti pystyyn kuolleita koivuja.

Valuma-alue jakaantuu eri ympäristötyyppeihin siten, että metsää ja suota on 43 %, peltoa 25 % sekä muuta 32 %, johon kuuluu vesistöt, rakennukset, tiet, louhokset jne. Valuma-alueella vakituisesti asuttuja kiinteistöjä on noin 30 ja lomaasuntoja on parisen kymmentä. Asutus sijaitsee pääosin Lutankylässä järven pohjoispuolella. Valuma-alueen pohjois-, länsi- ja eteläosat ovat peltoviljelyssä. Karjataloutta harjoitetaan kahdella tilalla, joissa toisessa on 20 lypsylehmää ja toisessa kymmenkunta emakkoa. Itäosat ovat kuivaa kalliomännikköä, ja suuri osa metsäalueesta sijoittuu järven valuma-alueen itäosiin. Järven itäpuolella harjoitetaan myös louhostoimintaa (kivimurskaamo).

Lutanjärvi on jalanmuotoinen allas, jonka kerrotaan syntyneen muinaisen jättiläisen askeleen painalluksena. Järvi sijaitsee 13,6 metriä merenpinnan yläpuolella, ja pinta-alaa järvellä on noin 40 hehtaaria. Rantaviivan pituus on runsas 3,4 kilometriä. Järvellä on kaksi erillisestä syvännettä kuin jättiläisen kantapään ja isovarpaan painautumana. Syvyyttä pohjoispään syvänteellä on 6,5 metriä, ja eteläpäässä syvänne ulottuu noin 5 metriin. Lutanjärvi on varsin matala, sillä keskisyvyys on vain 1,6 metriä. Vedenpinnan laskiessa nykyisestä runsaan metrin, jakautuisi Lutanjärvi kahdeksi erilliseksi altaaksi. Vettä Lutanjärvessä on varastoituneena 0,64 milj. m^3.

Lutanjärveä voisi kuvailla lievästi reheväksi ja humuspitoiseksi järveksi, missä kasvillisuus on runsasta. Järven matalilla rannoilla esiintyy runsaasti ilmaversoista kasvillisuutta (järviruokoa). Kelluslehtiset, ulpukka ja uistinvita, ovat valloittaneet suurimman osan järven itäisestä avovesialueesta. Kasvillisuuden perusteella Lutanjärveä voi pitää kaislajärven ja osmankäämi-sarpiojärven välimuotona.

Järven tila on vaihdellut suuresti viime vuosina vedenlaadun osalta. Järven vesi on välillä kristallin kirkasta ja toisinaan levän samentamaa. Happiongelmia esiintyy lähes joka talvi. Esimerkiksi talvella 2003 järvellä esiintyi laaja happikato, jolloin suurin osa kalastosta kuoli.

Järven linnustoon kuuluu kuikka, härkälintu, sinisorsa, telkkä, kurki, joutsen, rantasipi, punajalkaviklo, ruskosuohaukka ja harmaahaikara. Rantakoivikossa pesii pikkutikka.

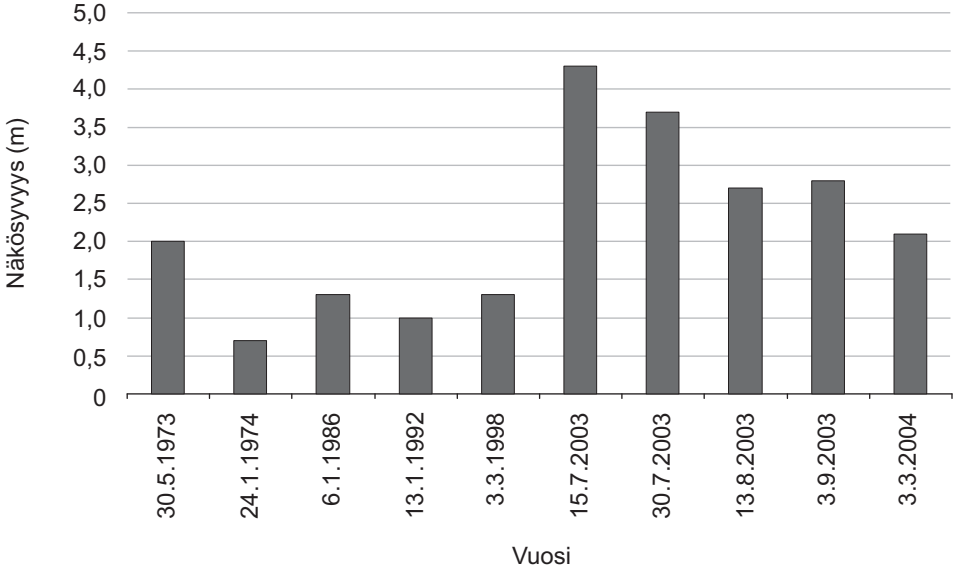
Lutanjärven vedenlaatu

Lutanärven vedenlaatua on tarkkailtu vuosina 1973, 1974, 1986, 1992 ja 1998. Lähes kaikki näytteet ovat otettu talvella. Aikaisempina vuosina Lutanjärven vesi on ollut yleisen käyttökelpoisuuden mukaan hyvää tai tyydyttävää

Narvijärven, Lutanjärven ja Kauklaistenjärven parantamisohjelma seurasi vedenlaadun kehitystä neljästi (15.7, 30.7, 13,8ja 3.9) avovesikaudella heinäkuusta syyskuun alkuun ja kerran talvella 3.3.2004. Vedenlaadusta on tutkittu seuraavat muuttujat: lämpötila, happipitoisuus, sameus, sähkönjohtavuus, pH, kokonaistyppi, kokonaisfosfori sekä ravinneaineiden liukoiset muodot ja a-klorofylli.

Veden optiset ominaisuudet ja sähkönjohtokyky

Näkösyvyys, veden väriarvot ja sameus kuvaavat vedessä olevien liuenneiden ja liukenemattomien aineiden määrää eli kuvaavat veden optisia ominaisuuksia. Mitä enemmän vedessä on leviä, kiintoainesta, humusta ja liuenneita metalli-ioneja, sen huonompi on näkösyvyys ja sitä korkeammat veden sameus-, väriarvot ja sähkönjohtavuus. Veden optisiin ominaisuuksiin vaikuttavat myös vuodenaika, valumavedet, järvialtaan rakenne, tuuli sekä veden viipymä järvessä (Seppänen 1984, Särkkä 1996).



Kuva 1. *Lutanjärven näkösyvyydet vuosina 1973-2004.*

Näkösyvyys

Lutanjärvellä näkösyvyys on vaihdellut menneinä vuosina 0,7-2,0 metrin välillä. Kesällä 2003 näkösyvyydet olivat selvästi parantuneet aikaisempiin tutkimuskertoihin verrattuna, sillä keskimääräinen näkösyvyys oli 3,4 metriä. Helmikuussa 2004 näkösyvyys oli 2,1 metriä (kuva 1).

Sameus ja veden väri

Sameusarvot ovat vaihdelleet Lutanjärvellä 1,6-10 FTU:n välillä vuosina 1973-1998. Vesi on ollut selvästi sameampaa talvella kuin kesällä. Toisaalta pintavesi on ollut säännöllisesti sameampaa kuin alusvesi. Kuitenkin parannusohjelman aikana sameus oli selvästi vähentynyt aikaisemmista tutkimuskerroista, ja sameus vaihteli kesällä 0,7-2,6 FTU:n välillä. Erot alus- ja pohjaveden sameudessa olivat vähäiset (1,8 vs. 1,2 FTU). Sen sijaan talvella 2004 vesi oli sameampaa kuluneeseen kesään verrattuna (4,5 FTU). Humuspitoisuudeltaan Lutanjärven vesi on ollut suomalaisille järville tyypillinen. Veden väriarvot ovat vaihdelleet Lutanjärvellä vuosina 1973-1998 välillä 4-100 mg/l Pt.

Sähkönjohtokyky

Sähkönjohtokyky kertoo vedessä olevien ionisoituneiden aineiden määrää. Mitä enemmän vedessä on ionisoituneita aineita, sen suurempi on veden sähkönjohtokyky. Veden happipitoisuuden laskiessa metalleja liukenee veteen, jolloin sähkönjohtokyky kasvaa. Suomen sisävesien keskimääräinen sähkönjohtokyky on 6,7 mS/m, mutta vaihtelee 5,0-13,7 mS/m välillä (Seppänen 1984, Särkkä 1996).

Lutanjärvellä sähkönjohtokyky on vaihdellut (1973-1998) päällysvedessä 15,9-31,9 mS/m ja alusvedessä 22,2-38,5 mS/m välillä. Poikkeuksellisen korkeita sähkönjohtokyky arvoja on ollut monina talvina, jolloin Lutanjärvellä on esiintynyt happiongelmia. Vuosina 2003 ja 2004 sähkönjohtokyky oli vähentynyt huomattavasti edellisiin vuosiin verrattuna. Sähkönjohtavuus vaihtelivatkin kesällä 15-17 mS/m välillä. Talvella 2004 sähkönjohtokyky oli hieman kohonnut (23 mS/m). Alus- ja päällysveden välillä ei esiintynyt suuria eroja sähkönjohtokyvyssä.

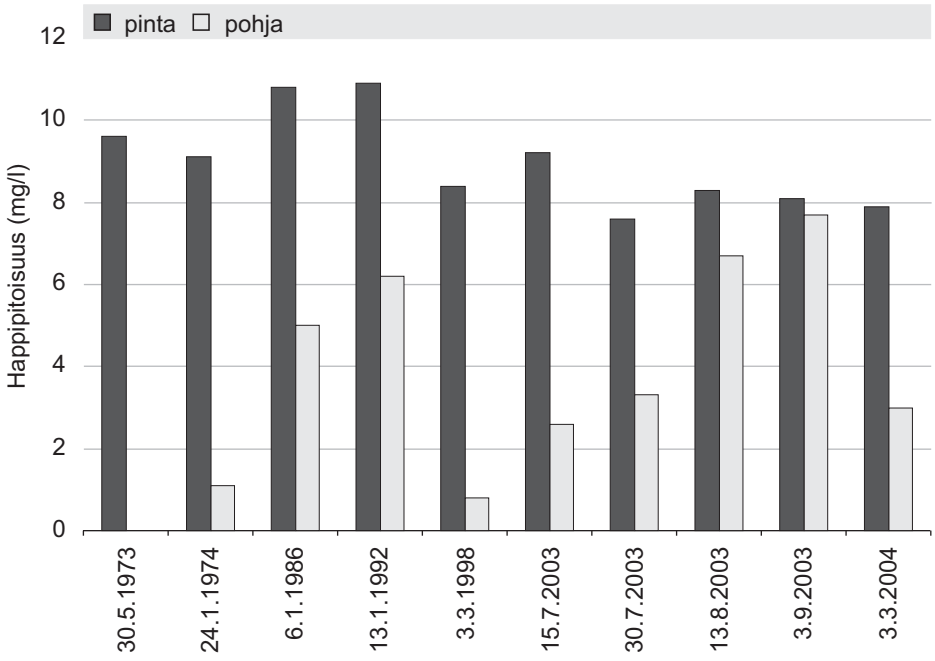
Selvityshankkeen aikana veden optiset ominaisuudet olivat huomattavasti parempia kuin 1970-1990 luvuilla. Näkösyvyys on parantunut ja sameus laskenut, mikä viittaa kiinto- ja humusaineiden määrien vähenemiseen vedessä. Erityisesti kesällä ilmiö näkyy parantuneena näkösyvyytenä. Sen sijaan talvella happiolojen heiketessä pohjasedimentistä vapautuu aineksia, mikä heikentää veden optisten ominaisuuksia. Lutanjärven veden yleinen käyttökelpoisuus veden optisten ominaisuuksien perustella on vaihdellut hyvästä tyydyttävään. Sen sijaan kesällä 2003 se oli erinomainen.

Happitilanne ja pH-arvot

Happi

Vedessä esiintyessään happi on mukana monissa kemiallisissa ja biologisissa reaktioissa, ja sillä on ratkaiseva vaikutus eliöstön määrään ja laatuun. Veteen liuenneen hapen pitoisuus riippuu veden lämpötilasta, ja happea kuluu eliöiden hengityksessä ja eloperäisen aineen hajotuksessa (Seppänen 1984, Särkkä 1996).

Lutanjärvellä happitilanne on vaihdellut suuresti eri vuosien ja vuodenaikojen välillä. Eräinä kesinä esiintyy pintavedessä hapen ylikyllästymistä, joka kertoo levien ja kasvien kiihtyneestä yhteyttämisestä. Toisaalta kylminä ja ankarina talvina alusvedessä esiintyy usein hapen vajausta. Vuosina 1973-1998 päällysvedessä liukoisen hapen määrä on ollut 8,4 -10,9 mg/l ja alusvedessä 0,8-6,2 mg/l välillä (kuva 2). Laaja-alaisilta ja pitkiltä hapettomilta kausilta on kuitenkin vielä vältytty, poikkeuksena talvi 2003, jonka seurauksena Lutanjärvellä esiintyi laajahko kalakuolema.



Kuva 2. *Lutanjärven happipitoisuudet vuosina 1973-2004.*

Kesällä 2003 päällysvedessä liukoista happea oli keskimäärin 8,3 mg/l mutta alusveden happipitoisuus vaihteli 2,6-3,3 mg/l välillä (kuva 2). Alusveden vähähappisuus johtui edellisen talven hapettomuudesta ja orgaanisen aineksen hajotuksesta. Hapen kyllästymisprosentti vaihteli pintavedessä 77-106 %:n ja alusvedessä 27-73 %:n välillä. Syyskesällä happipitoisuus vedessä oli parantunut ollen keskimäärin 7,2 mg/l. Myös erot alus- ja pintaveden välillä olivat kaventuneet.

Veden pH-arvot

Vesistössä tapahtuvat biologiset ja kemialliset prosessit, kuten ravinteiden kierto ja metallien liukoisuus ovat yhteydessä veden happamuuteen. Vesien happotasapaino perustuu pääosin hapen ja hiilidioksidin tasapainoon. Veden happamuuteen vaikuttavat myös valumavedet, erityisesti soilta tulevat humuspitoiset vedet, lumen sulamisvedet ja sadeveden mukana tuleva hapan laskeuma (Seppänen 1984, Särkkä 1996).

Suomen sisävesien keskimääräinen pH-arvo on 6,6. Lutanjärven pH-arvo on ollut keskimäärin 6,2 vuosina 1973-1998, mutta vaihtelut pH-arvoissa ovat olleet huomattavia (4,3-7,7). Kesällä 2003 pH-arvo oli keskimäärin 7,5 pintavedessä ja 7,3 alusvedessä. Talvella 2004 veden pH oli laskenut 6,5. Pidemmällä aikavälillä tarkasteltuna Lutanjärven pH-arvot ovat olleet noususuunnassa.

Rehevyytensä ja maatalousvaltaisen valuma-alueensa ansiosta Lutanjärvellä ei ole nähtävissä tulevaisuudessa happamoitumisen vaaraa, sillä veden alkaliteetti on vaihdellut 0,06-0,25 mmol/l. Kuitenkin laajat perkuutyöt valuma-alueella on aiheuttaneet veden hetkellisen happamoitumisen (alunamaat). Kalojen kannalta Lutanjärven veden pH-arvot ovat olleet liian alhaisia (alle pH 5). Eu:n kaladirektiivin mukainen pH-suositus on 6-9.

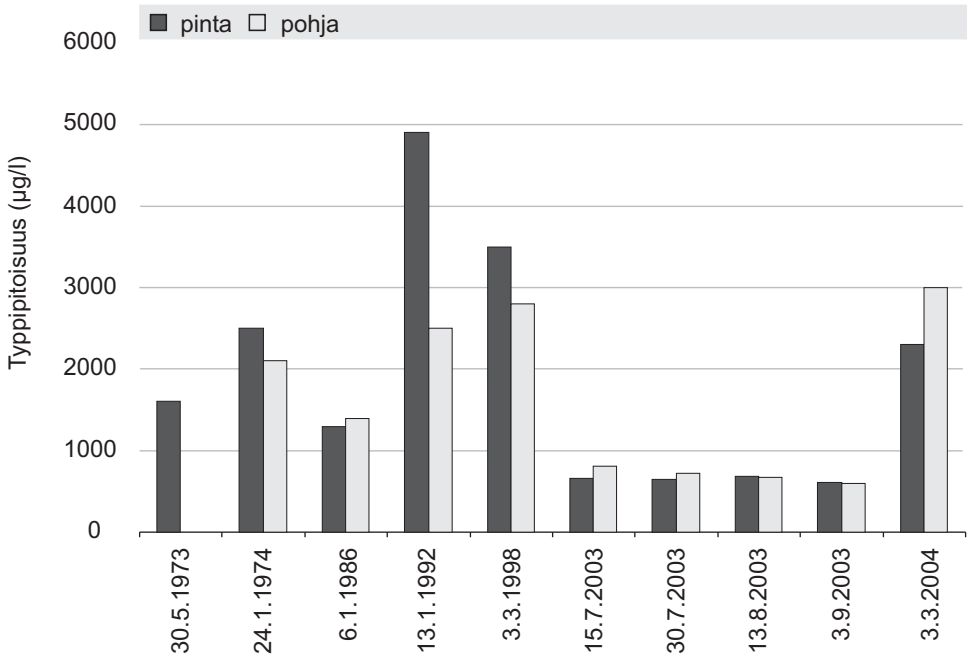
Lutanjärven veden yleinen käyttökelpoisuus happiolosuhteiden perusteella on ollut kesällä ollut hyvä tai tyydyttävä ja talvella välttävä. Parantamisohjelman aikana yleinen käyttökelpoisuus oli hyvä ja pohjan happitilanne pysyi hyvänä. Lutanjärvessä elävien kalalajien kannalta (särki, lahna, ruutana, hauki ja ahven) happipitoisuus on ollut useimmiten riittävä, mutta talvisin happipitoisuudet ovat laskeneet kriittiselle tasolle, jolloin hapenpuutosoireita on saattanut esiintyä. Näillä kaloilla hapenpuutosoireiden alkaa esiintyä vasta, kun happipitoisuus on 1,5-2 mg/l välillä. Talvella 2003 happipitoisuus laski liian alhaiseksi, jolloin Lutanjärvellä tapahtui kalakuolema.

Ravinneaineet ja a-klorofylli

Typpi

Typpiä voi vedessä esiintyä orgaanisina ja epäorgaanisina yhdisteinä. Suuri osa vedessä olevasta typestä on kuitenkin typpikaasua (N_2). Typellä on vähemmän merkitystä sisävesien ravinteena kuin fosforilla. Kuitenkin typpi voi toimia järvissä minimiravinteena olosuhteissa, jossa fosforipitoisuudet ovat hyvin korkealla. Tällaisia tilanteita ilmenee usein alku- ja loppukesästä. Eliöiden kannalta tärkeimmät typen muodot ovat nitraatti (NO_3), nitriitti (NO_2) ja ammoniumtyppi (NH_4^+) (Seppänen 1984, Särkkä 1996).

Typpipitoisuuksissa esiintyy säännöllistä vuodenaikaisvaihtelua. Syksyllä ja talvella sedimentistä vapautuu typpeä veteen, keväällä ja kesällä järven tuotanto sitoo typpeä, ja typen pitoisuudet laskevat vedessä. Toisaalta typpeä poistuu vesistöstä menovirtaaman mukana, denitrifikaatiossa ja sitoutumalla pohjasedimenttiin.



Kuva 3. *Lutanjärven typpipitoisuudet vuosina 1973-2004.*

Keskimääräiset vaihtelut kokonaistypen pitoisuuksissa Suomen rehevöityneillä järvillä ovat 1000-3000 µg/l. Keskimääräinen kokonaistypen pitoisuus sisävesillämme on noin 800 µg/l. Lutanjärvellä kokonaistypen pitoisuudet ovat vaihdelleet 1300-4900 µg/l välillä ja keskimääräinen typpipitoisuus on ollut 2511 µg/l. Korkeimmat typpipitoisuudet on mitattu vähähappisina talvina, jolloin typpeä on vapautunut sedimentistä veteen. Kesällä 2003 parantamisohjelman aikana typpipitoisuudet olivat melko alhaiset vaihdellen 600-810 µg/l välillä. Alusvedessä keskimääräinen typpipitoisuus (700 µg/l) oli korkeampi kuin pintavedessä (650 µg/l). Lutanjärven alhainen typpipitoisuus voidaan selittää myös sillä, että vuodet 2002-2003 olivat erittäin vähäsateisia, jolloin tulovirtaama järveen jäi vähäiseksi. Talvella 2004 typen määrä vedessä kasvoi moninkertaisiksi kesän pitoisuuksiin nähden (2300-3000 µg/l).

Typen liukoiset muodot

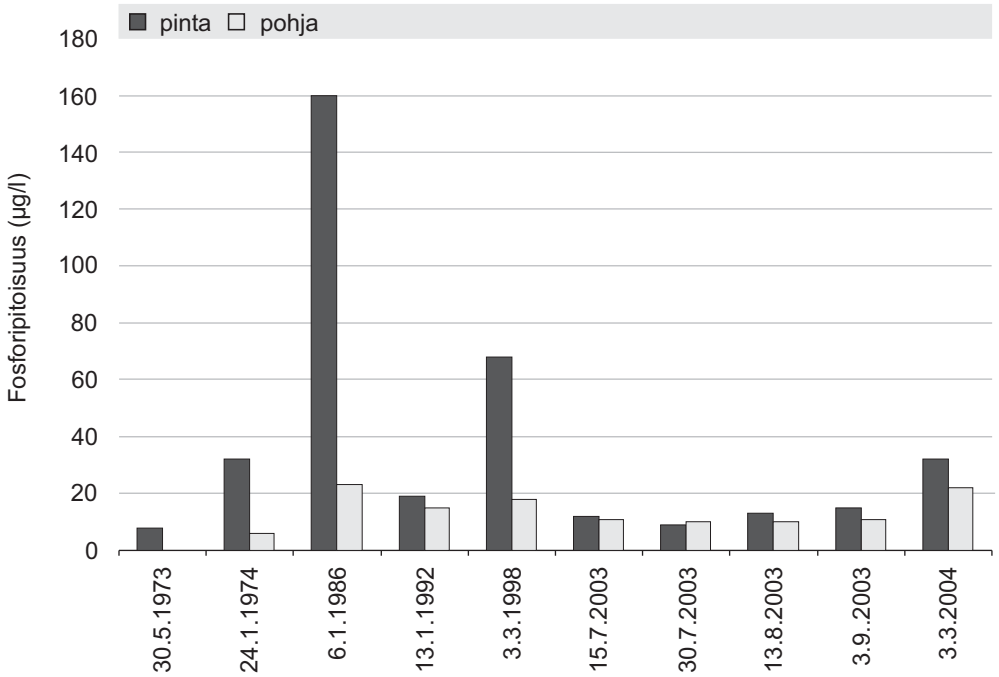
Biologisesti tärkeiden typen muotojen, kuten nitraatin, nitriitin ja ammoniumtypen, vaihtelu Lutanjärvellä ovat olleet suuria. Nitriitti-nitraattipitoisuudet ovat heilahdelleet 5-2500 µg/l ja ammoniumtypen vaihtelu on ollut 70-940 µg/l välillä. Parantamisohjelman aikana ammoniumtypen pitoisuudet vaihtelivat 5-160 µg/l välillä ollen alusvedessä (77 µg/l) korkeampi kuin pintavedessä (17 µg/l). Talvella 2004 keskimääräinen ammoniumtyppipitoisuus oli 320 µg/l. Nitraatti-nitriittitypen pitoisuudet vaihtelivat kesällä 2003 5-120 µg/l välillä. Alusvedessä nitraatti-nitriittitypen pitoisuus (41 µg/l) oli useita kertoja korkeampi kuin pintavedessä (10 µg/l). Talvella pitoisuus oli keskimäärin 1850 µg/l.

Typen liukoisten muotojen vaihtelu ja muutokset pitoisuuksissa noudattelevat kokonaistypen käyttäytymistä. Kasveille ja leville käyttökelpoista typpeä on ollut Lutanjärvellä riittävästi saatavilla elintoimintojen ylläpitämiseen, mikä on näkynyt vesikasvillisuuden runsastumisena. Kesällä 2003 kasvillisuus sitoi suurimman osan vapaasta typestä kasvukauden aikana, mikä näkyi Lutanjärven typpipitoisuuden laskuna kesän edetessä syksyyn. Talvella pohjasedimentistä vapautui typpeä sekä vähähappisuuden että orgaanisen aineksen hajotustoiminnan johdosta.

Fosfori

Fosfori on sisävesien tärkein ravinne, mikä voi esiintyä vedessä liukoisena tai kolloidisena orgaanisena yhdisteenä, epäorgaanisena liukoisena fosfaattina ja kiintoaineeseen sitoutuneena yhdisteenä. Kasvien ja levien kannalta fosfaatit ovat tärkeimmät fosforin muodot, koska ne ovat heti hyödynnettävissä elintoimintoihin ja kasvuun. Fosforia tulee vesistöön valumavesien mukana mutta myös tuulen aiheuttamat virtaukset saattavat siirtää sedimenttihiukkasia veteen matalissa järvissä, jolloin fosforia liukenee veteen (Seppänen 1984, Särkkä 1996).

Suomen rehevissä sisävesissä kokonaisfosforipitoisuudet vaihtelevat 30-200 μg/l välillä. Keskimääräinen kokonaisfosforipitoisuus on 58 μg/l. Lutanjärvellä kokonaisfosforiarvot vaihtelevat 6-160 μg/l välillä. Keskimääräinen arvo on 38,7 μg/l. Hankkeen aikana otetuissa vedenlaatunäytteissä fosforipitoisuudet vaihtelivat kesällä 9-15 μg/l välillä, ja mainittavaa ero ei esiintynyt alus- ja pintaveden välillä. Sen sijaan talvella 2004 fosforipitoisuus oli selvästi korkeammalla (27 μg/l).



***Kuva 4**. Lutanjärven fosforipitoisuudet vuosina 1973-2004.*

Fosforin liukoiset muodot

Liukoisen fosfaattia ei ole tutkittu kuin kerran aikaisemmin vuonna 1992. Kesällä 2003 kaikki näytteenottokerroilla fosfaattipitoisuudet jäivät alle 2 μg/l, joten kasveille heti käytettävissä olevaa ravinnetta oli vähän saatavilla, koska se oli jo käytetty loppuun.

A-klorofylli

A-klorofylli kuvaa kasviplanktonin ja levien määrää vedessä. Se on tärkeä rehevyydestä kertova muuttuja. Rehevöityneissä vesistöissä a-klorofylli on kasvukautena yli 30 μg/l.

Lutanjärvellä ei ole aiemmin tutkittu a-klorofyllipitoisuuksia, joten kesällä 2003 tehdyt tutkimukset osoittavat, että Lutanjärvellä keskimääräinen a-klorofyllipitoisuus oli 2,6 μg/l ja se vaihteli 1,0-3,7 μg/l välillä. A-klorofyllin vähyys kertoo kasviplanktonin vähyydestä.

Lutanjärveä voidaan pitää typpipitoisuuksien mukaan nykyään rehevänä järvenä. Aikaisempien vuosikymmenten runsaasta typpikuormituksesta johtuen Lutanjärvi on ollut erittäin rehevä järvi. Sen sijaan fosforipitoisuudeltaan Lutanjärvi on ollut aikaisemmin erittäin rehevä, mutta parantamisohjelman aikana rehevyystaso oli laskenut lievästi rehevöityneeseen luokkaan. A-klorofyllimäärän perusteella järveä voisi pitää jopa karuna. Nykyään Lutanjärven vedenlaatu on yleisen käyttökelpoisuusluokittelun mukaan erinomainen tai hyvä. Aikaisempina vuosina tilanne on ollut välttävä.

Yhteenveto Lutanjärven vedenlaadusta

Lutanjärven vedenlaadussa on havaittavissa selviä merkkejä rehevöitymisestä vuosien 1974-2004 aikana. Lutanjärven ravinnepitoisuudet ovat olleet noususuunnassa 1974-1998 välisenä aikana mutta kesällä 2003 ne olivat alhaisia. Toisaalta vuodet 2002-2003 olivat erittäin kuivia ja vähäsateisia, joten tulovirtaaminen mukana tuleva ravinnekuormitus jäi vähäiseksi. Yleisen käyttökelpoisuusluokittelun mukaan vedenlaatu oli kesällä 2003 erinomaista.

Lutanjärven happitilanne on varsinkin talvella huono, jolloin pohjan lähettyvillä esiintyy hapettomuutta. Tällöin ravinteita saattaa vapautua pohjasedimentistä. Kesällä 2003 pohjassa esiintyi hapenvajausta, mikä oli seurausta ankarasta talvesta. Sen sijaan kesällä päällysvedessä esiintyi hapen ylikyllästymistä kasvillisuuden kiihtyneestä yhteyttämisnopeudesta johtuen. Lutanjärven pH-arvoissa on ollut selvä nouseva suuntaus, mikä johtunee järven tuottavuuden kasvusta.

Lutanjärven hydrologia ja ojavesien laatu

Lutanjärven vesitaseen tekijöitä arvioitiin sekä laskennallisesti että tekemällä virtausmittauksia valuma-alueen ojissa (Hyvärinen & Korhonen 2003, Ilmatieteen laitos 2003). Taulukossa on esitetty teoreettisesti lasketut hydrologiset tiedot Lutanjärven valuma-alueelle. Lutanjärveen tuleva kokonaisvesimäärä on vuosittain 0,382 milj. m^3 vettä. Poisvirtaavan veden määrä on 0,197 milj. m^3 vettä. Teoreettinen veden viipymä järvessä on runsas kolme vuotta (taulukko 1).

Taulukko 1. Lutanjärven valuma-alueen keskimääräiset hydrologiset tiedot

Sadanta (Eurajoki)	1991-2000	659 mm/a
Haihdunta (Mietoinen)	1991-2000	462 mm/a
Valunta	1991-2000	197 mm/a
Valuma	1991-2001	6,24 l/s/km^2
Virtaama	1991-2001	3,76 l/s
Järveen virtaava vesimäärä	118 557 m^3/a	
Järveen suoraan satava vesimäärä	263 600 m^3/a	
Järveen tuleva kokonaisvesimäärä	382 157 m^3/a	
Järvestä haihtuva vesimäärä	184 800m^3/a	
Järvestä pois virtaava vesimäärä	197 357 m^3/a	
Veden teoreettinen viipymä	3,2 a	

Virtaamat ojissa

Lutanjärven tärkeimmistä uomista; Paskajärvenojasta, Järvistönojasta ja Lutanjärven laskujoesta Lutanojasta (taulukko 2) mitattiin veden virtaama syksyllä 2003 marraskuun 17–20. välisinä päivinä. Virtaamamittaukset on tehty purosiivikolla ja tikkumenetelmällä. Syksyllä 2003 Lutanjärveen virtasi vettä 0,0159 m^3/s eli 15,9 l/s. Heinäkuussa 30.7 ei virtausmittauksia voitu tehdä, koska veden virtaus oli erittäin vähäistä. Kokonaisvirtaamasta Paskajärvenojan osuus on 77 % ja Järvistönojan 23 % (taulukko 2).

Taulukko 2. Tulo- ja menouomien mitat ja virtaamat syksyllä 2003

Uoma	Leveys (m)	Poikkileikkausala (m^2)	Keskisyvyys (cm)	Maksimisyvys (cm)
Paskajärvenoja	1,05	0,19	18	23
Järvistönoja	0,5	0,028	6	8
Lutanoja	1,53	0,19	12	18

Uoma	Keskivirtaus (m/s)	Maksimivirtaus (m/s)	Virtaama (m^3/s)
Paskajärvenoja	0,65	0,111	0,0123
Järvistönoja	0,129	0,179	0,0036
Yhteensä	0,779	0,29	0,0159
Lutanoja	0,046	0,124	0,0088

Ojavesien laatu

Lutanjärveen laskevista uomista määritettiin kesällä 29.7 ja syksyllä 10.11 ojavesien vedenlaatumuuttujia. Vesinäytteistä tutkittiin kokonaisfosfori- ja -typpipitoisuudet, pH, sähkönjohtavuus, sameus, vedenväri sekä fekaaniset bakteerit. Paskajärven ojasta otettiin syksyllä myös yksi lisänäyte; Paskajärven luuskasta (taulukko 3).

Taulukko 3. Lutanjärven uomien vedenlaatu kesällä ja syksyllä 2003

Uoma	Sameus FTU	Kok. typpi mg/l	Kok. fosfori mg/l	Väri mg/l Pt	Sähkönjohtavuus mS/m	pH	Fek. bakteerit kpl/100 ml
29.7.2003							
Paskajärvenoja							
Piste 2	17	7300	290	120	43	6,6	1000
Järvistönoja	210	3000	230	640	22	6,2	490
10.11.2003							
Paskajärvenoja							
Piste 1	2,5	1200	31	120	8	6,6	0
Piste 2	18	5200	160	50	30	6,5	280
Järvistönoja	35	1100	70	120	16	6,0	34

Lutanjärveen laskevissa kahdessa ojassa vedenlaatu oli huonoa yleisen käyttökelpoisuusluokittelun mukaan. Kesällä ojien typpipitoisuudet olivat erittäin korkeita; Paskajärven ojassa typpipitoisuus oli 7300 µg/l ja Järvistönojassa 3000 µg/l. Myös fosforipitoisuudet olivat erittäin korkeita.

Kesällä ojavedet olivat sameita ja humuspitoisia. Veden väriarvot olivat Paskajärvenojassa 120 mg/l Pt ja Järvistönojassa 640 mg/l Pt, ja ojien sameus vaihteli 17–210 FTU:n välillä. Myös sähkönjohtokyky oli melko korkea (2-43 mS/s). Veden pH-arvot olivat lähellä neutraalia. Fekaanisia bakteereita oli runsaasti ja ojavedet olivatkin hygieeniseltä laadultaan tyydyttäviä tai välttäviä. Veden huonohko laatu kesällä johtui virtaamien vähyydestä ja veden seisahtaneisuudesta, jolloin bakteerit ja levät runsastuivat vedessä.

Syksyllä ravinneainepitoisuudet olivat laskeneet kasvaneiden virtaamien johdosta. Kuitenkin typpipitoisuus kasvoi Paskajärven luusuan (1200 µg/l) ja ojan suun (5200 µg/l) välillä yli neljäkertaiseksi. Samoin fosforipitoisuudet olivat selvästi laskeneet kesän lukemista. Paskajärven luusuan vedessä oli fosforia 31 µg/l. Veden virrattua läpi Lutan kylän kohosi fosforipitoisuus 160 µg/l eli fosforipitoisuus kasvoi yli viisinkertaiseksi. Järvistönojassa veden fosforipitoisuus oli 70 µg/l. Järvistönojan korkeat ravinnepitoisuudet johtunevat menneiden vuosikymmeninä harjoitetusta karjataloudesta, sillä valuma-alueen pellot ovat kesannolla ja asutusta ei ole. Paskajärvenojan korkeat ravinneainepitoisuudet vedessä voidaan selittää johtuvan osaksi seisovasta ojavedestä ja kesän vähäsateisuudesta, mutta ne voivat johtua myös suurista ravinnehuuhtoutumista pelloilta ja/tai asutuksen jätevesipäästöistä.

Ojavesien humuspitoisuus laski syksyyn mentäessä. Paskajärven luusuan veden väriarvo oli 120 mg/l Pt. Veden humuspitoisuus laski luusuasta ojan suun väriarvoon 50 mg/l Pt. Järvistön ojan veden vastaava humuspitoisuus oli 120 mg/l Pt. Kiintoaineksen määrä ei ollut mainittavasti muuttunut Paskajärvenojassa kesän ja syksyn välillä. Sen sijaan kiintoaineksen määrä kasvoi Paskajärven luusuan ja ojan suun välisellä matkalla 2,5 FTU:sta 18 FTU:hun. Järvistönojassa kiintoaineksen määrä oli 35 FTU, mikä oli kuudesosa kesän kiintoaineksen määrästä. Myös sähkönjohtokyky oli laskenut kesän arvoista hivenen (taulukko 3). Veden pH-arvot eivät juurikaan muuttuneet kesästä. Sen sijaan bakteerien määrät olivat huomattavasti laskeneet, sillä Järvistönojan vedenlaatu oli parantunut hyvään bakteereiden osalta. Myös Paskajärvenojan bakteerimäärät olivat vähentyneet 3,5-kertaisesti.

Lutanjärven ojavesien laatuun vaikuttaa pääasiassa pelloilta ja metsistä huuhtoutuvat ravinteet sekä vakituisen asutuksen jätevesipäästöt. Myös menneiden vuosikymmenten karjanhoito näkyy ojavesien laadussa, sillä maaperään kertyneet ravinteet heikentävät huuhtoutuessaan Järvistönojan vedenlaatua.

Hetkellinen ainevirtaama

Lutanjärven ravinneainevirtaama on laskettu syksyn yli- ja kesän alivirtaamatiedoista sekä laskennallisesta keskivirtaamasta yhtä vuorokautta kohti. Tarkempaa ainevirtamaa kesälle ei voida arvioida, koska säännöllisiä mittauksia ei voitu tehdä ja kesä oli poikkeuksellisen vähäsateinen. Kuitenkin ojiin heitetyt tikut liikkuivat, mikä viittaa veden jonkinlaiseen virtaukseen.

Taulukko 4. Narvijärven uomien aiheuttama kuormitus ja prosenttiosuudet

Uomat	Typpi (kg/vrk)	Fosfori (kg/vrk)	Humus (kg/vrk)
Paskajärvenoja			
Kesä	0,388 (89%)	0,015 (83%)	0,966 (39%)
Syksy	5,526 (94%)	0,170 (89)	8,055 (59%)
Järvistönoja			
Kesä	0,047 (11%)	0,003 (17%)	1,508 (61%)
Syksy	0,342 (6%)	0,022 (11%)	5,655 (41%)
Summa			
Kesä	0,435	0,018	2,474
Syksy	5,868	0,192	13,71
Yhteensä	6,303	0,210	16,18
Keskivirtaama	1,35	0,06	11,44

Paskajärvenojan merkitys Lutanjärven ravinne- ja humuskuormittajana on erittäin selvä, sillä se vastaa lähes 90 % typpikuormituksesta, 86% fosforikuormituksesta ja lähes 50 % humuskuormituksesta. Järvistönoja on vain syksyllä merkittävä humuksen tuoja järveen. Laskennallisen kuormitusarvion mukaan Lutanjärveen tulee typpeä vuodessa 4620 kg ja fosforia 233 kg. Näin ollen vuorokautta kohti typpikuormitus on 12,7 kg ja fosforikuormitus 0,6 kg. Ojavesien mukana järveen tuleva typpikuormitus on kuitenkin keskimäärin 3,1 kg ja fosforikuormitus 0,1 kg.

Lutanjärven eliöstö

Lutanjärven kasviplanktonisto

Tärkeimmät kasviplanktonin määrää säätelevät tekijät ovat kasvutekijät: ravinteet, valon määrä ja lämpötila. Toisinaan eläinplanktonin laidunnuksella, kasviplanktonin välisellä kilpailulla ja alkueläinten, bakteereiden ja virusten loisinnalla saattaa olla huomattava merkitys kasviplanktonin runsauteen (Särkkä 1996). Yleensä rehevissä järvissä kasviplankton esiintyy jaksoittain ollen runsaimmillaan keväällä ja syksyllä. Kasviplanktonin määrä ja lajisto heijastelevat useimmiten hetkellisiä vallitsevia ympäristööloja.

Vesistöjen rehevyystason kuvaajina on käytetty kasviplanktonlajiston lajilukumäärä- ja biomassasuhteita (Järnefelt 1952, 1956 ja Järnefelt ym. 1963, Heinonen 1980 ja Tikkanen 1986). Yleensä karuissa vesistöissä tyypillisiä leväryhmiä ovat nie-

lulevät *(Cryptophyceae)* ja kultalevät *(Chrysophyceae)*, sen sijaan rehevissä vesissä esiintyy usein runsaana piileviä *(Diatomophyceae)*, sinileviä *(Cyanophyceae)*, viherleviä *(Chlorophyceae)* ja silmäleviä *(Euglenophyceae)* (Seppänen 1985, Särkkä 1996, Lepistö ym. 2003).

Taulukko 5. Lutanjärvessä esiintyvät kasviplanktonin ilmentäjälajit vuonna 2003.

Laji/suku	Eutrofinen (e) ja oligotrofinen (o)
Diatoma vulgare	o
Dinobryon acuminatum	o
Euglena sp.	e
Mallomonas akrokomos	o
Monoraphidium contortum	e
Nephrocytium limneticum	e
Oocystis solitaria	e
Pediastrum tetras	e
Phacus curvicauda	e
P. pyrum	e
Tetrastrum komarekii	e
Trachelomonas volvocina	e

Yllä olevassa taulukossa 5 on esitetty kasviplanktonit ilmentäjälajit. Lutanjärvessä esiintyi kesällä 2003 12 ilmentäjälajeja, joista kolme on tyypillisiä karuille järville, ja runsasravinteisuutta ilmensi 9 kasviplanktonlajia. Karujen vesien lajeja edustivat *Diatoma vulgare, Dinobryon acuminatum* ja *Mallomonas akrokomos*. Tutkimusaineistosta on laskettu lajilukumääriin ja biomassasuhteisiin perustuvia kvotienttisysteemi arvioimaan järven rehevyyttä.

Kesällä 2003 E/O-suhde vaihteli 1,3-2,0 ja EV/OV-suhde vastaavasti 0,06-30,2 välillä (taulukko 6). Kvotienttisysteemiä käytettäessä E/O-suhteen raja-arvo runsasravinteisuudelle on 8 ja EV/OV-suhteelle 35. Kvotienttisuhteiden perusteella Lutanärveä ei voi luokitella runsasravinteiseksi vesistöksi. Vuonna 2003 kokonaislajimäärä vaihteli 21-40 tunnistetun lajin välillä. Oligotrofisessa järvessä kokonaislajimäärä vaihtelee 35-49 lajin välillä, kun eutrofisessa järvessä lajeja on yleensä 46:stä 71:een.

Veden rehevyyttä voidaan luokitella myös kasviplanktonin biomassan avulla (Heinonen 1980, Tikkanen 1986, Särkkä 1996). Kasviplanktonin biomassaluokittelun rehevyys raja-arvot ovat ultraoligotrofiselle < 0,20 mg/l, oligotrofiselle 0,21-0,50 mg/l, alkavalle rehevöitymiselle 0,51-1,00 mg/l, mesotrofiselle 1,01-2,50 mg/l, eutrofiselle ,51-10,00 mg/l ja hypereutrofiselle järvelle > 10,00 mg/l.

Taulukko 6. Lutanjärven E/O- ja EV/OV-suhteet kesällä 2003

Tutkimuskerta	E-lajimäärä	O-lajimäärä	E/O-suhde	EV/OV-suhde	Lajiluku
15.7	3	0	3	0,06	21
30.7	4	2	2	0,72	28
13.8	4	2	2	0,30	38
3.9	4	3	1,3	30,19	40

Planktonlevien kokonaisbiomassa vaihteli Lutanjärvessä kesällä 2003 0,185-2,550 mg/l välillä ja runsaimmillaan kasviplanktonia oli heinäkuun lopussa. Muina tutkimuskertoina kasviplanktonin kokonaisbiomassa jäi melko pieniksi Kesän keskimääräinen biomassa oli 1,258 mg/l (taulukko 7). Planktonlevien biomassa oli näin ollen tyypillinen mesotrofiselle vesistölle (Turkki 2003).

Taulukko 7. Lutanjärven kasviplanktonin biomassa (mg/l) vuonna 2003.

Päivämäärä	Biomassa (mg/l)
15.7.2003	0,185
30.7.2003	2,550
13.8.2003	1,958
3.9.2003	0,337

Lutanjärven leväryhmien esiintyminen vaihteli seuraavasti: heinäkuun puolivälissä kasviplanktonissa vallitsivat nielulevät, heinäkuun lopussa viherlevät, elokuun puolivälissä sinilevät ja syyskuussa nielulevät ja kultalevät (Turkki 2003). Lutanjärven kasviplanktonin valtaryhminä voidaan pitää sinileviä, nieluleviä ja viherleviä (taulukko 8).

Taulukko 8. Lutanjärven leväryhmien osuudet (%) kasviplanktonin kokonaisbiomassasta vuonna 2003

Leväryhmä	15.7	30.7	13.8	3.9
Sinilevät	0	1	82	0
Nielulevät	64	8	7	34
Kultalevät	1	0	1	24
Viherlevä	14	89	6	18
Muut	21	2	4	24

Nielulevien valtalajeina esiintyivät *Cryptomonas sp.* ja *Chroomonas sp*. Heinäkuisen viherlevämaksimin muodosti suurimmaksi osaksi *Crucigenia quadrata* -laji. Tämä laji on pienikokoinen ja esiintyy 4-soluisena ryhmänä. Elokuussa esiintyneen sinilevähuipun muodosti pienisoluinen, koloniaalinen *Aphanocapsa sp.* -laji. Syyskuun alun kultalevissä vallitsivat lähinnä *Mallomonas spp.* -lajit. Syyskuun alussa Lutanjärven kasviplanktonissa esiintyi myös *Raphidophyceae* -luokkaan kuuluva limalevä *Gonyostomum semen*, joka on planktinen, yleensä matalahkoissa humuspitoisissa järvissä esiintyvä laji. Lutanjärvessä limalevän määrä oli kuitenkin pieni.

Lutanjärven kasviplanktonin määrät olivat poikkeuksellisen pieniä, samoin vesitutkimusten yhteydessä analysoidut klorofyllimäärät (kesällä 2003 välillä <1–3,7 μg/l), jotka myöskin kertovat veden levämäärästä. Lutanjärvessä sattui talvella 2003 (tammi-maaliskuu) happikadosta johtuva kalojen joukkokuolema. Kalojen puuttuessa eläinplanktonbiomassa oli kasvanut poikkeuksellisen suureksi ja eläinplankterit suurikokoisiksi (Saukkonen 2004). Tästä seurauksena eläinplanktonin saalistuspaine kasviplanktoniin on ollut suuri, mikä puolestaan on pitänyt kasviplanktonin määrät alhaisina. Myös veden vähäravinteisuus ja valumavesien vähyys vaikutti osaltaan kasviplanktonin määriin.

Lutanjärven eläinplanktonisto

Sisävesiemme tärkeimpiin eläinplanktonryhmiin kuuluvat alkueläimet *(Protozoa)*, rataseläimet *(Rotifera)*, hankajalkaislahkot *Calanoida* ja *Cyclopoida* sekä vesikirppujen lahko *(Cladocera)* (Särkkä 1996). Eläinplanktonit voidaan jakaa ravintokäyttäytymiseltään detrivoreihin, omnivoreihin tai predaattoreihin. Kasviplanktonin määrä, eläinplanktonlajien välinen kilpailu, kalasto, erityisesti sisävesissä muikun, kuoreen ja ahvenen ravintokäyttäytyminen vaikuttavat eläinplanktonin määriin. Eläiplanktonin tuotanto on yleensä noin 20 % kasviplanktonin tuotannosta. (Särkkä 1996).

Lutanjärven eläinplanktonin biomassaa ja lajistoa tutkittiin kolmesti kesällä 2003. Tutkimuksessa ei ollut mukana alkueläimiä. Lutanjärven eläinplankton koostui yhteensä 27:stä lajista tai lajiryhmästä, ja lajisto oli monipuolisin syyskuussa (18 lajia). Lajirunsain eläinplanktonryhmä oli rataseläimet, joita oli 11:sta lajia. Sen sijaan vesikirppuja ja hankajalkaisia oli molempia kahdeksan lajia. Rataseläinlajisto oli runsaimmillaan syyskuussa yhdeksän lajia, ja lajiluku kasvoi kesän myötä. Heinäkuussa rataseläinlajeja oli kolme, kun elokuussa lajeja oli jo kuusi. Vesikirppujen lajimäärä laski kesän kuluessa kahdeksasta lajista kahteen, sen sijaan hankajalkaisten lajimäärä kasvoi (5-8) kesän myötä. Heinäkuussa oli neljä eläinplankterilajia, joita ei esiintynyt muilla näytekerroilla. Elokuussa ja syyskuussa oli kolme näytekerroille tyypillistä lajia. Heinä- ja syyskuussa samoja lajeja oli 10, heinä- ja elokuussa yhdeksän ja elo- ja syyskuussa viisi.

Lutanjärven eläinplanktonbiomassa vaihteli 6,282-10,226 mg/l välillä, ja muutokset biomassassa ja lajikoostumuksessa olivat melko suuria (taulukko 9). Eri eläinplanktonryhmien osuudet kokonaisbiomassasta vaihtelivat melkoisesti näytteenottokertojen välillä. Ensimmäisellä näytteenottokerralla 15. heinäkuuta eläinplanktonin koostumus oli erikoinen. Suurin osa eläinplankterista (tiheys 48 kpl/l) oli suurikokoisia hankajalkaisia ja vesikirppuja (kookkaimmat yli 2 mm). Toisaalta pienikokoiset rataseläimet puuttuivat lähes tyystin. Heinäkuun puolessa välissä eläinplanktonin kokonaisbiomassa oli näytekertojen suurin 10,226 mg/l ja tästä vesikirppujen osuus oli 67 %. Vesikirppu *Daphnia cristata* muodosti eläinplanktonin kokonaisbiomassasta yli 49 %.

Elokuussa eläinplanktonin koostumus oli jo normalisoitunut, mutta rataseläimiä oli yhä vähän ja vesikirppujen määrä oli selvästi laskenut. Kokonaisbiomassa oli 7,89 mg/l ja suurikokoisten planktereiden tiheys oli 70 kpl/l. Tärkeimmän ryhmän muodosti hankajalkaiset, joiden osuus kokonaisbiomassasta oli 85 %. Valtalajina (osuus kokonaisbiomassasta oli 33%) oli hankajalkainen Eudiaptomus gracilis, jonka yksilöt olivat hyvin kookkaita.

Syyskuussa valtalajina oli yhä Eudiaptomus gracilis-hankajalkainen, jonka osuus kokonaisbiomassasta oli 44 %. Sen jälkeen tärkeimmät lajit olivat *Daphnia cristata* ja *Cyclops*. Eläinplantonin kokonaisbiomassa oli 6,28 mg/l ja kookkaiden planktereiden tiheys 70 kpl/l.

Taulukko 9. Eläinplanktonbiomassa (mg/l) eri näytteenottokerroilla sekä suurikokoisten eläinplanktereiden tiheydet (kpl/l)

Ryhmät	15.7	13.8	3.9
Rataseläimet	0,001	0,091	0,048
Vesikirput	6,860	1,707	1,267
Hankajalkaiset	3,364	6,731	4,967
Biomassa	10,226	7,894	6,282
Suurikokoiset	48	70	56

Eläinplanktonin ja vesistön tila suhdetta on tutkittu melko vähän, mutta yksinkertaisesti esitettynä biomassa ja tiheys kasvavat rehevyyden lisääntyessä sekä eläinplanktereiden keskikoko laskee (Saukkonen 2004). Varsinkin rataseläimissä on lajeja, jotka ovat tyypillisiä likaantumisen ja rehevyysasteen ilmentäjinä. Järnefelt ym. (1963) ovat esittäneet listan eläinplanktonlajeista, jotka ilmentävät eutrofiaa ja oligotrofiaa. Alla olevassa taulukossa 10 on esitetty Lutanjärvessä tavattavat eläinplanktonlajit, jotka ilmentävät eri trofiatasoja. Eutrofiaa suosivia lajeja on kaksi laji ja oligotrofiaa kaksi lajia.

Taulukko 10. Eläinplanktonin eutrofiaa (e) ja oligotrofiaa (o) ilmentävät lajit Lutanjärvellä 2003

Polyarhtra dolichopthera	o
Vesikirput	
Bosmina obtusirostris	o
Ceriodaphnia quadranhula	e
Daphnia pulex	e

Kuitenkin eläinplanktonin koostumukseen vaikuttavat järven eliöyhteisö ja ravintoverkko. Kalasto vaikuttaa voimakkaasti järven eläinplanktonin koostumukseen (Sarvala ym. 1995). Jos eläinplanktonia syöviä kaloja on runsaasti, planktereiden keskikoko pienenee, josta seuraa kasviplanktonin laidunnustehokkuuden heikkeneminen (Sarvala ym 1997). Suuret vesikirput ovat tehokkaita kasviplanktonin laiduntajia (Carpenter ym 1985). Lutanjärven eläinplankteriden suurehko keskikoko ilmentää kalakuolemaa. Järven rehevyydestä kertoo eutrofiaa suosivien eläinplanktonlajeja, kuten *Ceriodaphnia quadranhula* ja *Daphnia pulex* esiintyminen.

Lutanjärven pohjaeläimistö

Vesistön pohjalla vallitsevat olosuhteet vaikuttavat pohjaeläimistön määrään ja lajistoon. Paikalla pysyvinä eläiminä pohjaeläimet eivät voi siirtyä paremmille elinalueille (Jumppanen 1984, Paasivirta 1989). Epävakaat happiolot ja pohjan laatu vaikuttavat pohjaeläimistön määrään ja lajistosuhteisiin (Seppänen 1985, Sarvala & Perttula 1994). Useimmin vesistön rehevöityminen yksipuolistaa pohjaeläimistöä.

Lutanjärveltä tutkittiin pohjaeläinlajisto, biomassa ja yksilötiheys kolmelta havaintoasemalta. Havaintoasemien pohja oli laadultaan saviliejua, joissa kaikissa asemissa pohjan pinnalla oli ohut ruskea kerros. Pohjaliejun ruskeus kertoo sedimentin hapekkuudesta. Havaintoasemalla kolme esiintyi mustaa liejua, mikä kertoo epävakaista happioloista.

Pohjaeläinten lajimäärät olivat seitsemästä kymmeneen, ja yksilötiheys vaihteli välillä 3011-6010 kpl/m^2. Lutanjärven ohjaeläimistön kokonaisbiomassat olivat välillä 28,24-58,15 g/m^2 (taulukko 11).

Taulukko 11. Pohjaeläin tulokset Lutanjärveltä kesällä 2003.

Asema	Lajilukumäärä kpl	Yksilölukumäärä kpl/m^2	Biomassa g/m^2
Lutanjärvi 1	9	5 787	43,43
Lutanjärvi 2	6	6 010	58,15
Lutanjärvi 3	8	3 011	28,24

Lutanjärvellä pohjaeläimistön valtaryhmänä olivat surviaissääsken *(Chironomidae)* toukat, tärkeimpänä lajina *Chironomus plumosus*. Ne muodostivat 96-99,7 % pohjaeläinten kokonaisbiomassasta. Vastaavasti kokonaisyksilömäärät vaihtelivat 93-99 % välillä. *Chironomus plumosus* -toukkien vallitsevuus ja suuri yksilötiheys on tavallista rehevissä järvissä ja lammissa (Sarvala & Perttula 1994). Havaintopaikoilla 1 ja 2 esiintyi surviaissääsken toukissa laji *Corethra plumicornis*, joka on ravinnonhankintatyypiltään peto. Myös harvasukasmatoja *(Oligochaeta)* esiintyi kaikilla havaintoasemilla, eniten asemalla 2. Havaintopaikalla 3 esiintyi myös pieniä määriä pallosimpukkaa *(Sphaerium sp.)*, joka on yleinen laji runsasravinteisilla ja liejupohjaisilla vesillä.

Lutanjärven pohjaeläinlajisto oli tyypillinen reheville järville: lajisto on yksipuolinen ja valtalajina surviaissääsken toukat. Lutanjärvellä talvella 2003 tapahtuneen kalojen joukkokuoleman taustalla oli happikato, mikä vaikutti myös pohjaeläinten määrään ja rakenteeseen. *Chironomus plumosus* -toukat hyötyvät rehevöitymisestä ja sietävät hapen vajausta sekä muita elinympäristön muutoksia (Jumppanen 1984). Varsinaisia karujen järvien lajeja ei Lutanjärvellä esiintynyt, vaikka Lutanjärvi on vesitutkimusten perusteella melko vähäravinteinen. Pohjaeläinyhteisön koostumus johtunee Lutanjärven tapauksessa enemmän happikadon aiheuttamista pohjaeläinryhmien katoamisesta kuin rehevyydestä johtuvasta elinympäristövaatimuksista.

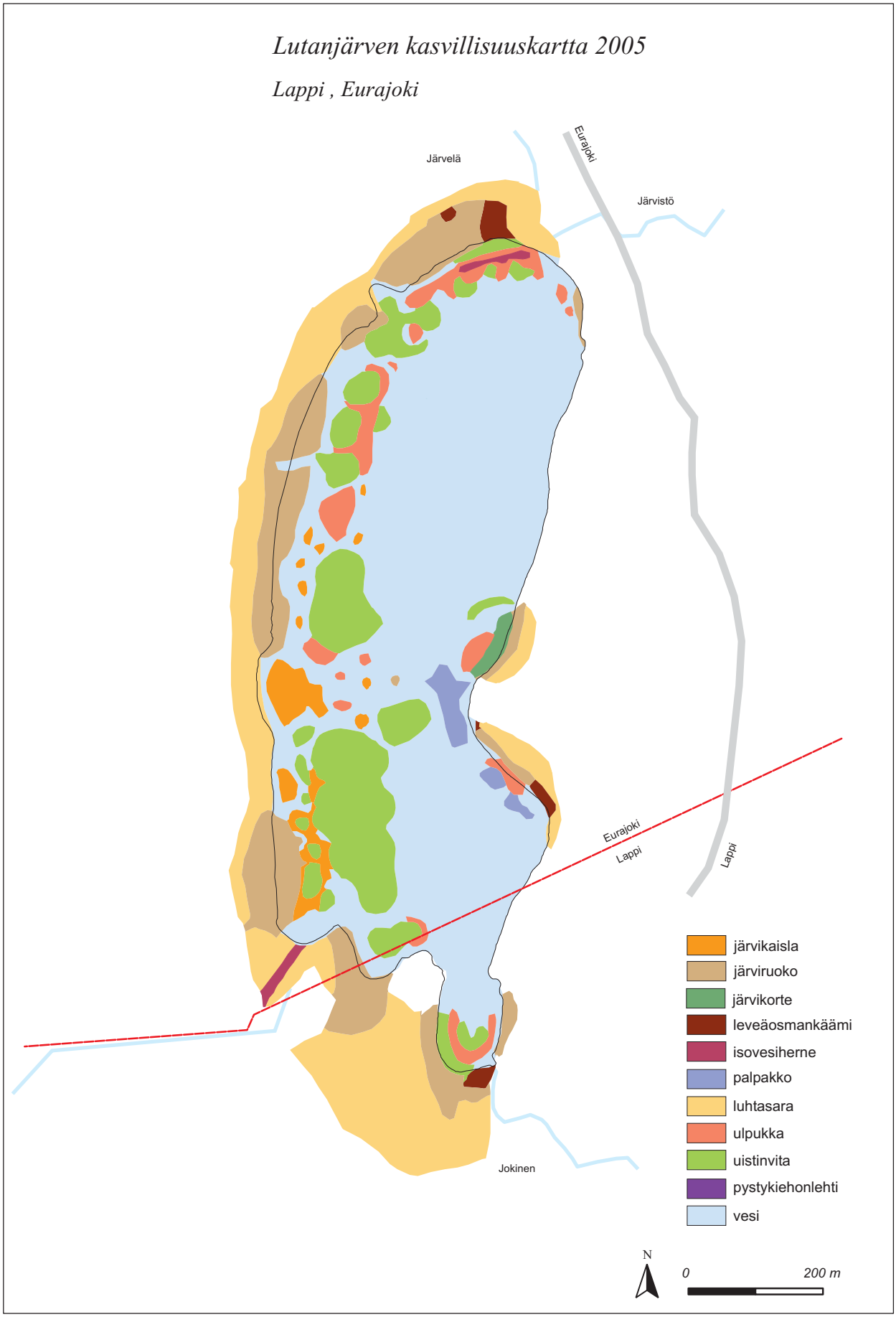
Lutanjärven kasvillisuus

Johdanto ja menetelmät

Lutanjärven kasvillisuus kartoitettiin neljänä päivänä elokuun loppupuolella. Kartoituksen tavoitteena oli saada hyvä yleiskuva kasvillisuudesta, koska aikaisempia kasvillisuusselvityksiä ei ole tehty. Kartoituksessa Lutanjärvi jaettiin 43 ruutuun, jotka olivat 125 x 125 metrin ruutuja. Jokaisesta ruudusta kirjattiin esiintyvät lajit ja valtalaji. Myöhemmin kasvillisuuden runsautta ja jakautumista tarkasteltiin ilmavalokuvista (kuva 5). Pohjakasvillisuutta tutkittiin nostamalla näytteitä satunnaisesti 1,0-1,5 metrin syvyydestä.

Lutanjärven kasvilajisto

Lutanjärveltä ja Paskajärveltä löytyi yhteensä 70 vesi- ja rantakasvilajia. Uhanalaisia tai muita huomionarvoisia lajeja ei tavattu. Yleisimmät ja runsaimmat ilmaversoiset kasvilajit olivat järviruoko ja -kaisla, kelluslehtisistä ulpukka ja uistinvita. Aineiston ja ilmakuvien pohjalta on arvioitu yleisyys ja runsaudet.



***Kuva 5**. Lutanjärven kasvillisuus*

Taulukko 12. Lutanjärven ja Paskajärven kasvillisuusluettelo.
k=kasvupaikan rehevyysvaatimus (o= niukkaravinteisuuden suosija, i= ravinteisuudesta riippumaton laji, m= suosii melko runsasravinteisia vesiä ja e= runsasravinteisuuden suosija), s=suhtautuminen rehevöitymiseen (0= ei juurikaan vaikutusta, +=hyötyy rehevöitymisestä ja -=kärsii rehevöitymisestä), y= yleisyys (1= hyvin harvinainen, 2= harvinainen, 3= melko harvinainen, 4= yleinen, 5= hyvin yleinen ja r= runsaus (1= hyvin niukka, 2= niukka, 3= melko runsas, 4= runsas, 5= hyvin runsas)

Laji	Tieteellinen nimi	k	s	y	r
Rantakasvit					
Harmaasara	*Carex canescens*		1	2	
Hilla	*Rubus chamaemorus*			1	1
Hentosuolake	*Triglochin palustris*			1	1
Isokarpalo	*Vaccinium oxycoccos*			1	2
Jokapaikansara	*Carex nigra*		1	2	
Jouhivihvilä	*Juncus filiformis*		1	2	
Juolukka	*Schoenoplectus lacustris*			1	1
Jänönsara	*Carex ovalis*		1	1	
Korpikaisla	*Scirpus sylvaticus*		1	1	
Korpikastikka	*Calamagrostis purpurea*	m		1	1
Kurjenjalka	*Potentilla palustrisi*		2	3	
Lehtohorsma	*Epilobium montanum*			1	1
Luhtakastikka	*Calamagrostis epigejos*			1	2
Luhtarölli	*Agrostis canina*		1	1	
Luhtatädyke	*Veronica scutellata*		1	1	
Luhtatähkimö	*Stellaria palustris*		1	1	
Luhtavilla	*Eriophorum angustifolium*			1	3
Mesiangervo	*Filipendula ulmaria*			1	2
Mesimarja	*Rubus arcticus*		1	2	
Mutasara	*Carex limosa*		1	2	
Nurmilauha	*Deschampsia cespitosa*			1	3
Nurmivihvilä	*Juncus tenuis*		1	2	
Pullosara	*Carex rostrata*	i	0	3	3
Pikkumatara	*Galium trifidum*		1	2	
Raate	*Menyanthes trifoliata*	o-m		1	2
Ranta-alpi	*Lysimachia vulgaris*			1	2
Rantakukka	*Lythrum salicaria*	m		1	2
Rantanenätti	*Rorippa palustris*	m-e		1	2
Rantavihvilä	*Juncus alpinoarticulatus*			1	2
Rantayrtti	*Lycopus europaeus*	m-e		1	2
Rautanokkonen	*Urtica urens*		1	1	
Savijäkkärä	*Gnaphalium uliginosum*			1	2
Suokukka	*Andromeda polifolia*			1	2
Suo-orvokki	*Viola palustris*		1	2	
Suoputki	*Peucedanum palustre*			1	2
Terttualpi	*Lysimachia thyrsiflora*			1	2
Tummarusokki	*Bidens tripartita*	m-e		1	2
Tupasvilla	*Eriophorum vaginatum*			1	1
Tähtisara	*Carex echinata*		1	1	
Vehka	*Calla palustris*	i		2	3
Viiltosara	*Carex acuta*	m-e		1	1
Viitakastikka	*Calamagrostis canescens*			1	1

Laji	Tieteellinen nimi	k	s	y	r
Vesikasvit					
Ilmaversoiset					
Haarapalpakko	*Sparganium erectum*	e	+	1	1
Järvikaisla	*Schoenoplectus lacustris*	i	+	3	4
Järvikorte	*Equisetum fluviatile*	i	0	1	3
Järviruoko	*Phragmites austalis*	i	+	4	5
Keltakurjenmiekka	*Iris pseudacorus*	e		1	1
Leveäosmankäämi	*Typha latifolia*	m-e	+	1	2
Pystykeihonlehti	*Sagittaria sagittifolia*	e		1	2
Rantaleinikki	*Ranunculus reptans*	o-m		1	2
Rantaluikka	*Eleocharis palustris*	o-m	0-	2	3
Rantapalpakko	*Sparganium emersum*	m-e	0	3	3
Ratamosarpio	*Alisma plantago-aquatica*	m-e	0	1	2
Vesikuusi	*Hippuris vulgaris*	i	0	1	2
Kelluslehtiset					
Lumme	*Nymphaea alba*	i	+	2	2
Ojasorsimo	*Glyceria fluitans*	m-e		1	2
Siimapalpakko	*Sparganium gramineum*	m	-	3	4
Uistinvita	*Potamogeton natans*	i	0	4	5
Ulpukka	*Nuphar lutea*	i	+	5	5
Pohjalehtiset					
Katkerovesirikko	*Elatine hydropiper m*		1	1	
Uposlehtiset					
Ahvenvita	*Potamogeton perfoliatus*	i		1	1
Pikkupalpakko	*Sparganium natans*	o-m	0-	1	2
Purovita	*Potamogeton alpinus*	i	0-	2	3
Rentovihvilä	*Juncus supinus*	o	-	1	3
Ruskoärviä	*Myriophyllum alterniflorum*	o-m		1	1
Tylppälehtivita	*Potamogeton obtusifolius*	e	+	2	3
Irtokeijujat					
Isovesiherne	*Utricularia vulgaris*	i	+-	2	3
Irtokellujat					
Kilpukka	*Hydrocharis morsus-ranae*	e	+	1	3
Pikkulimaska	*Lemna minor*	m-e	+	1	2
Vesisammaleet					
Lampisirppisammal	*Drepanocladus trichophyllys*			2	3

Lutanjärvellä tavattavat kasvillisuuden elotyypit

Lutanjärvellä esiintyy seitsemän varsinaista kasvillisuuden elotyyppiä. Ilmaversoisista tärkeimmät lajit ovat järviruoko ja järvikaisla. Ilmaversoista kasvillisuutta esiintyy erityisen runsaana järven pohjois- länsi- ja eteläosissa. Uistinvita ja ulpukka ovat runsaimmat kelluslehtislajit. Niiden esiintyminen keskittyy järven länsi- ja eteläosien matalille rannoille. Tämän lisäksi järvellä esiintyy yksi suurempi kai-

ta/siimapalpakkoesiintymä. Lutanjärvellä esiintyy viisi uposlehtisistä kasvilajia. Pohjaversoista tavataan vain katkerovesirikkoa ranta-asutuksen hiekkarannoilla. Irtokeijuista runsain laji on isovesiherne, irtokellujista pikkulimasta, joita molempia esiintyy runsaana vain järven luusuassa. Myös vesisammalista lampisirppisammalta tavataan Lutanjärvellä.

Järven kasvillisuus osa-alueittain

Järven pohjoispää

Järven pohjoispää rannat ovat matalia ja liettyneitä. Avovesialue alkaa runsaan parinkymmenen metrin päästä rantaviivasta. Pohjoisranta on luhtaista pullosaraniittyä, jossa kasvaa vehkaa, kurjenjalkaa, rantakukkaa ja rantaluikkaa. Järven luoteisrannalla järviruoko muodostaa runsaan ja tiheän kasvillisuusvyöhykkeen, jonka seassa esiintyy melko runsaana leveäosmankäämiä. Ulpukka muodostaa isovesiherneen kanssa melko tiheän ja runsaan kasvillisuusvyöhyke rannan ilmaversoisvyöhykkeen jälkeen. Pohjalla kasvaa tylppälehtivitaa ja sirppisammalta. Kylän uimarannan hiekkapohjalla esiintyy myös katkerovesirikkoa.

Länsiranta

Järven länsiranta on tiheän ilmaversoiskasvillisuuden peitossa. Järven rantaviivan ja peltojen välissä esiintyy kapea sekametsävyöhyke. Metsän ja rannan välissä kasvaa parin-kolmenkymmenen metrin levyinen pullosaraluhta, joissa kasvavat harmaa-, jokapaikan- ja viiltosara, viita-, luhta- ja korpikastikka sekä nurmilauha ja luhtarölli. Muita lajeja ovat kurjenjalka, luhta- ja tupasvilla, ranta-alpi, suoputki ja suo-orvokki. Järvikaislan esiintyminen alkaa järveen puolessa runsastuen etelään päin. Kasvustot ovat harvakasvuisia ja pienialaisia.

Luhdalla esiintyy runsaasti pystyä lahopuuta. Luhdan jälkeen alkaa järviruokovyöhyke, joka on lähes yhtenäinen koko länsirannan osalta, vain järven keskiosissa saraluhta yltää vesirajaan saakka. Luhdalla kasvaa paikoin rahkasammalta. Muita ilmaversoisia vesikasveja ovat järvikaisla, jonka esiintyminen alkaa noin 300 metrin päästä pohjoisrannasta. Kelluslehtisiä kasveja esiintyy runsaasti rantaviivasta lähtien. Valtalajina on uistinvita, joka peittää lähes 300 metrin vesialueen. Uistinvitaa ympäröi yleensä harvat ulpukkakasvustot. Järven lounaisosassa uistinvitakasvustojen ja rannan välillä esiintyy harvakasvuisia ulpukka- ja järvikaisla kasvustoja sekä paikoin järviruokoa.

Mökkirannat

Kesämökit sijaitsevat suurimmaksi osaksi Lutanjärven itärannalla. Kaksi mökkiä on järven eteläosassa ja kaksi luoteessa. Rakennettua rantaviivaa on noin runsaan kilometri. Vesi- tai rantakasvillisuutta järven itärannalla on hyvin vähän, koska järvi on syvärantainen. Metsä ylettyy aivan rantaviivaan asti. Runsaampaa kasvillisuutta itärannalla esiintyy kahdessa lahden poukamassa, joissa kasvaa harvakseltaan järvikortetta, ahvenvitaa ja ruskoärviää. Suurempassa poukamassa esiintyy melko tiheäkasvuinen ulpukka-, siima- ja rantapalpakkokasvusto. Muita lajeja ovat vesikuusi ja lumme. Rannalla kasvaa harva järviruoko-osmankäämikasvusto. Järven kapeimmassa kohdassa noin puolessa välissä järveä rannalla kasvaa järviruokoa ja pullosaraa. Kapeikkoalueella kasvaa tiheä ja laaja siimapalpakkokasvusto. Lisäksi Lutanjärven matalilla rannoilla kasvaa yksittäisiä pystykeiholehtiä ja ratamosarpioita.

Eteläosat

Järvestä lähtevä oja on kauttaaltaan täynnä pikkupalpakon ja vesiherneen kasvustoja. Järven luusuassa esiintyy myös vesikuusta ja purovitaa. Järven peukalovarpaassa ulpukka muodostaa uistinvidan kanssa suhteellisen tiheitä sekakasvustoja ja rannalla kasvaa tiheästi järviruokoa, joka ulottaa vyöhykkeensä aivan metsärajalle saakka. Järven eteläosassa on kalliometsikkö, joka korkeimmilla veden korkeuksilla on ollut saari. Tämän metsikön ja metsärajan välillä esiintyy laaja saraluhta, jossa kasvaa harvakseltaan pullosaran lisäksi järviruokoa ja leveäosmankäämiä.

Kasvillisuus järven tilan ilmentäjänä

Lutanjärven etelä-, länsi- ja pohjoisranta ovat matalia ja runsaan kasvillisuuden peittämiä. Tiheät kelluslehtiskasvustot, joissa valtalajina ovat uistinvita ja ulpukka sekä lumpeet peittävät laajoja alueita vesialueesta. Myös suhteellisen runsaat ja tiheät järviruoko-osmankäämikasvustot kuvastavat järven rehevyyttä. Kuitenkin Lutanjärvellä ei löydy luontaisesti sopivia kasvupaikkoja tietyille kasvilajeille, siksi esimerkiksi puhtaan veden ilmentäjiä nuottaruohoa ja lahnaruohoa ei järvellä tavattu. Lutanjärveltä puuttuu kovapohjaiset ja matalat rannat, joita kyseiset lajit vaativat kasvupaikoikseen.

Lutanjärvellä 2003 tehdyllä kasvillisuuskartoituksella ei ole vertailukohtaa, koska aikaisempia tutkimuksia ei ole tehty. Tältä osin muutoksia järven kasvillisuudessa ei voida arvioida. Kuitenkin valtaosa rehevyydestä hyötyvistä lajeista esiintyvät liettyneillä ja matalilla rannoilla tai tulouomien läheisyydessä. Vesikasvillisuus kertoo järven rehevöitymisestä ja mataloitumisesta. Kasvillisuuden perusteella Lutanjärven voi luokitella kaislajärven ja osmankäämi-sarpiojärven välimuodoksi (Toivonen 1982 & 1984, Vesiopas 1985).

Lutanjärven kalasto

Lutanjärven kalasto koostuu pääosin neljästä kalalajista: ahvenesta, hauesta, lahnasta ja särjestä. Näiden lajien lisäksi ruutanakin tiedetään kuuluvan Lutanjärven kalastoon. Vuoden 2001 koekalastuksessa kokonaissaalis oli 3,151 kg ja 52 kalayksilöä. Viime vuosina harrastekalastajat ovat saaneet saaliikseen noin 30 kg kalaa, pääsääntöisesti ahventa ja haukea. Koekalastuksessa särjen osuus koko saaliin biomassasta oli 80 % ja yksilömäärästä yli 90 % (Sydänoja 2003). Muiden kalalajien osuudet olivat vähäisiä (taulukko 13).

Taulukko 13. Lutanjärven koekalastuksen (2001) tuloksia

Laji	Yksikkösaalis Paino (g)	Pituus (mm) Kpl	Paino(g) n	%	Ka	Min	Maks	Ka	Min	Maks	%
Särki	499	9,4	47	90	172	75	231	53	3	120	79
Hauki	114	0,2	1	2	430	-	-	572	-	-	18
Ahven	12,4	0,6	3	6	103	55	182	21	2	56	2
Lahna	4,0	0,2	1	2	131	-	-	20	-	-	<1

Suurin osa särkipopulaatiosta yksilöistä (53 %) kuului pituusluokkaan 16-18,5 cm. Aineiston pienuudesta johtuen siitä ei voi päätellä eri vuosiluokkien osuuksia tai kasvunopeuksia. Lutanjärven kalasto koostuu pääasiassa särjistä, joka saattaa ravintokilpailullaan vaikeuttaa ahvenen nuoruusvaiheiden selviytymistä (Bergman 1991). Petokalojen osuus Lutanjärven kalabiomassasta on varsin pieni, eikä vesikkosysteemiä voida näin ollen pitää tasapainoisena. Kuitenkin Lutanjärven kalaston tiheys on pieni ja koekalastuksen perusteella kalamäärä on noin 50 kg/ha. Hoitokalastuksiin ei ole syytä ryhtyä, koska talvella 2003 järven happikato aiheutti laajan kalakuoleman. Sen sijaan petokalaistutuksilla voidaan hillitä särkikalojen runsastumista (Sydänoja 2003).

Lutanjärven sedimenttitutkimus

Leena Klemola
Turun yliopisto / Geologian laitos

Johdanto

Osana Narvijärven, Lutanjärven ja Kauklaistenjärven parantamisohjelmaa Turun yliopiston Geologian laitos toteutti Lutanjärven ja Narvijärven järvien pohjasedimenttien tilan tutkimuksen. Sedimenttitutkimus oli tarpeen pohjan nykytilan ja mahdollisen sisäkuormituksen selvittämiseksi. Sisäkuormituksella tarkoitetaan järven pohjaan varastoituneiden ravinteiden vapautumista veteen muun muassa syvänteiden hapettomuuden seurauksena, ja sillä saattaa olla huomattava vaikutus järven tilaan. Sedimenttitutkimuksella selvitettiin myös järven kuormitushistorian muutoksia.

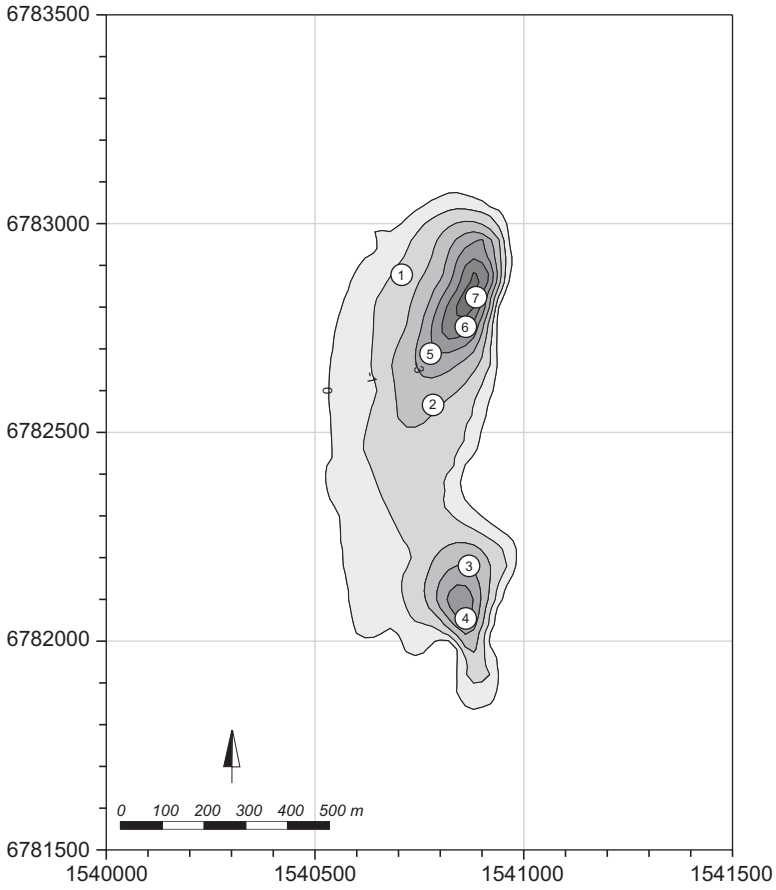
Tutkimusmenetelmät

Pohjasedimentin tila kartoitettiin ottamalla näytteitä sedimentin pinnasta kattavasti järvien eri osista ja eri syvyyksiltä. Näytepisteiden sijainnin valinta tehtiin syvyysluotauksissa saatujen tietojen perusteella, jolloin voitiin ottaa huomioon järvien rakenne ja erilaiset pohjadynaamiset vyöhykkeet. Kuormitushistorian selvittämiseksi otettiin lisäksi yksi profiilinäyte kummankin järven syvimmästä kohdasta, joita voidaan pitää järvien tärkeimpinä akkumulaatioalueina.

Kenttätyömenetelmät

Lutanjärven ja Narvijärven sedimenttitutkimuksen näytteenotto suoritettiin 25.–26.9.2003. Lutanjärvestä otettiin yhteensä kuusi pintasedimenttinäytettä ja yksi profiilinäyte. Näytepisteiden sijainnit on merkitty karttaan (kuva 6). Näytepisteiden syvyydet määritettiin vielä uudestaan näytteenoton yhteydessä Inari-kaikuluotaimella.

Sedimenttinäytteet nostettiin vaijerikäyttöisellä Limnos-sedimenttinoutimella. Pintasedimenttinäyte otettiin siten, että näytesarjan pinnalta otettiin talteen kahden senttimetrin paksuinen osanäyte. Näytteen pinnassa oleva ylimääräinen kasvillisuus poistettiin, ja näytteet säilöttiin ilmatiiviisiin Minigrip-pusseihin. Profiilinäytteet jaettiin osanäytteisiin siten, että sarjasta otettiin osanäytteet 2 cm välein 20 cm syvyyteen asti, jonka jälkeen osanäytteitä otettiin n. 4 cm välein. Lutanjärveltä nostettu profiilinäyte ulottui 37 cm, ja Narvijärveltä 32 cm syvyyteen asti.



Kuva 6. *Lutanjärven pintasedimenttinäytteiden näytteenottopisteiden (numerot 1-6) ja profiilinäytteen näytteenottopisteen (numero 7) sijainnit.*

Näytteenoton yhteydessä näytteistä mitattiin hapetus-pelkistysaste (redox-potentiaali) Mettler Toledo pHmeter 1100-kenttämittarilla. Kaikista Narvijärven pintasedimenttinäytteistä ei redox-potentiaalia pystytty mittaamaan laitevian vuoksi. Sekä pintasedimentti- että profiilinäytteet kuvattiin myös käyttäen Troels-Smithin litofasieskoodia ja Munsell-värikoodia.

Analyysimenetelmät

Tutkimuksessa kaikista näytteistä määritettiin vesipitoisuus, hehkutushäviö, kokonaisfosforin määrä sekä fosforin jakautuminen eri jakeisiin. Profiilinäytteistä tehtiin lisäksi pigmenttianalyysi, eli klorofylli- ja karotenoidimääritykset, jotka kuvaavat järven tuotannon kehitystä.

Vesipitoisuus määritettiin näytteistä käyttäen Håkansonin & Janssonin (1983) menetelmää. Menetelmän mukaan näytteitä kuivattiin kiertoilmauunissa +60 °C:n lämmössä kahdentoista tunnin ajan. Hehkutushäviö määritettiin saman menetelmän mukaan hehkuttamalla kuivattuja näytteitä uunissa +550 °C:n lämmössä kahden tunnin ajan.

Fosforianalyysit tehtiin kahdella eri menetelmällä. Sedimentin kokonaisfosforipitoisuus määritettiin käyttämällä Bengtssonin & Enellin (1986) menetelmää, jossa väkevillä HCl- ja HNO_3 -uutoilla pyritään pääsemään kuningasvesiuuttoa vastaavaan totaaliuuttoon. Fosforin jakautuminen määritettiin Hieltjesin & Lijkle-

man (1980) menetelmää, jossa erilaisilla uutoilla pyritään saamaan selville erityyppisten fraktioiden osuus kokonaisfosforista. Osittaisliuotusmenetelmässä käytetyt liuottimet olivat 1 M ammoniumkloridi (NH_4Cl), 0.1 M natriumhydroksidi (NaOH) ja 0.5 M vetykloridi (HCl). Kummassakin menetelmässä varsinaisena osoitusreaktiona käytettiin Murphyn & Rileyn (1962) molybdeeninsininen -menetelmää, jolla liuoksesta osoitetaan spetrofotometrisesti reaktiivisen fosforin määrä mg/l. Määrityksessä käytettiin HACH-spektrometriä (aallonpituus 882nm), jonka antamien arvojen perusteella laskettiin laimennussuhteet huomioon ottaen näytteen fosforipitoisuudet mg/g kuivaa sedimenttiä. Residuaalifosforin määrä laskettiin vähentämällä eri fraktioiden osuudet kokonaisfosforin määrästä.

Pigmenttianalyysi tehtiin Bengtssonin & Enellin (1986) menetelmän mukaan. Menetelmässä klorofyllit uutetaan näytteestä asetonilla, ja karotenoidit samasta asetoniuutoksesta petroolieetterillä. Uutoksista analysoitiin klorofyllit ja karotenoidit HACH-spektrometrillä käyttäen aallonpituuksia 664 nm ja 445 nm, vastaavasti. HACH-spektrometrin antamat tulokset muutettiin Bengtssonin & Enellin (1986) laskukaavan mukaan pigmenttiyksiköiksi (PU).

Lutanjärven sedimenttitutkimuksen tulokset ja niiden tarkastelu

Sedimentin kuvaus

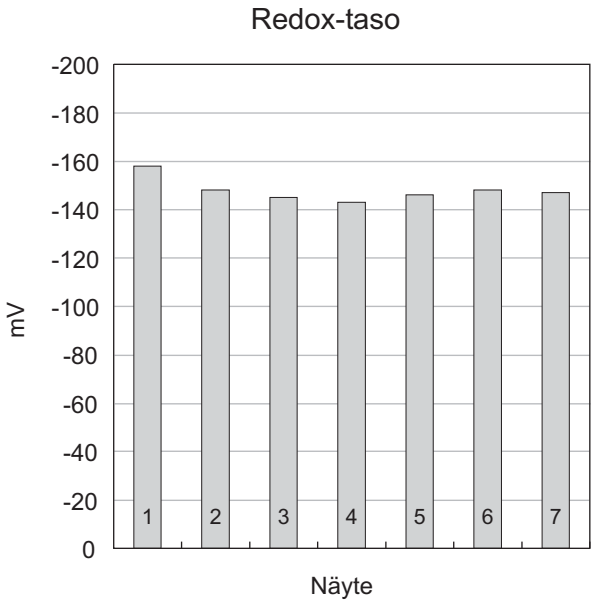
Lutanjärven pintasedimenttinäytteet olivat melko tasalaatuisia keskenään. Sedimentit koostuivat mineraaliaineksesta (Argilla) ja kasvinjäänteistä, jotka olivat pääosin maatumattomia (Detritus). Näytteissä oli myös täysin hajonnutta orgaanista humusainesta (Substantia humosa) jonkin verran. Sedimentit olivat hyvin tumman ruskeita (Munsell-värikoodia 2,5Y2,5/1 ja 5Y2,5/2). Lisäksi ainakin näytteissä 1 ja 6 sedimentin pintaosa oli hieman vaaleampi.

Profiilinäytteen sedimentti oli koko profiilin ajan melko tasalaatuista, mutta joitain pieniä eroja oli havaittavissa. Sedimenttipatsaan pintaosa (0-4 cm) koostui pääosin maatumattomista kasvijäänteistä, ja joukossa oli jonkin verran myös maatunutta humusainesta. 4 cm:stä alaspäin mineraaliaineksen ja toisaalta myös täysin maatuneen humusaineksen osuus kasvoi. Sedimentti oli väriltään tumman ruskeaa, ja värivaihtelut olivat profiililla hyvin pieniä. Ainoa selkeä silmin havaittava muutos värissä tapahtui n. 3 cm kohdalla, sillä profiilinäytteen päällimmäiset 0-3 cm olivat väriltään erittäin tumman ruskeita, kun taas alempana sedimentti oli hieman vaaleampaa. 14 cm:n syvyyteen asti sedimenteissä oli selvästi havaittavissa tummia sulfidiraitoja, jotka kertovat pohjan hapettomista olosuhteista.

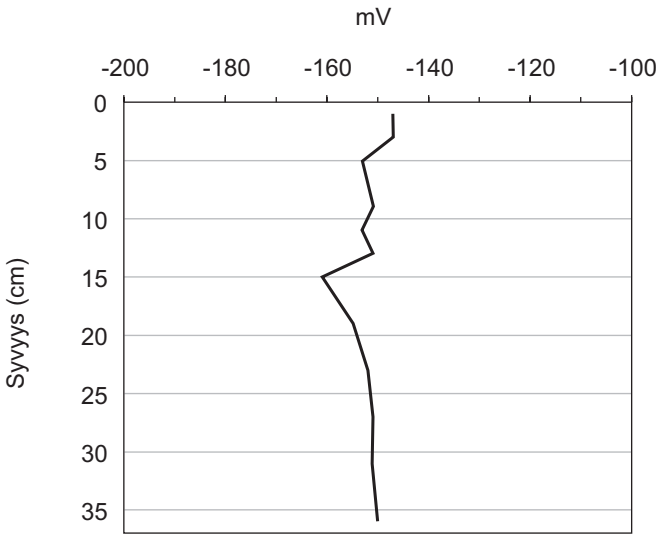
Redox-potentiaali

Redox-potentiaali eli hapetus-pelkistysaste (Eh) kertoo vesistön happitilanteesta. Kun järvivesi on hapella kyllästettyä, sen redox-potentiaali on noin +520 mV, ja happipitoisuuden laskiessa redox-potentiaali laskee. Tietyt kemialliset reaktiot tapahtuvat erilaisissa hapetus-pelkistysolosuhteissa, minkä vuoksi redox-potentiaalilla on merkitystä pohjan olosuhteiden ja järven tilan ja kehityksen kannalta. Esimerkiksi raudan hapettumista ja pelkistämistä määräävä +200 mV:n redox-potentiaali on hyvin tärkeä veden ja pohjasedimentin kosketuspinnan tapahtumille. Jos Eh laskee +200 mV:n alapuolelle, ferriyhdisteet (Fe^{+++}) muuttuvat ferroyhdisteiksi (Fe^{++}), jotka liukenevat veteen. Liukenevan ferroraudan mukana myös kasviravinteena toimiva helppoliukoinen fosfori (NaOH-liukoinen fraktio) pääsee liukenemaan veteen, mikä kiihdyttää rehevöitymistä vesistöissä. Rikkivetyä (vetysulfidi, H_2S) alkaa vapautua sedimenteistä kun hapetus-pelkistystaso putoaa alle -150 mV:n. (Särkkä 1996).

Lutanjärven sedimenttinäytteiden redox-mittausten tulokset ovat esitetty kuvissa 7 ja 8. Tuloksista nähdään, että Lutanjärven sedimenttien redox-potentiaali on kaikissa näytteissä alle -100 mV, joten raudan liukenemiseen tarvittava +200 mV:n raja alitetaan kaikkialla. Myös rikkivetyä kontrolloiva -150 mV:n raja alitetaan useissa paikoissa. Lutanjärven pintasedimenttien arvot vaihtelevat -143 mV:n ja -158 mV:n välillä, eli arvot ovat melko samanlaisia joka puolella järveä.



Kuva 7. *Lutanjärven pintasedimenttinäytteiden redox-arvot. Näyte 7 edustaa profiilinäytteen pintaosaa.*

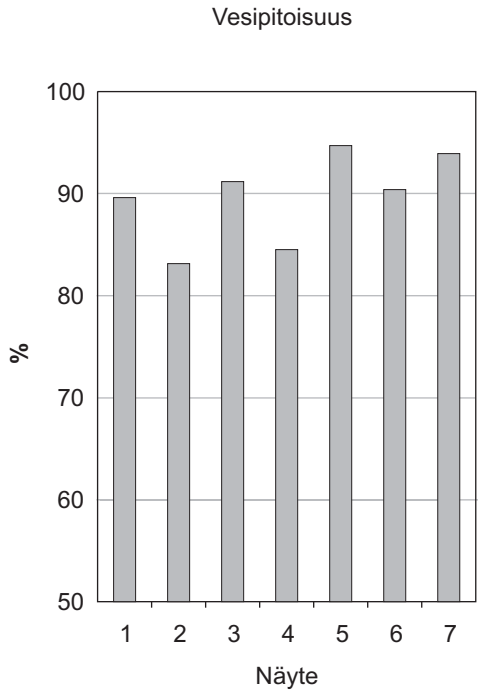


Kuva 8. *Lutanjärven sedimenttiprofiilin redox-arvot.*

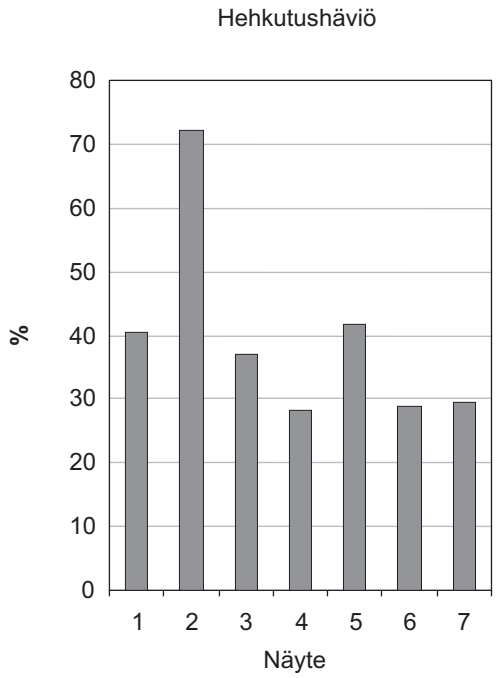
Myös sedimenttiprofiilin näytteissä redox-taso on samaa luokkaa, eli arvot vaihtelevat välillä -147 ja -161 mV. Redox-potentiaali on pysynyt melko tasaisena koko sedimenttisarjassa, eikä selviä muutoksia ole tapahtunut. Yleisesti ottaen voidaan todeta, että hapetus-pelkistystaso on Lutanjärvessä kaikkialla hyvin alhainen.

Vesipitoisuus ja hehkutushäviö

Lutanjärven pintasedimenttien vesipitoisuudet ja hehkutushäviöt on esitetty kuvissa 9 ja 10. Hehkutushäviö kertoo karkeasti orgaanisen aineksen osuuden näytteessä. Kuvassa 9 pintasedimenttien vesipitoisuudet ja hehkutushäviöt ovat esitetty suhteessa näytteenottosyvyyteen.

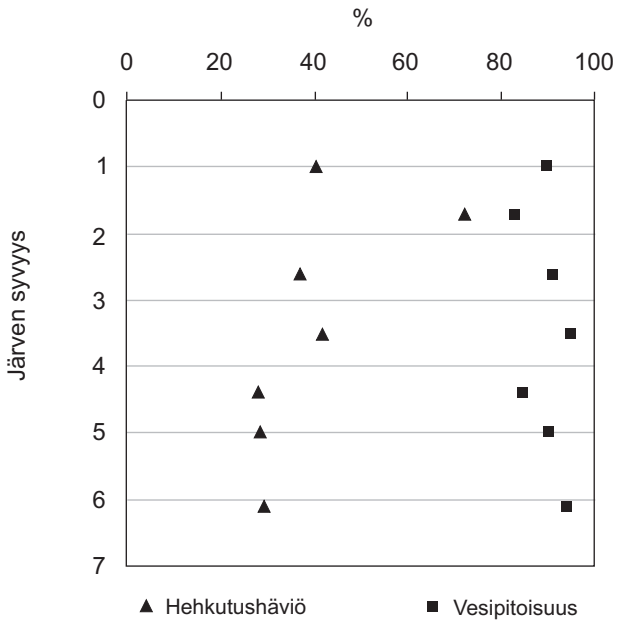


Kuva 9. *Lutanjärven pintasedimenttinäytteiden vesipitoisuudet.*



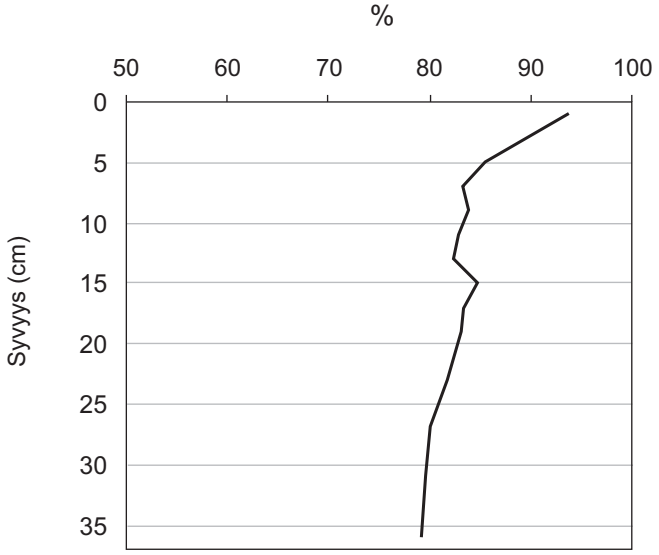
Kuva 10. *Lutanjärven pintasedimenttinäytteiden hehkutushäviöt.*

Vesipitoisuus vaihtelee pintasedimenteissä välillä 80–95 %, ja vaihtelu on tasaista järven eri syvyyksillä. Hehkutushäviö on pintasedimenttinäytteissä n. 30–40 %, lukuun ottamatta näytettä 2, jossa hehkutushäviö on yli 70 %. Näytteen 2 poikkeava tulos saattaa johtua suuresta pintakasvillisuuden määrästä sedimentissä kyseisellä näytteenottopaikalla, joka hieman vääristää tulosta. Kuvassa 6 voidaan nähdä heikko korrelaatio hehkutushäviön ja näytteenottosyvyyden välillä siten, että hehkutushäviö on hieman korkeampi järven matalissa osissa. Näissä osissa järveä orgaanisen materiaalin kerrostuminen on suurempaa.

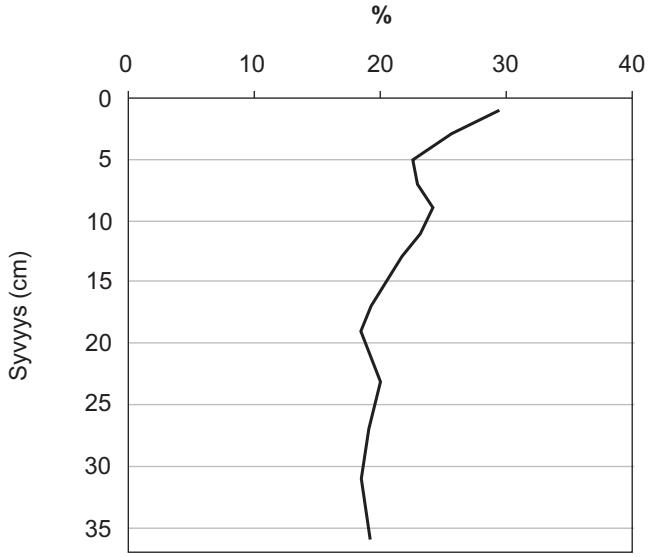


Kuva 11. *Lutanjärven pintasedimenttien hehkutushäviö ja vesipitoisuus suhteessa järven syvyyteen näytteenottopaikalla.*

Sedimenttiprofiilin osanäytteiden vesipitoisuudet ja hehkutushäviöt on esitetty kuvissa 12 ja 13. Vesipitoisuus kasvaa melko tasaisesti koko ajan näyteprofiilin pintaa kohti, mikä on normaalia, sillä vesipitoisuus on yleensä kokoonpuristuvuuden vuoksi pienempi syvemmällä kuin sedimentin pintaosissa. Noin 5 cm:n kohdalla tapahtuu hieman jyrkempi muutos vesipitoisuuden kasvussa, ja sama muutos nähdään myös profiilinäytteiden hehkutushäviössä. Välillä 35–15 cm hehkutushäviö on n. 20 %, ja siitä ylöspäin se kasvaa, ollen pintaosassa lähes 30 %. Jyrkin muutos näkyy 5 cm:n kohdalla. Tulos indikoi sedimenttiin kerrostuneen orgaanisen aineksen määrän lisääntymistä viime vuosien aikana, mikä voi olla seurausta järven tuottavuuden kasvusta ja hapettomien olosuhteiden vuoksi järvessä tapahtuvan orgaanisen aineksen hajoamisen on hidastumisesta. Hehkutushäviötä voi kasvattaa myös antropogeenisen orgaanisen aineksen ulkoisen kuormituksen kasvu (Håkanson & Jansson 1983). Vaikka muutokset ovat selkeästi nähtäviä, ne ovat tapahtuneet melko tasaisesti, mikä kertoo siitä, että muutokset järvellä ja valumaalueella ovat olleet asteittaisia ja niiden vaikutukset järven sedimentteihin ovat tulleet näkyviin vähittäin.



Kuva 12. *Lutanjärven sedimenttiprofiilin osanäytteiden vesipitoisuudet.*

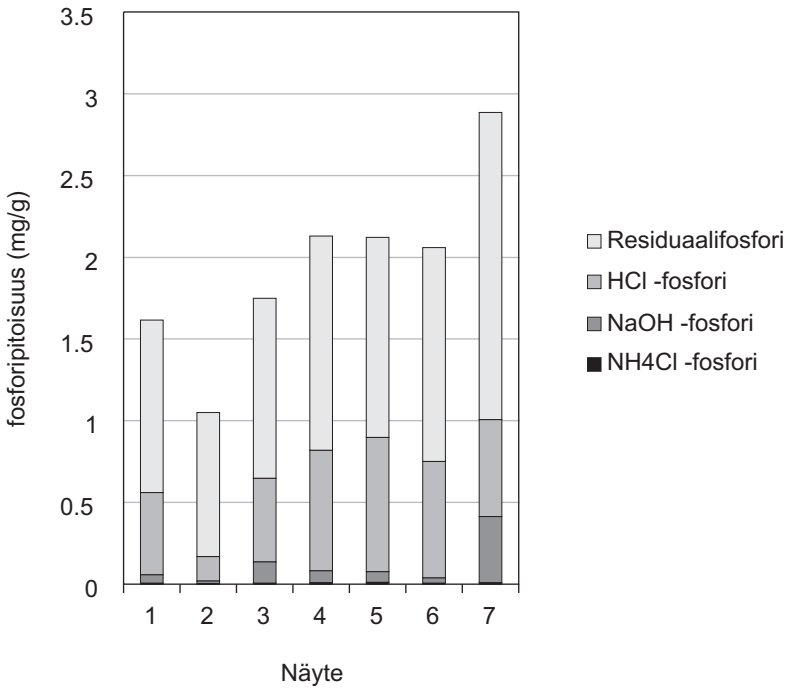


Kuva 13. *Lutanjärven sedimenttiprofiilin osanäytteiden hehkutushäviöt.*

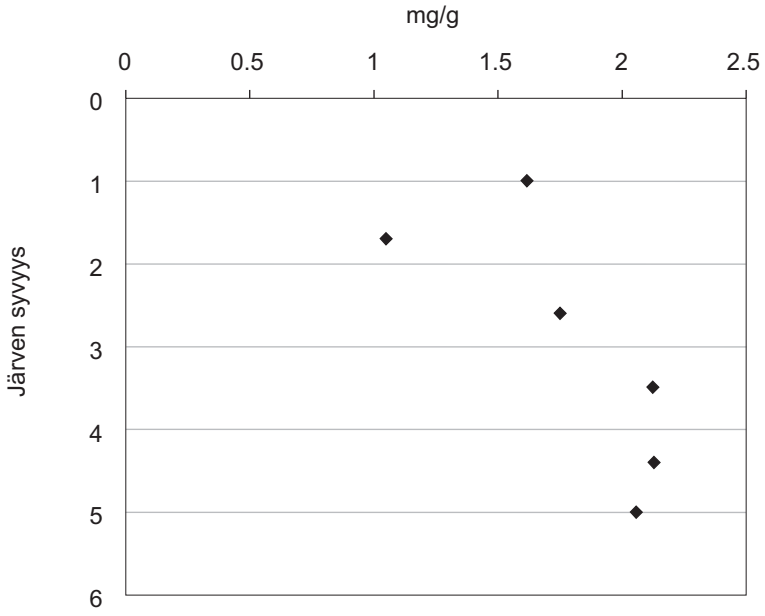
Fosforianalyysi

Sedimenttinäytteistä tutkittiin näytteiden sisältämän kokonaisfosforin määrä, sekä eri fosforin fraktioiden osuudet fosforin kokonaismäärästä. Fosforin jakaminen fraktioihin on tärkeää, koska ominaisuuksiltaan erilaiset fosforin jakeet ovat eri tavoin kasvillisuuden ja eliöstön käytössä.

Pintasedimenttinäytteiden fosforianalyysin tulokset on esitetty kuvissa 14 ja 15. Näytteiden sisältämä kokonaisfosforin määrä vaihtelee välillä 1-3 mg/g. Suoraan kasvillisuuden käytössä olevan NH_4Cl-liukoisen fosforin määrä on kaikissa näytteissä erittäin pieni. Metallioksideihin sitoutunut helppoliukoinen NaOH-liukoinen fosfori on se osa fosforista, joka vapautuu sedimentistä sisäisen kuormituksen tilanteessa. Sen osuus on vain muutama prosentti kokonaisfosforista, eli myös sen määrä on hyvin pieni. Suurin NaOH-liukoisen fosforin määrä tavataan näytteessä 7, joka profiilinäytteen pintaosa ja siten edustaa järven syvimmän kohdan tilannetta. Suurin osa fosforista on vaikealiukoisessa muodossa (orgaaniseen ainekseen sitoutunut residuaalifosfori ja HCL-liukoinen apatiittifosfori). Kuvasta 15 voidaan nähdä, että sedimenttiin sitoutuneen kokonaisfosforin määrä on hieman korkeampi järven syvänteissä kuin järven matalissa osissa.

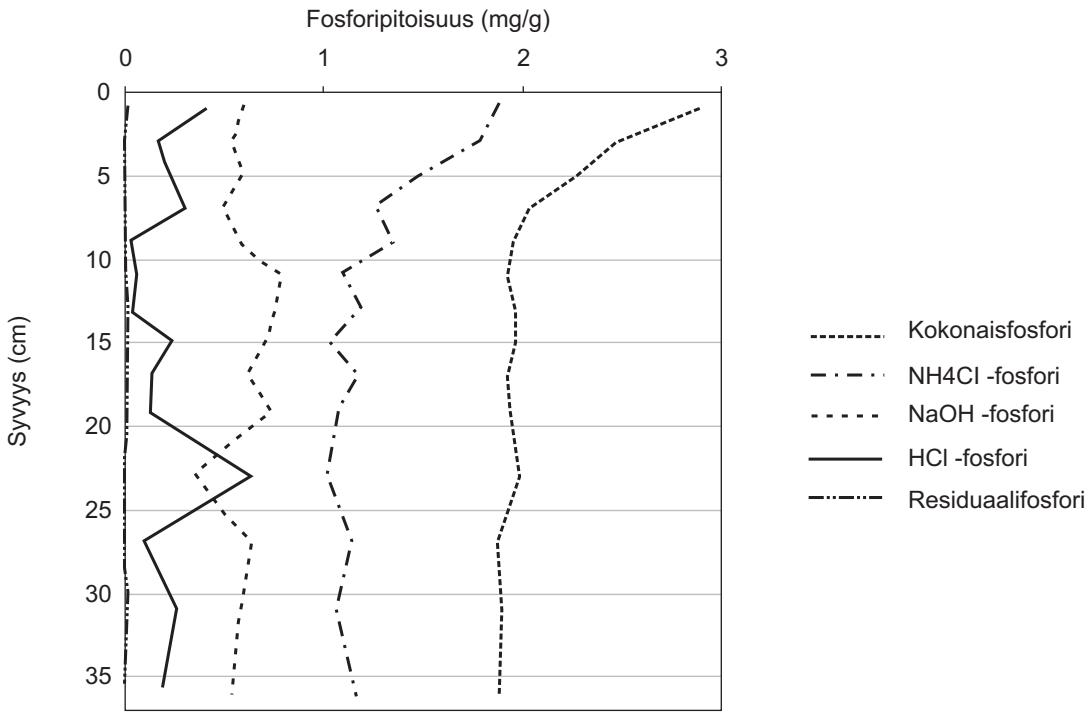


Kuva 14. *Lutanjärven pintasedimenttien sisältämät fosforipitoisuudet.*



Kuva 15. *Lutanjärven pintasedimenttien sisältämät kokonaisfosforipitoisuudet suhteessa näytteenottosyvyyteen.*

Myös sedimenttiprofiilin osanäytteissä kokonaisfosforin määrä on alle 3 mg/g (kuva 16). Profiililla nähdään sellainen kehitys, että välillä 37-7 cm kokonaisfosforin määrä pysyy tasaisena, ollen hieman alle 2 mg/g, jonka jälkeen fosforin määrä lisääntyy pintaa kohden. Vaikealiukoisen residuaalifosforin määrä noudattelee samanlaista kehitystä. Muiden fosforin jakeiden määrät pysyvät pienestä vaihtelusta huolimatta keskimäärin samanlaisina koko profiilin ajan. NH_4Cl-liukoisen fosforin mää-



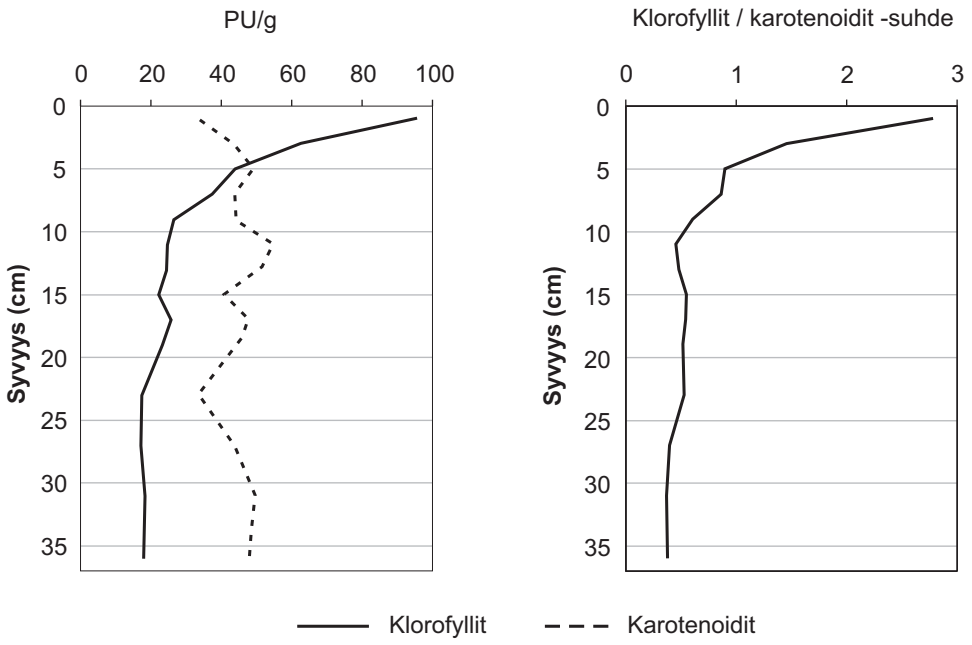
Kuva 16. *Lutanjärven sedimenttiprofiilin osanäytteiden sisältämät fosforipitoisuudet.*

rä on profiilinäytteissäkin häviävän pieni. Helppoliukoisen NaOH-liukoisen fosforin määrä on myös melko pieni, tosin sen osuus kokonaisfosforista (keskimäärin noin 9,5 %) on profiilinäytteissä hieman suurempi kuin pintasedimenttinäytteissä. HCl-liukoisen apatiittifosforin määrä on keskimäärin noin 0.6 mg/g.

Lutanjärven kokonaisfosforipitoisuus on syvänteessä lähes 3 mg/g ja muualla keskimäärin 1,8 mg/g, ja fosforipitoisuuksia voidaan pitää korkeahkoina. Tavallisesti fosforipitoisuus vaihtelee järvisedimenteissä välillä 0.5–3.0 mg/g (Bengtsson & Enell 1986). Lisäksi kokonaisfosforin määrä on ollut kasvussa viime vuosina. Suurin osa fosforista on kuitenkin vaikealiukoisessa muodossa, ja kasvillisuuden käytössä olevan NH_4Cl-liukoisen fosforin ja helppoliukoisen NaOH-liukoisen määrät ovat hyvin pieniä, ja niiden määrät ovat pysyneet samanlaisina koko näyteprofiilin edustaman jakson ajan. Koska erittäin matalasta redox-tasosta huolimatta potentiaalisen sisäkuormittavan NaOH-fosforin määrä järven sedimenteissä on pysynyt pienenä, voidaan olettaa, että Lutanjärvellä sisäkuormitusprosessin käynnistyminen on epätodennäköistä. Toisaalta on mahdollista, että fosfori ei ole sitoutunut sedimenttiin vaan se on jatkuvasti käytössä ravinnekierrossa (Valpola 2002).

Pigmenttianalyysi

Pigmentit kertovat järven trofiatasosta ja sen muutoksista. Lutanjärven sedimenttiprofiilin näytteistä analysoitiin klorofyllit ja karotenoidit, sillä niiden määrät osoittavat parhaiten alloktonisen ja autoktoonisen orgaanisen aineksen suhteen (Bengtsson & Enell 1986). Pigmenttianalyysin tulokset on esitetty kuvassa 17.



Kuva 17. *Lutanjärven sedimenttiprofiilin osanäytteiden sisältämät pigmenttimäärät sekä näytteiden klorofyllit/karotenoidit -suhde.*

Klorofyllien määrä kasvaa tasaisesti välillä 35–10 cm, ja kasvu on melko pientä. Noin 9 cm kohdalla tapahtuu selvä muutos, jonka jälkeen klorofyllien määrä kasvaa, ollen pinnalla lähes 95 PU/g. Karotenoidien määrä vaihtelee, mutta pysyy koko profiilin ajan keskimäärin 45 PU/g:n tasolla. Karotenoidien määrät vastaavat tyypillisiä eutrofisissa järvissä tavattavia määriä, ja myös klorofyllien määrä vastaa tyypillistä eutrofisen tai mesotrofisen järven tilannetta (Bengtsson & Enell 1986). Yleisesti ottaen kasvipigmenttien määrät ovat Lutanjärvessä korkeita, ja järven tuottavuus on korkealla tasolla.

Klorofyllit/karotenoidit -suhde kertoo järven oman tuotannon ja järvialtaan ulkopuolelta tulevan orgaanisen aineksen välisestä suhteesta. Sangerin & Crowlin (1979) mukaan altaan ulkopuolelta tuleva pigmenttiaines sisältää keskimäärin enemmän klorofyllejä kuin karotenoideja. Yli 0.6:n suhdelukua pidetään raja-arvona, joka osoittaa ulkopuolelta peräsin olevan aineksen olevan merkittävässä osassa. Lutanjärven sedimenttiprofiililla 0.6:n arvo ylittyy 10 cm syvyydellä. Voidaan olettaa, että muutos indikoi ulkopuolisen kuormituksen kasvua. Samalla syvyydellä (noin 7-15 cm pinnasta) näkyvä muutos huomattiin aikaisemmin myös residuaalifosforin, ja siten sedimentin kokonaisfosforin, lisääntymisenä, sekä hehkutushäviön ja vesipitoisuuden kasvuna. Myös anaerobisia olosuhteita indikoivien sulfidiraitojen esiintyminen alkoi suunnilleen samalla syvyydellä. On syytä olettaa, että muutos pohjan olosuhteissa tällä syvyydellä johtuu ainakin osittain valuma-alueella tapahtuneista muutoksista, jotka ovat lisänneet ulkoisen kuormituksen osuutta Lutanjärvessä.

Yleiskuva Lutanjärven sedimentin tilasta

Lutanjärvellä tehty sedimenttitutkimus antaa yleiskuvan Lutanjärven nykytilasta ja kehityshistoriasta. Tulokset osoittavat, että muutokset ovat tapahtuneet hitaasti ja vähittäin tutkitun sedimenttiprofiilin edustaman jakson aikana. Ainostaan sedimentin pintaosassa (n.7-14 cm syvyydellä ja siitä ylöspäin) on tapahtunut voimakkaampia muutoksia hapettomampaan suuntaan. Muutokset näkyvät mm. sulfidiraitojen esiintymisenä ja värimuutoksina. Hehkutushäviön kasvu sedimenttiprofiilin pinta-osassa, sekä klorofyllien määrän voimakas kasvu kertovat myös tuottavuuden ja/tai ulkoisen kuormituksen lisääntymisestä. Redox-potentiaali on hyvin alhainen joka puolella järveä sekä kaikissa tutkitun sedimenttiprofiilin osanäytteissä. Näyttääkin siltä, että alhainen happitilanne on valinnut Lutanjärvellä jo pitkään.

Fosforianalyysin perusteella voidaan uskoa, että alhaisesta happitilanteesta huolimatta järvellä ei ole sisäisen kuormituksen vaaraa. Vaikka fosforipitoisuudet ovat koko järven alueella korkeahkoja, on suurin osa fosforista vaikealiukoisessa muodossa, joten se todennäköisesti pysyy sitoutuneena pohjasedimenttiin. Toisaalta on mahdollista, että helppoliukoinen NaOH-fosfori on alhaisen redox-tason vallitessa jo liuennut veteen, ja siten se on jatkuvasti käytössä ravinnekierrossa. Pigmenttianalyysin perusteella voidaan olettaa, että ulkoisen kuormituksen määrä on ollut viime vuosina kasvussa. Myös kokonaisfosforin määrä järvessä on kasvanut, mutta fosfori on ollut pääasiassa orgaaniseen ainekseen sitoutunutta residuaalifosforia, ja siten vaikealiukoisessa muodossa.

Suoraan sedimenttiin kohdistuvat kunnostustoimenpiteet (ruoppaus, kemiallinen käsittely tms.) eivät Lutanjärvellä ole välttämättä mielekkäitä, sillä sisäisen kuormituksen käynnistymisen riski on hyvin pieni. Kunnostustoimenpiteistä saatava hyöty voisi tässä tilanteessa olla hintaansa nähden vähäinen. Esim. vesikasvien niitto, alusveden hapetus tai muut toimenpiteet, jotka parantaisivat Lutanjärven happitilannetta ja estäisivät umpeenkasvua, voisivat tulla kysymykseen, mutta niiden vaikutukset ja kustannukset tulisi arvioida hyvin tarkkaan. Koska Lutanjärvellä viime aikoina tapahtuneiden muutosten voidaan olettaa olevan seurausta pääasiassa ulkoisen kuormituksen kasvusta, on tärkeämpää selvittää ulkoisen kuormituksen lähteet ja puuttua niihin. Kuormituksen vähentäminen on tärkeää, jotta tilanne ei pääsisi huononemaan entisestään.

Lutanjärven syvyysluotaukset

Leena Klemola
Turun yliopisto / Geologian laitos

Tutkimusmenetelmät

Syvyysluotaukset tehtiin Lutanjärvellä ja Narvijärvellä 1.-5.9.2003. Tutkimuspäivinä sää oli syksyisen viileä ja tuuli vaihteli heikosta voimakkaaseen. Kuivan ja lämpimän kesän jälkeen järvien vedenpinta oli useita kymmeniä senttimetrejä keskimääräistä matalampi.

Syvyysluotaukset tehtiin SI-TEX HE-256 -kaikuluotaimella. Lutanjärvellä kaikki luotauslinjat kuljettiin soutaen, jolloin kulkunopeus oli noin 2.5–3.5 km/h. Järvet luodattiin n. 50 metrin välein yhdensuuntaisia linjoja pitkin, ja molemmilta järviltä tehtiin myös joitakin poikittaissuuntaisia linjoja. Karikot ja matalikkojen kasvillisuus esti paikoitellen suorien linjojen vetämisen, samoin voimakas tuuli

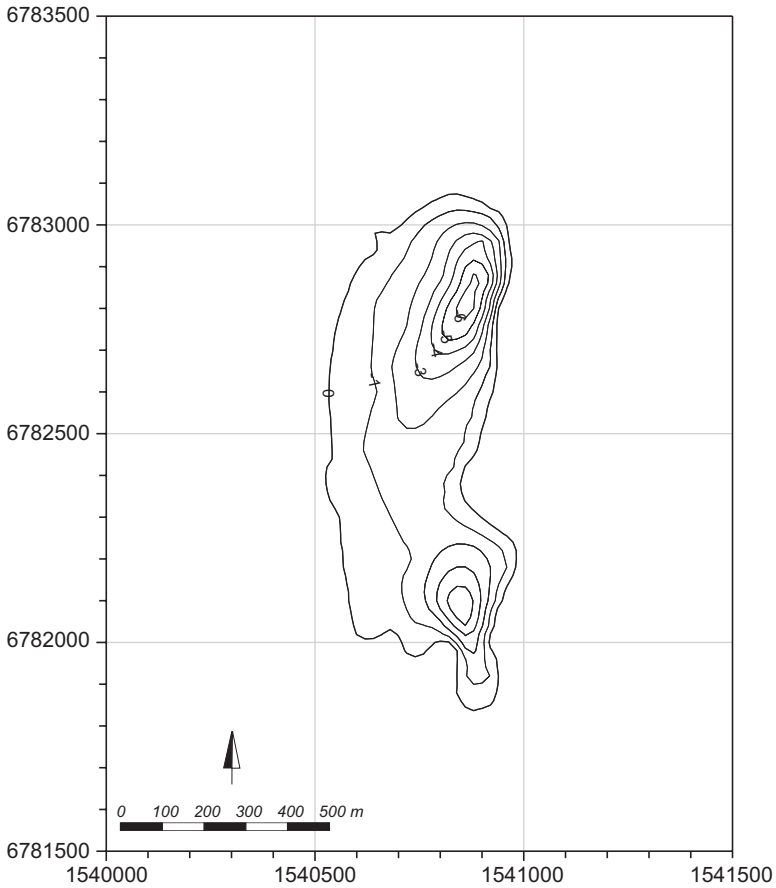
aiheutti joskus linjojen pientä vääristymistä. Tulosten luotettavuuden varmistamiseksi syvyys mitattiin joistain paikoista myös mittanauhalla sekä pienikokoisella Inari-kaikuluotaimella, joilla voitiin mitata järven syvyys yksittäisistä pisteistä. Luotauslinjoilta kerättiin gps-pisteitä, joiden perusteella ne myöhemmin sijoitettiin kartalle.

Kaikuluotaimen asetukset oli säädetty siten, että paperin syöttönopeus (speed) oli pienin mahdollinen eli 1 cm/min, ja syvyysasteikko (depth) 8 metriä. Matalissa ja paljon kasvillisuutta sisältävissä paikoissa käytettiin joskus myös 4 metrin syvyysskaalaa, jolloin luotaimen erotuskyky oli parempi. White line -toiminto, joka piirtää luotausprofiiliin valkoisen alueen heti pohjaviivan alapuolelle, oli päällä, ja luotaimen piirtoherkkyytenä (gain) käytettiin arvoa 3.

Paperisessa muodossa olleet kaikuluotausprofiilit tulkittiin, ja syvyystiedot siirrettiin Golden Software Surfer (vers. 7) -ohjelmaan, jolla järvien syvyyskartat valmistettiin. Syvyysluotauksen virhemarginaali on oletettavasti noin 0.5 metriä.

Tulokset ja niiden tarkastelu

Kaikuluotausten perusteella valmistettu Lutanjärven syvyyskartta on esitetty kuvassa 18. Lutanjärvi on pinta-alaltaan pieni järvi, jonka syvyys on enimmäkseen alle 2 metriä. Pitkittäin pohjois-eteläsuunnassa sijaitsevassa järvessä on kaksi pientä syvännealuetta. Järven pohjoisosassa sijaitsevan syvänteen syvyys on enimmillään n. 6.5 metriä, ja tämä on myös järven syvin kohta. Eteläosassa sijaitseva syvänne on n. 4.5 metriä syvä. Järven länsi- ja keskiosat ovat sen sijaan matalia, minkä huomaa erityisen hyvin myös vesikasvillisuuden runsaasta määrästä näillä alueilla.



Kuva 18. *Lutanjärven syvyyskartta.*

Lutanjärven kuormitus

Vesistöön tulevat ravinteet ovat peräisin yhdyskunnan ja teollisuuden pistekuormituksesta sekä maa- ja metsätalouden ja haja-asutuksen hajakuormituksesta. Myös luonnonhuuhtouman ja ilmalaskeuma tuovat vesistöön ravinteita. Hajakuormitus on tärkein ravinnekuormittaja Suomessa 70 %:n osuudellaan. Tärkeimmät vesistöä rehevöittävät ravinteet ovat typpi ja fosfori. Vesistöön tulevaa ravinnekuormitusta voidaan arvioida laskennallisella menetelmillä. Lutanjärven valuma-alueen laskennallinen fosfori- ja typpikuormitus on saatu laskemalla asutuksen, maa- ja metsätalouden, turvetuotannon, luonnonhuuhtouman ja ilmanlaskeuman yhteiskuormitus.

Asutus

Asumisesta syntyvät jätevedet ovat tärkein asutuksen aiheuttama vesistöä kuormittava tekijä. Jätevedet ovat jaettu harmaisiin ja mustiin jätevesiin. Harmaat jätevedet ovat asumisen syntyneitä pesuvesistä, ja mustat jätevedet koostuvat vesikäymälöiden huuhteluvesistä. Noin 45 % jätevesistä on peseytymisvesiä, 20 % ruuanlaiton ja astianpesun yhteydessä syntyneitä vesiä, 15 % pyykinpesun jätevesiä. Wc:n huuhtelut tuottavat noin 15 % jätevesien kokonaismäärästä (Suomen vesiensuojeluyhdistysten liitto 2002). Jäteveden määrään vaikuttavat asututtua kiinteistöä käyttävien henkilöiden lukumäärä ja käyttöaika, vedensaanti, kulutustottumukset sekä myös kotitalouksien ja vapaa-ajan rakennusten varustelutaso.

Kiinteistöjen yleistiedot

Lutanjärven valuma-alueen asukkaille lähetettiin kuormituskysely, minkä avulla on pyritty selvittämään asutuksen aiheuttamaa ravinnekuormitusta. Tämän lisäksi apuna on käytetty kartta- ja väestörekisteritietoja. Kyselytutkimus on suoritettu kahdessa vaiheessa satunnaisesti valittuina otoksina. Yhteensä kyselylomakkeita on lähetetty 60 kpl. Ensimmäinen kyselyn vastausprosentti oli 53,3 % (16 kpl) ja toisen 33,3 % (10 kpl).

Lutanjärven valuma-alueella on kaikkiaan noin 101 kiinteistöä, joista kyselytutkimuksen ja kiinteistötietojen perusteella 29 vakituisesti asuttu, seitsemässä ei asuta, 19:sta on vapaa-ajanasuntona ja yhdellä kylän yhteinen uimaranta. Loput kiinteistöt ovat maa- ja metsätalouden käytössä sekä yhdellä harjoitetaan louhintatoimintaa. Kyselyn vastuksista 14 kiinteistöllä asuttiin vakituisesti, kahdeksalla harjoitettiin maa- ja metsätaloutta, 10 kiinteistöä oli vapaa-ajan käytössä ja kaksi oli asumatonta.

Taulukko 14. Rakennusten käyttömuodot ja etäisyys järvestä

Rakennus	< 100	100-200	201-500	> 500
Omakotitalo	5	4	9	16
Vapaa-ajan asunto	18	1	1	-
Sauna	3	1	-	-
Käymälä	9	-	-	1
Karjasuoja	-	-	-	2

Taulukossa 14 on esitetty valuma-alueella sijaitsevat rakennukset, joissa syntyy talousjätevesiä tai käymäläjätettä. Vakituinen asutus sijaitsee melko kaukana järvestä keskimäärin noin 680 metrin etäisyydellä rantaviivasta. Sen sijaan vapaa-ajankiinteistöjen rakennukset, asuin- ja saunarakennukset sekä käymälät sijaitsevat keskimäärin alle 70 metrin päästä rannasta.

Lutanjärven valuma-alueen vakituiset asukkaat saavat juoma-, ruoka- ja peseytymisvedet pääasiassa kunnallisesta vesijohdosta tai omasta kaivosta. Suurin osa juomavesikaivoista on porakaivoja. Sen sijaan puolet loma-asukkaista tuovat tarvitsemansa juoma- ja ruuanlaittoveden muualta, pääasiassa kotoaan. Toisella puolella on oma kaivo tai he ovat liittyneet kunnalliseen vesijohtoverkkoon. Peseytymis- ja saunavedet loma-asutus ottaa pumppaamalla vettä järvestä.

Taulukko 15. Talousveden ja muun käyttöveden lähteet

Talousvesi	Kunnallinen	Oma kaivo	Yhteinen kaivo	Lähde	Muualta
Vakituinen asutus	7	6	-	-	-
Vapaa-ajan asutus	3	2	-	-	5
Muu käyttövesi	Vesijohto	Kaivo	Järvi	Sadevesi	Muu
Vakituinen asutus	6	5	2	1	-
Vapaa-ajan asutus	2	-	5	-	-

Syntyvien jätevesien määrään vaikuttavat sekä asunnon varustelutaso että käyttöaika. Taulukossa 3 on esitetty sekä vakinaisen että vapaa-ajan asuntojen varustelutasoa. Loma-asukkaista 30 %:lla on kiinteistöllään sähköt. Vesijohto on lähes kaikilla vakituisesti asutuilla kiinteistöillä mutta vain 40 %:lla mökkiläisistä on juokseva vesi käytettävissä.

Taulukko 16. Kiinteistöjen varustelutaso

Varustelutaso	Sähkö	Lämminvesivaraaja	Juokseva vesi	Sähkö-/käsipumppu
Vakituinen asutus	14	9	11	2
Vapaa-ajan asutus	5	4	6	-

Vakituisen ja vapaa-ajan asuntojen jätevedet

Haja-asutuksen jätevesien käsittelystä on annettu asetus, joka tuli voimaan vuoden 2004 alussa. Asetus velvoittaa viemäriverkon ulkopuolella olevia kansalaisia hoitamaan kiinteistökohtaiset talousjätevesien käsittelyn asetuksen vähimmäisvaatimusten mukaan.

Lutanjärven jätevesikuormitus on pääosin peräisin vakinaisesta asumisesta. Vapaa-ajan asutuksen kuormitusvaikutus on vähäinen. Vakituisen asumisen harmaat jätevedet ovat peräisin ruuanlaitosta, peseytymisestä ja pyykinpesusta Vapaa-ajan asutuksen harmaat jätevedet syntyvät taasen henkilökohtaisesta hygieniasta (65%). Myös ruuanlaitto on merkittävä jätevesien lähde (29%).

Taulukko 17. Vedenkäyttökohteet ja harmaiden jätevesien syntylähteet

Veden käyttö	Keittiö	Sauna	Suihku	Pyykki	Muu
Vakinainen asutus	13	13	13	11	2
Vapaa-ajan asutus	5	8	3	1	-

Lutanjärven valuma-alueella vesikäymälät ovat tavallisin käymälätyyppi. Vesikäymälät on kaikilla vakituisesti asuvilla talouksilla ja 27 %:lla vapaa-ajan asunnoista. Osalla vakituisesti asuvilla on myös kuivakäymälä käytössä, ainakin kesäaikaan. Kuiva- ja kompostoivien käymälöiden osuus on yhteensä 39 %, ja se on tärkein käymälätyyppi vapaa-ajan asunnoilla.

Taulukko 18. Vakituisen asutuksen ja vapaa-ajan asuntojen käymälätyypit Lutanjärven valuma-alueella

Käymälätyyppi	Vakituinen asutus	Vapaa-ajan asutus
Vesikäymälä	13	3
Biologinen käymälä	-	1
Erotteleva käymälä	-	-
Kuivakäymälä	4	4
Vähävetinen käymälä	-	-
Kompostikäymälä	-	3
Muu	-	-

Lutanjärven valuma-alueen vakituisesti asutuilla kiinteistöillä syntyvät jätevedet käsitellään lähes yksinomaan saostuskaivomenetelmällä, jonka jälkeen ne johdetaan joko avo-ojaan tai imeytetään maaperään (75 %). Vain harvoilla on imeyttämö tai suodattamo. Saostuskaivot ovat rakenteeltaan joko kaksi- tai kolmeosaisia, ja ne puhdistetaan joka toinen vuosi. Vapaa-ajan asutuksen osalta harmaiden jätevesien käsittely on vaihtelevampaa. Yleisimmät käsittelymenetelmät ovat maaperä (31 %), imetytyskuoppa (23 %) ja saostuskaivo (23 %). Vapaa-ajan kiinteistöissä ei ole yleensä keskitettyä jätevesien puhdistusjärjestelmää vaan ne käsitellään erillisesti, lähellä syntypaikkaansa. Vapaa-ajan asunnoissa harmaita jätevesiä on jatkokäsitelty tehokkaammin. Saostuskaivokäsittelyn jälkeen noin 60 % mökkiläisistä käsittelee jätevetensä vielä imeyttämössä tai suodattamossa

Taulukko 19. Harmaiden jätevesien käsittelymenetelmät

	Yhteispuhdistus	Umpisäiliö	Saostuskaivo	Imeytyskuoppa	Maaperä
Vakituinen asutus	7	1	9	-	-
Keittiö	7	1	9	-	-
Sauna	6	1	8	-	-
Suihku	7	1	9	-	-
Pyykki	7	1	9	-	-
Vapaa-ajan asutus	2	1	3	3	4
Keittiö	2	1	3	1	1
Sauna	2	1	2	3	-
Suihku	1	1	-	1	-
Pyykki	1	1	-	-	-

Taulukko 20. Saostuskaivon jälkeinen jatkokäsittely

Saostuskaivo	Avo-oja	Maaperä	Pienpuhdistamo	Imeyttämö	Suodattamo
Vakituinen asutus	7	2	-	2	1
Vapaa-ajan asutus	-	2	-	2	1

Vakituinen asutus käsittelee käymäläjätevetensä samassa järjestelmässä harmaiden vesien kanssa. Vapaa-ajan asutus johtaa jätevedet umpisäiliöön riippumatta käymälätyypistä. Jätevesien jatkokäsittely on vähäistä ja syntynyttä kuiva-ainetta käytetään lannoitteena tai se piilotetaan maaperään (taulukko 20 ja 21).

Taulukko 21. Käymäläjätevesien käsittelymenetelmät ja jatkokäsittely

	Umpisäiliö	Saostuskaivo	Imeytyskuoppa	Maaperä	
Vakituinen asutus	2	10	-	3	
Vapaa-ajan asutus	6	-	-	-	
Jatkokäsittely	Avo-oja	Maaperä	Pienpuhdistamo	Imeyttämö	Suodattamo
Vakituinen asutus	7	2	-	2	1
Vapaa-ajan asutus	-	-	-	-	-

Kuormituskyselyllä on tutkittu myös lutanjärveläisten investointihalukkuutta parantaa jätevesien käsittelyn tasoa. Vastaajista 88 % on valmis joko heti tai lähitulevaisuudessa uusimaan jätevesijärjestelmänsä. Mutta vain muutama oli halukas rahalliseen panostukseen, mikä oli keskimäärin 1450 euroa.

Maa- ja metsätalous

Lutanjärven valuma-alueella on metsä- ja suomaita noin 348 ha ja peltoa 131 ha verran. Kyselyyn vastanneista henkilöistä 10 ilmoitti harjoittavansa maataloutta ja 8 metsätaloutta. Näistä 7 tilaa kuului ympäristötuen piiriin ja yksi oli solminut erityistukisopimuksen. Kyselyn vastaukset kattoivat runsaan kolmanneksen (55 ha) valuma-alueen peltoalasta. Halukkuus sopia erityistukisopimuksia oli vähäinen, myöskään ravinnetaselaskennoille ei nähty suurta tarvetta. Suurin osa pelloista oli salaojitettuja ja lannoitteita käytettiin keskimäärin 350 kg /ha. Karjanlannan käyttö oli vähäistä.

Metsätaloutta harjoittavien kiinteistöjen pinta-ala oli 33,9 ha. Kyselyn perusteella viiden viimeisen vuoden aikana metsiä on käsitelty seuraavilla tavoilla; harvennushakkuu on tehty 6,7 hehtaarille ja kunnostusojitettu 5 hehtaaria metsistä. Muita toimenpiteitä ei ole valuma-alueella suoritettu.

Lutanjärven fosfori- ja typpikuormitus

Lutanjärven valuma-alueelta järveen tulevaa ravinnekuormitusta on arvioitu käyttämällä Krogeruksen esittämiä ominaiskuormitusarvoja kuormituslähteille (Krogerus 1996). Kaikkien hajakuormitus lähteiden yhteen laskettu typpikuormitus on suuruudeltaan 4620 kg/vuosi ja fosforikuormitus 234 kg/vuosi (taulukko 23).

Asutus ja vapaa-aika

Lutanjärven valuma-alueen asutuksen aiheuttama kuormitus on laskettu huomioimalla vakituiseen ja vapaa-ajan asutukseen sekä vapaa-aikaan kuuluvien kiinteistöjen vuotuinen käyttöaika henkilövuorokausina. Henkilövuorokaudet on ker-

rattu jokaisen kiinteistön henkilövuorokausien määrällä ja kuormittajan omalla ominaiskuormitusarvolla. Käytetyt ominaiskuormitusarvot huomioivat kiinteistöjen etäisyyden vesistöön. Lutanjärven vapaa-ajan asutus sijaitsee alle 100 metriä rannasta, joten ominaiskuormitusarvo kaikille kiinteistöille oli sama. Tällöin yhden ihmisen aiheuttama fosforikuormitus on 1,15 g/päivä ja typenkuormitus 8,05 g/päivä. Vakituisen haja-asutuksen aiheuttama kuormitus on arvioitu päästölähteen sijainnin mukaan.

Taulukko 22. Typen ja fosforin ominaiskuormitusarvot haja-asutukselle.

Etäisyys	Fosfori	Typpi
< 100 m	1,92	13,42
100-200 m	1,37	10,14
200-500 m	0,82	4,93
> 500 m	0,27	1,64

Lutanjärven valuma-alueella on 29 kpl vakituisia ja noin 19 kpl vapaa-ajan asuntoja. Vapaa-ajan asuntoja käyttää keskimäärin 3,9 henkilöä/asunto. Loma-asutuksesta on kertynyt 5791 henkilövuorokautta ja vakituisesta asutuksesta 27740 henkilövuorokautta vuotta kohden.

Vapaa-ajan asutus kuormittaa Lutanjärveä 6,7 kg:lla fosforia ja typpeä 46,6 kg:lla vuodessa. Vakituisen haja-asutuksen fosforikuormitus on 14,5 kg ja typpikuormitus 94,5 kg vuodessa. Vapaa-ajan asutuksen fosforikuormitus on 3 % ja vakituisen asutuksen alle 8 % kokonaiskuormituksesta. Typpikuormitukseen asutuksella on vähäinen merkitys (4 %).

Maa- ja metsätalous

Maa- ja metsätaloudesta aiheutuvaa ravinnekuormitusta vesistöihin on seurattu pitkään. Maatalouden ravinnekuormitus on peräisin pääsääntöisesti viljelymaita, joista ravinteita huuhtoutuu veden virtausten mukana. Metsätalouden kuormitukseen vaikuttavat metsänhoitotoimenpiteet, kuten hakkuut, ojitukset, maanmuokkaukset ja lannoitukset. Vesistöön ravinteet kulkeutuvat pintavaluntana tai sitoutuneena kiintoainekseen. Vesitöihin ravinteet joutuvat kuivatusjärjestelmien, salaojien ja avo-ojien kautta (Puustinen 1999).

Maa- ja metsätalouden vesiensuojelutoimet keskittyvät ravinnehuuhtoutumien estämiseen tai jälkihoitomenetelmiin. Toimivia toimenpiteitä on runsaasti käytössä. Tärkeimmät keinot ovat viljely- ja maanmuokkaustekniikat, joiden avulla pyritään estämään ravinnehuuhtoumat. Toisaalta on keinoja, joilla sidotaan liikkeelle lähteneet ravinteet. Tälläisiä ovat laskeutusaltaat, kosteikot, pintavaluntakentät, pohjapadot ym.

Lutanjärven valuma-alueella viljelyalaa on noin 131 ha, metsäpinta-ala on noin 348 ha ja suomaista maata 43 ha. Nämä laskennalliset ympäristötyyppi tiedot pohjautuvat karttatietojen perusteella tehtyihin arvioihin.

Maatalouden kuormituksen arvioinnissa on käytetty Krogeruksen ym. (1996) määrittelemiä ominaiskuormitusarvoja. Peltoviljely aiheuttama fosforikuormitus on 0,96 kg/ha ja typpikuormitus 17 kg/ha. Nämä kuormitusarvot sisältävät peltoalan ja karjatalouden vaikutukset valuma-alueella. Metsätalouden kuormitusta laskettaessa, valuma-alueen suoalueiden on katsottu kuuluvan metsäalaan. Narvijärven valuma-alueella ei ole viimeisten kymmenen vuoden aikana tehty suuria ojituksia tai metsänhoitotoimia, jotka vaikuttaisivat metsätalouden kuormitukseen.

Metsätalouden kuormituksen laskemisessa on käytetty Krogeruksen ym. (1996) aikaisemmin käyttämiä ominaiskuormitusarvoja, jotka ovat fosforilla 0,1 kg/ha ja typellä 2,5 kg/ha.

Vuosittainen maataloudesta aiheutuva fosforikuorma on 125,8 kg ja typpikuormitus 2227 kg/a. Metsä- ja suoalueista tuleva fosforikuormitus on 39,1 kg vuodessa ja typpikuormitus 977,5 kg/a. Lutanjärven valuma-alueen fosforikuormituksesta 66 % on maataloudesta aiheutuvaa, kun taas metsätalous aiheuttaa noin 20 % vesistökuormituksen. Maa- ja metsätalous vastaa lähes 90 % kokonaistyppikuormituksesta.

Luonnonhuuhtouma ja ilmalaskeuma

Luonnonhuuhtouma arvioitaessa on käytetty ominaisarvoja fosforilla 7 kg/km^2/a ja typellä 170 kg/km^2/a (Turkki 1998). Luonnonhuuhtouma on tärkeä kuormittaja Lutanjärven valuma-alueella, mutta sen voi katsoa olevan luontaista kuormitusta, luonnollisten ainevirtaamien vuoksi. Laskelmien mukaan luonnonhuuhtouman fosforikuormituksen suuruus Lutanjärven valuma-alueella on 42,1 kg/vuosi ja typpikuormituksen 1023 kg/a.

Ilmalaskeuman kuormitusvaikutus fosforin osalta on 14 mg/m^2/a ja typen 629 mg/m^2/a. Nämä arvot on otettu Vuorenmaan ym. julkaisusta nimeltä Sadeveden laatu ja laskeuma Suomessa 1998. Suoraan Lutanjärven vedenpinnalle laskeutuneen ainemäärän on katsottu aiheuttavan varsinaisen vesistökuormituksen (Turkki 1998) Laskeuman aiheuttama kuormitus Lutanjärvelle pinta-alaan 40 ha nähden on 5,6 kg fosforia ja 251,6 kg typpeä vuodessa. Ilman laskeuman kuormitus on 3 % fosforikuormituksesta ja 7 % typpikuormituksesta.

Taulukko 23. Lutanjärven fosfori- ja typpikuormitus, loma- ja haja-asutuksen yksiköt ovat henkilövuorokausia, maatalouden ja metsämaiden yksiköt ovat hehtaareja.

Fosfori Kuormittaja	yksiköitä	ominaisarvo	yhteensä (kg)	%-osuus
Vapaa-ajan asutus	5 791	0,00115	6,66	3
Vakituinen asutus	27 740	0,000523	14,52	8
Maatalous	131	0,96	125,76	66
Metsätalous	348	0,1	39,1	20
Ilmalaskeuma	40	14	5,6	3
Luonnonhuuhtouma		6,02	7	42,1
Yhteensä			233,74	100

Typpi Kuormittaja	yksiköitä	ominaisarvo	yhteensä (kg)	%-osuus
Vapaa-ajan asutus	5 791	0,00805	46,61	1
Vakituinen asutus	27 740	0,003407	94,52	3
Maatalous	131	17	2227	62
Metsätalous	348	2,5	977,5	27
Ilmalaskeuma	40	629	251,6	7
Luonnonhuuhtouma		6,02	170	1023
Yhteensä			4620	100

Lutanjärveen kohdistuva ravinnekuormitus on kokonaisuudessaan typen osalta 4620 kg/vuosi ja fosforikuormitus osalta 234 kg/vuosi.

Lutanjärven ravinnetase

Lutanjärvellä ei ole merkittävää pistekuormittajaa. Ravinnekuormitus on peräisin pääosin asetuksesta, luonnonhuuhtoutumasta ja maataloudesta. Ongelmallinen seikka on, että maatalous ja asutus on keskittynyt tärkeimän tulouoman varrelle. Vain tehokkaat maa- ja metsätalouden vesiensuojelutyöt sekä asutuksen jätevesien tehostunut käsittely voivat vähentää ravinnekuormitusta Lutankylän asutuksen ja maatalouden osalta. Vapaa-ajan asutuksella on vähäinen vaikutus järven tilaan.

Ravinnepoistuma

Ravinnepoistuma Lutanjärvestä tapahtuu pääosin menovirtaaman kautta. Laskuuoman kautta poistuva ravinnemäärä voidaan laskea virtaaman ja veden ravinnepitoisuuden avulla. Syksyllä 2003 tehdyssä virtausmittauksessa hetkellinen virtaama oli 0,0088 m^3/s ja pintaveden keskimääräisiä ravinnepitoisuuksia voidaan pitää luuskasta poistuvina ravinnemäärinä (vuosina1973-2004 fosforipitoisuus on ollut 23,1 mg/l ja typpipitoisuus 1870 mg/l). Ojan kautta poistuisi näin ollen 5190 kg typpeä ja 64 kg fosforia vuodessa. Kuitenkin keskimääräinen vuosivirtaama vuosina 1991-2000 on noin 3,76 l/s. Näiden tietojen perusteella typpeä poistuisi noin 2217 kg ja fosforia 27 kg.

Ravinteita poistuu sedimentaatioprosessin kautta. Sedimentaationopeutta voidaan arvioida Canfieldin ja Bachmannin laskentamallin mukaisesti: $s=0,162*(I/V)^{0,458}$ (I= tuleva ainemäärä ja V=vesitilavuus). Näin ollen fosforia sitoutuu pohjasedimenttiin noin 101 kg/v.

Lutanjärvestä poistuu tai sitoutuu pohjasedimenttiin yhteensä fosforia 128 kg, mikä on fosforin kokonaiskuormituksesta 55 %. Loput ravinteista ovat liuenneet veteen tai sitoutuneet eliöstöön.

Kriittistä fosforikuormitusta voidaan arvioida Vollenweiderin-mallilla (Frisk 1978, Wright ym. 1993). Lutanjärven osalta laskentakaava $I=0,05*V*Z^{-0,4}$ (V= järven tilavuus (m^3) ja Z= keskisyvyys (m)) antaa kriittisen fosforikuormituksen rajaarvoksi 265 kg/v. Tuleva fosforikuormitus on hieman yli kriittisen raja-arvon. Rajaarvon ylittyessä järven tilaa voidaan pitää epävakaana, mistä saattaa seurata häiriöitä vesiekosysteemissä.

Lutanjärven sisäinen kuormitus

Lutanjärven sisäisen kuormituksen määrää on vaikea arvioida. Heinä-syyskuussa 2003 fosforipitoisuus on vaihdellut 9-15 mg/l välillä. Tämä tarkoittaa, että fosforia on tarvittu 38 kg kyseisen pitoisuuden nousuun. Havaittu fosforipitoisuuden nousu on 16 % koko vuoden fosforikuormituksesta. Huomioidessa vielä seikan, että kesä 2003 oli erittäin vähäsateinen, on syyt epäillä jonkinlaista sisäistä kuormitusta. Lutanjärvellä sedimentin fosforipitoisuus vaihtelee 1,0-3,0 mg/g välillä, joten pohjasedimentissä on suuri ravinneainepotentiaali olemassa.

Yhteenveto Lutanjärven nykytilasta

Lutanjärven tila on vaihdellut huomattavasti viimeisten vuosikymmenten aikana. Vesi on ollut toisinaan kristallin kirkasta ja toisinaan levien samentamaa. Syyt tilan vaihteluun johtunevat valuma-alueella tehdyistä toimenpiteistä, kuten uomien perkauksista ja alunapitoisen (happamien) valumavesistä sekä valunnan ja ravinnekuormituksen määrän vaihteluista. Taustalla vaikuttavat myös ilmastomuutoksen aiheuttamat tekijät. Nykyään vedenlaatu on ollut yleisen käyttökelpoisuusluokittelun mukaan hyvää. Ajoittain Lutanjärven vedenlaatua ovat heikentäneet talviset happiongelmat ja valumavesien runsasravinteisuus. Vuoden 2002-2003 ankara ja pitkä talvi aiheutti laajan kalakuoleman, kun happi loppui lähes kokonaan järvestä.

Lutanjärveen tuleva typpikuormitus on peräsin pääosassa maataloudesta ja luonnonhuuhtoutumasta. Tärkein fosforikuormittaja on maatalous. Maatalouden vesistökuormituksen merkitystä lisää se, että pellot ovat keskittyneet tärkeimmän tulouoman, Paskajärvenuoman, varsille. Sen sijaan asutuksen vaikutus ei näy oikealla painoarvollaan laskennallisessa kuormitusarviossa. Voidaankin sanoa, että Lutankylän asukkaiden siirtyminen 1970-luvulla kuivakäymälöistä vesikäymälöihin on heikentänyt merkittävästi Lutanjärven tilaa. Erityisesti puutteellisesti käsitellyt asutuksen jätevedet ovat lianneet ajoittain Paskajärvenojan veden erittäin huonolaatuiseksi. Lutanjärvellä ei ole toistaiseksi ilmennyt laajamittaista sisäistä kuormitusta, jolla olisi rehevöittävää vaikutusta järven tilaan. Vuosittain poistuu typpeä runsas puolet kokonaiskuormituksesta ja fosforia hieman yli neljännes. Suurin osa ravinteista on sitoutunut kasvillisuuteen, ja on kierrossa ravintoverkossa.

Valuma-alueelta tulevat ravinteiset vedet näkyvät myös Lutanjärven eliöstössä ja pohjasedimentin laadussa. Lutanjärven pohjasedimenttiin on kertynyt huomattava määrä fosforia, mikä on kuitenkin pysynyt vaikeasti liukenevassa muodossa. Veden runsasravinteisuus on rehevöittänyt kasvillisuutta, ja järven avovesialue onkin pienentynyt umpeen kasvun myötä. Järven rantoja peittää tiheä ruovikko ja avovedessä kasvaa läpipääsemättömästi uistinvitaa. Lutanjärven kasviplanktonin koostumuksessa ja lajistossa näkyy tietyllä hetkellä vallitsevat ympäristöolot. Kalojen puuttuessa Lutanjärvestä eläinplanktonia on runsaasti, mikä laidunnuspaineellaan pitää kasviplanktonin määrän alhaisena. Lutanjärven vähähappiset talviolosuhteet ilmenevät myös pohjaeläimistön koostumuksessa, surviaissääsken toukkien runsaana esiintymisenä.

Lutanjärven tilan parantaminen vaatii huomattavaa ulkoisen kuormituksen vähentämistä. Vesiensuojelutoimenpiteet tulee kohdistaa erityisesti maanviljelykseen ja asutuksen jätevesien puhdistamisen tehostamiseen.

Lutanjärven kunnostus

Lutanjärven kunnostamisella pyritään parantamaan järven tilaa virkistyskäytön ja maiseman kannalta. Kunnostusmenetelmät ovat valittu tutkimustulosten ja selvitysten perusteella. Lutanjärven tilan parantamiseksi tähtäävät toimenpiteet keskittyvätkin ensisijaisesti valuma-alueelta tulevan ravinnekuormituksen vähentämiseen. Itse järvellä tehtävät toimenpiteet jäävät melko vähäisiksi.

Lutanjärveläisten näkemyksiä järven nykytilasta

Näkemykset Lutanjärven tilasta ja sen parantamisesta vaihtelivat paljon lutanjärveläisen kesken. Keskeisimmät Lutanjärven tilassa havaitut muutokset olivat kasvillisuuden runsastuminen, levien lisääntyminen ja rantojen limoittuminen. Myös talven 2003 kalakuolemat, ja viime vuosina tapahtunut järviveden kirkastuminen oli pantu merkille. Muita havaittuja ilmiöitä olivat veden ajoittainen samentuminen, pohjan mutaisuus ja veden hajuhaitat. Ranta-asukkaat olivat havainnoineet myös vedenkorkeuden vaihteluita. Vedenkorkeuden arveltiin vaihtelevan 25–100 cm välillä.

Lutanjärveläiset arvelivat, että parhaiten järven tilaa voidaan parantaa tehostamalla asutuksen jätevesien käsittelyä ja maatalouden vesiensuojelutoimia. Muina hyvinä toimenpiteinä nähtiin vesikasvillisuuden niittäminen ja rantojen ruoppaukset (taulukko 24). Kuitenkin halukkuus osallistua järven tilan parantamiseen oli melko vähäistä, sillä vain seitsemän henkilöä ilmoitti haluavansa osallistua järvellä tehtäviin kunnostustoimenpiteisiin. Viisi henkilöä ei halunnut osallistua kunnostustoimenpiteisiin.

Taulukko 24. Ehdotetut hoitotoimet järven tilan parantamiseksi

Hoitokeino	kpl
Jätevesien tehostunut käsittely	13
Maatalouden vesiensuojelu	8
Vesikasvien niitto	5
Ruoppaukset	4
Laskeutusaltaat	3
Vesiensuojelutoimet	3
Suojavyöhykkeet	2
Ojavesien ohittaminen	2
Tulvasuojelu	1
Veden hapettaminen	1
Kalaston hoito	1
Muuta	5

Lutanjärven kunnostusmenetelmät

Valuma-aluekunnostus

Valuma-alueella tehtävät kunnostustoimenpiteet keskittyvät haja-asutuksen jätevesien käsittelyn tehostamiseen sekä maa- ja metsätalouden vesiensuojelutoimenpiteiden parantamiseen.

Maa- ja metsätalous

Lutanjärvellä toteutettavat kunnostustoimenpiteet maatalouden kuormituksen vähentämiseksi kohdistuvat ensisijaisesti ns. hyvien viljelymenetelmien käyttämiseen. Peltojen keveämmän muokkaamisen seurauksena maan ravinnetalous ja rakenne paranevat ja maaperäeliöstön monipuolistuu. Myös ajallinen ja rahallinen säästö työmäärän ja polttoainekulutuksen vähenemisenä on ilmeinen. Vesistökuormituksen vähentämiseksi Lutan kylän pelloilla tulee luopua syyskynnöistä ja maaperän syväkyntämiseltä. Myös perinteisen viljelymenetelmän muuttamista suora-

kylvöksi tulee suosia. Muita kuormitusta vähentäviä viljelymenetelmiä ovat vuoroviljely ja peltokohtainen ravinnetaselaskenta, jolloin maaperän ravinnetaloutta voidaan tehokkaasti hyödyntää.

Paskajärvenojan valuma-alueelle on mahdollista rakentaa pohjapatoketju laskeutusaltaineen. Laskeutusallas voidaan korvata perustamalla laajahkolla kosteikko Lutanjärven pohjoispuolelle olevalle joutomaalle. Kosteikolta valumavedet tulee johdattaa pintavaluntana järveen. Kosteikolle, laskeutusaltaalle ja pohjapatoketjulle täytyy laatia hoitosuunnitelma, jota noudattamalla voidaan parantaa kosteikon tai laskeutusaltaan toimintaa. Pelto-ojien perkaamista kaivamalla tulee välttää, ja uomien laitamille on hyvä perustaa suojakaistoja pidättämään ravinteita ja kiintoainesta.

Metsähoitotoimenpiteissä, kuten hakkuissa, ojituksissa, maanmuokkauksissa ja lannoituksissa tulee otetaan huomioon toimenpiteiden vaikutukset uomiin ja järveen. Hakkuita ei tule ulottaa rantaviivaan saakka vaan hakkuualueen ja rantaviivan väliin pitää jättää puustovyöhyke. Metsämaan muokkausta ja turhia ojituksia on vältettävä. Vanhoja metsä- ja suo-ojia voidaan joko ennallistaa luonnonmukaisemmiksi tai osaksi tukkia. Ojiin voidaan perustaa lietetaskuja, kaivuukatkoja ja laskeutusaltaita ravinteiden ja kiintoaineksen kiinniottamiseksi. Taulukossa 25 on esitelty kunnostuksen rahoitus- ja kustannussuunnitelmat. Maa- ja metsätalouden vesistökuormituksen vähentämiseen, teknisten suunnitelmien ja kunnostustöihin on varattu rahaa 10500 euroa.

Asutus

Lutanjärven valuma-alueen kiinteistöille tulee laatia kattava ja yhtenäinen ratkaisu jätevesien käsittelyn parantamiseksi. Suunnitelmassa on huomioitava yhteishankinnat kustannusten alentamiseksi, mahdollisuudet usean kiinteistön yhteiseen jätevesien käsittelyyn sekä siirtymisen vesikäyttöisistä käymälöistä kuivakäymälöihin. Kiinteistöillä, joilla jätevedet käsitellään pelkässä saostuskaivoissa, tulee tehostaa jätevesien jatkokäsittelyä imeyttämössä tai suodattamossa.

Vedenkulutusta on syytä tarkkailla, ja välttää turhaa veden juoksutusta. Astianpesu- ja pyykinpesukoneiksi kannattaa valita vähän vettä ja energiaa kuluttavia laitteita. Vanhanaikaisten vesikäymäläkalusteiden tilalle tulee asentaa vettä säästäviä kalusteita. Vaihtoehtoina on myös se, että vesikäymälät muutetaan kuivakäymälöiksi. Tällöin typen, fosforin ja kiintoaineen kuormitus vähenee huomattavasti, kun käymäläjätteitä ei sekoiteta veteen. Nykyään on saatavissa monenlaisia kuivakäymälöitä, lähes jokaiselle tarpeiden mukaan. Asutuksen vesistökuormituksen vähentämisen suunnitteluun on varattu rahaa 3000 euroa (taulukko 25).

Järveen kohdistuvat toimenpiteet

Vesikasvillisuuden niitto

Lutanjärvellä tehtävät kasvillisuuden niitot kohdistuvat runsaisiin ensisijaisesti kelluslehtiskasvustoihin, ulpukka- ja uistinvitakasvustoihin. Niitettävä pinta-ala on runsas 5 ha. Kelluslehtisiä vesikasveja on erittäin vaikea poistaa, mutta nostamalla ne joko juurineen tai leikkaamalla ja keräämällä niittojäte tiheällä pohjanuotalla, voidaan suorittaa melko tehokkaita niittotöitä.

Niitot tulee ajoittaa kahdesta kolmeen kertaa kesässä, jolloin ensimmäinen niittokerta on kesäkuun lopussa. Niittoja tehdään useampana vuotena peräkkäin ja niiden vaikutuksia tulee seurata. Niittojäte tulee kerätä pois vedestä ja läjittää

tarpeeksi kauaksi rantaviivasta. Jos niittotöiden pinta-ala on alle hehtaari, ei viranomaislupaa tarvitse hankkia. Vesikasvien poisto edesauttaa kalastamista, uimista ja veneily.

Vesikasvien niitto toteutetaan moottori- ja soutuveneestä käsin käyttämällä pienimuotoista leikkuukonetta tai vuokraamalla sopiva keräävä leikkuukone. Niittojen kustannuksiksi tulee noin 200-600 euroa/ha.

Niittojen seurauksena kasviplanktonin määrä voi lisääntyä ja poistettavien kasvien tilalle saattaa ilmaantua vaikeammin torjuttavia lajeja, kuten uposkasveja. Uistinvitaa poistettaessa tulee niittojäte kerätä tarkasti talteen vedestä, sillä uistinvita pystyy tehokkaasti leviämään versonpätkistä. Jos kasvillisuutta poistetaan nostamalla kasvit juurineen, saattaa pohjan pöyhiminen aiheuttaa veden samentumista ja ravinteiden vapautumista pohjasta.

Hapetus

Lutanjärven happitilannetta voidaan parantaa erilaisilla hapetusmenetelmillä. Erityisesti hapetus olisi suotavaa talviaikaan, jolloin Lutanjärvi kärsii happikadosta. Keinotekoinen hapetus on menetelmänä melko kallista ja siihen tulisi turvautua vain äärimmäisen huonoissa happitilanteissa. Pidempiaikaiseen hapetukseen ei ole tarvetta, jos valuma-alueelta tulevaa ulkoista kuormitusta pystytään vähentämään huomattavasti.

Maisema-, luonto- ja virkistyskäyttöarvot

Lutanjärven vesilintujen elinolosuhteista tulisi parantaa rakentamalla esim. telkälle ja koskeloille pesäpönttöjä. Sinisorsille ja muille puolisukeltajille tulisi rakentaa keinopesiä ruovikkoon. Vesilintujen pönttöjen rakentamiseen kuluu rahaa noin 200 euroa.

Lutanjärven kunnostuksen kustannukset

Valuma-alueella tehtävien kunnostustoimenpiteiden suunnitteluun on laskettu tarvittavan noin 7000 euroa, jotta saadaan kattavat ja toimivat tekniset suunnitelmat vesistökuormituksen vähentämiseksi. Varsinaisten kunnostustoimenpiteiden rahalliseksi kustannuksiksi on arvioitu kuluvan 7500 euroa, jolla rakennetaan Paskajärvenojaan ravinteita ja kiintoainesta pidättävä järjestelmä. Asutuksen osalta kunnostushanke pyrkii edistämään yhteisten jätevesijärjestelmien suunnittelua ja rakentamista. Hanke voi ulkopuolisena kilpailuttaa halukkaille kiinteistöille tarvittavat jätevesilaitteistot. Itse järvellä tehtävien toimenpiteiden kustannukset ovat suuruusluokkaa 4700 euroa.

Taulukko 25. Rahoitus ja kustannussuunnitelma

	Rahaa	Talkootyötä
Tekniset suunnitelmat vesistökuormituksen vähentämiseksi	7 000	
Asutuksen osalta	3 000	
Maa- ja metsätalouden osalta	3 000	
Niittosuunnitelmat	1 000	
Kunnostustoimet		
Valuma-alueella:	7 500	1 500
Paskajärvenojan valuma-alue	6 500	
Järvistönojan valuma-alue	1 000	
Lutanjärvellä:	4 700	2 500
Kasvillisuusniitot	3 000	
Muut toimet:		
-kalaistutukset	1 500	
-pönttötalkoot	200	
YHTEENSÄ	19 200	4 000

4 Kauklaistenjärvi - kahden kylän välissä

Kauklaistenjärvi sijaitsee Lapin kunnassa Kauklaisten ja Yli-Kierin kylien ympäröimänä, ja se kuuluu Lapinjoen vesistöalueeseen. Valuma-alueen pinta-ala on 30,1 km^2 ja sen järvisyysprosentti (L) on 3 %. Valuma-alueella on kaksi järveä; Kaatmojärvi, minkä pinta-ala on noin 4 ha, ja 18 hehtaarin kokoinen Ojajärvi. Kaatmojärvi on lähes umpeen kasvanut. Ojajärvi on pieni suolampi. Ojajärvellä pesii kuikka ja kalalokki, ja siellä noin kuusi loma-asuntoa.

Kauklaistenjärveen laskee viisi merkittävää viljelymaiden läpi virtaavaa valtaojaa. Kaatmo-oja ja Mustauitonoja laskevat luoteesta, Kirvelänoja lännestä, Vikkajanoja kaakosta ja etelästä Ojajärvenoja. Myös pienempiä ojia laskee lähipelloilta, metsiköistä ja soilta. Kauklaistenjärvi saa suurimman osan tulovirtaamastaan Ojajärven- ja Vikkajanojan kautta. Laajimmat peltoalueet ja turvetuotanto sijaitsevat juuri Ojajärven- ja Vikkajanojan varsilla, joten näiden uomien vaikutus Kauklaistenjärven tilaan on keskeinen. Kauklaistenjärven vedet laskevat Haarojoen kautta Lapinjoen pääuomassa olevaan Saarnijärveen.

Kokonaispinta-alaltaan Kauklaistenjärvi on 110 ha, josta avovettä on noin 67 ha. Kauklaistenjärvi on pohjois-eteläsuunnassa noin 1,6 kilometrin pituinen ja itälänsisuunnassa 0,7 kilometrin levyinen. Rantaviivaa on 6 kilometriä. Järvi sijaitsee 20,6 metriä merenpinnan yläpuolella. Järven keskisyvyys on 0,8 metriä ja syvin kohta on 1,85 metriä. Vesitilavuutta järvellä on keskiveden aikaan noin 733 000 m^3.

Järven kasvillisuus on lajistoltaan melko niukkaa. Kauklaistenjärveä voisi kuvailla reheväksi kaislajärveksi, missä valtalajina esiintyvät järviruoko, järvikaisla, leveäosmankäämi, sarat ja piuru. Kauklaistenjärvi on osoitettu Satakunnan maakuntakaavassa luonnonsuojelualueeksi (SK2:Su1-110), ja se kuuluu valtakunnalliseen lintuvesien suojeluohjelmaan. Linnusto on taantunut 1970-luvun tilanteesta, mutta sitä voidaan edelleen pitää melko hyvänä lintujärvinä. Vuoden 1982 lintulaskennoissa järvellä eli 12 lintulajia ja pesi 130 vesilintuparia (taulukko 1). Kymmenkunta vuotta myöhemmin lajimäärä oli laskenut 10 ja parimäärä oli enää keskimäärin 75.

Taulukko I. Kauklaistenjärven linnusto

Kuikka	*Gavia arctica*	Pikkulokki	*Larus minutut*
Härkälintu	*Podiceps grisegena*	Naurulokki	*Larus ridibundus*
Mustakurkku-uikku	*Podiceps a-uritus*	Kalalokki	*Larus canus*
Laulujoutsen	*Cygnus cygnus*	Kalatiira	*Sterna hirundo*
Sinisorsa	*Anas platyrhynchos*	Nokikana	*Fulica atra*
Tavi	*Anas crecca*	Kurki	*Grus grus*
Heinätavi	*Anas querquedula*	Luhtakana	*Rallus aquaticus*
Haapana	*Anas penelope*	Punajalkaviklo	*Tringa totanus*
Harmaasorsa	*Anas strepera*	Kaulushaikara	*Botaurus stellaris*
Lapasorsa	*Anas clypeata*	Ruskosuohaukka	*Circus aeruginosus*
Tukkasotka	*Anythya fuligula*	Rytikerttunen	*Acrocephalus scirpaeus*
Punasotka	*Aythya ferina*	Ruokokerttunen	*Acrocephalus schoenobaenus*
Telkkä	*Bucephala clangula*		
Tukkakoskelo	*Mergus serrator*		

Järven eläimistöön kuuluvat nisäkkäistä kettu, supikoira, piisami, minkki ja satunnaisesti tavattava saukko. Muita selkärankaisia ovat sammakko, viitasammakko, rupikonna ja rantakäärme. Järven saraluhdilla ja rantapelloilla ruokailevat hirvet ja peurat. Järven pohjassa kasvaa melko runsaasti järvisienikasvustoja. Järven niveljalkainlajisto on monipuolinen, sillä siihen kuuluvat useat vesiperhoslajit, korennot, vesikuoriaiset sekä vesi- ja rantahämähäkit. Kalasto on niukkalajinen ja vähälukuinen (ahven ja hauki).

Valuma-alueella asuu vakituisesti runsas 120 ihmistä ja vapaa-ajan käytössä on noin 20 kiinteistöä. Peltojen osuus valuma-alueesta on noin 14 % ja niissä viljellään pääasiassa viljaa ja heinää. Karjataloutta harjoitetaan kahdeksalla tilalla. Metsän osuus valuma-alueesta on noin 40 % ja suota 16 %. Turvetuotannossa olevaa suota on noin 70 hehtaaria.

Kauklaistenjärven tila on heikentynyt vuosikymmenien saatossa. Nykyään järveä uhkaa rehevöityminen ja umpeenkasvu, mitkä ovat seurausta järven vedenpinnan laskemisesta ja ravinnekuormituksesta. Järven veden korkeutta on laskettu tai suunniteltu laskettavan ainakin kolmesti, ja myös järven kuivattamiseksi on laadittu suunnitelma vuonna 1961. Kauklaistenjärven vesistökuormitus on pääosaksi hajakuormitusta.

Paikalliset asukkaat ovat useaan otteeseen tehneet aloitteita Kauklaistenjärven tilan parantamiseksi. Vuonna 1993 paikalliset rakensivat Haarojokeen padon, jolla pyrittiin nostamaan järven vedenpintaa. Pato jouduttiin purkamaan, koska sille ei haettu vesioikeuden lupaa. Oikeuskäsittely padon rakentamisesta on vielä kesken.

Kauklaistenjärven vedenlaatu

Kauklaistenjärven vedenlaatua on seurattu vuosina 1974, 1986, 1992–1998, 2000–2004. Näytteitä on otettu eri vuoden aikoina mutta viime vuosina näytteenotto on vakiintunut selvästi avovesikauteen ja lopputalveen. Narvijärven, Lutanjärven ja Kauklaistenjärven tilan parantamisohjelman selvitysvaiheessa tehtiin neljä vedenlaadun näytteenottokertaa avovesikaudella ja kerran talvella (15.7, 30.7, 13.8, 3.9 ja 3.3.2004). Tutkimuksessa kartoitettiin erityisesti veden happitilannetta ja ravinnepitoisuutta.

Veden optiset ominaisuudet ja sähkönjohtokyky

Näkösyvyys, sameus, väri ja sähkönjohtavuus mittaavat vedessä olevien aineiden määrää. Jos vedessä on runsaasti leviä, kiintoainesta, humusta ja liuenneita metalli-ioneja, on näkösyvyys huonompi ja veden sameus- ja väriarvot ovat korkeampia. Vuodenajalla, järvialtaan muodolla ja rakenteella, tuulella ja veden viipymällä on vaikutusta veden optisiin ominaisuuksiin (Seppänen 1984, Särkkä 1996).

Näkösyvyys

Kauklaistenjärven näkösyvyydet ovat olleet suurimmillaan runsaan metrin luokkaa, mutta tavallisemmin ne ovat olleet 0,8 metriä. Kesällä 2003 näkösyvyys oli noin metrin paikkeilla.

Veden väri

Veden väri mittaa veden humuspitoisuutta, ja väriluvun ollessa 6,6 Pt/l on vedessä keskimäärin noin 1 mg/l humusta. Suomen sisävesien keskimääräinen väriluku on 91 mg Pt/l (Särkkä 1996). Kaukalaistenjärven väriluku on ollut keskimäärin 160 mg Pt/l, mikä on tyypillistä humuspitoisille vesille. Veden humuspitoisuus on ollut viime vuosina lievässä kasvussa, ja veden väriarvot ovat vaihdelleet 40-400 mg Pt/l välillä.

Sameus

Veden sameus ja kiintoainesarvot kertovat vedessä olevien kiinteiden aineiden kokonaismäärästä, kuten savihiukkasista, levistä, eläinplanktonista ja saostuneesta humuksesta. Kiintoaines ja sameus lisääntyvät yleensä keväisin ja syksyisin, kun sademäärät ja virtaamat ovat suurimmillaan.

Kauklaistenjärven vesi on ollut varsin sameaa vuodenajasta riippumatta. Aikaisempina vuosina veden sameusarvot ovat vaihdelleet keskimäärin 1,3-11,0 FTU:n välillä. Parantamishankkeen aikana sameus oli selvästi aikaisempaa vähäisempää, sillä keskimääräinen veden sameusarvo oli kesällä 1,3 FTU. Korkeimmillaan sameus oli heinäkuun alkupuolella (2 FTU), mutta vesi kirkastui kesä mittaan (1,2 FTU). Sen sijaan maaliskuussa 2004 vesi oli selvästi kesää sameampaa (5,8 FTU).

Sähkönjohtokyky

Sähkönjohtokyky kuvaa vedessä olevien ionisoituneiden aineiden määrää. Suomen sisävesien sähkönjohtokyky on keskimäärin 6,7 mS/m, mutta voi suurimmillaan olla lounaisen Suomen järvissä lähellä 15 mS/m (Särkkä 1996).

Kauklaistenjärven veden sähkönjohtokyky on ollut hienoisessa nousussa pitkällä aikavälillä. Keskimääräinen sähkönjohtokyky on 13 mS/m, ja se on vaihdellut 9-31 mS/m välillä. Talvella sähkönjohtavuus on korkeampi kuin kesällä, mikä liittyy talvella esiintyviin happiongelmiin. Kesällä 2003 sähkönjohtokyky (13 mS/m) ei juurikaan vaihdellut mutta talvella 2004 se kohosi 21 mS/s.

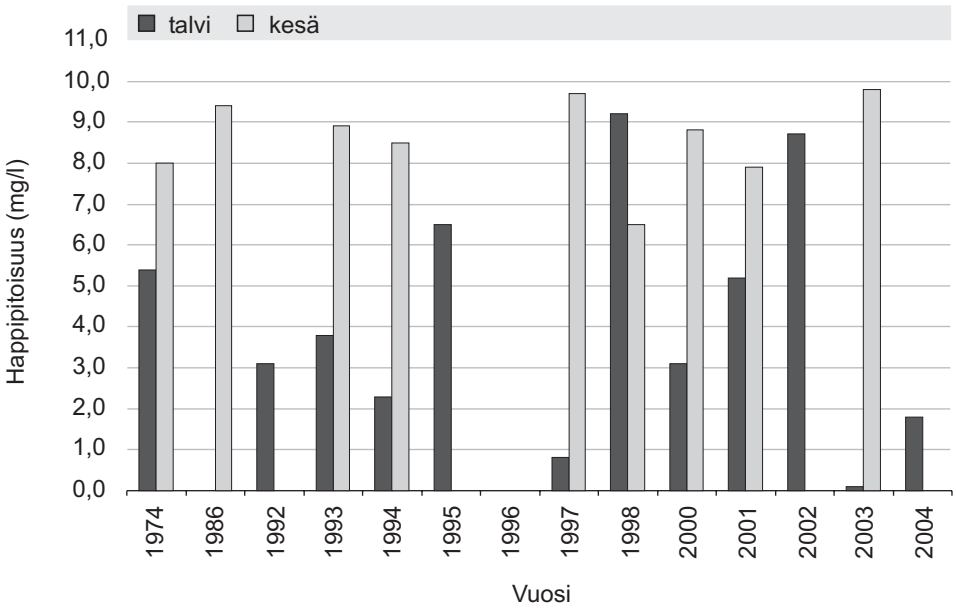
Kauklaistenjärven vedenlaatu on selvästi heikentynyt veden optisten ominaisuuksien osalta. Vesi on erittäin humuspitoista ja melko sameaa, mikä johtunee järven mataluudesta ja tulouomien mukanaan tuomasta kiinto- ja humusaineesta. Yleisluokittelun mukaan Kauklaistenjärven vedenlaatu voidaan pitää optisten ominaisuuksien osalta tyydyttävänä tai välttävänä.

Happitilanne, veden pH ja alkaliteetti

Happi

Happi on tärkein veteen liuennut aine, sillä veden biologiset ja kemialliset reaktiot riippuvat suurimmaksi osaksi vedessä olevasta hapesta. Kauklaistenjärven happitilanne on vaihdellut suuresti eri vuodenaikoina. Kesällä happipitoisuudet ovat pysyneet erinomaisina esim. kalojen elintoimintojen kannalta. Sen sijaan talvella on esiintynyt toistuvasti hapen vajausta tai täydellistä hapen puutetta. Talvia, jolloin happi on lähes kokonaan loppunut järvestä, ovat olleet vuodet 1996, 1997 ja 2003. Kauklaistenjärven happiongelmat johtunevat osaksi järven mataluudesta ja orgaanisen aineksen hajoamisesta (kuva 1).

Kesällä levien yhteyttäminen on lisännyt veden happipitoisuutta, mikä on näkynyt veden hapen ylikyllästymisenä. Tällöin pintavedessä saattaa esiintyä yli 100 %:n hapen kyllästymisarvoja. Kesällä 2003 Kauklaistenjärven happitilanne oli hyvä, vaikka runsas kasvillisuus aiheuttikin hapen ylikyllästymistä. Sen sijaan talvella 2004 Kaukalistenjärven veden happipitoisuus oli vähäinen.



Kuva 1. *Happipitoisuuden vaihtelu Kauklaistenjärvellä vuosina 1974-2004.*

Veden pH ja puskuroimiskyky

Veden happamuudella on suuri merkitys järven biologisille ja kemiallisille prosesseille, kuten ravinnekierrolle ja metallien liukoisuudelle. Hiilihappopitoisuus on merkittävin vesien luontainen happamuusasteen säätelijä. Veden happamuuteen vaikuttaa myös soilta tulevat valumavedet, lumien sulamisvedet ja sateen mukana tuleva hapan laskeuma (Seppänen 1984, Särkkä 1996).

Kauklaistenjärven pH-arvo on ollut kesällä keskimäärin (6,7), mikä on lähellä Suomen järvien keskiarvoa (6,6). Sen sijaan talvella vesi on ollut hieman happamampaa, sillä se on vaihdellut 5,5–6,6 välillä. Pidemmällä aikajaksolla Kauklaistenjärven pH-arvo on lievästi noussut. Kasvillisuuden kiihtynyt yhteyttämisnopeus on näkynyt pH-arvojen kohoamisena kesällä, kuten kesän 2003 vedenlaatututkimuksissa (keskimääräinen pH 7,3) on havaittavissa. Kesällä 2003 veden pH-arvot kohosivat kesän myötä 7,3-7,8. Syksyllä pH-arvo alkoi laskea yhteyttämisen vähetessä ja valumavesien virratessa järveen.

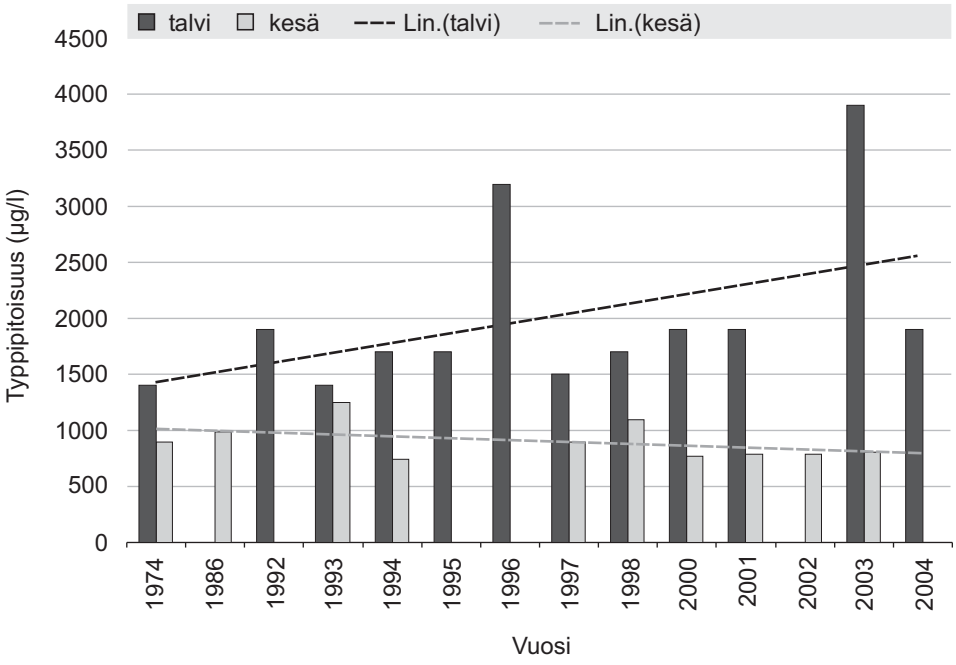
Kauklaistenjärven alkaliteetti on ollut keskimäärin 0,3 mmol/l. Näin ollen rehevänä ja peltovaltaisen valuma-alueensa johdosta Kauklaistenjärven happopuskurikyky on hyvä, eikä happamoitumisen vaaraa ole odotettavissa.

Ravinnepitoisuudet ja a-klorofylli

Typpi

Typpi voi esiintyä useina orgaanisina ja epäorgaanisina yhdisteinä. Vesien biologian kannalta tärkeimmät typen muodot ovat nitraatti (NO_3), nitriitti (NO_2) ja ammoniumtyppi (NH_4^+), joita levät ja kasvit voivat helposti käyttää elintoiminnoissaan. Typpi voi olla myös tuotantoa rajoittava minimiravinne keväällä ja syksyllä. Typpipitoisuudet vaihtelevat säännönmukaisesti vuodenaikojen mukaan. Kesällä kasvit ja levät sitovat typpeä tehokkaasti tuotantoon, ja talvella ja syksyllä typpeä vapautuu sedimentistä veteen. Typpeä poistuu järvestä sitoutumalla sedimenttiin, denitrifikaation kautta tai menovirtaaman mukana (Seppänen 1984, Särkkä 1996).

Keskimääräinen kokonaistyppipitoisuus Suomen sisävesissä on 800 μg/l, mutta se voi vaihdella 1000–3000 μg/l välillä. Kauklaistenjärven typpipitoisuus on ollut kesällä keskimäärin 961 μg/l, vaikka vaihtelu onkin ollut melko suurta (740–1500 μg/l). Talvella typpipitoisuus on ollut huomattavasti korkeampi, sillä keskimäärin se on ollut 2008 μg/l. Typpipitoisuuksissa on ollut laskeva suuntaus kesällä mutta talvella suuntaus on ollut nousujohteista (kuva 2).



Kuva 2. *Kokonaistyppipitoisuudet Kauklaistenjärvellä vuosina 1974-2004.*

Kesällä 2003 veden typpipitoisuus oli huomattavasti alhaisempi (keskimäärin 810 μg/l) kuin menneinä vuosina. Korkeimmillaan typpipitoisuus (880 μg/l) oli heinäkuun puolessa välissä, minkä jälkeen pitoisuudet laskivat 750 μg/l syksyyn mennessä. Elokuun puolessa välissä typpipitoisuus kohosi uudelleen noin 850 μg/l. Myös talven 2004 typpiarvo oli hieman tavallista alhaisempi (1900 μg/l).

Typen liukoiset muodot

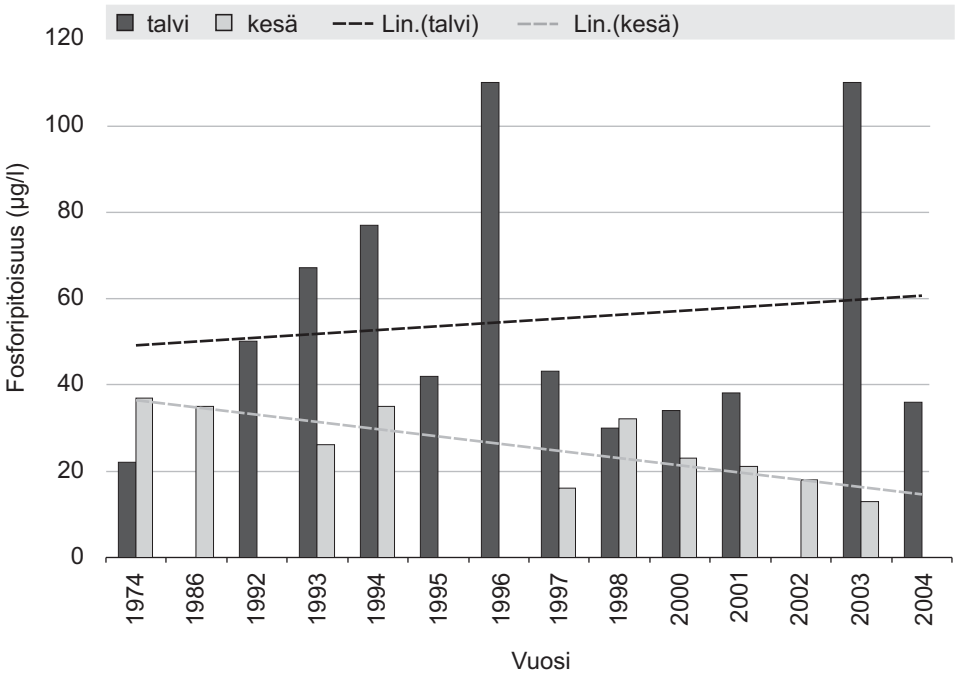
Typen liukoiset muodot nitriitti-, nitraatti- ja ammoniumpitoisuudet ovat vaihdelleet aikaisimpina tutkimuskertojen välillä huomattavasti. Ammoniumpitoisuus on ollut 2-2100 μg/l ja nitraatti-nitriittipitoisuus 1-1100 μg/l välillä. Liukoisen typen määrä on laskenut selvästi viime vuosina. Kesällä 2003 keskimääräiset liukoisten typpiyhdisteiden pitoisuudet olivat matalia (NH_4^+; 9 μg/l ja NO_{23}-N; 6 μg/l), koska kasvillisuus ja levät olivat sitoneet ne tuotantoonsa eikä heikon veden tulovirtaaman kautta saatu lisää ravinteita järvelle.

Kauklaistenjärven typpipitoisuudet ovat tyypillisiä reheville maatalousalueen järvelle. Kokonaistypen määrä ei yksistään ole hyvä mittari järven rehevöitymisestä arvioitaessa, koska typen määrä saattaa vaihdella suuresti luontaisista syistä.

Fosfori

Fosfori on tärkein sisävesien ravinne, mikä säätelee järven tuotantoa usein minimiravinteena. Fosforia esiintyy vedessä liuenneina tai kolloidisina orgaanisina yhdisteinä, epäorgaanisina liukoisina fosfaatteina sekä kiintoaineeseen sitoutuneena. Kasvien ja levien tuotannon kannalta liukoinen fosfaattifosfori on tärkein fosforin esiintymismuoto. Kokonaisfosforipitoisuudet vaihtelevat Suomen sisävesissä 30–200 μg/l välillä, ja keskimääräinen fosforipitoisuus Suomen sisävesissä on 58 μg/l (Seppänen 1984, Särkkä 1996).

Kauklaistenjärven fosforipitoisuus on vaihdellut 14–110 μg/l välillä ja keskimääräinen pitoisuus on ollut 42 μg/l. Kesällä 2003 fosforipitoisuudet olivat matalia, keskimäärin 13 μg/l. Korkeimmillaan fosforipitoisuus oli heinäkuun puolessa välissä, jolloin vedessä oli fosforia 18 μg/l. Loppukesällä ja alkusyksyllä fosforipitoisuus pysyi 11 μg/l. Sen sijaan talvella 2004 fosforipitoisuus kohosi 36 μg/l (kuva 3).



***Kuva 3**. Kokonaisfosforipitoisuudet Kauklaistenjärvellä vuosina 1974-2004.*

Liukoisen fosfaatin määrät ovat vaihdelleet 1-68 µg/l välillä ja keskimääräinen lukuarvo on ollut 13 µg/l. Kesällä 2003 fosfaatin pitoisuudet olivat alle 2 µg/l, joka kertoo siitä, että liukoinen fosfori oli sitoutunut primärituotantoon. Kokonaisfosforin ja liukoisen fosfaatin pitoisuudet ovat olleet laskusuunnassa.

A-klorofylli

A-klorofylli on eräs tärkeimmistä veden rehevyystason kuvaajista. Tämä muuttuja kuvaa epäsuorasti kasviplanktonin ja levien määrää vedessä eli tuotantoa.

Kauklaistenjärven a-klorofyllipitoisuus on vaihdellut 3,9–16 µg/l välillä, mikä on selvästi Suomen rehevöityneiden järvien keskiarvoa pienempi (yli 30 µg/l). Kesällä 2003 a-klorofyllipitoisuus vaihteli 1,7-4,7 µg/l välillä, mikä on aikaisempiin vuosiin verrattuna huomattavasti matalampi. Kauklaistenjärven klorofyllipitoisuudet ovat lievästi reheville järville tyypillisiä. Kuitenkin viime vuosina a-klorofyllipitoisuudet ovat olleet selvässä laskusuunnassa.

Yleisen vesien käyttöluokituksen mukaan Kauklaistenjärven veden käytettävyys ravinteiden ja a-klorofyllin osalta on vaihdellut erinomaisesta tyydyttävään. Kesällä 2003 käyttökelpoisuus oli erinomaista.

Johtopäätökset vedenlaadusta ja kehityksestä 1974–2004

Kauklaistenjärvi on tyypillinen rehevä maatalousvaltaisen valuma-alueen matala järvi. Ravinnepitoisuudet ovat olleet selvässä laskusuunnassa viime vuosina. Ravinteiden määrän vähenemistä tukee myös a-klorofyllin määrän selvä laskeminen pitkällä aikavälillä. Korkeimmat ravinnepitoisuudet esiintyvät niinä talvina, joina Kauklaistenjärvi kärsii happiongelmista. Tällöin ravinteet, rauta ja mangaani liukenevat pohjasedimentistä veteen lisäten veden ravinnepitoisuutta ja rehevöitymistä.

Talvella Kauklaistenjärvi on kärsinyt toistuvasti hapen puutteesta. Tämä johtuu pääosin järven mataluudesta, runsaasta humuspitoisuudesta ja hajoavasta orgaanisesta aineksesta. Kun jääkansi peittää Kauklaistenjärven alkutalvesta, happea ei pääse liukenemaan ilmasta veteen, eikä järven vesitilavuus pysty varastoimaan riittävästi happea veteen hajotustoimintaa varten. Kemiallinen hapenkulutus on ollut suurimmillaan talvisin.

Kauklaistenjärven pH-arvoissa ei ole tapahtunut suuria vaihteluita, vaikka pH-arvot ovat olleet noususuunnassa. Arvojen nouseminen johtunee järven tuotannon kasvusta, erityisesti vesikasvien runsastumisesta.

Suhteellisen runsas humus- ja kiintoainespitoisuudet antavat Kauklaistenjärven vedelle sen tunnusomaisen ruskean värin. Humusaineet ovat peräisin järveen laskevien uomien mukanaan tuomasta aineksesta sekä järven runsaasta kasvillisuudesta (kasvijäänteet).

Kauklaistenjärvellä saattaa esiintyä myös sisäistä kuormitusta. Järvellä ei kuitenkaan esiinny voimakkaita leväkukintoja, mikä on positiivinen viesti järven tilasta. Suurin osa ravinteista jää kasvillisuuden käyttöön, joten poistamalla suunnitelmallisesti kasvillisuutta voidaan parantaa järven vedenlaatua pitkällä aikavälillä.

Kauklaistenjärven hydrologia ja ojavesien laatu

Kauklaistenjärven vesitaseen hydrologisia tekijöitä arvioitiin sekä laskennallisesti että tekemällä virtausmittauksia valuma-alueen ojissa (Hyvärinen & Korhonen 2003, Ilmatieteen laitos 2003). Taulukossa 2 esitellään teoreettiset arviot keskeisistä hydrologisista tiedoista Kauklaistenjärven valuma-alueella. Kauklaistenjärveen tuleva kokonaisvesimäärä on vuosittain 6,6 milj. m^3. Poisvirtaavan veden määrä on 6,1 milj. m^3. Teoreettinen veden viipymä järvessä on noin 30-35 vuorokautta.

Taulukko 2. Kauklaistenjärven valuma-alueen hydrologiset tiedot

Sadanta (Eurajoki)	1991-2000	659 mm/a
Haihdunta (Mietoinen)	1991-2000	462 mm/a
Valunta	1991-2000	197 mm/a
Valuma	1991-2001	6,24 l/s/km^2
Virtaama	1991-2001	188 l/s
Järveen virtaava vesimäärä		5 923 218 m^3/a
Järveen suoraan satava vesimäärä		724 900 m^3/a
Järveen tuleva kokonaisvesimäärä		6 648 118 m^3/a
Järvestä haihtuva vesimäärä		508 200 m^3/a
Järvestä pois virtaava vesimäärä		6 139 918 m^3/a
Veden teoreettinen viipymä		30 d

Ojien virtaamat

Kauklaistenjärven tärkeimmistä uomista mitattiin veden virtaamat marraskuussa 17–20. välisinä päivinä vuonna 2003. Virtaamamittaukset tehtiin purosiivikolla ja tikkumenetelmällä. Heinäkuussa 30.7 ei virtausmittauksia voitu tehdä, koska veden virtaus oli erittäin vähäistä.

Syksyllä 2003 Kaatmo-ojan, Ojajärvenojan ja Vikkajanojan yhteinen tulovirtaama oli 0,093 m^3/s eli 93 l/s. Vettä poistui Haarojoen kautta noin 0,0621 m^3/s eli 62,1 l/s (taulukko 3). Näin ollen vuorokaudessa vettä virtasi järveen 8035,2 m^3/s ja poistui 5365,4 m^3/s. Kokonaistulovirtaama jakautui seuraavasti valtaojien kesken: Ojajärvenoja 51,8 %, Vikkajanoja 35,6 % ja Kaatmo-oja 12,6 %.

Taulukko 3. Tulo- ja menouomien mitat ja virtaamat syksyllä 2003

Uoma	Leveys (m)	Poikkileikkausala (m2)		Keskisyvyys (cm)	Maksimisyvys (cm)
Kaatmo-oja	0,70	0,061	9,0	10,0	
Ojajärvenoja	2,70	0,620	23,0	38,0	
Vikkajanoja	2,20	0,891	43,0	58,0	
Haarojoki	2,00	0,380	19,0	28,0	

Uoma	Keskivirtaus (m/s)	Maksimivirtaus (m/s)	Virtaama (m3/s)
Kaatmo-oja	0,197	0,263	0,0120
Ojajärvenoja	0,078	0,119	0,0483
Vikkajanoja	0,037	-	0,0330
Yhteensä	0,312	-	0,0933
Haarojoki	0,163	0,246	0,0621

Ojavesien vedenlaatu

Kauklaistenjärveen laskevien pääuomien vedenlaatua tutkittiin kesällä 29.7 ja syksyllä 10.11. Vesinäytteistä määritettiin kokonaisfosfori- ja -typpipitoisuudet, pH, sähkönjohtavuus, sameus, veden väriarvot sekä fekaaniset bakteerit (taulukko 4).

Taulukko 4. Kauklaistenjärven uomien vedenlaatu kesällä ja syksyllä 2003

Uoma	Sameus FTU	Kok. typpi mg/l	Kok. fosfori mg/l	Väri mg/l Pt	Sähkönjohtavuus mS/m	pH kpl/100 ml	Fek. bakteerit
29.7.2003							
Kaatmo-oja	9,2	1400	67	400	11	5,6	160
Ojajärvenoja	17	2000	130	560	10	6,6	400
Vikkajanoja	30	2600	260	360	23	6,8	310
10.11.2003							
Kaatmo-oja	3,3	3500	16	25	27	4,8	0
Ojajärvenoja	7,2	1900	41	200	13	6,2	6
Vikkajanoja	14	3000	44	20	36	5,0	1

Tutkittujen ojien vedenlaatu oli pääsääntöisesti käyttökelpoisuudeltaan huonoa. Ravinnepitoisuudet olivat korkeita ja veden hygieeninen laatu huonohkoa. Keskimääräiset kokonaisvirtaamat olivat pieniä kuivan kesän ja vähäsateisen syksyn johdosta. Ojien valuma-alueella on peltoja runsaasti, mikä näkyi veden runsasravinteisuutena.

Ojavesien kokonaistyppipitoisuudet olivat korkeita molempina näytteenottokertoina. Syksyllä sateisuuden lisääntyessä typen huuhtoutuminen kasvoi pelloilta, mikä näkyi typpipitoisuuden moninkertaistumisena ojavedessä (taulukko 4). Korkeimmat arvot mitattiin syksyllä Kaatmo-ojasta (3500 μg/l), mutta selvää syytä 2,5-kertaiseen typpipitoisuuden nousuun ei tiedetä. Typen määrä ei vaihdellut yhtä rajusti Ojajärvenojassa (1900 - 2000 μg/l) ja Vikkajanojassa (2600 – 3000 μg/l), vaikka vesien ravinnepitoisuudet olivatkin huomattavan korkeita.

Ojavesien kokonaisfosforipitoisuus käyttäytyi päinvastoin kuin typen määrä. Fosforipitoisuudet olivatkin korkeimmillaan juuri kesällä huolimatta kesän vähäsateisuudesta. Kesällä ojavesien fosforipitoisuus vaihtelivat 67 - 260 μg/l:n välillä

kuin syksyllä ne olivat 16-44 μg/l välillä. Korkeimmat fosforipitoisuudet mitattiin Vikkajanojassa, mikä selittyy ojan ympärillä sijaitsevien peltojen kaltevuudella ja viertävyydellä kohti ojaa. Myös Vikkajanojan perkaaminen paria vuotta aikaisemmin lisäsi ojaveden ravinteisuutta.

Kauklaistenjärveen laskevat ojat tuovat mukanaan melko paljon kiinto- ja humusainetta. Veden väriarvot vaihtelivat kesällä 360-560 mg Pt/l välillä mutta ne laskivat syksyllä välille 20-200 mg Pt/l. Sama ilmiö näkyy myös veden sameudessa (taulukko 4). Korkeat sameus- ja väriluvut vedessä johtuivat kesällä korkeista leväja bakteerimääristä sekä veden seisahtaneisuudesta. Kesällä veden hygieeninen laatu olikin huonohkoa mutta syksyn mittaan bakteerien määrät laskivat alhaiseksi, ja veden hygieeninen laatu parani erinomaiseksi. Eniten humusta Kauklaistenjärveen tulee Ojajärvenojasta, mikä johtunee turvetuotantoalueen sijaitsemisesta ojan varrella. Korkeimmat veden sameusarvot olivat Vikkajanojassa. Vikkajanojan valuma-alueen peltojen viertävyys lisääkin kiintoaineksen huuhtoutumista vesistöön, mikä näkyy ojaveden runsaana sameutumisena.

Veden sähkönjohtokyky oli selvästi korkeampi syksyllä. Kesällä sähkönjohtokyky vaihteli 10-23 mS/m välillä, kun syksyllä se oli välillä 13-36 mS/m. Veden pH-arvot olivat lähellä neutraalia, sillä ne vaihtelivat tutkimuksen aikana 5,0-6,8 välillä. Kesällä ojaveden pH-arvot olivat korkeampi kuin syksyllä.

Hetkellinen ainevirtaama

Kauklaistenjärven ravinneainevirtaamaa arvioitiin laskemalla vesistökuormitus syksyn ja kesän virtaama- ja ravinnetiedoista yhtä vuorokautta kohti. Kesän virtaama on arvioitu olevan 5 % syksyn virtaamasta. Tarkempaa ainevirtamaa kesälle ei voida arvioida, koska säännöllisiä mittauksia ei voitu tehdä ja kesä oli poikkeuksellisen vähäsateinen. Kuitenkin ojiin heitetyt tikut liikkuivat kesällä, mikä viittaa veden jonkinlaiseen virtaukseen.

Taulukko 5. Kauklaistenjärven uomien aiheuttama kuormitus ja prosenttiosuudet

Uomat	Typpi (kg/vrk)	Fosfori (kg/vrk)	Humus (kg/vrk)
Kaatmo-oja			
Kesä	0,073 (8,5%)	0,003 (4,5%)	3,142 (10,9%)
Syksy	3,629 (18,1%)	0,017 (5,5%)	3,927 (1,8%)
Ojajärvenoja			
Kesä	0,417 (48,4%)	0,027 (40,3%)	17,961 (62,2%)
Syksy	7,929 (39,4%)	0,171 (54,6%)	126,446 (58,3%)
Vikkajanoja			
Kesä	0,371 (43,1%)	0,037 (55,2%)	7,777 (26,9%)
Syksy	8,554 (42,5%)	0,125 (39,9%)	86,391 (39,9%)
Summa			
Kesä	0,861	0,067	28,88
Syksy	20,112	0,313	216,76
Keskivirtaama	37,32	1,45	685,38

Kauklaistenjärvi saa suurimman osan fosfori- ja typpikuormituksestaan Ojajärvenojan ja Vikkajanojan valuma-alueilta. Kaatmo-ojan kuormitusvaikutus on suhteellisen vähäinen. Yhden vuorokauden aikana Kauklaistenjärveen tulee typpeä hieman alle yhdestä kilosta 37:ään kilogrammaan, fosforia 70:sta grammasta 1,5:een kilogrammaan ja humusta 30–690 kilogrammaa. Laskennallisen kuormitusarvion perusteella Kauklaistenjärveen tulee fosforia 2,3 kg ja typpeä 50 kg yhtä vuorokautta kohti (katso Kauklaistenjärven kuormitus).

Humusainesta Kauklaistenjärveen tulee eniten Ojajärvenojan valuma-alueelta, minkä osuus kokonaiskuormituksesta on noin 60 %. Kuormitusluvut muuttuvat vuodenaikojen mukaan: Ojajärvenoja on kesällä jonkin verran merkittävämpi typpikuormittaja kuin Vikkajanoja mutta syksyllä tilanne on päinvastainen. Sen sijaan kesällä fosforia tulee eniten Vikkajanojasta, syksyllä taasen Ojajärvestä.

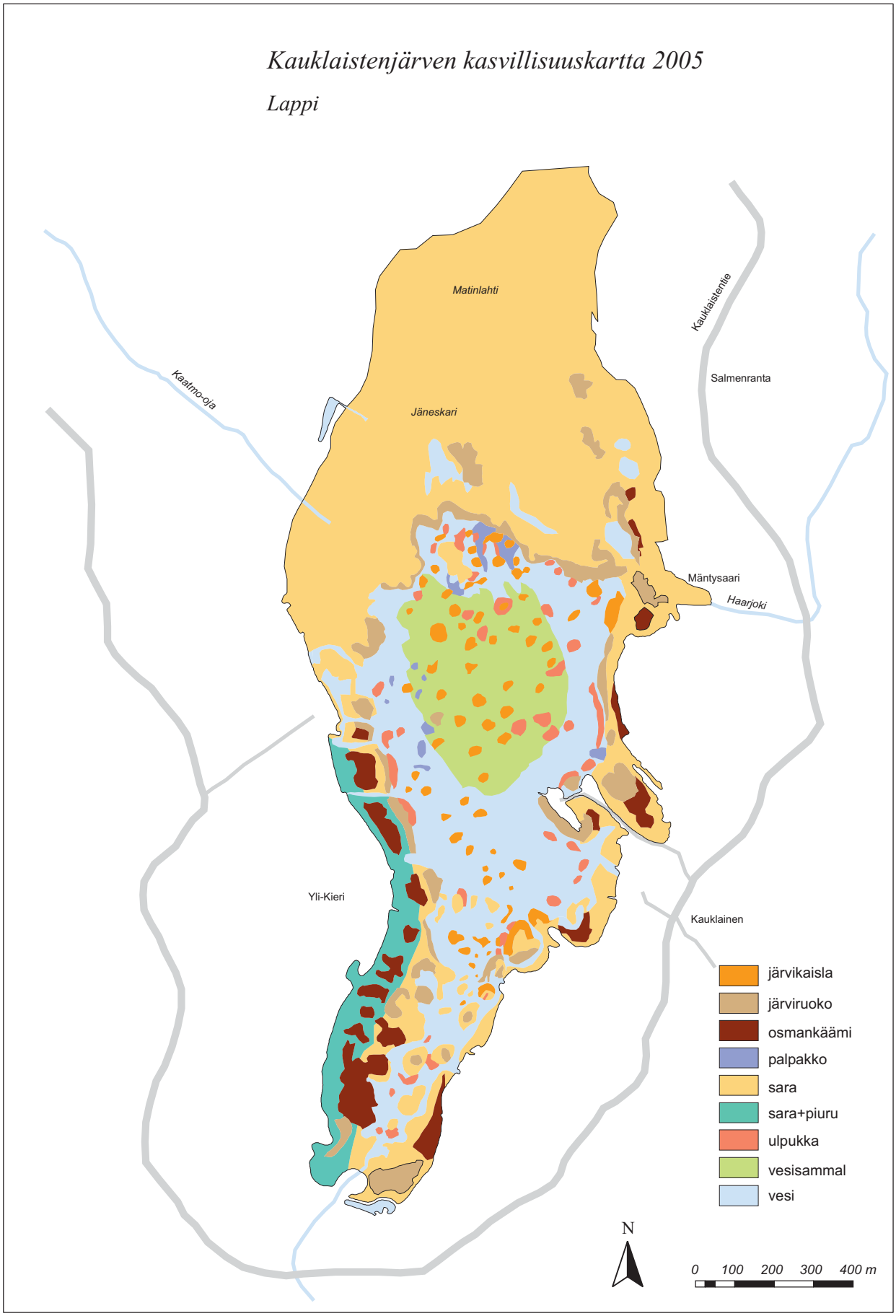
Kauklaistenjärven kasvillisuus

Kauklaistenjärven kasvillisuutta on kartoitettu vuosina 1987 ja 1990. Tuolloin havaittiin, että Kauklaistenjärven kasvillisuus on suhteellisen niukkalajinen, ja vesikasvisto koostuu tavanomaisista viljelyseutujen rehevöityneiden ja umpeen kasvavien järvien peruslajistosta. Erikoisuutena oli vain korkeakasvuinen heinäkasvi piuru. Tuolloin pohjalehtiset ja uposkasvit puuttuvat lähes tyystin Kauklaistenjärveltä.

Kauklaistenjärven, Kaatmojärven ja Ojajärven kasvillisuus kartoitettiin seitsemänä päivänä elokuun loppupuolella vuonna 2003. Kartoituksessa Kauklaistenjärvi jaettiin 35 ruutuun, jotka olivat 350 x 350 metrin ruutuja. Jokaisesta ruudusta kirjattiin esiintyvät lajit ja valtalaji. Myöhemmin kasvillisuuden runsautta ja jakautumista tarkasteltiin ilmavalokuvista, joiden avulla saatiin tarkempi kokonaiskuva Kauklaistenjärven kasvillisuudesta (kuva 4).

Kasvillisuuden kuvaus

Kauklaistenjärveltä löytyi 55 vesi- ja rantakasvilajia (taulukko1). Kauklaistenjärven kasvillisuusvyöhykkeet on esitetty kuvassa 1. Kasvillisuuskartoituksen perusteella voidaan arvioida järven tilaa ja vedenlaatua. Muutokset kasvillisuuden määrässä ja lajikoostumuksessa kertovat muutoksista myös järven tilassa. Eri kasvilajit ovat sopeutuneet elämään tietyissä kasvupaikoissa ja ympäristöoloissa. Näitä lajeja kutsutaankin indikaattori- eli ilmentäjälajeiksi (taulukko 6).



Kuva 4. *Kauklaistenjärven kasvillisuuskartta*

Taulukko I. Kauklaistenjärven, Ojajärven ja Kaatmojärven kasvillisuusluettelo
k=kasvupaikan rehevyysvaatimus (o= niukkaravinteisuuden suosija, i= ravinteisuudesta riippumaton laji, m= suosii melko runsasravinteisia vesiä ja e= runsasravinteisuuden suosija), s=suhtautuminen rehevöitymiseen (0= ei juurikaan vaikutusta, +=hyötyy rehevöitymisestä ja -=kärsii rehevöitymisestä), y= yleisyys (1= hyvin harvinainen, 2= harvinainen, 3= melko harvinainen, 4= yleinen, 5= hyvin yleinen ja r= runsaus (1= hyvin niukka, 2= niukka, 3= melko runsas, 4= runsas, 5= hyvin runsas)

Elotyyppi	Tieteellinen nimi	k	s	y	r
Rantakasvit					
Harmaasara	*Carex canescens*		1	3	
Isokarpalo	*Vaccinium oxycoccos*			1	3
Jokapaikansara	*Carex nigra*		3	3	
Jouhivihvilä	*Juncus filiformis*		2	1	
Keräpäävihvilä	*Juncus filiformis*		1	1	
Korpikastikka	*Calamagrostis purpurea*			1	1
Kurjenjalka	*Potentilla palustrisi*		5	5	
Luhtakastikka	*Calamagrostis epigejos*			3	3
Luhtalitukka	*Cardamine pratensis*	m		1	3
Luhtatädyke	*Veronica scutellata*		2	3	
Luhtavuohennokka	*Scutellaria galericulata*			2	3
Mesiangervo	*Filipendula ulmaria*			1	2
Myrkkykeiso	*Cicuta virosa*	m		6	3
Ojakärsämö	*Achillea ptarmica*		1	3	
Pikkumatara	*Galium trifidum*		4	2	
Pullosara	*Carex rostrata*	i	0	5	7
Ranta-alpi	*Lysimachia vulgaris*			2	3
Rantakukka	*Lythrum salicaria*	m	6	3	
Rantamatara	*Galium palustre*			1	4
Rantanenätti	*Rorippa palustris*	m-e		1	2
Rantapuntarpää	*Alopecurus aequalis*	m		1	1
Rantavihvilä	*Juncus alpinoarticulatus*			2	2
Rantayrtti	Lycopus europaeus	m-e		2	3
Savijäkkärä	*Gnaphalium uliginosum*			1	1
Suohorsma	*Epilobium palustris*			3	2
Suokorte	*Equisetum palustre*			1	3
Suoputki	*Peucedanum palustre*			4	2
Terttualpi	*Lysimachia thyrsiflora*	o-m	0-	5	4
Tummarusokki	*Bidens tripartita*	m-e		2	3
Ukontatar	*Persicaria lapathifolia*			2	3
Vehka	*Calla palustris*	i		2	4
Viiltosara	*Carex acuta*	m-e		5	7
Vesikasvit					
Ilmaversoiset					
Haarapalpakko	*Sparganium erectum*	e	+	1	4
Järvikaisla	*Schoenoplectus lacustris*	i	+	6	7
Järvikorte	*Equisetum fluviatile*	i	0	2	4
Järviruoko	*Phragmites austalis*	i	+	7	7
Leveäosmankäämi	*Typha latifolia*	m-e	+	5	7
Piuru	*Scolochloa festucacea*	m-e	?	5	7
Rantaluikka	*Eleocharis palustris*	o-m	0-	4	4
Rantapalpakko	*Sparganium emersum*	m-e	0	5	5
Ratamosarpio	*Alisma plantago-aquatica*	m-e	0	4	3

Elotyyppi	Tieteellinen nimi	k	s	y	r
Kelluslehtiset					
Lumme	*Nymphaea alba*	i	+	3	6
Siimapalpakko	*Sparganium gramineum*	m	-	3	5
Uistinvita	*Potamogeton natans*	i	0	6	3
Ulpukka	*Nuphar lutea*	i	+	5	5
Uposlehtiset					
Ojasorsimo	*Glyceria fluitans*	m-e	?	1	4
Pikkupalpakko	*Sparganium natans*	o-m	0-	5	6
Purovita	*Potamogeton alpinus*	i	0-	1	5
Rentovihvilä	*Juncus supinus*	o	-	1	2
Tylppälehtivita	*Potamogeton obtusifolius*	e	+	3	5
Irtokellujat					
Kilpukka	*Hydrocharis morsus-ranne*	e	+	1	3
Pikkulimaska	*Lemna minor*	m-e	+	2	3
Irtokeijujat					
Isovesiherne	*Utricularia vulgaris*	i	+-	4	5
Rimpivesiherne	*Utricularia intermedia*	o-m	?	2	3
Vesisammaleet					
Lampisirppisammal	*Warnstorfia procera*	o	-	6	7

Kasvillisuustyypit

Ilmaversoinen kasvillisuus

Ilmaversoisia kasvilajeja esiintyy koko järven alueella. Kuivilla rannoilla kasvaa korpi- ja luhtakastikkaa sekä pensaista pajuja, leppiä ja hieskoivua. Kosteammalla luhtaniityillä valtalajeina ovat pullo- ja viiltosara sekä korkeakasvuinen heinäkasvi piuru. Piurua esiintyy runsaimmin järviruokojen ja saraluhtien vaihtumisvyöhykkeelle järven lounais- ja eteläosissa. Järviruoko muodostaa rannan tuntumaan tiheän koko järveä ympäröivän ruovikkovyöhykkeen. Tiheimmät ja laajimmat järviruokokasvustot ovat järven pohjois- ja länsiosissa sekä Haarjojoen ja Vikkajanojan välisellä kosteikolla. Järviruo'on joukossa esiintyy suhteellisen suuria leveäosmankäämikasvustoja, jotka paikoittain peittävät laajojakin alueita. Luhtien reunoilla ja märissä allikoissa viihtyvät tutut suokasvit, kuten vehka, kurjenjalka, luhta- ja tupasvilla sekä suoputki. Muita tavallisia rantakasveja ovat myrkkykeiso, luhtavuohennokka sekä rantamatara.

Kauklaistenjärven avovedessä kasvavia ilmaversoisia ovat järvikaisla, haara- ja rantapalpakko. Järvikaislaa kasvaa koko järven alueella, mutta tiheimmät kasvustot ovat järven keskiosassa. Haarapalpakkoa esiintyy vain kolmessa paikassa Kauklaistenjärvellä. Sen sijaan rantapalpakkoa esiintyy kauttaaltaan koko järven alueella, mutta tiheitä kasvustoja se ei esiinny muualla kuin Vähä- ja Kalakarin edustalla. Järvikortetta esiintyy Kauklaistenjärven itärannalla pienenä ja harvalukuisena kasvustona.

Kelluslehtiset

Kauklaistenjärvellä esiintyy hajanaisia ja harvakasvuisia kelluslehtikasvustoja. Tärkein kelluslehtinen on ulpukka, muiden osuus on vähäinen. Muita lajeja ovat lumme, uistinvita ja siimapalpakko. Ulpukkaa kasvaa eniten järven itäosassa jär-

vikaislojen seassa sekä länsirannalla järviruokovyöhykkeen edustalla. Lumpeen esiintyminen keskittyy selvästi järven rehevään eteläosaan. Uistinvitaa esiintyy eniten Vähä- ja Kalakarin edustalla, muualla kasvustot ovat pieniä.

Uposlehtiset, pohjalehtiset ja vesisammaleet

Pohjalehtiset kasvit puuttuvat tyystin Kauklaistenjärveltä. Sen sijaan uposlehtisiä vesikasveja esiintyy viisi lajia Kauklaistenjärvellä. Runsain uposlehtinen on tylppälehtivita, mikä esiintyy melko tiheinä ja laajoina kasvustoina järven keskiosissa. Rantavesissä ja ojien suilla kasvaa myös purovitaa. Järven eteläosan pohjat ovat täysin kuolleita ja runsaan liejun peittämiä. Sen sijaan lampisirpisammal muodostaa laajoja kasvustoja järven pohjoisosaan. Kesän mittaan vesisammalkasvustot ulottuvat pohjasta pintaan asti. Pohjakasvillisuuden seassa esiintyy myös sirotellusti järvisientä. Nämä kirkkaanvihreät eläimet näkyvät kirkkaassa vedessä pinnalle saakka.

Irtokellujat ja -keijujat

Kauklasistenjärven irtokelluja ja -keijuja kasvillisuus koostuu neljästä lajista: kilpukasta, pikkulimaskasta, iso- ja rimpivesiherneestä. Kilpukkaa ja pikkulimskaa esiintyy niukasti Kauklaistenjärven pohjois- ja eteläosissa ruovikkojen muodostamien lampareiden reunoilla. Rimpivesiherne kasvaa tulvavesiallikoissa ja isovesihernettä tavataan lähes koko järven alueella melko runsaana.

Kasvillisuus osa-alueittain

Järven pohjoispää

Järven pohjoispäässä Matinlahdessa on laaja pääosin pullo- ja viiltosaroista muodostuva luhta. Sarakasvillisuuden joukossa kasvaa sirotellusti myös kurjenjalkaa, myrkkykeisoa, rantamataraa, suoputkea ja ranta-alpia. Luhdan kuivimmilla paikoilla kasvaa pajuja, kuten hanhenpajua. Sade- ja tulvavesiä varastoivissa allikoissa esiintyy pikkupalpakkoa ja rimpivesihernettä.

Luhdan järvenpuoleisella reunalla kasvaa tiheä 20-30 metrin levyinen järviruovikko. Ruovikon ja sarakasvillisuuden välissä esiintyy melko runsaana leveäosmankäämiä. Pohjoispään vesialueella järvikaisla muodostaa pieniä hajanaisia kasvustoja, joiden välissä viihtyy melko runsaana pikkupalpakko. Pohjakasvillisuus muodostuu lähes yksinomaan lampisirppisammalesta.

Itäranta

Järven itärannalle sijoittuu valtaosa rakennetusta rannasta. Ranta-alueita on ruopattu ja kasvillisuuden sekaan on kaivettu veden virtausta parantavia kanavia. Pohjoisesta lähtien rantakasvillisuus muodostaa vyöhykkeitä, missä järviruoko esiintyy vaihtelevana vyönä. Järviruo'on jälkeen luhdalla kasvaa pullo- ja viiltosaraa. Vikkajanojan ja Haarojoen välisellä alueella järviruoko ja leveäosmankäämi muodostavat laajan ja tiheän ilmaversoiskasvuston. Myös Vähä- ja Kalakaria ympäröi tiheä järviruokokasvusto. Järviruoko muodostaa myös järven itäosan avovesialueelle saaria, joissa kasvaa rahkasammalta, kurjenjalkaa, pullosaraa ja terttualpia. Rahkasammalsaarekkeiden kuivimmalla kohdilla kasvaa kuivan maan kasvillisuutta, kuten pajuja ja hieskoivua.

Vesialueella ulpukka on tärkein kelluslehtinen mutta Vähä- ja Kalakarin edustalla kasvaa suhteellisen runsaasti myös uistinvitaa. Järvikaislan esiintyminen alkaa puolessa välissä järvikaisla. Kaisla muodostaa pieniä kasvustoja, joiden välissä kasvaa usein ulpukkaa ja siimapalpakkoa.

Länsiosat

Järven länsiosissa on tehty laajoja ruoppauksia ja kasvillisuuden poistoja. Pellot ympäröivät järven luhtasaroja ja kosteikkoja. Pelloilla viljellään heinää tai viljaa. Osa rantaniityistä, kuten Seikkulan pellot ovat olleet lähes 80 vuotta yhtämittaisessa laidunnuksessa. Seikkulan laitumet kuuluvat ympäristötuen perinnebiotoppisopimukseen. Luhdilla kasvaa pääosin pullo- ja viiltosaraa sekä Kirvelänojan eteläpuolella laajoja piurukasvustoja. Pelto-ojissa viihtyvät ojasorsimo, isovesiherne ja pikkulimaska. Järviruokojen seassa kasvaa mm. luhtalitukkaa, luhtavuohennokkaa, myrkkykeisoa, vehkaa, ratamosarpiota ja suoputkea.

Ulpukka ja rantapalpakko muodostavat harvahkoja kelluslehtiskasvustoja rannan tuntumaan. Haarapalpakko muodostaa ainoan ja yhtenäisemmän kasvuston järven luoteisosaan. Järven keskiosissa kaislaa esiintyy vähän, mutta siirryttäessä etelää kohti järvikaisla runsastuu.

Eteläosat

Järven eteläosat ovat suureksi osaksi umpeenkasvanutta ja matalaa vesialuetta, jossa vesi on samentunutta ja pohja liettynyttä. Rahkasammalten muodostamissa suurehkoissa saarekkeissa kasvaa järviruokoa, pullosaraa ja kurjenjalkaa. Muita kasvilajeja ovat luhtatädyke, luhtavuohennokka, pikkulimaska ja kilpukka. Ruovikon muodostamissa lampareissa kasvaa pikkulimaskaa ja kilpukkaa. Ulpukka ja lumme muodostavat kelluslehtiskasvustoja ruovikon muodostamiin pikku poukamiin. Piurua esiintyy runsaasti järven eteläosissa.

Avovesialue

Kauklaistenjärven avovesialue on pinta-alaltaan melko pieni. Vesialueen vedenpäällinen kasvillisuus koostuu pääasiassa järvikaislasta ja ulpukasta. Pohjalla kasvaa tylppälehtivitaa ja lampisirppisammalta.

Kasvillisuus Kauklaistenjärven tilan ilmentäjänä

Kauklaistenjärvi on kasvilajistoltaan melko köyhää, koska varsinaisia vesikasvilajeja on vain runsas 20 lajia. Valtalajeina ovat järviruoko, järvikaisla ja sarakasvillisuus. Kasvilajiston perusteella Kauklaistenjärvi voidaan tyypitellä runsasravinteiseksi osmankäämi-sarpiojärveksi (Vesiopas 1985), sillä kasvillisuutta ilmentää ilmaversoiskasvustojen tiheys, ulpukan, lumpeen ja uistinvidan laikuttainen esiintyminen, upos- ja pohjalehtisen kasvillisuuden niukkuus ja irtokellujien esiintyminen suojaisissa paikoissa.

Kasvillisuudessa näkyy selvästi korkea ulkoinen kiintoaines-, humus- ja ravinnekuormitus. Kasvilajisto koostuu pääosin lajeista, mitkä suosivat veden ravinneisuutta tai hyötyvät ravinnepitoisuuden kasvusta. Myös voimakkaasti likaantuneen veden tunnuslajeja tavataan Kauklaistenjärvellä. Pikkulimaskan, lumpeen tai isovesiherneen kasvustot esiintyivät kuitenkin vain suhteellisen niukkoina järviruokojen muodostamissa lampareissa, missä veden virtaus on heikkoa ja vesi ravinteista. Puhtaan veden ilmentäjiä ei esiinny, lukuun ottamatta muutamaa rentovihviläkasvustoa. Toisaalta järvialtaan mataloituminen suosii järviruo'on, rah-

kasammaleen, sarojen ja kurjenjalan levittäytymistä avovesialueelle (Toivonen 1982 & 1984, Vesiopas 1985). Harvinaisia tai uhanalaisia lajeja ei esiinny Kauklaistenjärvellä. Sen sijaan huomioon herättävää on piurun runsas esiintyminen järveä ympäröivillä luhdilla.

Kauklaistenjärven kasvillisuuden monipuolisuus on vähentynyt viime vuosikymmenten aikana, koska maataloudessa on tapahtunut tuotantosuuntauksen muutos; karjataloudesta on siirrytty peltoviljelyyn. Kauklaistenjärven kasvillisuus on ollut monipuolisinta 1910–1960-luvuilla, jolloin rantapellot ja – niityt olivat laidunnuksen piirissä. Tuolloin rannat olivat avoimina vesirajaan saakka, joka mahdollisti monipuoliset ympäristöolot sekä kasvillisuudelle että eläimistölle.

Kauklaistenjärvi on kasvamassa umpeen, koska veden virtaus on heikkoa, ravinne-, kiintoaine- ja humuskuormitus on huomattavan korkea. Umpeen kasvua tapahtuu sekä pinnalta että pohjalta käsin. Järviruoko, rahkasammal ja pullosara ovat valtaamassa mataloituvaa järveä etelästä päin. Rahkasammal on muodostanut suurehkoja saaria järven eteläosiin, mitkä pysyvät melko kuivina myös tulva-aikana. Näillä saarilla kasvaa järviruo'on, sarojen ja kurjenjalan lisäksi puita ja pensaita. Pohjoisessa lampisirppisammal on valloittanut lähes koko vesialueen pohjalta käsin, mikä vähentää loppukesällä veden vaihtuvuutta järvessä.

Kauklaistenjärven kuormitus

Kuormituskysely

Yleistä

Vesien rehevöityminen johtuu valuma-alueelta tulevasta ravinnekuormituksesta. Ravinteet ovat pääosin peräisin yhdyskuntien, teollisuuden ja haja-asutuksen jätevesistä sekä maa- ja metsätaloudessa tehdyistä toimenpiteistä. Tämän lisäksi typpeä ja fosforia joutuu vesistöön luonnonhuuhtouman, ilmalaskeuman ja turvetuotannon kautta. Vesistökuormituksen määrää voidaan arvioida laskennallisin keinoin, jolloin kullekin päästölähteelle lasketaan teoreettinen kuormitusvaikutus (Krogerus ym. 1996).

Asutus

Asutuksen vesistökuormitus syntyy pääosin vedenkulutuksen kautta jätevesikuormituksena. Jätevesiä syntyy peseytymistä, astian- ja pyykinpesusta sekä käymälätuotteista sekä niiden huuhteluvesistä. Syntyneistä jätevesistä 45 % on peräisin peseytymistä, 20 % ruuanlaiton ja astianpesun yhteydessä syntyneistä vesistä sekä 15 % pyykinpesuvesistä. Wc:n huuhtelut tuottavat noin 15 % jätevesien kokonaismäärästä (Suomen vesiensuojeluyhdistysten liitto 2002). Jätevesien määrään vaikuttavat henkilömäärä ja kiinteistön käyttöaika, vedensaanti, kulutustottumukset sekä asuinrakennusten varustelutaso.

Kiinteistöjen yleistiedot

Asutuksen aiheuttamaa vesistökuormitusta on selvitetty kuormituskyselyllä sekä kartta- ja väestörekisteritietojen perusteella. Vastauksia kyselyyn saatiin 24:ltä vakituisesti asutulta kiinteistöltä, 13:sta vapaa-ajan asunnolta ja 18:sta maa- tai metsätaloutta harjoittavalta kiinteistöltä. Kokonaisuudessaan Kauklaistenjärven valuma-alueella on runsas 250 kiinteistöä, joista vakituisesti asuttuja on 48 kpl ja 25 kpl

on vapaa-ajan asuntoja. Maataloutta harjoitetaan 89 kiinteistöllä, ja metsätalouskäytössä on 64 kiinteistöä. Rakentamattomia tai asumattomia rakennuksia on viisi. Muita kiinteistöjen käyttömuotoja ovat koulu, turvetuotannossa oleva suoalue ja metsästysmaja.

Taulukko 7. Rakennusten käyttömuodot ja etäisyys järvestä

Rakennus	< 100	100-200	200-500	> 500
Omakotitalo	3	6	22	17
Vapaa-ajan asunto	16	1	3	3
Sauna	5	1	2	-
Käymälä	6	1	2	-
Karjasuoja	1	1	1	-

Valuma-alueella sijaitsevat rakennetut kiinteistöt, joissa syntyy jätevettä on esitetty taulukossa 7. Omakotitalojen ja loma-asuntojen etäisyydet perustuvat kyselytutkimuksen ja karttatietoihin. Sauna ja käymälät tiedot ovat taas peräisin pelkästään kyselytutkimuksesta. Vapaa-ajan asutus sijoittuu alle 50 metrin päähän rannasta. Vakituisen asutuksen etäisyys järvestä on keskimäärin 400 metriä.

Kiinteistöjen varustelutaso ja käyttöveden lähteet

Vapaa-ajan asuntojen käyttöaikaan ja vedenkulutukseen vaikuttaa erityisesti loma-asunnon varustelutaso. Taulukossa 8 on esitetty sekä vakinaisen että vapaa-ajan asuntojen varustelutasoa. Lähes kaikista vakituisesti asutuista kiinteistöistä löytyvät asumisen perustarpeet eli sähkö, juokseva ja lämmin vesi. Sen sijaan vapaa-ajan asunnoista vain alle 1/3 on juokseva vesi käytettävissä mutta sähköt löytyvät yli 60 %:lta.

Taulukko 8. Kiinteistöjen varustelutaso

Varustelutaso	Sähkö	Lämminvesivaraaja	Juokseva vesi	Sähkö-/käsipumppu
Vakituinen asutus	21	14	19	1
Vapaa-ajan asutus	8	2	4	-

Vakituiset asukkaat saavat juoma-, ruoka- ja peseytymisvedet pääasiassa pora- tai rengaskaivosta. Kunnallisessa vesijohtoverkossa on 25 %. Sen sijaan yli puolet loma-asukkaista tuo tarvitsemansa juoma- ja ruuanlaittoveden mukanaan kotoa. Peseytymis- ja saunavedet loma-asutus ottaa pumppaamalla vettä kaivosta, järvestä tai keräämällä sadevettä talteen (taulukko 9).

Taulukko 9. Talousveden ja muun käyttöveden lähteet

Talousvesi	Kunnallinen	Oma kaivo	Yhteinen kaivo	Lähde	Muu
Vakituinen asutus	6	17	1	-	-
Vapaa-ajan asutus	1	4	1	-	7
Muu käyttövesi	Vesijohto	Kaivo	Järvi	Sadevesi	Muu
Vakituinen asutus	7	11	-	-	-
Vapaa-ajan asutus	1	5	4	2	-

Vakituisen ja vapaa-ajan asuntojen jätevedet

Vuoden 2004 alussa astui voimaan haja-asutuksen jätevesien käsittelystä on annettu asetus, mikä velvoittaa viemäriverkon ulkopuolella olevia kiinteistöjä hoitamaan jätevedet tiettyjen vähimmäisvaatimusten mukaan (Veikkola 2003). Jätevesien käsittelyä tuleekin osaltaan parantaa, sillä osa nykyisin käytössä olevista laitteista ovat vanhentuneita tai toimivat puutteellisesti.

Kauklaistenjärven jätevesikuormitus syntyy pääosin vakituisesta asumisesta, vapaa-ajan asutuksella on vähäinen vaikutus kuormitukseen. Harmaiden jätevesiä syntyy eniten ruuanlaitosta ja peseytymisestä. Vapaa-ajan asutuksen osalta saunominen ja peseytyminen ovat merkittävimmät jätevesilähteet (taulukko 10).

Taulukko 10. Vedenkäyttökohteet ja jätevesien syntylähteet

Veden käyttö	Keittiö	Sauna	Suihku	Pyykki	Karjasuoja
Vakinainen asutus	20	19	18	2	2
Vapaa-ajan asutu s	7	10	2	1	-

Lähes kaikilla vakituisesti asutuilla kiinteistöillä jätevedet käsitellään saostuskaivossa, ja puolet saostuskaivoista on ns. yhteispuhdistamoja harmaille ja mustille jätevesille. Saostuskaivo on rakenteeltaan joko kaksi- tai kolmiosainen, ja niitä puhdistetaan puolentoista vuoden välein. Vapaa-ajan asutuksen jätevesien käsittelyssä käytetään saostuskaivoja, imeytyskuoppia tai maaperäkäsittelyä. Jätevesien jatkokäsittely on vähäistä, sillä saostuskaivon jälkeen jätevedet ohjautuvat läheisiin avo-ojiin tai maaperään (taulukko 11 ja 12).

Taulukko 11. Harmaiden jätevesien käsittelymenetelmät

	Yhteispuhdistus	Umpisäiliö	Saostuskaivo	Imeytyskuoppa	Maaperä
Vakituinen asutus	10	1	19	-	-
Keittiö	8	1	19	-	-
Sauna	8	-	17	-	-
Suihku	9	1	17	-	-
Pyykki	8	1	16	-	-
Vapaa-ajan asutus	-	-	4	3	4
Keittiö	-	-	4	3	-
Sauna	-	-	4	2	4
Pyykki	-	-	1	-	-

Taulukko 12. Saostuskaivon jälkeinen jatkokäsittely

Saostuskaivo	Avo-oja	Maaperä	Pienpuhdistamo	Imeyttämö	Suodattamo
Vakituinen asutus	14	1	-	-	1
Vapaa-ajan asutus	-	2	-	2	-

Kiinteistöjen yleisin käymälätyyppi on vesikäymälä, mikä on 58 %:lla kiinteistöistä (taulukko 13). Tavallisin tapa puhdistaa vesikäymälässä syntynyttä jätevettä on saostuskaivo (83 %). Muita käsittelytapoja on varastoida jätevesi umpisäiliöön (17 %). Kuivakäymälä tai kompostoiva käymälä on 35 %:lla. Muita käymälätyyppejä ovat erotteleva tai vähävetinen käymälä. Kuivakäymälässä syntyneitä jätteitä käsitellään kompostoimalla kuiva-aines tai kuoppaamalla ne maaperään (taulukko 14).

Taulukko 13. Käymälätyypit

Käymälätyyppi	Vakituinen asutus	Vapaa-ajan asutus
Vesikäymälä	17	1
Biologinen käymälä	-	-
Erotteleva käymälä	-	2
Kuivakäymälä	4	7
Vähävetinen käymälä	2	-
Kompostikäymälä	-	1
Muu	-	-

Taulukko 14. Käymäläjätevesien käsittelymenetelmät ja jatkokäsittely

	Umpisäiliö	Saostuskaivo	Imeytyskuoppa	Maaperä	
Vakituinen asutus	4	14	1	2	
Vapaa-ajan asutus	1	4	2	5	
Jatkokäsittely	Avo-oja	Maaperä	Pienpuhdistamo	Imeyttämö	Suodattamo
Vakituinen asutus	14	1	-	-	1
Vapaa-ajan asutus	-	2	-	2	1

Kuormituskyselyllä tiedusteltiin myös halukkuutta parantaa jätevesien käsittelyä sekä mahdollisuutta saada projektitukea jätevesijärjestelmän suunniteluun. Jätevesien käsittelyn parantamisesta kiinnostui 17 % vastaajista. Osaa vastaajista asia ei joko kiinnostanut (20 %) tai he ajattelivat tekevänsä investoinnit myöhemmin (24 %). Loput vastanneista eivät halunneet ottaa asiaan kantaa. Neljä kiinteistöä oli kiinnostunut jätevesien hallintaan liittyvästä projektiavusta, ja 12 kiinteistöä ei nähnyt tarpeelliseksi tarjottua apua. Rahallinen panostus jätevesien käsittelyn parantamiseen vaihteli 1000–4000 euroa.

Maa- ja metsätalous

Kauklaistenjärven valuma-alueella on peltoa 421,4 ha eli 14 % maa-alasta. Maataloutta harjoittavia tiloja oli 68, joista karjaa oli 8 tilalla. Suurimmat viljelyalat ovat Yli-Kierissä, Kauklaisissa, Peurasuolla ja Vikkajassa. Peltoviljelyn aiheuttama vesistökuormitus riippuu peltojen määrästä, maanpinnan kaltevuudesta, kuivatustilasta, maalajista, peltojen käytöstä, lannoituksesta, viljelytekoiikasta ja valunnan suuruudesta. Kuormituksen suuruus vaihtelee vuosittain valuntaolojen mukaan ollen suurimmillaan keväällä ja syksyllä (Puustinen 1999).

Kuormituskyselyyn vastasi 16 kiinteistöä, jolla harjoitettiin maataloutta. Näistä 9 kuului ympäristötuen piiriin ja neljä ilmoitti tehneensä erityistukisopimuksen. Kyselyn vastausten peltopinta-ala oli 150,5 ha, joka vastaa 4 % peltopinta-alasta.

Metsätalouden käytössä olevia kiinteistöjä on 66 kiinteistöä, joiden kokonaispinta-ala on 12000 ha eli noin 40 % maapinta-alasta. Kyselyn vastaajista ilmoitti 18 kiinteistöä, joiden pinta-ala oli 199 ha. Metsätalouden toimenpiteillä on paikoittain huomattava kuormitusvaikutus riippuen alueen valuma-alueen ominaisuuksista, toimenpiteiden voimakkuudesta ja laajuudesta (Finér 2002). Viiden viime vuoden aikana Kauklaistenjärven metsissä on tehty toimenpiteitä seuraavasti: uudishakauttua metsää on 14 ha, harvennushakkuu on suoritettu 18 ha ja 10,5 hehtaarille on tehty maanmuokkaustoimenpiteitä. Kunnostusojitettua metsää on 28, 5 ha. Metsälannoituksia ei ole suoritettu valuma-alueella.

Laskennallinen vesistökuormitus

Asutus

Asutuksesta syntyvää vesistökuormitusta arvioitiin laskemalla vakituisen ja vapaa-ajan asutuksen vuotuinen käyttöaika henkilövuorokausina. Henkilövuorokaudet kerrattiin valuma-alueella olevien asuttujen kiinteistön määrällä. Kuormituksessa huomioitiin myös kiinteistöjen etäisyys vesistöstä (taulukko 9). Laskennassa käytetyt ominaiskuormitusarvot ovat Krogeruksen ym. (1996) kuormituksen laskennassa käyttämiä kuormitusarvoja. Kaikille loma-asutuksen kiinteistöille ominaiskuormitusarvo oli sama, koska niiden oletetaan sijaitsevan rannan tuntumassa, jolloin maksimi etäisyys rannasta on 100 m. Tällöin yhden ihmisen aiheuttama fosforikuormitus on 1,15 g/päivä ja typenkuormitus 8,05 g/päivä. Haja-asutuksen aiheuttama kuormitus sen sijaan arvioitiin päästölähteen sijainnin mukaan (taulukko 15).

Taulukko 15. Typen ja fosforin ominaiskuormitusarvot haja-asutukselle.

Etäisyys	Fosfori	Typpi
< 100 m	1,92	13,42
100-200 m	1,37	10,14
200-500 m	0,82	4,93
> 500 m	0,27	1,64

Vakituisesti asuttujen kiinteistöjen lukumäärä Kauklaistenjärven valuma-alueella on 48 kappaletta ja loma-asuntojen 25 kappaletta. Keskimääräinen henkilömäärä vakituisesti asutuille kiinteistöille on 2,75 henkilöä, ja vastaava lukuarvo loma-asunnoille on 2,58 henkilöä. Valuma-alueella sijaitsee myös 25 oppilaan Kauklaisten koulu, jossa työskentelee 3 vakituista työntekijää 9 kuukautta jokaista vuotta kohden. Varsinaisia pistekuormittajia alueella ei ole, sillä koulun osuus on laskettu sisältyväksi hajakuormittajiin. Loma-asutuksen osalta kertyi 5452 henkilövuorokausia/vuosi. Vakituisesti asuttujen kiinteistöjen henkilövuorokausien määrään vuodessa on 48180.

Loma-asutuksesta syntyvä vesistökuormitus on erittäin vähäinen. Fosforilla se on noin prosentti (6,27 kg) ja typellä reilusti alle 1 % (42,88 kg) vesistön kokonaisravinnekuormituksesta. Vakituisen asutuksen osuus kokonaiskuormituksesta on huomattavasti suurempi, sillä siitä aiheutuva fosforikuormituksen (36,49 kg) osuus on noin 6 % ja typenkuormitus 2 % (234,91 kg) vesistön kokonaisravinnekuormituksesta.

Maa- ja metsätalous

Maa- ja metsätaloudesta syntyvää ravinnekuormitus vesistöihin on seurattu pitkään. Suurin osa maatalouden kuormituksesta on peräisin viljelymaita. Metsätalouden kuormitus johtuu hakkuista, ojituksista, maanmuokkauksesta ja lannoituksesta. Vesistöön ravinteet kulkeutuvat pintavaluntana tai sitoutuneena kiintoainekseen (Puustinen 1999).

Maa- ja metsätalouden vesiensuojelutoimilla on pyritty vähentämään ravinnehuuhtoutumista vesistöihin monilla erilaisilla toimenpiteillä. Tärkeimmät keinot ovat viljely- ja maanmuokkaustekniikat (Heinonen 1992). Toisaalta on keinoja, joilla sidotaan liikkeelle lähteneet ravinteet. Tällaisia ovat laskeutusaltaat, kosteikot, pintavaluntakentät, pohjapadot ym.

Maataloudesta syntynyttä kuormitusta on arvioitu käyttämällä Krogeruksen ym. (1996) määrittelemiä ominaiskuormitusarvoja. Peltoviljelyn osalle fosforikuormitus on 0,96 kg/ha ja typpikuormitus 17 kg/ha. Näiden edellä mainittujen kuormitusarvojen on arvioitu sisältävän peltotilan ja karjatalouden vaikutukset valuma-alueella, joista lopulta saadaan maatalouden kuormitus yhteisenä tekijänä.

Metsätalouden kuormituksen on todettu aiheutuvan ensisijaisesti metsien ojittamisesta. Ojituksista aiheutuva kuormituksen kesto on noin kymmenen vuotta. Kauklaistenjärven valuma-alueella kymmenen vuoden sisällä suoritettujen uudis- tai kunnostusojituksien määrä pinta-alaltaan on pieni, suhteessa alueen kokonaismetsäalaan. Tästä syystä ojituksista aiheutunut metsätaloustoimenpiteiden pitkäaikaisvaikutusta ei ole näissä laskelmissa erikseen huomioitu. Kuormitusta laskettaessa, valuma-alueen suoalueiden katsottiin kuuluvan metsäalaan. Tällöin näille kahdelle voitiin laskea yhteinen metsätalouden kuormitus. Metsätalouden kuormituksen laskemisessa käytettiin seuraavia ominaiskuormitusarvoja; fosforilla 0,1 kg/ha ja typellä 2,5 kg/ha (Krogerus ym. 1996).

Kauklaistenjärven ympäristötyyppikartoituksen mukaan järven valuma-alueella on peltopinta-alaa 421,4 ha, metsäalaa 1204 ha ja suoalueita 481,6 ha. Nämä laskennalliset ympäristötyyppi tiedot pohjautuvat karttatietojen perusteella tehtyihin arvioihin. Maatalouden vuosittainen typpikuormitus on suuruudeltaan noin 7160 kg ja fosforikuormitus 405 kg. Vastaavat luvut metsätalouden osalta 4210 kg ja 170 kg vuodessa.

Turvetuotanto

Turvetuotannosta aiheutuu haitallisia ympäristövaikutuksia kuten melua, pölypäästöjä, vesistökuormitusta sekä maisemahaittoja. Turvetuotannon vesistövaikutukset saattavat olla paikallisesti erittäinkin suurta, sillä turvealueilta syntyneet vedet sisältävät enemmän liuennutta orgaanista ainetta, humusta, sekä kiinteää orgaanista ja epäorgaanista ainetta kuin luonnontilaiselta suolta tuleva vesi. Turvetuotantoalueen etäisyys vesistöön vaikuttaa oleellisesti kuormitusriskin suuruuteen (YM 2003).

Kauklastenjärven valuma-alueella turvetuotantoaluetta on noin 70 ha. Turvetuotannosta aiheutuva ravinnekuormitus vastaa muutamaa prosenttia kokonaiskuormituksesta. Turvetuotannon typpikuormitus on 664 kg ja fosforikuormitus 21 kg vuodessa. Kiintoaineen ja humuksen osalta turvetuotanto on vaikuttanut erittäin haitallisesti Kauklaistenjärven tilaan: mataloitumiseen ja liettymiseen.

Luonnonhuuhtouma ja ilmalaskeuma

Luonnonhuuhtouma arvioitaessa on käytetty ominaisarvoja fosforilla 7 kg/km^2/a ja typellä 170 kg/km^2/a (Turkki ym. 1998). Luonnonhuuhtouman mukana Kauklaistenjärveen tulee typpeä noin 5117 kg ja fosforia 210 kg vuodessa. Luonnonhuuhtouma on toisiksi suurin kuormittaja maatalouden jälkeen. Kuitenkin täytyy muistaa, että luonnonhuuhtouma kuuluu normaaliin luonnon kiertokulkuun.

Ilmalaskeuman kuormitusvaikutus fosforin osalta on 14 mg/m^2/a ja typen 629 mg/m^2/a (Vuorenmaan ym. 1998). Kauklaistenjärven vedenpinnalle laskeutuneen ainemäärän on katsottu aiheuttavan varsinaisen vesistökuormituksen (Turkki ym. 1998) Laskeuman aiheuttama kuormitus Kauklaistenjärvelle pinta-alaan 110 ha nähden on 15 kg fosforia ja 692 kg typpeä vuodessa. Ilmalaskeuman kuormitus on 2 % fosforikuormituksesta ja 5 % typpikuormituksesta. Kauklaistenjärveen kohdistuva ravinnekuormitus on kokonaisuudessaan typen osalta 18129 kg/vuosi ja fosforikuormitus osalta 863 kg/vuosi (taulukko 16).

Taulukko 16. Kauklaistenjärven fosfori- ja typpikuormitus, loma- ja haja-asutuksen yksiköt ovat henkilövuorokausia, maatalouden ja metsämaiden yksiköt ovat hehtaareja.

Fosfori Kuormittaja	Yksiköitä	Ominaisarvo	Yhteensä (kg)	%-osuus
Vapaa-ajan asutus	5452	0,00115	6,27	1
Vakituinen asutus	48180	0,0007575	36,49	6
Maatalous	421,4	0,96	404,54	62
Metsätalous	1204	0,1	168,56	26
Turvetuotanto	70	0,2993	20,95	3
Ilmalaskeuma	110	0,000014	15,4	2
Luonnonhuuhtouma		30,1	7,0	210,7
Yhteensä			862,9	100
Typpi Kuormittaja	**Yksiköitä**	**Ominaisarvo**	**Yhteensä (kg)**	**%-osuus**
Vapaa-ajan asutus	5452	0,00805	42,88	0
Vakituinen asutus	48180	0,0040757	234,91	2
Maatalous	421,4	17	7163,8	56
Metsätalous	1204	2,5	4214	32
Turvetuotanto	70	9,49	664,3	5
Ilmalaskeuma	110	0,000629	691,9	5
Luonnonhuuhtouma		30,1	170	5117
Yhteensä			18128,79	100

Kauklaistenjärven ravinnetase

Kauklaistenjärven vesistökuormitus on luonteeltaan valuma-alueelta tulevaa hajakuormitusta. Erityisesti maatalouden merkitys vesistökuormittajana korostuu, koska viljelymaat sijaitsevat lähellä järveä ja järveen laskevien valtaojien varsilla. Myös luonnonhuuhtouman aiheuttama kuormitus on huomattava, mikä johtuu järven pinta-alaa nähden laajasta valuma-alueesta. Sen sijaan asutuksen vaikutus järven tilaan on vähäinen, vaikka asutut kiinteistöt sijaitsevatkin lähellä rantaviivaa. Oman vaikutuksensa järven tilaan antaa laajahko turvetuotantoon alistettu suoalue. Turvetuotannon aiheuttaman vaikutus näkyy selvimmin kiinto- ja humusaineskuormituksen aiheuttamana järven mataloitumisena ja pohjan liettymisenä.

Ravinnepoistuma

Pääosin ravinteet poistuvat vesistöstä menovirtaaman kautta mutta pienissä vesistöissä ruoppausten ja vesikasvillisuuden niittojen mukana voi poistua huomattava määrä ravinteita. Osa vesistöön tulevista ravinteista sitoutuu myös eliöstöön tai sedimentoituu vesistön pohjalle. Tällöin pohjasedimentti ja pitkäikäiset eliöt toimivat tärkeinä ravinteiden varastoina.

Luusuan kautta poistuvien ravinteiden määrää voidaan arvioida laskennallisesti menovirtaaman ja järven pintaveden ravinnepitoisuuksien avulla. Teoreettisten laskelmien mukaan Kauklaistenjärvestä poistuu vettä Haarojoen kautta noin 0,195 m^3/s (virtausmittausten perusteella 0,0631 m^3/s). Poistuvan veden ravinnepitoisuutena pidetään (pintaveden) typpi- ja fosforipitoisuuksien kymmenen vuoden keskiarvoja, mitkä ovat fosforin osalta 38,1 mg/l ja typen osalta 1534,9 mg/l. Edellisiä virtaamatietoja käyttäen Kauklaistenjärvestä poistuisi fosforia 75–230 kg

vuodessa. Vastaavasti typpipoistuma olisi 3000–9000 kg/vuosi. Näin ollen poistuvan fosforin osuus vaihtelisi kokonaiskuormituksesta 8-27 %:n välillä. Typpipoistuma olisi 17-52 %.

Kauklaistenjärvessä tapahtuvaa ravinteiden sedimentaationopeutta voidaan arvioida sedimentaatiokerroin avulla. Sedimentaatiokerroin voidaan laskea tulevan ainevirtaaman ja järven tilavuuden suhteen Canfieldin ja Bachmannin mallin mukaisesti: $s=0{,}162*(I/V)^{0{,}458}$ (I= tuleva ainemäärä ja V=vesitilavuus). Fosforin nettosedimentaatioksi järven pohjalle saadaan 633 kg/a. Eliöstöön sitoutuneiden ravinteiden määrää on vaikea arvioida, koska kasvillisuuden ja levien tuottavuutta ei tunneta.

Pohjasedimenttiin sitoutunut fosfori voi liueta pohjan hapettomuuden seurauksena veteen. Kauklaistenjärven ravinnepitoisuudet ovatkin kohonneet eräinä talvina (1996 ja 2003) huomattavan korkeiksi, mikä viitannee sisäisen kuormituksen liikkeelle lähtöön. Kuitenkin sisäisen kuormituksen määrää ja vaikutuksia on vaikea arvioida tarkasti.

Kauklaistenjärveen tulevaa kriittistä fosforikuormitusta voidaan arvioida Vollenweiderin esittämällä mallilla $I=0{,}05*V*Z^{-0{,}4}$ (V= järven tilavuus (m^3) ja Z= keskisyvyys (m)) (Frisk 1978, Wright ym. 1993). Kriittisen fosforikuormituksen rajaarvoksi saadaan 40 kg/v. Tuleva fosforikuormitus ylittää lasketun raja-arvon yli 20-kertaisesti. Tämä tarkoittanee sitä, että Kauklaistenjärven tila on selvästi häiriintynyt ulkoisen kuormituksen seurauksena.

Yhteenveto Kauklaistenjärven nykytilasta

Kauklaistenjärveen tuleva ravinnekuormitus on peräisin maa- ja metsätaloudesta sekä luonnonhuuhtoutumasta. Tärkein yksittäinen kuormittaja on peltoviljely mutta ajoittain karjataloustoiminnat (maitotilojen hulevedet ja karjahuoneiden jätevesipäästöt) ovat aiheuttaneet veden likaantumista. Asutuksen laskennallinen osuus ravinnekuormituksesta on vähäinen, mutta vakituisen asutuksen sijoittumisella lähellä vesistöä ja jätevesien riittämättömällä puhdistuksella on oma Kauklaistenjärven tilaa heikentävä vaikutuksensa.

Ulkopuolelta tulevasta ravinnekuormasta poistuu vuosittain keskimäärin fosforia vajaa kolmannes ja typpeä noin 50 %. Loput ravinteista sitoutuu ravintoketjuun pääosin kasvillisuuteen ja sedimenttiin. Osa ravinteista palaa takasin ravinnekiertoon sisäisen kuormituksen ja tuulten sekoittavan vaikutuksen seurauksena. Sisäisen kuormituksen suuruutta ja vaikutuksia ei tunneta riittävän tarkasti.

Kauklaistenjärven vedenlaatu on ollut viime vuosina yleisen käyttökelpoisuusluokittelun mukaan tyydyttävää. Veden tilaa ovat heikentäneet erityisesti talvella esiintyvät happiongelmat sekä valumavesien runsas humuspitoisuus. Veden tila on heikentynyt aina ankarien talvien jälkeen, kun järvi on jäätynyt pohjaan saakka. Sen sijaan kesällä vedenlaatu on pysynyt parempana johtuen runsaan kasvillisuuden kyvystä sitoa tehokkaasti ravinteista itseensä. Leväongelmia ei Kauklaistenjärvellä ole esiintynyt. Kauklaistenjärven suhteellisen huonohko tilanne johtuu ensisijaisesti järven vedenkorkeuden laskuista sekä huomattavasta ravinne-, kiintoaines- ja humuskuormituksesta. Veden tilaa ovat heikentäneet myös Ojasuon turvetuotanto ja valtaojien perkaukset.

Kasvillisuudella on huomattava merkitys Kauklaistenjärven tilaan. Toisaalta runsas kasvillisuus sitoo tehokkaasti itseensä ravinteita mutta kääntöpuolena on kasvillisuuden runsastumisen myötä huomattava umpeen kasvuongelma. Umpeen kasvun myötä veden virtausolot ovat heikentyneet, mistä on seurannut järven eteläosien liettymistä ja mataloitumista. Järven rehevöitymisen seurauksena Kauklaistenjärven lintuvesiarvo on laskenut nopeasti viimeisten parin kymmenen vuoden aikana. Rantalinnuston niukkuus ja vähälajisuus johtuvat rantojen käyttömuo-

don muuttumisesta. Aiemmin karja laidunsi laajalla rantavyöhykkeellä pitäen rannat avoimina. Tällöin kahlaajille oli sopivia pesäpaikkoja ja ravintoa saatavilla. Nykyään järven rantoja peittävät tiheät lähes läpipääsemättömät ruovikot.

Kauklaistenjärven tilan parantaminen vaatii huomattavaa ulkoisen kuormituksen vähentämistä. Tiukennetut vesiensuojelutoimenpiteet tulee ulottaa kaikille kuormitussektoreille alkutuotannosta asumiseen. Tämän lisäksi tarvitaan huomattavia kunnostustoimia itse järvellä. Veden virtausoloja tulee kohentaa joko poistamalla kasvillisuutta avovesialueelta tai nostamalla vedenkorkeutta. Veden noston seurauksena järven vesitilavuus, avovesialueen pinta-ala ja keskisyvyys kasvavat, mistä hyötyy erityisesti järven vesilinnusto.

Kauklaistenjärven kunnostus

Kauklaistenjärven kunnostussuunnitelma

Kauklaistenjärven kunnostamisen tavoitteena on parantaa järven tilaa ekologisesti ja maisemallisesti huomioiden paikallisten asukkaiden tarpeet. Kunnostussuunnitelmassa pyritään kiinnittämään huomiota alueen asukkaiden toimeentulon turvaamiseen ja uusien tulonlähteiden synnyttämiseen järven kunnostamisen kautta.

Kunnostusmenetelmät on valittu lähtökohtaisesti tutkimustulosten ja selvitysten perusteella mutta myös Kauklaistenjärven asukkaiden näkökulmat on huomioitu. Vesistön kunnostaminen vaatii useita kunnostusmenetelmien käyttöä, jotta vesistön tila paranisi tai säilyisi hyvänä vielä seuraavina vuosikymmeninä (Ilmavirta 1990). Kauklaistenjärven kunnostus kohdistuu sekä itse järveen että järven valuma-alueella tehtäviin toimenpiteisiin. Järvellä tehtävillä toimenpiteillä pyritään ensisijaisesti parantamaan veden virtausoloja, lisäämään lintuvesi- ja maisema-arvoja. Valuma-aluekunnostuksen lähtökohtana on vesistöön tulevan kuormituksen selvä vähentäminen.

Kauklaistenjärveläisten näkemyksiä järven nykytilasta

Kauklaistenjärven asukkaista olivat havainneet useita muutoksia järven tilassa. Yleisemmin mainittu haitallinen muutos oli umpeen kasvu (45 %). Muita merkittäviä asioista olivat veden väri muutos (20 %), lisääntynyt kasvillisuus (15 %), veden korkeuden muutokset (10 %) ja kalojen makuhaitat (10 %). Myös veden hajuhaittoihin, pohjasammaleen runsastumiseen ja vesijättömaan lisääntymiseen oli kiinnitetty huomiota. Ranta-asukkaat arvelivat myös Kauklaistenjärven vedenkorkeuden vaihtelevan vuodessa noin 0-100 cm:n välillä. Suurimman osan mielestä vedenkorkeudessa ei ole kuitenkaan tapahtunut pysyvää muutosta.

Kysely selvitti myös ranta-asukkaiden mielipiteistä siitä, mitkä toimenpiteet heidän mielestään parantaisivat Kauklaistenjärven tilaa. Sopivimpina toimenpiteinä arveltiin olevan vedenpinnan noston, maa- ja metsätalouden vesiensuojelutoimet, ruoppaus, kasvillisuuden poiston ja jätevesien käsittelyn tehostamisen. Muita mainittuja tekijöitä ovat padon rakentaminen ja vesijättömaiden jättäminen viljelemättä.

Vastaajista katsoi 26,7 %, että asutuksen jätevesien käsittelyn parantaminen olisi tarpeellista, ja maa- ja metsätalouden kuormituksen vähentämisen näki tärkeäksi 42 %. Vastaajista 46 % oli halukas osallistumaan toimiin järven tilan parantamiseksi ja kieltävän vastauksen antoi 12 %.

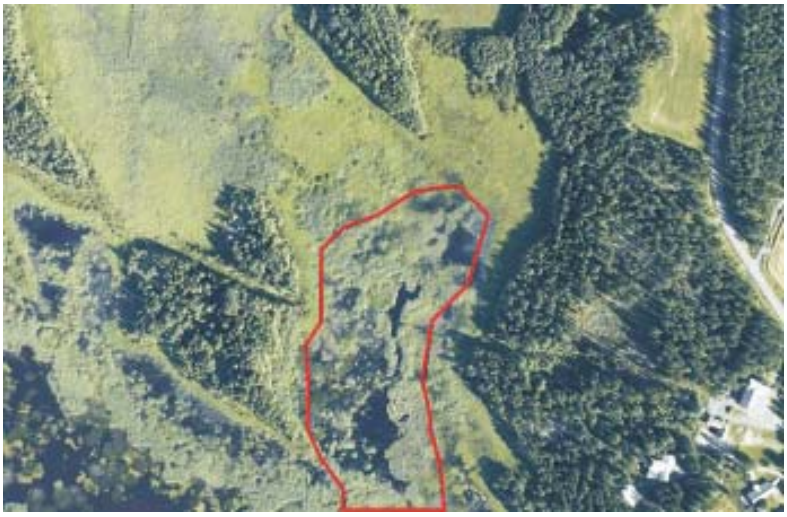
Kunnostusmenetelmät

Vesialueiden ruoppaus

Ruoppausten tavoitteena on hidastaa järven umpeen kasvua, parantaa veden virtausoloja ja veden laatua. Oikein mitoitetut ja kohdistetut ruoppaukset edistävät lintujen elinmahdollisuuksia ja lisäävät virkistyskäyttömahdollisuuksia lintuharrastuksen parissa. Kauklaistenjärven lintuvesiarvojen paraneminen mahdollistaa myös paikallisten asukkaiden vetäminä aloitettavan lintu- ja perinnemaisemamatkailun.

Ruopattavat alueet sijaitsevat järven etelä- ja pohjoisosissa (kuvat 5 ja 6). Etelänpuolen ruoppausten tavoitteena on parantaa järven virtausoloja ja lisätä avovesialuetta poistamalla rahkasammal-sarasaarekkeita. Järven pohjoisosan Kuuskarin (lintutornin alueen) ruoppauksella parannetaan ensisijaisesti lintuveden arvoa ja lintuharrastuksen mahdollisuuksia. Kuvassa 5 ja 6 on esitetty poistettavat alueet ja taulukossa 17 on laskettu ruopattava pinta-ala ja poistettava ainesmäärä sekä arvioitu ruoppausten yksikkökustannuksia.

Kuva 5. *Kauklaistenjärven eteläosasta ruopattavat alueet.*



Kuva 6. *Kauklaistenjärven pohjoisosasta ruopattavat alueet.*

Taulukko 17. Ruopattavien alueiden pinta-alat ja poistettava ainesmäärä

Ruopattava alue	Ruopattava pinta-ala	Ruopattava aines	Kustannukset
Eteläosat			
Alue 1	5 600 m^2	5 600 m^3	22 400 •
Alue 2	2 800 m^2	2 800 m^3	11 200 •
Alue 3	4 200 m^2	4 200m^3	16 800 •
Alue 4	7 000 m^2	7 000 m^3	28 000 •
Pohjoisosa			
Alue 1	45 000 m^2	45 000 m^3	180 000 •
Yhteensä	64 600 m^2	64 600 m^3	258 400 •

Ruoppaushaittojen ja työkustannusten minimoimiseksi työt tulisi tehdä tammimaaliskuussa jäältä käsin. Ruoppauksesta syntyvien massojen hyötykäyttöä tulisi miettiä tarkkaan, esim. maanparannusaineeksi. Ruoppaukset saattavat heikentää hetkellisesti vedenlaatua samentumisen myötä, kun pohjasta irtoaa kiintoainesta ja humusta. Pohjasedimenttiin sitoutuneet ravinneaineet voivat myös vapautua veteen lisäten levien määrää seuraavana kesänä. Suunnitellut ruoppaukset vaativat esitetyssä laajuudessa luvan.

Hankkeen myönteisiä seurauksia liittyvät veden vaihtuvuuden parantumiseen ja lintujen elinmahdollisuuksien lisääntymiseen. Vesitilavuus kasvaa noin 8,8 % verrattuna nykyiseen keskiveden vesitilavuuteen nähden. Avovesipinta-ala lisääntyy lähes 10 %:lla.

Kasvillisuuden vähentäminen

Suunniteltujen ruoppausten yhteydessä poistuu runsaasti vesikasvillisuutta. Tällöin varsinaisten niittojen yhteydessä kasvillisuuden vähentäminen keskittyy järviruo'on, järvikaislan ja osmankäämin sekä lampisirppisammaleen poistamiseen. Niitettävän tai laidunnettavan alueen pinta-ala on noin 10 ha, mistä ruovikon osuus 7-8 hehtaaria ja järvikaislan 3-2 hehtaaria. Ruovikkojen niittäminen parantaa Kauklaistenjärven maisemallista tilaa, kun näköyhteys ympäröiviltä yläpuolisilta kyliltä avautuu uudelleen järvelle. Rantojen avoimuus parantaa myös vesi- ja rantalintujen lisääntymis- ja elinmahdollisuuksia tarjoamalla uusia pesimis- ja ruokailupaikkoja.

Niittojen lisäksi kasvillisuutta on suunniteltu poistettavan rantaluhdilta karjan laidunnuksella. Laiduntamisen kautta Kauklaistenjärven maisemaan palautuu osa vanhaa perinnemaisemaa ja -kulttuuria. Avoin järvimaisema laiduntavine karjoineen tarjoaa alueen asukkaille mahdollisuuden aloittaa perinnemaisemaan liittyvän maaseutumatkailun. Sopivimmat laidunnusalueet sijaitsevat järven pohjoisosissa Matinlahden ja Jäneskarin alueella sekä Yli-Kierin rantapelloilla. Osa viljellystä pelloista tulisi muuttaa laidunmaiksi, mikäli se on mahdollista. Laitumet tulisi olla suhteellisen pienialaisia (alle 1 ha) ja niitä pitäisi olla lukumääräisesti useita eri puolella järven rantaniittyjä. Tehokkaalla laidunkierrolla saadaan maksimaalinen pinta-ala rantaniityistä laidunnuksen piiriin. Laidunnuksen piiriin kuuluisi 5-7 hehtaaria niittyä tai peltoa. Järviruoko ja osmankäämi olivat ennen tärkeää ravintoa karjalle, jota nykyisin ei osata tarpeeksi hyödyntää. Erityisesti leveäosmankäämi on monipuolinen ja ravintorikas hyötykasvi, jota Pohjois-Amerikassa on viljelty tulvamailla karjan rehukasviksi.

Laidunnuksesta syntyy monia kustannuksia, joista tärkein on laidunnusalueen aitaaminen. Osaltaan aitaamisen aiheuttamia kustannuksia karjan omistajille tulee alentaa yhteisillä kyläyhdistyksen järjestämillä aidantekotalkoilla ja kyläläisten tarjoamilla luontaissuorituksilla, kuten puuaineksen valmistaminen aidantolpiksi.

Vesikasvien niittoja tehdään ensimmäisenä kesänä kolmesti, toisena kahdesti ja tulevina vuosina tarpeen mukaan. Niitot tulee ajoittaa kesäkuun lopulta elokuun puoleen väliin. Vesikasvien niitto tehdään soutuveneestä käsin pienikokoisen niittokoneen avulla. Rantakasvillisuutta voidaan poistaa niittämällä tai käyttämällä raivaussahaa. Leikkuujäte tulee poistaa vesistöstä. Jätettä voidaan käyttää kompostissa tai maanparannusaineena mutta ruoko- ja kaislajätteelle tulisi löytää muuta käyttöä esimerkiksi rakennusaineena.

Pohjasta tapahtuvaa umpeen kasvua voidaan vähentää keräämällä pohjasammalta sopivalla keräyslaitteella heinä-elokuun välisenä aikana. Pohjasammaleen poistamista tuleekin tehdä kokeiluluonteisesti ja seuraamalla poiston vaikutuksia suhteessa hyötyyn ja kustannuksiin.

Niittojen haittoina ovat kasviplanktonin määrän lisääntyminen ja vesikasvillisuus korvautuminen vaikeammin poistettavilla uposkasveilla tai kelluslehtisillä. Rantakasvillisuuden poistaminen lisää ravinne- ja kiintoaineskuormitusta, mikä saattaa näkyä vedenlaadun heikkenemisenä.

Taulukko 18. Niittojen ja laidunnuksen synnyttämät kustannukset

Toimenpide	Pinta-ala	Kustannus
Rantojen niitto	5 ha	3 400 €
Vesisammaleen poisto	2 ha	1 500 €
Laidunnus	5 ha	4 800 €
Yhteensä	12 ha	9 700 €

Vedenpinnan nostaminen

Kauklaistenjärven umpeen kasvamisen ehkäisemiseksi veden pinnan nosto olisi ainoa toimiva ratkaisu pidemmällä aikavälillä. Veden pintaa tulisi nostaa useilla kymmenillä senteillä alikeskiveden aikaan, jotta toimenpiteestä olisi todellista hyötyä. Kuitenkin osa ranta-asukkaista vastustaa vahvasti veden pinnan nostoa syntyvien haittojen johdosta. Haitat kohdistuisivat erityisesti matalille rantapelloille ja valtaojien varrella sijaisille pelloille (tulvahaittoina). Veden pinnan nostolla ei ehkäistä vain umpeen kasvua vaan myös parannetaan vesilintujen elinmahdollisuuksia järven avoveden pinta-alaa lisäämällä. Nostosta hyötyisivät myös luontoja lintuharrastajat, kun lahden pohjoisosien allikot pysyisivät avovetisinä.

Veden pinnan nosto vaatii hyötyjen ja haittojen laskemista rantakiinteistöjen omistajien kesken. Maanomistajat, jotka kärsivät menetyksiä veden pinnan nostosta tulisi korvata joko rahallisesti tai käyttämällä erilaisia kannustintukia. Esim. rantapellot, jotka kärsivät vettymisestä tai tulvimisesta tulisi ohjata ympäristötukien piiriin perustamalla suojavyöhyke järven ranta-alueen ympärille. Näin taataan muutenkin luonnonhaitoista kärsivistä peltoalueilta tuloja maanomistajille. Suojavyöhykkeitä voisi myös osaksi käyttää joutokarjan laidunmaina.

Ulkoisen kuormituksen vähentäminen

Järvellä tehtävien kunnostustoimenpiteiden onnistumiseksi on valuma-alueelta tulevaa vesistökuormitusta vähennettävä merkittävästi. Kauklaistenjärven ulkoinen kuormitus aiheutuu pääosin asutuksesta, maa- ja metsätaloudesta sekä turvetuotannosta. Seuraavissa kappaleissa on esitetty yleisiä ratkaisuja vesistökuormituksen vähentämiseen.

Maatalouden vesiensuojelutoimenpiteet

Viljelytekniset menetelmät

Kauklaistenjärvellä toteutettavat kunnostustoimenpiteet maatalouden kuormituksen vähentämiseksi kohdistuvat ensisijaisesti maanviljely- ja muokkaustekniikoihin, jotka vähentävät pelloilta tulevaa kuormitusta. Näihin kuuluvat tarkennettu lannoitus, viljavuustutkimukset, sopivien kasvilajien valitseminen kasvuolojen ja satojen perusteella. Myös syksyisiä kyntöjä tulee välttää ja siirtää ne keväälle tai siirtyä peltojen suorakylvöön. Muita kuormitusta vähentäviä toimenpiteitä ovat viherkesanto, nurmi- ja vuoroviljely. Lohkokohtaisten ravinnetaselaskelmien avulla viljelijä voi seurata tilan ravinnepäästöjä, kehittää tuotantoaan jatkossa laadukkaammaksi ja taloudellisesti kannattavammaksi sekä ympäristöasiat paremmin huomioon ottavaksi.

Muut vesiensuojelutoimenpiteet

Suurempien valtaojien reunoille tulisi perustaa suojakaistoja /-vyöhykkeitä sitomaan pelloilta huuhtoutuvia ravinteita. Suojavyöhykkeet estävät tehokkaasti maaaineksen ja ravinteiden huuhtoutumisen vesistöön ja ovat tarpeellisia etenkin helposti sortuvilla rantapelloilla ja tulva- sekä vettymishaitoista kärsivillä pellon osilla. Levennettyjä suojakaistat sopisivat parhaiten juuri Vikkajan- ja Ojajärvenojien varsille. Sen sijaan suojavyöhykkeitä voisi perustaa itse Kauklaistenjärven rantapelloille, jotka kärsivät tulva- ja vettymishaitoista. Rantapeltojen suojavyöhykkeillä olisi mahdollista myös laidunnuttaa karjaa maisema-arvojen lisäämiseksi. Mustauiton- ja Kaatmo-ojan ravinnekuormituksen vähentämiseen sopivat parhaiten kosteikot laskeutusaltaineen. Nykyisin molempien ojien vedet virtaavat pintavaluntana luhtaniityn läpi.

Metsätalouden vesiensuojelutoimenpiteet

Metsähoitotoimenpiteissä, kuten hakkuissa, ojituksissa, maanmuokkauksissa ja lannoituksissa tulee ottaa huomioon toimenpiteiden vaikutukset uomiin ja järveen. Metsä- ja suo-ojat tulisi joko ennallistaa luonnonmukaisemmiksi, tukkia osaksi tai perustaa pieniä tekolampia (suurehkoja laskeutusaltaita), joihin osa kiintoaineksesta ja humuksesta voisi laskeutua. Samalla metsäluonnon monipuolisuus lisääntyisi. Erityisesti soita tulisi ennallistaa alkuperäiseen tilaansa, jotta veden hydrologinen kierto palautuisi luonnollisemmaksi.

Asutuksen jätevesiratkaisut

Asutuksen jätevesien käsittelyn tehostamiseksi järven valuma-alueen kiinteistöille tulisi laatia kattavat ja yhtenäiset suunnitelmat. Suunnitelmassa tulee huomioida yhteishankinnat kustannusten alentamiseksi, mahdollisuudet usean kiinteistön yhteisen jätevesien käsittelyyn sekä siirtymisen vesikäyttöisistä käymälöistä kuivakäymälöihin. Myös kunnallisen viemärijärjestelmän rakentamiseksi tulisi tehdä suunnitelma tai perustaa Kauklaistenjärven asukkaiden yhteinen jätevesiosuuskunta.

Turvetuotannon vesiensuojelutoimenpiteet

Turvetuotantoalueen vesiensuojelua tulee tehostaa parantamalla laskeutusaltaiden toimintaa tai rakentaa Ojajärvenojaan useita pieniä pohjapatoja pidättämään humusta ja kiintoainesta.

Kunnostustoimien kustannussuunnitelma

Kauklaistenjärven kunnostamisen kokonaiskustannukset ovat runsaat 32200 euroa. Talkoo- ja luontaissuorituksiin tulee varata 4000 euroa. Osa maa- ja metsätalouden kunnostustoimenpiteistä jaetaan puoliksi maanomistajien ja kunnostushankkeen kesken.

Vesistökuormitusta vähentäviin teknisiin suunnitelmiin kuluu 5500 euroa ja linnustokartoitukseen 1500 euroa. Tekniset suunnitelmat sisältävät ehdotukset asutuksen, maa- ja metsätalouden sekä turvetuotannon vesistökuormituksen vähentämiseksi. Maa- ja metsätalouden osalta tekniset suunnitelmat keskittyvät pelkästään viljely- ja metsänhoidollisiin toimenpiteisiin.

Kunnostustoimet jakautuvat kustannuksellisesti järvellä ja valuma-alueella tapahtuviin toimenpiteisiin. Valuma-alueen kunnostustoimien kustannukset syntyvät mahdollisten kosteikoiden ja laskeutusaltaiden rakentamisesta. Valuma-aluekunnostamiseen on varattu rahaa 9500 euroa. Järvellä tehtävät kunnostustoimenpiteet sisältävät mahdollisen vedenpinnan nostohankkeen, kasvillisuuden niitot ja laidunnuksen aloittamisen sekä pienimuotoisia ruoppauksia. Toimenpiteistä syntyvät kustannukset ovat noin 15700 euroa. Vedenpinnan nostaminen ja padon rakentaminen tulisi hallinnoida Lounais-Suomen ympäristökeskuksesta osana Kauklaistenjärven luonnonsuojeluhanketta ja lintuveden ennallistamista.

Hankkeen tulee edistää paikallisten asukkaiden henkistä ja taloudellista hyvinvointia siten, että kunnostustoimenpiteillä pyritään lisäämään alueen asukkaiden yhteistyötä ja vuorovaikutuksellisuutta sekä uusien elinkeinojen syntymistä.

Taulukko 19. Rahoitus ja kustannussuunnitelma

	Rahaa, euroa	Talkootyötä, euroa
Tekniset suunnitelmat vesistökuormituksen vähentämiseksi	7 000	
Asutuksen osalta	2 000	
Maa- ja metsätalouden osalta	3 000	
Turvetuotannon osalta	500	
Linnustokartoitus	1 500	
Kunnostustoimet		
Valuma-alueella:	9 500	1 500
Vikkajanoja valuma-alue	3 000	
Ojajärvenojan valuma-alue	3 000	
Mustauiton ja Kaatmoojan valuma-alue	2 500	
Kirveläjärven valuma-alue	1 000	
Kauklaistenjärvellä:	15 700	2 500
Kasvillisuusniitot	3 400	1 500
Ruoppaukset	7 500	
Muut toimet:		
- laidunmaiden aidanteko	4 800	1 000
YHTEENSÄ	32 200	4 000

Kunnostusrahaston perustaminen

Kauklaistenjärven kunnostaminen vaatii omarahoitus varmistamisen muualta kuin pelkkänä kunnallisena rahoituksena. Tällöin keskeisenä työkaluna voidaan pitää Kauklaistenjärvelle perustettavaa kunnostusrahastoa, jonka päätehtävänä olisi taata ja vastata kunnostustoimista syntyneistä taloudellisista kustannuksista. Rahaston varat tulisi kerätä ensisijaisesti Kauklaistenjärven ranta-asukkailta sekä valuma-alueen maanomistajilta. Ulkopuolista rahoitusta tulisi hakea Satakunnan TE-keskukselta, Lounais-Suomen ympäristökeskuksesta, alueen yrittäjiltä ja teollisuudelta sekä Lapin kunnalta. Muita rahoituslähteitä ovat ympäristöalan rahoitus- ja tutkimussäätiöt. Kyläyhdistykset voisivat järjestää järven kunnostukseen liittyviä teematapahtumia, joiden tavoitteena on kerätä rahaa kunnostustoimia varten. Tavoitteena on saada rahastoon noin 30000 euron varat järven kunnostamista varten (taulukko 20).

Taulukko 20. Kunnostusrahaston rahoitusmalli

Taho	Yksikkö kpl	Rahasumma euroa	Yhteensä euroa
Ranta-asukas	22	250	5 500
Maanomistajat	200	20	4 000
Lapin kunta	1	2 000	2 000
TE-keskus	1	2 000	5 500
Lounais-Suomen ympäristökeskus	1	10 000	10 000
Säätiöt	?	1 000	1 000
Teematapahtumat	3	200	500
Rahallinen osuus		28 500	
Talkootyöt		4 000	
YHTEENSÄ		32 500	

Kirjallisuusluettelo

Bendorff, J. 1990. Conditions for effective biomanipulation; conclusions derived from whole lake experiments in Europe. – Hydrobiologia 200/201:187-203.

Bengtsson, L. & Enell, M. 1986. Chemical analysis. Teoksessa: Berglund, B. (toim.). Handbook of Holocene Palaeoecology and palaeohydrology. John Wiley & Sons. s. 405–451.

Bergman, E. 1991. Changes in abundance of two percids, *Perca fluviatilis* and *Gymnocephalus cernuus*, along a productivity gradient: relations to feeding strategies and competitive abilities. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 48:536-545.

Carpenter, S.R., Kitchell, J.K. & Hodgson, J.R. 1985. Cascading trophic interactions and the lake productivity. Bioscience 35:634-639.

Canfield, D. & Bachmann, R. 1981. Prediction of total phosphorus concentrations, chlorophyll a, and Secci depths in natural and artifical lakes. Canadian Jourunal of Fisheries and Aquatic Sciences 38: 414-423.

Finér, L., (toim.), Laurén, A. & Kurvinen, L. 2003. Ajankohtaista metsätalouden ympäristökuormituksesta –tutkimustietoa ja työkaluja – seminaari Kolin Luontokeskus Ukko 23.9.2002, Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 886. Joensuun tutkimuskeskus 2003.

Frisk, T. 1978. Järvien fosforimallit. Vesihallituksen tiedotus 146. Helsinki 1978.

Heinonen, R. 1992. Maa, viljely ja ympäristö. 1.-3. painos. Werner Söderström Osakeyhtiö. Helsinki 2001.

Heinonen, P. 1980. Quality and composition of phytoplankton in Finnish inland waters. - Vesientutkimuslaitoksen julk. 37:1-91.

Hieltjes, A. & Lijklema, L. 1980. Fractionation of inorganic phosphates in calcareous sediments. Journal of Environmental Quality 9(3): 405-407.

Hooli, J., Tuononen, E. & Vakkilainen, P., 1979. Vesitalouden perusteet. 2. painos. Otapaino. Espoo 1979. 180 s.

Hyvärinen, V. & Korhonen, J. 2003. Hydrologinen vuosikirja 1996-2000. Suomen ympäristö 219.

Nyman, H. G. 2003. Regulation of biotic structure and nutrient flux: examples from soft water lakes. Göteborg Univeristy.

Håkanson, L. & Jansson, M. 1983. Principles of Lake Sedimentology. Springer Verlag. Berlin, Heidelberg, New York, Tokio. 316 s.

Ilmavirta, V. (toim.) 1990. Järvien kunnostuksen ja hoidon perusteet. Yliopistopaino. Helsinki 1990.

Ilmatieteen laitos 2003. Ilmastokatsaus. Helsinki.

Jumppanen, K. 1969. Narvijärven tutkimus vuonna 1969. Lounais-Suomen vesiensuojeluyhdistys ry.

Jumppanen, K. 1984. Eläinplankton ja pohjaeläimet – Kalanravintoa ja indikaattoreita. Julkaisussa Kyläharakka, T. & Heinonen, P. (toim.) ”Vesiensuojelun tavoitteiden asettaminen”. Vesi- ja kalatalousalan ammattijärjestö VKA ry. Helsinki 1984.

Järnefelt, H. 1952. Plankton als Indikator der Trophiegruppender Seen. -Ann. Acad. Scient. Fennicae A IV (18), 1-29.

Järnefelt, H. 1956. Zur Limnologie einiger Gewässer Finnlands. XVI. - Ann. Zool. Soc. “Vanamo” 17:1, 1-201.

Järnefelt, H., Naulapää, A & Tikkanen, T. 1963. Planktonopas. Kalavesitutkimus II. -Suomen kalastusyhdistyksen julk. 34, 1-133.

Kolehmainen, O. 1990. Narvijärven tutkimus vuonna 1989. Lounais-Suomen vesiensuojeluyhdistys ry.

Koli, L. 1997. Otavan kalakirja. Otava. Keuruu 1997. 168 s.

Krogerus, K., Bilaletdin, Ä., Kiukas, R., Saxen, R. & Karling, M. 1996. Vesijärven kuormitusselvitys. Alueelliset ympäristöjulkaisut 10. Hämeeen ympäristökeskus.

Lepistö, L., Jokipii, R., Niemelä, M., Vuoristo, H., Holopainen, A-L., Niinioja, R., Hammar, T., Kauppi, M. & Kivinen, J. 2003. Kasviplankton järvien ekologisen tilan kuvaajana. Suomen ympäristö 600. 80 s.

Louhesto, P., Tarkiainen, J. & Rannikko. P. 2003. Narvijärven koekalastus 2003. Varsinais-Suomen Kalavesien Hoito Oy 2003.

Murphy, J. & Riley, J. 1962. A modified single solution method for the determination of phosphorus in natural waters. Analytica Chimica Acta 27: 31-36.
Mäenpää, M. 2000. Kultalevien stomatokystit vedenlaadun, erityisesti kokonaisfosforin indikaattorina. Koulinta-aineisto 40 suomalaisesta järvestä. Turun yliopiston maaperägeologian osaston julkaisuja 84. Turku 48 s.
Olin, M. & Ruuhijärvi, J. 2002. Rehevöityneiden järvien hoitokalastuksen vaikutukset. – Kala- ja riistaraportteja 262, vuosiraportti 2001.
Paasivirta, L. 1989. Pohjaeläimistötutkimuksen liittäminen järvisyvännealueiden seurantaan . Vesi- ja ympäristöhallituksen monistesarja 164. 69 s.
Palmén, E. 1996. Vesiemme pikkueläimiä värikuvina. WSOY. Porvoo 1996.
Persson, L., Andersson, G., Hamrin, S.F. & Johansson, L. 1988. Predator regulation and primary production along the productive gradient of temperate lake ecosystem. – Teoksessa: Carpenter, S.R. (toim.): Complex interactions in lake communities, s. 45-65. Springer-Verlag, New York.
Puustinen, M. 1999. Viljelymenetelmien vaikutus pintaeroosioon ja ravinteiden huuhtoutumiseen. Suomen ympäristökeskus 285.
Salminen, M. & Böhling, P. 2002. Kalavedet kuntoon. - Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Helsinki 2002.
Sanger, J. & Crowl, G.H. 1979. Fossil Pigments as a Guide to the Paleolimnology of Browns lake, Ohio. Quaternary research 11(3): 342-352.
Sarvala, J., Helminen, H. & Hirvonen, A. 1995. Ravintokunnostuksen ekologiset perusteet. Vesitalous 3: 1-4.
Sarvala, J., Helminen, H. & Kirkkala, T. 1997. Pyhäjärven veden laatu ja sitä säätelevät tekijät. Vesitalous 3: 15-20.
Sarvala, J. & Perttula, H. 1994. Littoistenjärvi. Littoistenjärvityöryhmä. Kaarinan kaupunki ja Liedon kunta.
Saukkonen, P. 2004. Lutanjärven eläinplanktontutkimus vuonna 2003. Saimaan vesiensuojeluyhdistys ry.
Saukkonen, P. 2004. Narvijärven eläinplanktontutkimus vuonna 2003. Saimaan vesiensuojeluyhdistys ry.
Seppänen, H. 1984. Sovellettu limnologia 1.Otapaino Espoo 1984. 239 s.
Seppänen, H. 1985. Sovellettu limnologia 2. Otapaino. Espoo 1985. 224 s.
Solander, D. 1983. Biomass, produktion and nutrient of the macrophytes in a natural and a fertilized subarctic lake. Acta Universitatis Upsaliensis 676. Uppsala
Suomen vesiensuojeluyhdistysten liitto. *Haja-asutuksen jätevedet.* Sivut päivitetty 1.10.2002. http://www.vsyliitto.fi/haja-asutuksen_jatevedet.shtml
SYKE 1999. Levähaitta vai kala-aitta? – Suomen ympäristökeskuksen esite. Helsinki 1999.
Särkkä, J. 1996. Järvet ja ympäristö. Limnologian perusteet. Tammer-Paino Oy. Tampere 1996. 157 s.
Tikkanen, T. 1986. Kasviplanktonopas. Suomen luonnonsuojelun tuki Oy. Helsinki 1986. 278 s.
Toivonen, H. 1982. Palpakot pulassa? Sisävesiemme suurkasvit ja rehevöityminen. Tiede 2000 5/82:4-11.
Toivonen, H. 1984. Makrofyyttien käyttökelpoisuus vesien tilan seurannassa. Luonnon tutkija 88:92-95.
Turkki, H. 2004. Lutanjärven kasviplanktontutkimus vuonna 2003. Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy.
Turkki, H. 2004. Lutanjärven pohjaeläintutkimus. Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy.
Turkki, H. 2004. Narvijärven kasvilanktontutkimus vuonna 2003. Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy.
Turkki, H. 2004. Narvijärven pohjaeläintutkimus. Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy.
Turkki Hanna, Joensuu Elina, Kirkkala Teija, Lavinto Ari, Mäkinen Seppo, Siitonen Mikko. Järviluonnon vaaliminen, Pomarkun/Siikaisten Valkjärven esimerkki. Suomen ympäristö 247. Turku 1998. Lounais-Suomen ympäristökeskus.
Tyystjärvi-Muuronen, K. (toim.) Vesiopas. 1985. Suomen luonnonsuojelun tuki Oy. Helsinki 1985. 136 s.
Valpola, S. 2000. Sedimentin ja veden kemiallisten ja fysikaalisten ominaisuuksien vertailu 58 suomalaisessa järvessä. Pro gradu-tutkielma. Turun yliopisto. Geologian laitos.

Valpola, S. 2002. Sedimentin tila. Teoksessa: Uusiniitty, M. (toim): Uudenkaupungin Hiunjärven nykytila. Lounais-Suomen ympäristökeskuksen moniste. ss. 19-24.
Veikkola, V. 2004. Haja-asutuksen jätevedet hallintaan projektin avulla. osasto; Rauma ja alue. Aluesanomalehti Länsi-Suomi. Tiistaina 10. helmikuuta 2004.
Vuorenmaa, J., Juntto, S. & Leinonen, L. 2001. Sadeveden laatu ja laskeuma Suomessa 1998. Suomen ympäristö 468.
Wright, J., Helminen, H. & Hirvonen, A. 1993. Köyliönjärven kujanjuoksu: ulkoinen fosforikuormitus. Vesitalous 5: 29-33.
Ympäristöministeriön moniste 117. Turvetuotannon ympäristönsuojeluohje 19.9.2003. Edita Prisma Oy, Helsinki 2003.