

**UUDENMAAN YMPÄRISTÖKESKUKSEN
RAPORTTEJA 15 | 2008**

Rusutjärven kunnostuksen toimenpideohjelma 2004–2008

Kari Jääskeläinen



Rusutjärven kunnostuksen toimenpideohjelma 2004-2008

Kari Jääskeläinen

Helsinki 2008

Uudenmaan ympäristökeskus



UUDENMAAN
YMPÄRISTÖKESKUS
NYLANDS
MILJÖCENTRAL

UUDENMAAN YMPÄRISTÖKESKUKSEN RAPORTTEJA 15 | 2008
Uudenmaan ympäristökeskus

Kannen taitto: Suvi Kärkkäinen
Kannen kuva: Jaana Marttila

Julkaisu on saatavana internetistä:
<http://www.ymparisto.fi/uus/julkaisut>

ISBN 978-952-11-3209-4 (PDF)
ISSN 1796-1742(verkkokj.)

ALKUSANAT

Rusutjärven kunnostuksen toimenpideohjelma koottiin vuosien 2003-2004 aikana erillisen kunnostustyöryhmän työn tuloksena. Työryhmä kokoontui viisi kertaa Tuusulan kunnan teknisen johtajan Keijo Sorrin kokoon kutsumana kunnanjohtaja Hannu Joensivun toimeksiannosta. Kyläläisten oma aktiivisuus oli merkittävää työn aloittamiselle. Aloituskokous pidettiin syksyllä 2002. Ryhmän kokoonpano oli: Jari Fallström, Mauri Keskinen (Jari Raita) ja Martti Mattila Rusutjärven kalastuskunnasta, Keijo Sorri (puheenjohtaja), Jukka Laitila (varapuheenjohtaja), Risto Mansikkamäki, Jorma Tommola ja Kari Jääskeläinen (sihteeri) Tuusulan kunnasta, Unto Tanttu Tuusulan seudun vesilaitos kuntayhtymästä (TSV), Mauri Pekkarinen Keski-Uudenmaan vesiensuojelun kuntayhtymästä (KUVES) sekä Sirpa Penttilä Uudenmaan ympäristökeskuksesta (UUS). Kirjoitustyön teki Kari Jääskeläinen.

Toimenpideohjelma päätettiin vuonna 2004 julkaista Uudenmaan ympäristökeskuksen julkaisusarjassa. Karilta kesken jääneen työn toimitti julkaistavaksi Jaana Marttila Keski-Uudenmaan vesiensuojelun kuntayhtymästä syksyllä 2008. Raportti päätettiin julkaista alkuperäisessä muodossaan, sillä se sisältää paljon arvokasta, aiemmin julkaisematonta tietoa Rusutjärven rehevöitymishistoriasta ja kunnostustoimenpiteistä.

Kiitokset kaikille työhön osallistuneille.

Keravalla lokakuussa 2008

Mauri Pekkarinen
Keski-Uudenmaan vesiensuojelun kuntayhtymä

SISÄLLYS

1	Rusutjärvi ja sen valuma-alue.....	7
2	Rehevöitymishistoria	9
3	Aiemmat tutkimukset	10
3.1	Veden fysikaalis-kemiallinen laatu.....	10
3.1.1	Happi ja pH	10
3.1.2	Ravinteet	10
3.1.3	Klorofylli <i>a</i> , näkösyvyys, veden väri ja COD _{Mn}	11
3.2	Kasviplankton	13
3.3	Sedimenttitutkimukset	14
3.3.1	Paleolimnologinen tutkimus vuonna 1984	14
3.3.2	Limnologian ja ympäristönsuojelun laitos vuonna 1999	14
3.4	Kalatutkimukset	14
3.4.1	Koeverkkokalastukset	14
3.4.2	Kuhan poikastuotanto.....	16
3.4.3	Sähkökoekalastus	16
3.4.4	Kurenuottaus	17
3.4.5	Kasvututkimukset	17
3.4.6	Kalojen ravinnepitoisuusmääritykset	17
3.4.7	Saalisarviot.....	17
3.4.8	Allaskoe vuonna 1986	18
3.5	Eläinplankton.....	18
3.6	Pohjaeläintutkimukset.....	20
3.7	Kasvillisuuskartoitukset.....	20
4	Aiemmat kunnostussuunnitelmat	21
4.1	Tuusulanjärven kunnostussuunnitelma vuonna 1984	21
4.2	Rusutjärven rantojen kunnostaminen vuonna 2000	21
5	Kuormitusselvitykset	22
5.1	Haja-asutus.....	22
5.2	Maatalous ja luonnonhuhutouma.....	23
5.3	Mitattu kuormitus.....	24
5.3.1	Fosforitase 2003	25
5.3.2	Typpitase 2003	25
5.4	Kriittinen kuormitus	26
6	Tehdyt kunnostustoimet.....	27
6.1	Talvi-ilmastus.....	27
6.2	Päijänne-tunnelin lisävesi	27
6.3	Ravintoketjukunnostus.....	28
6.3.1	Tehokalastus vuosina 1986-1990	28
6.3.2	Tehokalastus vuosina 1998-1999	28
6.3.3	Hoitokatiskat	29
6.3.4	Petokalojen istutukset	29
6.4	Vesikasvien niitot.....	29
6.5	Rantojen ruoppaukset vuosina 1999-2002	30

6.6	Kosteikot ja laskeutusaltaat	30
6.6.1	"Kirjokallioja"	30
6.6.2	Rusutjärvenoja.....	31
6.7	Maatalouden vesiensuojelutoimet	31
6.8	Pohjaveden purkautumisen palauttaminen	31
7	Tavoitetaso vedenlaadulle.....	32
7.1	Vesipuidedirektiivi.....	32
7.2	Rusutjärven vedenlaatutavoite	32
8	Kunnostustoimet 2004-2008.....	34
8.1	Yleistä järvikunnostuksista.....	34
8.2	Talvi-ilmastus	35
8.3	Päijänne-tunnelin lisävesi.....	35
8.4	Vesikasvien niitot	36
8.5	Ravintoketjukunnostus	37
8.5.1	Hoitokalastus	37
8.5.2	Petokalaistutukset.....	39
8.6	Rantojen ruoppaukset ja Tilloonlahti.....	40
8.7	Kolistimenojan kosteikko	41
8.8	Maatalouden vesiensuojelutoimet	42
8.9	Talousjätevesikuormituksen vähentäminen.....	44
8.9.1	Runkoviemäri.....	44
8.9.2	Haja-asutuksen jätevesiasetus.....	44
8.10	Sedimenttiin kohdistuvat toimet.....	45
8.10.1	Ruoppaus.....	45
8.10.2	Ruoppauksen esitutkimuksia.....	46
8.11	Pohjan pöyhintä.....	47
9	Muita rehevyyden hallintakeinoja.....	48
9.1	Fosforin saostus.....	48
9.2	Sedimentin kipsikäsittely	49
9.3	Järven kuivatus sedimentin tiivistämiseksi	49
9.4	Sedimentin savipeitto	49
10	Tarvittavat seurantatutkimukset 2004-2008.....	50
10.1	Veden laadun seuranta	50
10.2	Kalastotutkimukset.....	51
10.3	Kasvillisuuskartoitus	52
10.4	Sedimentaatiomittaukset.....	52
10.5	Pohjaeläintutkimus	52
11	Rahoitus ja toimijat 2004-2008	53
11.1	Tuusulan kunta.....	53
11.2	Keski-Uudenmaan vesiensuojelun kuntayhtymä	53
11.3	Tuusulanjärvi-projekti	53
11.4	Valtio / Uudenmaan ympäristökeskus ja Uudenmaan työvoima- ja elinkeinokeskus.....	53
11.5	Maatalouden ympäristötuen erityistuki	54

11.6 EU:n muut rahoitusohjelmat	54
11.7 Kyläläiset, Rusutjärvi-seura ja kalastuskunta	54
12 Tiedotus	55
13 Suositukset jatkotoimenpiteiksi 2004-2008	56
Lähteet	57
Liitteet	62
Kuvailulehti	69
Presentationsblad	70

1 Rusutjärvi ja sen valuma-alue

Rusutjärvi sijaitsee vähäjärvisellä, mutta tiheästi asutulla Keski-Uudellamaalla Tuusulan kunnassa Vantaanjoen vesistöalueella. Se laskee Vuohikkaanojaa pitkin Tuusulanjärveen (liite 1). Järveen laskee kolme suurempaa puroa; Kolistimenoja (osavaluma-alue 3,1 km²), "Kirjokalliojoja" (1,7 km²) ja Rusutjärvenoja (1,7 km²). Lisäksi on lähivaluma-alue 1,7 km². Rusutjärvi saa vettä myös itärannan harjualueen pohjavesistä.

Rusutjärvi on luonteeltaan tasaisen matala, rehevä eli runsastuottoinen (eutrofinen) ja lievästi savisamea (pelotrofinen). Järvi on saareton, ja sen syvyys kasvaa rantaviivasta jyrkähkösti runsaaseen kahteen metriin (liite 1). Tästä johtuen vesikasvillisuutta on melko kapealla vyöhykkeellä. Järven valuma-alue on melko peltovaltainen ja tiheään asuttu. Kunnallista viemärintä alueella ei pääsääntöisesti vielä ole. Luontosuhteiltaan arvokkaiksi alueella on arvioitu järven eteläpään ruoho-saraneva, länsirannan tervaleppäkorpi, Ämmänhaudanmäen harjumetsä sekä Vuohikan räme ja harjurinne (Tuusulan yleiskaavatyöryhmä 1988). Valuma-alueen maaperästä noin puolet on savea, ja neljännes soraa sekä neljännes hiekkaa. Järvellä on suuri virkistyskäyttöarvo; sen itärannalla on suosittu kunnan ja seurakuntien yhteinen luonnonhiekkainen uimaranta. Lisäksi järven rannalla ja läheisyydessä on runsaasti vapaa-ajanasutusta. Rusutjärven vakituinen asutus on kasvussa. Vapaa-ajan kalastus on myös merkittävää.

Taulukko 1. Tietoja Rusutjärven morfologiasta ja valuma-alueesta.

Muuttuja	
Järven pinta-ala A (ha)	132,71
Suurin syvyys D _{max} (m)	3,58
Keskisyvyys D (m)	2,52
Vesitilavuus V (milj. m ³)	3,344
Rantaviivan pituus l _o (km)	5,43
Valuma-alueen pinta-ala luusuassa F (km ²)	9,6
Järvisyys L (%)	14,6
Peltojen osuus (%) valuma-alueesta (1984)	27
Teoreettinen viipymä lisäveden kanssa (d)	230
Teoreettinen viipymä ilman lisäettä (d)	430

Taulukko 2. Rusutjärven syvyysvyöhykkeiden pinta-alat ja tilavuudet.

Syvyys (m)	Pinta-ala (ha)	Syvyysvyöhyke (m)	Tilavuus (1 000 m ³)
0,0	132,71	0-1	3 344,10
1,0	123,40	1-2	2 063,55
2,0	109,41	2-3	885,79
3,0	38,94	>3	80,29

Rusutjärven vedenkorkeus vaihteli välillä 45,52-46,12 vuosina 1971-1982 keskiveden (MW) ollessa 46,74 (taulukko 3). Vastaavasti luusuan virtaama Vuohikkaanojaan vaihteli 0-700 l/s keskivirtaaman (MQ) ollessa 90 l/s. Päijänne-tunnelin lisäveden pumppaus alkoi v. 1992. Vuosina 1993-2003 vedenkorkeuden vaihtelu on ollut hieman pienempi, 45,63-46,10, ja keskivesi korkeudella 45,79 (N₆₀). Virtaama luusuassa on ollut 19-450 l/s (kuukausikeskiarvoja) ja keskivirtaama kasvanut 167 litraan sekunnissa eli viipymä on lähes puolittunut 230 vuorokauteen (Keski-Uudenmaan vesiensuojelun kuntayhtymä, julkaisematon).

Taulukko 3. Rusutjärven vedenkorkeuden ääri- ja keskiarvot sekä niitä vastaavat arvioidut menovirtaamat jaksolla 1971-1982 (Keski-Uudenmaan vesiensuojelun kuntainliitto 1984).

Keski- ja ääri-arvoselitteet		Vedenkorkeus N ₄₃ + m		Virtaama m ³ /s
Suurin havaittu	HW	46,12	HQ	0,70
Keskiyli	MHW	45,98	MHQ	0,40
Keski	MW	45,74	MQ	0,09
Keskiali	MNW	45,61	MNQ	0,02
Alin havaittu	NW	45,52	NQ	0-0,01

2 Rehevöitymishistoria

Maanviljelys alkoi Rusutjärven alueella sedimentin siitepölyanalyysin karkean arvion mukaan noin vuosien 580 ja 1280 välillä, todennäköisesti lähempänä jälkimmäistä vuosilukua. Järvi oli piileväanalyysin perusteella ennen maanviljelyksen alkuakin rehevä ja lievästi alkalinen (Tolonen ym. 1994). Järvi on laakea ja matala, jolloin jo melko heikkokin tuuli sekoittaa koko vesimassan. Ravinteiden kierto on nopeaa eikä niitä sedimentoidu pohjaan pois kierrosta yhtä paljon kuin syvissä järvissä. Lisäksi valo tunkeutuu lähes koko vesimassaan, joka siten on kokonaan katsottava tuottavaksi kerrokseksi. Perustuotanto on jo luonnostaan huomattavasti suurempi kuin vastaavankokoisissa syvissä järvissä (Wetzel 2001). Nettosedimentaatio eli mataloituminen liettymällä kiihtyi 1940-luvun alkupuolelta lähtien alle 2 mm:stä 1970-luvun 3-6 mm:iin ja 1990-luvun 9 mm:iin vuotta kohden.

Väkilannoitteiden käytön voimakas kasvu ja asukasmäärän lisääntyminen yhdessä vesivessojen yleistymisen myötä 1950-luvulta lähtien lisäsivät järven ulkoista kuormitusta. Kiihtyvän rehevöitymisen vaihe ja talvisten happikatojen lisääntyminen sijoittuu 1980-luvulle. Uimarannan käyttö romahti 1980-luvun sinilevien massasiintymien ja uimakieltojen takia (mm. Pekkarinen 2001). Kalaston arvokin laski särkikalaston osuuden kasvaessa, mateen taantuessa sekä esim. lahnan kasvun hidastuessa ylitiheyden takia.

Tuusulan seudun vesilaitoskuntainliitto (nykyisin Tuusulan seudun vesilaitos kuntayhtymä, TSV) aloitti vuonna 1974 pohjavedenoton järven itäpuolen harjusta. Lupa oli ottaa enimmillään 2 000 m³/d. Keskimäärin vettä otettiin alkuvuosina hieman sallittua vähemmän. Tutkimustulokset (mm. Virta & Seppänen 1978) viittasivat, että osa niistä hyvälaatuisista pohjavesistä, jotka ennen purkautuivat järveen, menivät tämän jälkeen vedenottamolle. Tällä oli järven tilaa edelleen huontava vaikutus.

3 Aiemmat tutkimukset

Rusutjärveä on viime vuosikymmeninä osin sijainnistaan johtuen tutkittu huomattavan paljon pieneksi suomalaiseksi järveksi. Tässä työssä mainitsemattomia muita järveä koskevia tutkimuksia ja julkaisuja on koottu liitteeseen 2.

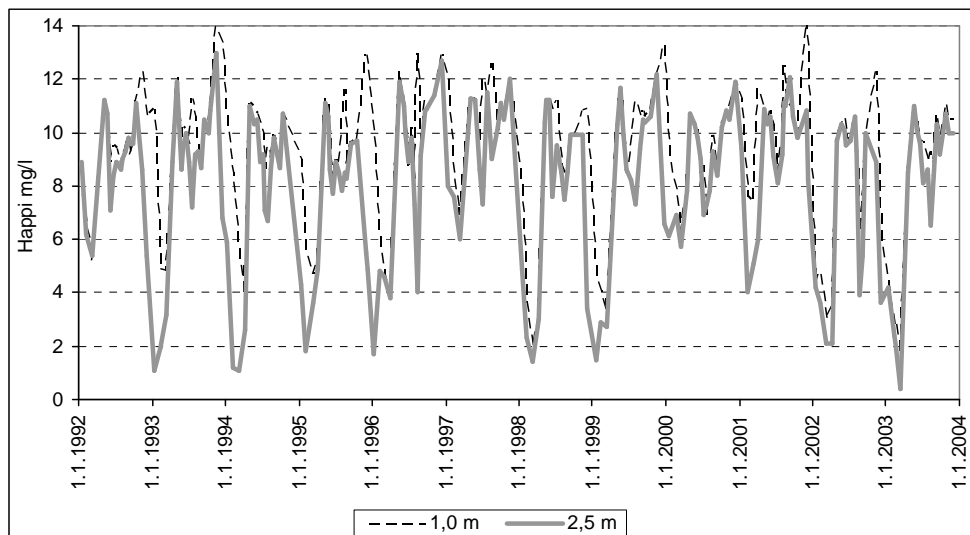
3.1 Veden fysikaalis-kemiallinen laatu

Helsingin vesi- ja ympäristöpiirillä (Hevy) / Uudenmaan ympäristökeskuksella (UUS) on ollut säännöllinen vedenlaatu seuranta vuodesta 1984 alkaen. Kesäisin Rusutjärven pisteestä "keskiosa 1" otetaan näytteet kahden viikon välein, talvella kerran kuukaudessa. Aiemmin vedenlaatua seurattiin runsaan kymmenen vuoden ajan Tuusulan kunnan vesilautakunnan toimesta.

3.1.1 Happi ja pH

Mataluuden ja kerrostumattomuuden takia Rusutjärven happitilanne on kesäisin hyvä. Joinakin talvina happipitoisuus on heikentynyt merkittävästi (kuva 1). Esim. kevättalvina 1993, 1994, 1998 ja 2003 happipitoisuus 2,5 metrissä oli alle 2 mg/l.

Talvisin Rusutjärven vesi voi olla lievästi hapantakin, mutta kesällä tilanne on toinen. Touko-syyskuun pH on alimmillaan n. 7, mutta kasviplanktonin massaesiintymät ja voimakas perustuotanto nostavat sen lähes joka kesä tasolle 9 tai jopa 9,5 eli vesi on selvästi emäksistä ja ajoittain jopa haitallista monille vesieliöille. Kun pH nousee arvosta 8 arvoon 9, fosforin vapautuminen sedimentistä vähintään kaksinkertaistuu (Boers 1991). Tyypillinen mediaaniarvo Rusutjärven kasvukauden pH:lle vuosina 1984-2003 on 7,7-7,8.

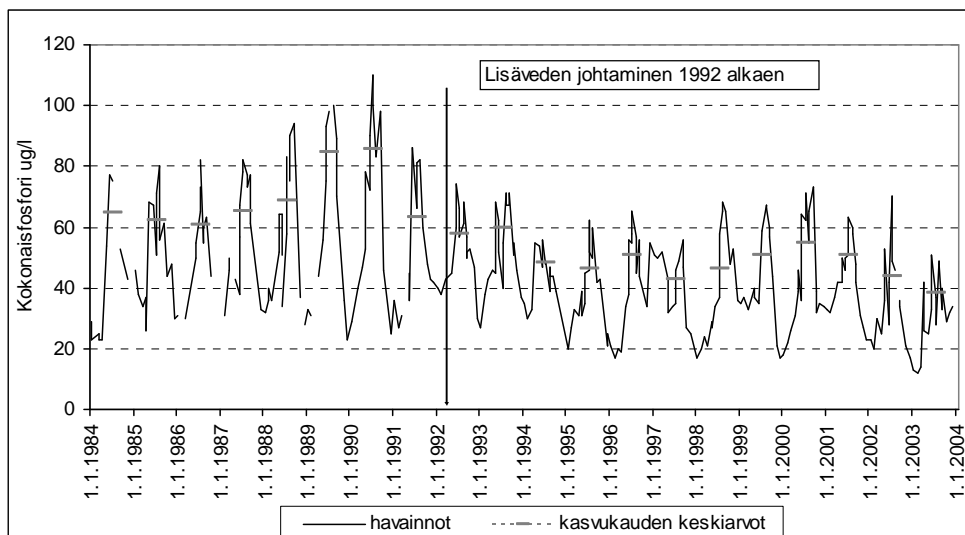


Kuva 1. Rusutjärven happipitoisuus vuosina 1992-2003.

3.1.2 Ravinteet

Fosfori on useimmiten järviemme perustuotantoa rajoittava minimiravinne. Kokonaisfosforipitoisuus kasvoi 1970-luvun tasolta 50 µg/l aluksi hitaammin, mutta 1980-luvun puolivälissä kasvu kiihtyi tasolta 60-65 µg/l vuosikymmenen lopun ennätysarvoihin 85 µg/l, josta se laski 1990-luvun alussa tasolle 50-60 µg/l. Pitoi-

suudet ovat kasvukauden touko-syyskuu keskiarvoja. Pitoisuuslasku osuu yhteen lisäveden juoksutuksen aloituksen ja mm. ravintoketjukuristumisen kanssa. Uusi pienempi huippu oli v. 2000, mutta vuosina 2001-2003 fosforipitoisuus on ollut laskussa (kuva 2). Fosforipitoisuuden perusteella Rusutjärvi on eutrofinen eli rehevä.



Kuva 2. Rusutjärven touko-syyskuun kokonaisfosforipitoisuus ($\mu\text{g/l}$) vuosina 1984-2003.

Leville käyttökelpoisen liukoisen fosfaattifosforin pitoisuus on kasvukaudella alhainen, usein lähellä määritystarkkuuden alarajaa $2 \mu\text{g/l}$. Se käytetään ilmeisen tehokkaasti hyödyksi. Joinain talvina on mitattu pitoisuuksia $15-20 \mu\text{g/l}$. Huonoissa happioloissa fosfaattifosforia liukenee sedimentistä fosfaatti-rauta -kompleksin purkautuessa (Mortimer 1941). Toisaalta talvena 2002-2003 happitilanne oli heikko, mutta fosfaattipitoisuudet pysyivät pieninä.

Kokonaistypen pitoisuuskin vaihteli melko voimakkaasti vuosina 1984-2003. Suurin mitattu pitoisuus oli $2000 \mu\text{g/l}$ vuonna 2000 ja pienin $650 \mu\text{g/l}$ vuonna 2003. Samoina vuosina mitattiin korkein ja matalin kasvukauden keskiarvo; 1570 ja $790 \mu\text{g/l}$. Arvot ilmentävät rehevyyttä.

Rehevöitymistä ja perustuotantoa säätelevää minimiravinnetta voidaan arvioida typen ja fosforin pitoisuussuhteiden perusteella. Siinä on käytetty sekä kokonaisravinteita (kok-N:kok-P) että liukoisia mineraaliravinteita (DIN:DIP). Rusutjärvellä vuosina 1984-2003 kokonaisravinteiden suhde on vaihdellut $16-26$ kasvukauden keskiarvoista laskettuna, ja ollut keskimäärin $19,8$ eli järvi on yleensä selvästi fosforirajoitteinen (taulukko 4).

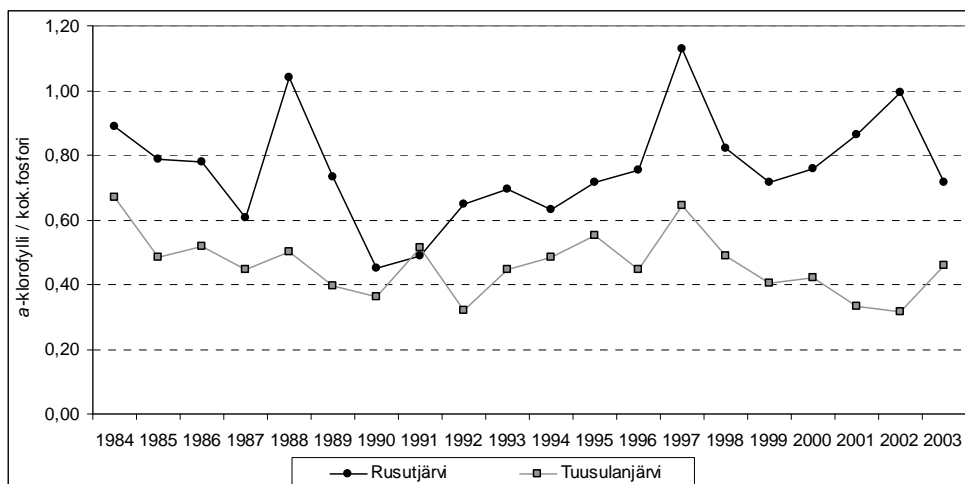
Taulukko 4. Minimiravinnekuittelu Forsbergin ym. (1978) mukaan.

Rajoittava ravinne	DIN:DIP	kok-N:kok-P
fosfori	> 12	> 17
typpi/fosfori	5-12	10-17
typpi	< 5	< 10

3.1.3 Klorofylli *a*, näkösyvyys, veden väri ja COD_{Mn}

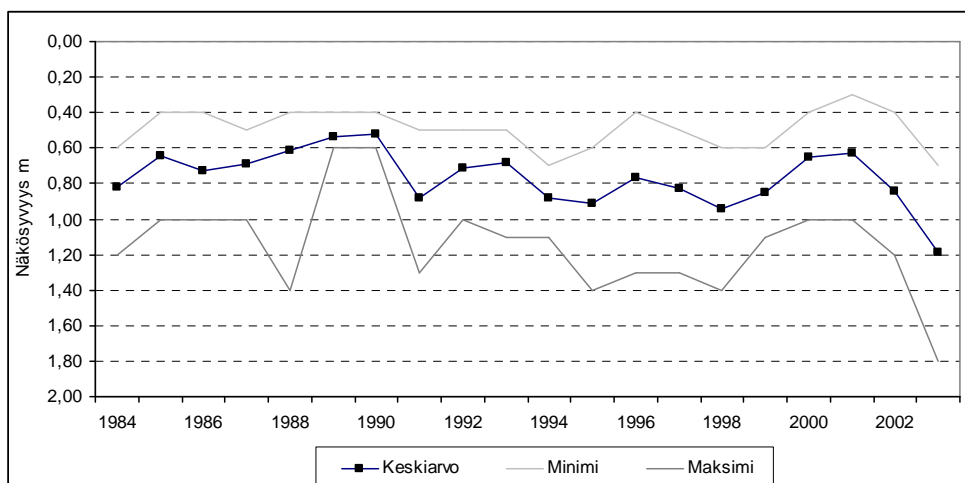
Ravinnepitoisuuksia merkittävämpi järven käyttäjille on näkösyvyys ja planktonlevä määrä klorofylli *a*:n eli lehtivihreän kasvukauden keskipitoisuuksien perusteella. Rusutjärven yleinen käyttökelpoisuusluokitus on välttävä. Rusutjärvi on

matalana kerrostumaton, jolloin ravinteiden kierto on nopeaa. Sitä kuvaa esimerkiksi kasvukauden (touko-syyskuu) *a*-klorofyllin ja kokonaisfosforin pitoisuuksien suhde (kuva 3). Pienimmillään suhde oli kesinä 1990-91 tehokkaan kalastuksen jälkeen. Sinilevät suosivat lämmintä vettä, joten myös viileä kesä 1987 tuotti melko vähän kasviplanktonia. 2000-luvun alussa suhde oli erittäin korkea, mutta kesänä 2003 se laski. Keskimäärin suhde ollut suuruusluokkaa 0,7-0,8. Tuusulanjärvellä suhde on ollut tehokalastuksen aloituksen (1997) jälkeen luokkaa 0,3-0,5 eli se on laskenut noin 30 % vertailuvuosista ennen tehokalastuksia. Lasku osoittaa todennäköisesti ylitieheän särkikalavaltaisen kalaston ylläpitämisen sisäisen ravinnekuorituksen ja nopean ravinteiden kierrätyksen vähentyneen.



Kuva 3. Rusutjärven ja Tuusulanjärven kasvukauden *a*-klorofyllin ja kokonaisfosforin pitoisuuksien suhde päälysvedessä vuosina 1984-2003.

Rusutjärven näkösyvyys on kesällä tyypillisesti noin 0,5-0,8 m leväsamennuksen takia (kuva 4). Talvella se on jonkin verran enemmän, usein yli metrin.



Kuva 4. Rusutjärven touko-syyskuun keskimääräinen näkösyvyys ja vaihteluväli vuosina 1984-2003.

Veden väriluku kertoo mm. liukoisten humusaineiden määrästä. Väriarvot (1 m) ovat vaihdelleet viimeisen kymmenen vuoden aikana 15-80 mg Pt/l tyypiarvon ollessa noin 40 mg Pt/l. Muutamana viime vuotena väriluku on määritetty vain talvisin. Arvot ovat suhteellisen pieniä, mutta ajoittain kuitenkin keskimääräisen suomalaisen, hieman ruskeavetisen, järven tasolla. Kemiallista hapenkulutusta

on mitattu talvisin. Järvi on sen perusteella keskihumuksinen (COD_{Mn} 5-10 mg/l O₂).

3.2 Kasviplankton

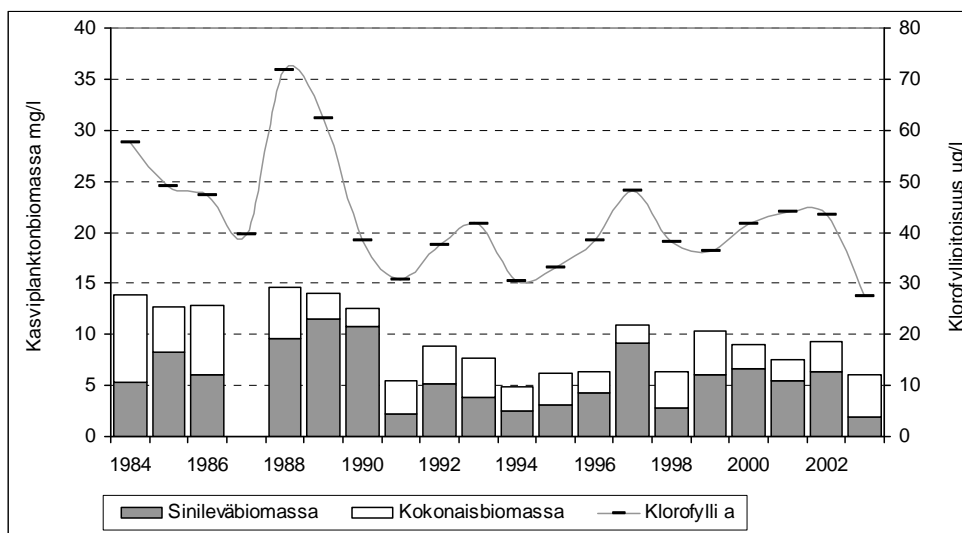
Kasviplanktonbiomassaan perustuvan rehevyysluokittelun perusteella Rusutjärvi on viime vuosinakin ollut rehevä tai jopa ylirehevä eli hypereutrofinen, jolloin kasviplanktonbiomassa on yli 10 mg/l (taulukko 5, kuva 5).

Taulukko 5. Päälysveden kasviplanktonmäärään (Heinonen 1980) ja kokonaisfosforipitoisuuteen (Vollenweider 1968) perustuvat järvien rehevyysluokitukset.

Luokittelu	Kasviplankton (mg/l)	Kokonaisfosfori (µg/l)
erittäin karu	< 0,2	< 5
karu	0,2-0,5	5-10
alkava rehevöityminen	0,5-1,0	-
puolirehevä	1,0-2,5	10-30
rehevä	2,5-10,0	30-100
ylirehevä	> 10,0	> 100

Kasviplanktonin biomassa vuonna 1976 oli 7 mg/l, josta sinilevien osuus oli 18 %. Vuonna 1990 sinilevät muodostivat peräti 86 % kokonaisbiomassasta, mutta viitenä seuraavana vuotena vain noin 50 %. 2000-luvun alkuvuosina sinileviä oli n. 70 % kasviplanktonin kokonaismäärästä, mutta vuonna 2003 vain 31 % (kuva 5). Sinileivistä hallitsivat suvut *Anabaena* ja *Microcystis*, piilevistä *Aulacoseira*. Kasviplanktonnäytteet on määrittänyt Eija Salovaara vuoteen 2002 asti ja Terttu Finni vuonna 2003.

Kasviplanktonin perustuotannon kasvukauden keskimääräisiksi arvoiksi on vuosina 1976 ja 1980 mitattu 480 ja 320 mg C/m²/d eli järvi todettiin runsastuottoiseksi (Limnologian laitos 1976, 1980).



Kuva 5. Rusutjärven kasviplanktonin, sinilevien ja a-klorofyllin määrät touko-syyskuussa vuosina 1984-2003.

3.3 Sedimenttitutkimukset

3.3.1 Paleolimnologinen tutkimus vuonna 1984

Huhtikuussa 1984 Rusutjärven syvänealueelta otettiin 65 cm:n, noin 1400 vuoden sedimentaatiohistoriaa, edustava profiili. Sedimentin pintakerros oli jonkin verran mustan sulfidin värittämää harmaata saviliejua. Syvyyksillä 45-65 cm oli ruskehtavaa mutamaista liejua, joka syntyi siitepölyanalyysin perusteella ennen maanviljelyksen ja maanmuokkauksen alkua alueella. Varsinainen savikerros on siis tätäkin syvemmällä. Rusutjärvi oli piileväanalyysin mukaan runsastuottoinen ja lievästi emäksinen jo ennen maanviljelyksen alkua alueella. Piileväanalyysin mukaan veden pH nousi 1940-luvun alun noin 7,5:stä 1980-luvun noin 8,2:een (Tolonen ym. 1994).

3.3.2 Limnologian ja ympäristönsuojelun laitos vuonna 1999

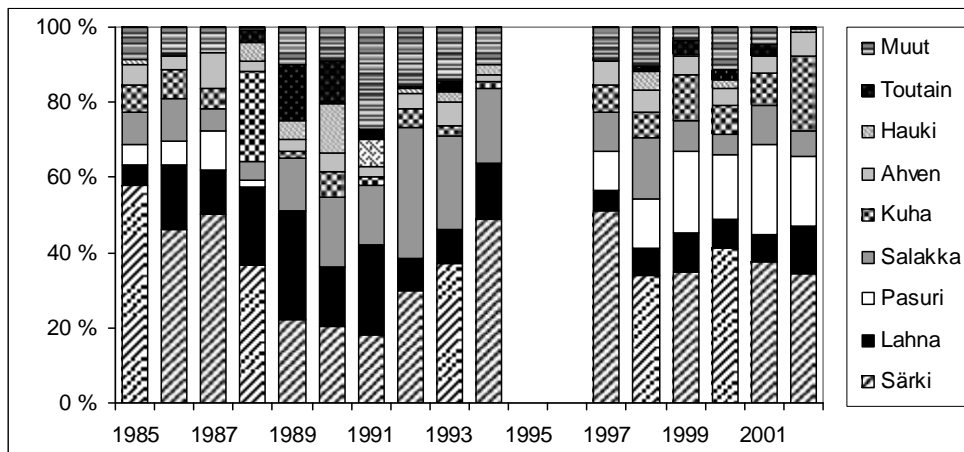
Rusutjärvestä otettiin 27.7.1999 sedimenttiprofiili 0-19 cm syvänteestä (vesisyvyys 3,5 m) ja litoraalista (rantavyöhykkeestä) 0-11 cm järven eteläosasta (vesisyvyys 1,5 m). Tutkimuksen mukaan syvänealueen nettosedimentaatio oli edelleen korkea eli 8-9 mm vuodessa. Fosforin ja orgaanisen aineksen kertyminen sedimenttiin jatkui 1990-luvulla suunnilleen samanlaisena kuin edellisessä 15 vuoden jaksossa (1970-1984). Fosforin eri jakeiden eli fraktioiden suhteelliset osuudet pysyivät suunnilleen samanlaisina. Helposti liukenevaa fosforia oli vain pintakerroksessa. Piileväanalyysin mukaan pH ja ravinteisuus sekä orgaanisen (eloperäisen) aineksen kuormitus oli pysynyt varsin vakaana. Litoraalin pintavyöhykkeen korkea hiili/typpi -suhde viittaa järven ulkopuolelta tulevan allohtonisen kuormituksen runsauteen. Hajotustoiminta ja hapen kulutus oli litoraalin pintasedimentissä huomattavasti suurempaa kuin syvänteessä. Toisaalta syvänteen sedimentissä oli paljon enemmän ravinteita ja eloperäistä ainetta fosforipitoisuuden ollessa n. 0,1-0,15 % kuiva-aineessa (Limnologian ja ympäristönsuojelun laitos 1999.) Syvänteen sedimenttiprofiili oli valitettavan lyhyt, mutta yhdistettynä vuonna 1984 aineistoon vaikuttaa, että kokonaisfosforin ja orgaanisen aineksen määrät laskevat sedimentissä noin 20 cm syvyysvyöhykkeen alapuolella.

3.4 Kalatutkimukset

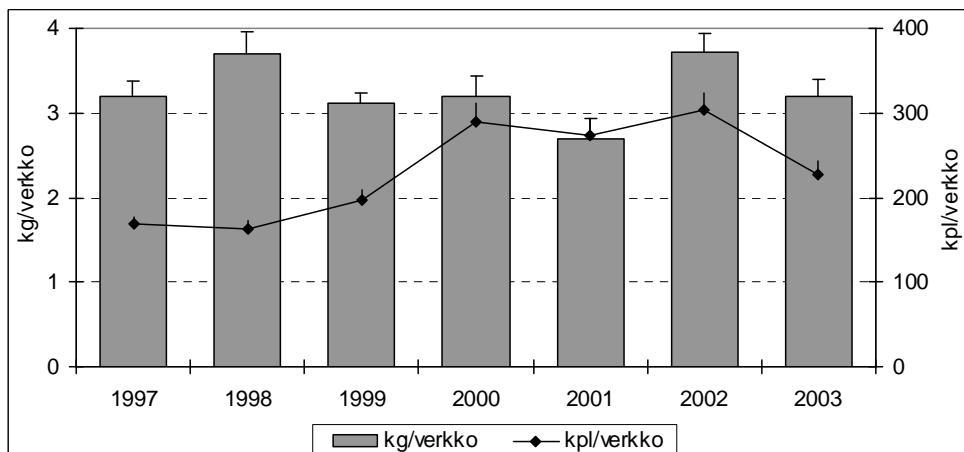
3.4.1 Koeverkkokalastukset

Rusutjärvellä on vuodesta 1997 koekalastettu Riista- ja kalatutkimuslaitoksen (RKTL) toimesta Nordic-yleiskatsausverkoilla (5-55 mm solmuväli, 12 solmukokoa kutakin 2,5 m/verkko) osana RKTL:n "Rehevöityneiden järvien hoitokalastukset"-hanketta (HOKA) (mm. Olin & Ruuhijärvi 2002). Verkkoita on kertynyt 20 kpl (2*10 verkkoa) kesässä. Pyyntiaika on 12 h iltakahdeksasta aamukahdeksaan.

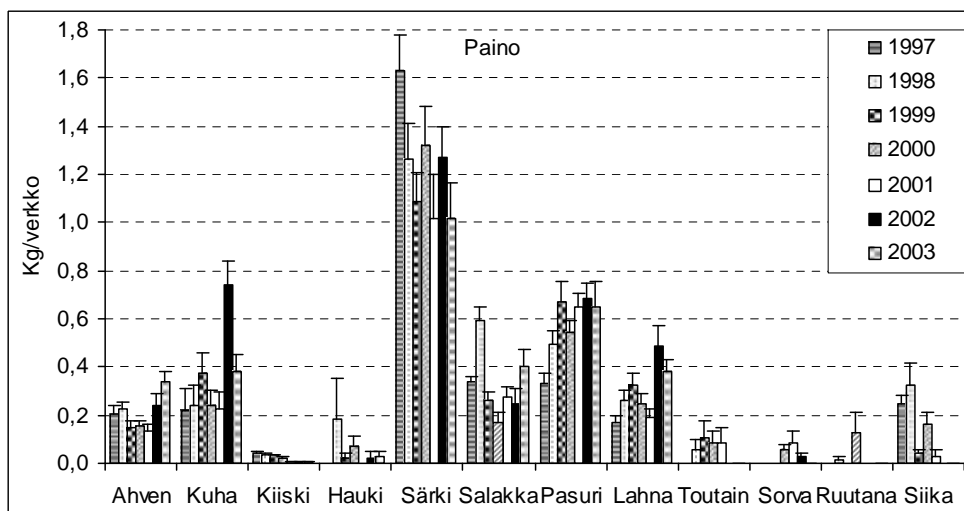
Kokonaisyksikkösaaliin kehitys on ilmaistu kuvassa 7 ja eri lajien painosaaliit kuvassa 8. Sitä ennen vuosina 1985-1994 koekalastivat Uudenmaan kalastuspiiri ja Keski-Uudenmaan vesiensuojelun kuntayhtymä tehokalastusprojektiin ja toutingitukseen liittyen (mm. Marttinen 1987). Jo aiemminkin, vuonna 1976, oli Rusutjärven kalastoa tutkittu koeverkoilla. Tulokset lajijakaumista on koottu yhteen, vaikka menetelmät eivät täysin vertailukelpoisia olekaan, sillä esimerkiksi alle 10 mm solmuvälit puuttuivat ennen vuotta 1997. Särkikalojen paino-osuus on ollut 70-80 % vuosia 1990-1991 lukuun ottamatta.



Kuva 6. Rusutjärven koeverkkojen lajikohtaiset paino-osuudet kokonaissaaliista vuosina 1985-2002. Pasuri on luokassa "muut" vuosina 1989-1994.



Kuva 7. Rusutjärven yleiskatsausverkon kokonaissyksikkösaaliit v. 1997-2003 (Vesala & Ruuhijärvi 2004).



Kuva 8. Rusutjärven koeverkkoosaaliin lajien painojakauman kehitys vuosina 1997-2003 (Vesala & Ruuhijärvi 2004).

3.4.2 Kuhan poikastuotanto

Helsingin yliopiston limnologian ja ympäristönsuojelun laitos on käyttänyt Rusutjärveä vertailujärvenä Tuusulanjärven kuhan poikastuotannon arviointiin vuosina 1997-2003 (esim. Fontell ym. 2003). Tutkimus tehdään pienellä koetrootilla. Vuodet 1997 ja 1999 erottuvat vahvoina poikasvuosina Rusutjärvelläkin (taulukko 6). Nämä vuosiluokat ovat nyt (2003) pyyntikoossa, mikä näkyy parantuneina kuhasaaliina molemmilla järvillä ja laajemminkin koko maassa. Hallitsevin hyvän vuosiluokan syntyyn vaikuttava ympäristökijä on kesän, erityisesti touko-kesäkuun, lämpötila. Vuosiluokan vahvuus määräytyy ensimmäisen kesän aikana heinäkuun loppuun mennessä. Veden lämpötila korreloi positiivisesti poikasten runsauteen, kasvuun, vuosiluokan vahvuuteen ja lopulta saaliisiin (Lappalainen 2001). Kuhanpoikasten kriittinen pituus selvittää Suomen talvesta kasvukauden päättyessä on noin 70 mm (mm. Lappalainen ym. 2000). On huomioitava, että eri vuosina tutkimus on tehty hieman vaihtelevina aikoina (elo-lokakuussa). Saatu tiheysarvio (kpl/ha) on indeksi, jota verrataan aiempiin vuosiin ja samalla menetelmällä tutkittuihin muihin järviin, eikä mikään absoluuttinen tiheysarvio.

Taulukko 6. Kuhanpoikasten tiheysindeksit Rusutjärvessä vuosina 1997-2003.

Vuosi	Määrä, kpl/ha	Keskipituus, mm	Pyädys
1997	56	63	kurenuotta
1998	5	67	nuotta
1999	33	85	kurenuotta
2000	19	64	trooli
2001	3,30	57	trooli
2002	0,25	64	trooli
2003	2,50	76	trooli

3.4.3 Sähkökoekalastus

Rusutjärvellä on sähkökoekalastettu kuutena peräkkäisenä kesänä 1998-2003 (Korhonen & Nyberg 2001, Jääskeläinen 2001). Järven hauenpoikastiheydet olivat kohdalliset vuosina 1998-1999, mutta 2000-luvulla ne ovat selvästi pienentyneet (taulukko 7). Kalastettujen linjojen määrä on vuosina 2001-2003 ollut vähäisempi, mutta alenema on todellinen. Em. raporteissa on pohdittu järvelle valittujen kunnostustoimien vaikutuksia tiheyden laskuun. Hauen ruskuaispoikasten on lisäksi todettu olevan erittäin herkkiä yläilmakehän otsonikerroksen ohentumisesta johdettavan UV-B -säteilyn lisääntymiselle (Häkkinen 2003).

Taulukko 7. Rusutjärven sähkökalastuslinjojen hauenpoikastiheydet 1998-2003.

Kalastusaika	Linjoja yht.	Pinta-ala (aaria)	Poikasia (kpl)	Tiheys (kpl/aari)
2003 vk 26	7	4,26	1	0,16
2002 vk 32	5	2,89	2	0,69
2001 vk 26	7	2,64	1	0,38
2000 vk:t 27+32	42	21,34	2	0,09
1999 3 kierrosta	84	45,00	107	2,40
1998 2 kierrosta	23	13,00	32	2,50

Tammikuussa 2002 järven eteläpään suoalueelle valmistuneesta Kirjokallionojan kosteikosta saatiin kesän 2003 viikoilla 26 ja 32 huomattavan paljon hauenpoikasia, 22 ja 10 poikasta/aari tai 0,33 ja 0,14 poikasta/metri. Kosteikko toimii ilmeisen hyvänä hauen kutupaikkana ja poikaset myös selviävät ja kasvavat siellä hyvin ensimmäisenä kesänä.

3.4.4 Kurenuottoaus

Rusutjärvellä kurenuotattiin elo- ja lokakuussa 1997 yhteensä 27 vetoa. Nuotalla (ala 0,1 ha) saadaan arvio kalaston lajijakaumasta ja myös kalojen määrästä. Lokakuun kalansaalis oli merkittävästi elokuuta suurempi. Lokakuussa 1997 nuottasaliin mukaan laskettu kalamäärä oli 120-130 kg/ha, josta lahnaa oli tasan puolet. Em. kalamäärää voidaan pitää järven todellisen kalamäärän minimiestimaattina.

3.4.5 Kasvututkimukset

Ankeriaan kasvututkimus on tehty vuonna 2000 (Tulonen 2001). Kaikki saaliskalat olivat 1990-luvun istukkaita. Kasvu oli kohtalaista, mutta heikompaa kuin Tuusulanjärvellä. Tosin nopeimmin vaelluskoon saavuttaneet kalat olivat jo voineet laskeutua Vuohikkaanojaa pitkin Tuusulanjärveen 5-6 vuoden jälkeen saavutettuaan 500-600 gramman painon. Silti kaikissa ikäryhmissä Rusutjärven kalat olivat pienempiä ja kevyempiä. Rusutjärven istutustiheydet olivat 2-3-kertaiset, millä yhdessä mahdollisesti huonomman ravintotilanteen kanssa on ollut kasvua heikentävää vaikutusta.

Jo 1980-luvun tehokalastusprojektissa tutkittiin toutaimen sekä särkikalojen kasvua. Särkien ja lahnojen todettiin kasvavan nuorena kohtalaisesti, mutta kasvun myöhemmin hidastuvan (Sammalkorpi 1986).

Kesän 1999 koekalastussaalista otettiin ahvenesta, kuhasta ja särjestä noin sadan kappaleen näytteet. Ahvenen kasvu oli ravintokilpailun takia erittäin hidasta kolmena ensimmäisenä vuotena, mutta vanhempana se kasvoi kohtalaisesti. Kuhlalla kasvu oli kohtalaista, mutta ehkä kuoreen puuttumisen takia heikompaa kuin Tuusulanjärvellä. Särjen todettiin kasvavan molemmissa järvissä hitaasti, ehkä tiheästä kannasta ja ravintokilpailusta johtuen. Tulosten todettiin tukevan verkko-koekalastusten havaintoja vinoutuneesta kalayhteisön rakenteesta heikosti kasvavien särkikalojen suuntaan (Rask ym. 2000a ja 2000b).

3.4.6 Kalojen ravinnepitoisuusmääritykset

Rusutjärven kalojen ravinnepitoisuudet on määritetty kahdesti. Kesäkuussa 2003 ne tutkittiin kalastuskunnan toimeksiannosta Novalab Oy:ssä kokoomanäytteestä (kuiva-ainetta 22,5 %), jossa oli särkiä sekä salakoita, pasureita, lahnoja ja pieniä ahvenia, ja marraskuussa 1999 usealle kalalajille ja kokoluokalle erikseen vesiensuojelun kuntayhtymän toimeksiannosta Lounais-Suomen vesiensuojeluyhdistyksen laboratoriossa (taulukko 8). Vuonna 2003 analysoitiin myös muita ravinteita. Kaliumia oli 0,3 %, kalsiumia 1,2 % ja magnesiumia 0,4 % tuoremassasta.

Taulukko 8. Rusutjärven kalojen ravinnepitoisuudet vuosina 1999 ja 2003. Pitoisuudet on ilmoitettu tuoremassaa kohden.

Näyte	Fosforia (%)	Typeä (%)
Kokoomanäyte 2003	0,7	2,5
Särki 1999 (10-60 g)	0,6	2,7
Lahna 1999 (240-780 g)	0,7	2,4

3.4.7 Saalisarviot

Rusutjärven kalastuskunnan saalisarvioiden mukaan vuotuinen kokonaissaalis 1975-1983 oli keskimäärin 4 100 kg eli 30 kg/ha (Keski-Uudenmaan vesiensuojelun kuntainliitto 1984). Saalismäärä arvioitiin hyväksi. Siitä kuhan ja hauen osuus oli keskimäärin 40 %. Kuhan arvioidut vuosisaaliit 1972-1996 olivat 100-1 500 kg kes-

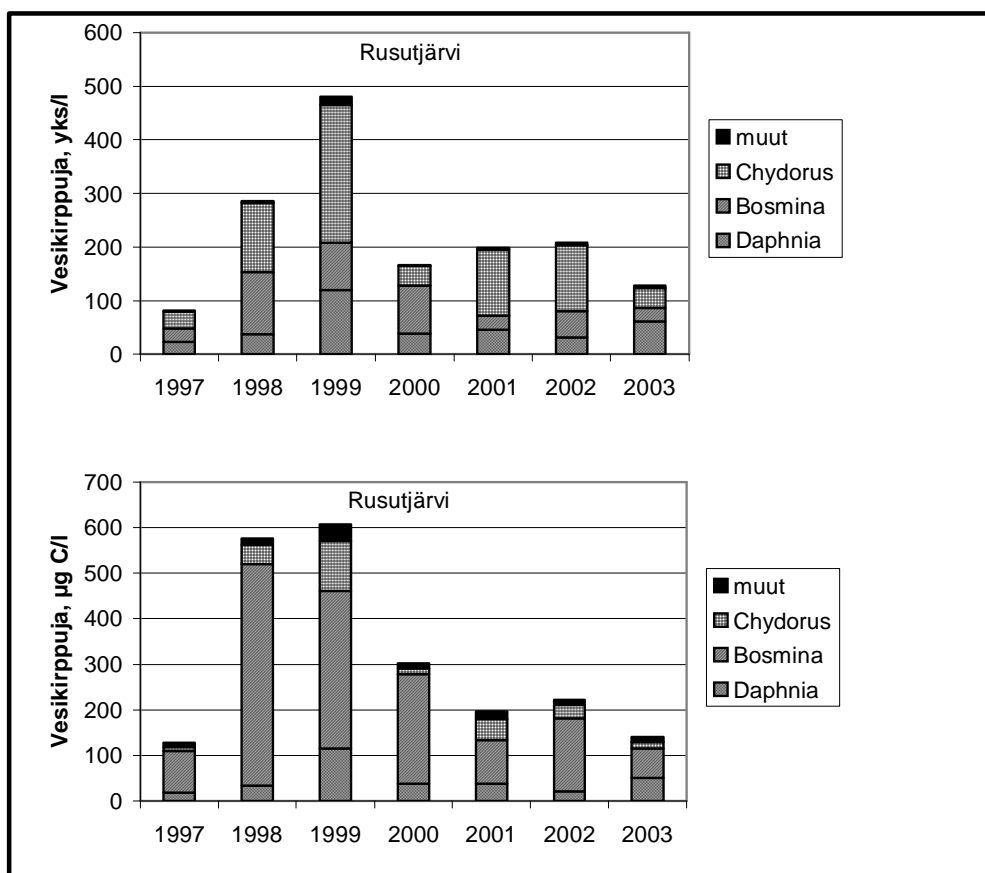
kisaaliin ollessa 624 kg eli 4,7 kg/ha/a. Vuotuiseksi kalantuotoksi arvioitiin 1970-luvulla perustuotantomittausten perusteella noin 120 kg/ha/a, josta petokalatuotannoksi oletettiin 15 %. Saaliskapasiteetti on noin 50 % kalantuotosta eli kalastusta katsottiin voitavan tehostaa (Limnologian laitos 1976).

3.4.8 Allaskoe vuonna 1986

Rusutjärvelle rakennettiin kesällä 1986 mm. muutamien pohjoismaisten ravintoketjukunnostuskohteiden rohkaisemana kolme 3 m²:n koeallasta, joiden pohjana oli järven sedimentti: särkiallas (n. 400-500 kg/ha), ahvenallas (n. 200 kg/ha) ja kalaton allas. Koejakso oli 18.6.-28.7.1986, jona aikana otettiin kuudet vesinäytteet. Koko tutkimusjakson ajan selvästi eniten *a*-klorofylliä oli särkialtaassa, vähiten kalattomassa. Samoin näkösyvyys oli paras kalattomassa, huonoin särkialtaassa (Sammalkorpi 1987).

3.5 Eläinplankton

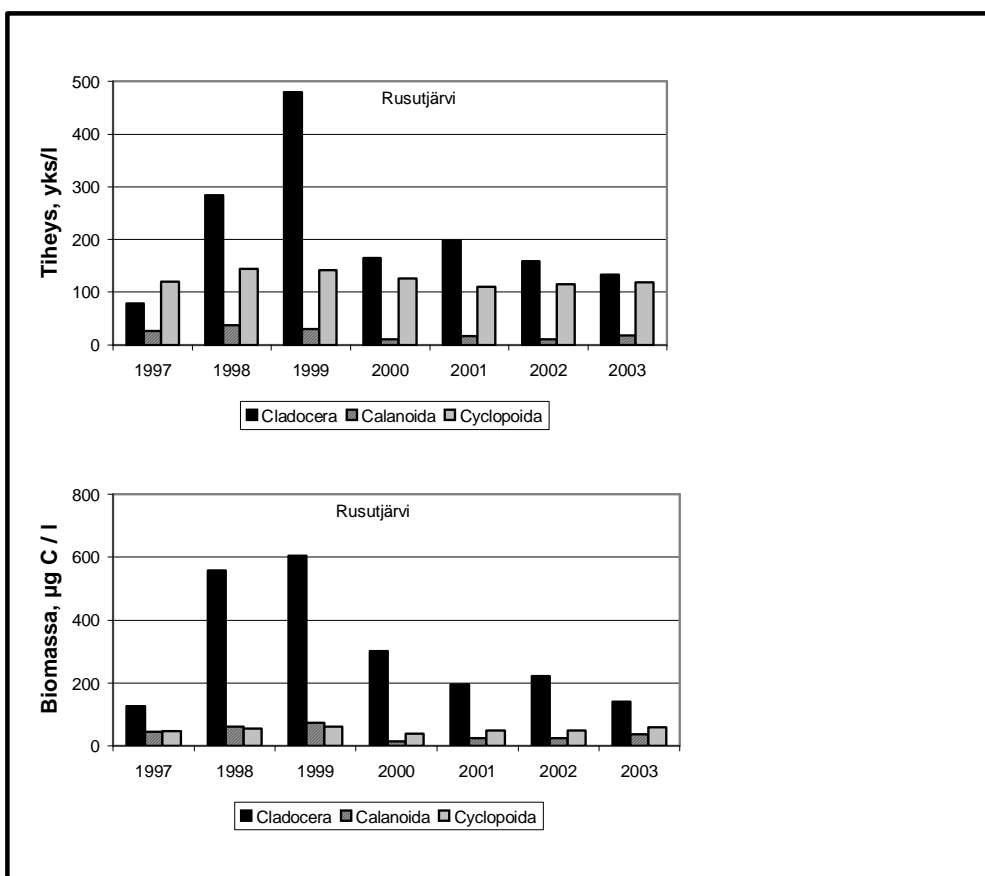
Eläinplankton on tärkeä järven ravintoketjun porras, joka laiduntaa kasviplanktonia (leviä) ja on itse mm. kalojen ravintona. Erityisesti suurikokoisemmat vesikirput (*Cladocera*) ovat tehokkaita kasviplanktonin hyödyntäjiä. Rusutjärven eläinplanktonia tutkittiin jo 1980-luvulla (mm. Antikainen 1989). Eläinplankton oli painottunut kooltaan pieniin lajeihin. *Daphnia*-vesikirput olivat pieniä ja läpinäkyviä lajeja viitaten voimakkaaseen kalojen aiheuttamaan saalistuspaineeseen.



Kuva 9. Rusutjärven vesikirppujen vuosittaiset keskitiheydet (yläkuva) ja biomassat (alakuva) 1997-2003 (Rask & Lehtovaara 2004).

Kesä-elokuun 1991-1996 eläinplanktonista on laatinut yhteenvedon Pellikka (1997). Näytteitä otettiin 3-5 kertaa kesässä. Kokoomanäyte konsentroidiin 25 µm:n haavilla. Vuosien 1991-1993 näytteet käsitteli Terttu Finni ja vuosina 1994-1996 Katja Pellikka. Ilmeisesti Päijänteestä oli järveen tullut lisäveden mukana muutama uusi rataseläinlaji ja vesikirppu *Limnosa frontosa*. Ne olivat kuitenkin niukkalukuisia. Muutokset eläinplanktonissa tutkimusjakson aikana näyttäisivät järven kunnostamisen kannalta epäsuotuisilta. *Daphnia*-vesikirppuaikuisten määrä väheni, samoin *Calanoida*-hankajalkaisten. Pellikka suositteli intensiivistä hoitokalastusta.

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos on tutkinut Uudenmaan ympäristökeskuksen vuosina 1997-2003 ottamat näytteet HOKA-hankkeeseen liittyen (esim. Rask & Lehtovaara 2004). Äyriäisplanktonille on ominaista rehevälle järvelle tyyppillisesti pienten vesikirppujen (*Chydorus sp.*) runsaus ja *Calanoida*-lahkon pieni osuus hankajalkaisista. Heinä-elokuun näytteet (2-3 rinnakkaista) otettiin koko vesipatsaasta (0-3 m) ja suodatettiin 50 µm:n planktonhaavilla. Vuosien 1998-1999 tehokas kalastus näytti vaikuttaneen eläinplanktoniin, sen yksilömääriin ja biomassaan kesällä 1999 (kuvat 9 ja 10). Tilanne palautui ennalleen 2000-luvulla kalastuksen loputtua. Avainlajien keskikoon muutoksen seuraamista haittaa käytettyjen menetelmien vaihtelevuus; 1980-luvulla mitattiin vesikirppujen kokonaispituus ilman takapiikkiä, myöhemmin taas ns. silmäpituus.



Kuva 10. Rusutjärven äyriäisplanktonin keskitiheydet (yläkuva) ja biomassat (alakuva) 1997-2003 (Rask & Lehtovaara 2004).

3.6 Pohjaeläintutkimukset

Suomen limnologian uranuurtaja Heikki Järnefelt tutki Rusutjärven pohjaeläimistöä vuonna 1922 (Järnefelt 1925). Voi päätellä, että jo 1920-luvullakin esiintyi ajoittaista hapenpuutetta pohjan lähellä, sillä tulokset olivat samansuuntaiset kuin vuonna 1980 (Limnologian laitos): yksilömäärät olivat suuria, mutta lajeja oli vähän, nekin pääasiassa vähähappisia oloja sietäviä harvasukamatoja ja hyönteistoukkia. Simpukat puuttuivat. Matalalla ranta-alueella lajisto oli vuonna 1980 keskiosaa monipuolisempi.

Rusutjärven ravintoketjukurinostushankkeeseen liittyen otettiin vuosina 1987-1990 pohjaeläinnäytteet (Kalliola 1987, 1989a, 1989b ja 1990). Näytteitä otettiin 5 nostoa/paikka Kajak-putkinoutimella, jonka pienestä pinta-alasta (64 cm²) johtuen suursimpukat jäivät aineistosta pois. Pohjaeläinlajiston koostumuksessa ja runsauudessa ei havaittu tutkimusjaksolla mainittavia muutoksia, tosin vuonna 1989 erityisesti harvasukamadot runsastuivat. Edellisen talven happitilanne vaikutti aina hieman yksilötiheyksiin. Lajiston todettiin olevan tyypillinen rehevöityneelle matalalle järvelle. Simpukat muodostivat kuitenkin valtaosan kokonaisbiomassasta syyskuussa 1987, milloin myös niitä kerättiin rantavyöhykkeeltä Ekman-noutimella. Harvasukamadot (*Tubificidae*) hallitsivat vuosina 1986-1990 keskellä järveä ja lähempänä rantaan niiden rinnalla valtaryhmänä olivat surviaissääsken toukat (erityisesti iso punainen *Chironomus plumosus*). Myös pimeään aikaan planktonin petona esiintyviä sulkasääsken toukkia (*Chaoborus*) tavattiin kaikilla kerroilla pohjasedimentissä.

3.7 Kasvillisuuskartoitukset

Rusutjärven vesikasvustoa selvitettiin ensimmäisen kerran kesällä 1991 vesiensuojelun kuntayhtymän harjoittelijan toimesta, kuitenkin melko pintapuolisesti. Biologitoimisto Jari Venetvaara Ky on tehnyt perusteellisemmat vertailukelpoiset kartoitukset kesinä 1996 ja 2001 (Venetvaara & Lammi 1996, Venetvaara 2001). Kartoitukset ovat vesioikeuden velvoitteina luvalla johtaa Päijänne-tunnelin laimentavaa vettä järveen.

Vuoden 2001 kartoitus tehtiin 2. elokuuta juuri ennen niittoja. Edellisvuosien rantojen ruoppaukset vaikuttivat siten, että linjojen (10 kpl) kokonaiskasvillisuus oli pienentynyt; niin runsausindeksi (noin neljänneksellä) kuin lajimääräkin (varsinaiset vesikasvit 18→13 lajia). Tosin vuonna 2001 linjojen ulkopuolelta tavattiin vielä viisi muuta vesikasvilajia. Irtokelellisten (esim. pikkulimaska) määrä oli vähentynyt tuntuvasti verrattuna vuoden 1996 tilanteeseen ilmentäen ravinteisuuden vähenemistä. Samoin vesisammalen runsastuminen voi kuvastaa ravinteisuuden laskua. Kokonaisuudessaan lajiston todettiin olevan hiljalleen muuttumassa ilmaversoisjärvestä enemmän kelluslehtisten suuntaan, jossa uposlehtisten osuus on hyvin niukka. Ulpukka oli lisääntynyt miltei "räjähdysmäisesti". Muut ilmaversoiset (erityisesti järviruoko mutta myös järvikorte) olivat vähentyneet, mutta kaisla runsastunut. Vuonna 1998 alkaneet niitot olivat harventaneet ilmaversoiskasvustoa.

Rusutjärven vesikasveista yksikään ei ole harvinainen tai uhanalainen. Vuosien 1996 ja 2001 kartoituksissa ei tavattu yhtään oligotrafenttia lajia (karun veden ilmentäjä). Vallitsevina olivat meso-eutrafentit tai indifferentit vesikasvit.

4 Aiemmat kunnostussuunnitelmat

4.1 Tuusulanjärven kunnostussuunnitelma vuonna 1984

Keski-Uudenmaan vesiensuojelun kuntainliiton jäsenkunnat päättivät vuonna 1980 aloittaa Tuusulanjärven ja sen valuma-alueella olevan Rusutjärven kunnostustöiden suunnittelun. Työ valmistui 1984 (Keski-Uudenmaan vesiensuojelun kuntainliitto 1984). Aiheesta on lisää Pekkarisen (1987) pro gradu -työssä.

Tärkeänä suunnitelmassa pidettiin haja-asutuksen kuormituksen poistamista viemäriverkostolla, joka olisi vähentänyt Rusutjärven ulkoista kuormitusta kolmanneksella. Suunnitelmassa esitettiin myös lisäveden johtamista Päijännetunnelista ensisijaisesti Rusutjärven tilan parantamiseksi. Lisäksi esitettiin särkikalojen poistopyyntiä yhteishankkeella. Maatalouden kuormitusta suositettiin vähennettävän mm. lannoitteiden käytön järkipäätämällä, 1-2 metrin suojakais-toilla purojen ja valtaojien varsille, lannan talvilevityksen lopettamisella ja avokesannoinnin välttämällä sekä salaojituksen edistämällä mahdollisesti kunnan tuella.

4.2 Rusutjärven rantojen kunnostaminen vuonna 2000

Maisema ja Ympäristö Oy (2000) laati kunnan, vesiensuojelun kuntayhtymän, kalastuskunnan, Uudenmaan ympäristökeskuksen ja Biologitoimisto Jari Venetvaara Ky:n edustajista koostuneen työryhmän valvonnassa Rusutjärven rantojen kunnostaminen -suunnitelman. Työ käynnistyi kunnan toimesta tehtävien ruoppaus-hankkeiden seurauksena ja sillä tarkennettiin Tuusulan Rusutjärven rantojen hoitotarve ja hoitosuositukset -raportin (Venetvaara & Lammi 1999) niittosuunnitel-mia. Venetvaaran mukaan rantojen jyrkkyyden takia järviruoko- ja lummekasvus-tot eivät useimmissa paikoissa voi levittäytyä merkittävästi, vaikka vesi kirkas-tuisikin. Helpoimmin toteutettavaksi hoitotoimeksi esitettiin kalaväylien niittämistä ruovikkorannoille.

Vuoden 2000 suunnitelmassa esitettiin kolmivuotista niittokiertoa mukaan lu-kien alueita joihin ei kosketa sekä joista poistetaan kasvillisuus kokonaan, kasvilli-suuden seuranta, eräitä rantaruoppauksia maisemointineen, suojavyöhykkeiden perustamista rantapelloille ja kahta "ekofiltteriä" eli kosteikkoa "Kirjokallion"- ja Kolistimenojaan.

5 Kuormitusselvitykset

Kuormitusselvitysten tuloksena saadaan laskentaperusteiden puutteiden takia vain suuntaa-antava arvio järveen tulevasta kuormituksesta ja sen jakaantumisesta eri lähteiden kesken.

5.1 Haja-asutus

Haja-asutuksen kuormitusperusteita on selvitetty aiemmin kahdesti. Vuonna 1981 arvioitiin Rusutjärveen joutuvan vakituisen asutuksen (n. 300 as.) kuormituksen olleen 66 kg fosforia ja 260 kg typpeä (Keski-Uudenmaan vesiensuojelun kuntainliitto, julkaisematon). Vuonna 1991 kunnan ympäristöasiainkeskus haastatteli 86 kiinteistönomistajaa, mutta yhteenvetoraporttia tuloksista ei ole tehty. Tuusulanjärven kunnostussuunnitelmassa on arvioitu eri kuormituslähteiden suuruutta (taulukko 9). Laskelmissa on käytetty viemärimättömän haja-asutuksen määränä 400 ja loma-asutuksen 300 asukasta (3 kk) sekä peltoalana 250 ha.

Taulukko 9. Suuntaa-antava arvio Rusutjärven fosfori- ja typpikuormituksesta ja sen lähteistä 1980-luvun alussa (Keski-Uudenmaan vesiensuojelun kuntainliitto 1984).

	Fosfori kg/a	%	Typpi kg/a	%
Haja-asutus	110	31	440	6
Loma-asutus	4	1	20	0
Peltoviljely	140	40	3 100	46
Karjatalous	10	3	300	4
Metsätalous	-	< 1	-	< 1
Luonnonhuuhtouma	56	16	1 600	24
Laskeuma	30	8	1 300	19
Kokonaiskuormitus	350	100	6 800	100

Taulukko 10. Yhden ihmisen aiheuttaman potentiaalisen kuormituksen arvioita.

	Rontu & Santala 1995	Valtioneuvosto 2003
Fosfori	1,8 g/d = 0,66 kg/a	2,2 g/d = 0,80 kg/a
Typpi	12 g/d = 4,40 kg/a	14 g/d = 5,10 kg/a
BHK ₇	60 g/d = 21,90 kg/a	50 g/d = 18,3 kg/a

Taulukko 11. Erilaisten jäteveden käsittelytapojen puhdistustehoja (%) (Santala 1990; Kujala-Räty 2004, maasuodatuksen teho laskettu näytteistä, jotka otettu saostuskaivon jälkeen ennen maasuodatamoa, kooste kuudesta tutkimuksesta).

	Fosfori	Typpi	Org. aines (BHK ₇)
Saostuskaivot	10-20	10-20	10-20
Maahan imeytys	60-80	20-40	90-95
Maasuodatus	58-72	39-59	88-96

Rusutjärven pohjavesialueen (ei täysin sama kuin valuma-alue) asutuksen jätevesien käsittelytapoja on selvitetty 1990-luvun lopulla kyselyllä, johon vastasi 62 kiinteistönomistajaa, osa vapaa-ajanasuntoja. Vastaava arvio on tehty kymmenen vuotta aiemmin saman konsultin toimesta (taulukko 12). Taulukossa on myös esitetty uusi karkea arvio vuoden 2003 tilanteeksi. Terminologian vaihtelevuus vaikeuttaa vertailtavuutta.

Rusutjärven valuma-alueella arvioidaan nykyisin olevan jo 222 vakituista asuntoa, joissa on 619 asukasta (Sahlakari 2003). Osa, arviolta noin 15 kiinteistöä ja noin 40 asukasta, on kuitenkin viemäroinnin piiriin kuuluvalla Ristikivenmäellä.

Vuodesta 1995 alkaen uusille kiinteistöille on vaadittu sakokaivoja tiukempaa jätevedenkäsittelyä. Vuoden 2003 vesihuoltosuunnitelmassa (Tuusulan kunta 2003) Rusutjärven itäisellä suunnittelualueella on 73 kiinteistöä, läntisellä 114 ja Vetikossa 60, yhteensä 247 asuinkiinteistöä. Niistä osa ei kuitenkaan kuulu Rusutjärven valuma-alueeseen. Tuusulan haja-asutusalueen omakotitalojen keskimääräinen asukasluku on 2,7. Tuusulanjärven alueen maatilojen ympäristökartoituksen perusteella Rusutjärven alueen tiloilla jätevesihuolto oli järjestetty vuonna 2002 seuraavasti: viidellä tilalla sakokaivot+ojaan, yhdellä imeytyskenttä ja yhdellä WC-vedet umpisäiliöön ja pesuvedet imeytyskenttään (Keski-Uudenmaan vesiensuojelun kuntayhtymä, julkaisematon). Lakson ja Viitasaaren (1990) mukaan kiinteistön etäisyys vesistöstä vähentää kuormitusta seuraavasti: alle 100 m 30 %, 100-500 m 50 % ja yli 500 m 70 %. Laskelmissa on käytetty vähenemää 50 % ja ominaiskuormituslukuja Männynsalon (1996, 1998) töiden tapaan sekä taulukon 12 aiempia käsittelytapoja ja kunnan rakennuslupakarttojen tietoja uusien kiinteistöjen määristä (taulukko 13).

Taulukko 12. Suuntaa-antavat arviot asutuksen jätevesien käsittelyn prosentuaalisesta jakautumisesta Rusutjärven alueella 5-15 vuotta sitten ja nykyisin (Suunnittelukeskus 1989, 1999).

Käsittelytapa	1989	1999	2003
Saostuskaivot + ojaan tai maastoon	50	37	55
Saostuskaivot + umpikaivo WC-vesille	10		25
Saostuskaivot + imeytys/suodatus	1		20
Maahanimeytys tai -suodatus		17	
WC-vedet umpisäiliöön, muut imeytys/suodatus		27	
Umpikaivo/säiliö	1	20	
Kuivakäymälä	38	(33)	
Kunnan viemäri	0	0	(6)
Yhteensä	100	100	100

Taulukko 13. Suuntaa-antava arvio vakituisen haja-asutuksen aiheuttamasta kuormituksesta Rusutjärven vuonna 2003. Pelkkiä umpisäiliöitä ja kuivakäymälöitä (lähinnä loma-asutuksella) ei ole huomioitu, eikä mahdollisia pienpuhdistamoja.

	Asuk. luku	P kg/as/a	P kg	N kg/as/a	N kg	BHK ₇ kg/as/a	BHK ₇ kg
Sakok.+oja	320	0,33	106	2,20	640	10,95	3 500
Sakok.+imeytyskenttä	58	0,10	6	1,54	89	1,10	64
Sakok.+suodatuskenttä	58	0,21	12	1,65	96	1,10	64
Sakok.+WC umpikaivoon	145	0,23	33	0,44	64	6,30	910
Yhteensä	580		157		890		4 500

Vesivälskäri-ohjeiston (Etelä-Savon ympäristökeskus 2001) kuormitusarvojen mukaan loma-asutus kuormittaisi Rusutjärveä noin 18 kg/a P ja 100 kg/a N (100 loma-asuntoa). Vastaavat haja-asutuksen kuormitusarvot ovat 145 kg/a P ja 580 kg/a N (580 asukasta).

5.2 Maatalous ja luonnonhuhautouma

Maatalouden ravinnekuormitus vesistöihin on Rekolaisen ym. (1995) mukaan 0,8-1,7 kg/ha/a fosforia ja 18-20 kg/ha/a typpeä. Kauppi (1979) on käyttänyt arvoja 0,57 kg/ha/a P ja 12,4 kg/ha/a N, joilla Rusutjärven fosforikuormitukseksi tulisi 143 kg/a ja typpikuormitukseksi 3 100 kg/a. Rekolainen ym. (1992) ovat myös esittäneet valuma-alueelta tulevan vuotuisen fosfori- ja typpikuormituksen (kg/km²/a) arviointiin seuraavat peltoprosenttiin perustuvat regressioyhtälöt:

$$P_i = 1,4 F_p + 9,5 \quad (1)$$

$$N_i = 11,4 F_p + 240 \quad (2)$$

Yhtälöillä saadut kuormitusarviot (434 kg P, 4 760 kg N) vaikuttavat liian suurilta aiempien arvioiden valossa. Vuorenmaa ym. (2002) ovat arvioineet pienten järveltömien maatalousvaltaisten valuma-alueiden keskimääräiseksi fosforikuormaksi 110 kg/km²/a ja typpikuormaksi 1 500 kg/km²/a seurantajaksolla 1981-1997. Metsävaltaisilla alueilla kuormitus oli 9 kg/km² fosforille ja 190 kg/km²/a typelle sisältäen luonnonhuuhtouman. Keskivirtaama MQ voidaan määrittää alueen keskivaluman M_q=300 mm ja valuma-alueen pinta-alan tulona. Vuosi 2003 oli vähäsateinen. Esim. Keravanjoen keskivirtaama oli vain 46 % vuosina 1960-1991 keskiarvosta (Hanalan havaintoaseman tiedot). Vähäsateisuus on huomioitu taulukon 14 kuormitus- ja virtaama-arvioissa.

Taulukko 14. Rusutjärven osavaluma-alueet ja maankäytön sekä vuonna 2003 Keravanjoen virtaaman perusteella arvioidut Rusutjärven osavaluma-alueiden virtaamat ja ravinnekuormat.

	Pinta-ala km ²	Peltoala %	MQ ₂₀₀₃ l/s	P-kuorma kg/a	N-kuorma kg/a
Kolistimenoja	3,1	22	13,6	45	1 480
Rusutjärvenoja	1,7	42	7,5	40	1 260
Kirjokallioja	1,7	24	7,5	18	860
Lähivaluma-alue	1,7	46	7,5	43	1 350
Yhteensä	8,2	31	36,1	146	4 950

Teoreettisesti arvioitu vuoden 2003 ulkoinen fosforikuormitus ilman laskeumaa olisi siten haja-asutuksen (157), loma-asutuksen, (18) ja muun haja-kuormituksen (146) summana 321 kg. Typpikuormitus olisi vastaavasti 890 + 100 + 4 950 = 5 940 kg. Aiemmat arviot Rusutjärven ulkoisesta ravinnekuormituksesta ovat:

- 1985: P 310 kg N 6700 kg, josta ilmalaskeuman osuus 8 ja 18 % (Pekkarinen 1987)
- 1993: P 175 kg (Keski-Uudenmaan vesiensuojelun kuntayhtymä, julkaisematon).

Vuoden 2003 Tuusulanjärven alueen sadanta oli vain 76 % vuosien 1991-2002 keskiarvosta, jolloin ravinnehuuhtoumatkin olivat keskimääräistä vähäisemmät. Valuma-alueen kosteikot ja luomusopimukset vaikuttavat kuormitusta pienentävästi, samoin lannoitteiden pienentyntä käyttö.

5.3 Mitattu kuormitus

Rusutjärven ravinnepitoisuudet ovat Uudenmaan ympäristökeskuksen vedenlaatureurannasta. Luusuasta lähtevän veden ravinnepitoisuutena on käytetty järvipisteen keskipitoisuutta (1 m). Järven vesitilavuuden on oletettu olevan jatkuvasti 3,344 milj. m³. Ojien mukanaan tuomaa kuormitusta on mitattu Tuusulan kunnan toimesta huhti-marraskuussa 2003. Näytteet on analysoitu Helsingin kaupungin ympäristölaboratoriossa. Virtaamat on ajoittain mitattu ja muiden kertojen virtaamien arvioinnissa on käytetty Klenkon kosteikon padon virtaamatietoja kertoimella 0,25, joka perustuu valuma-alueiden suhteeseen. Rusutjärvenojan näytteenotto-pisteen ja järven välissä on pieni kosteikko, jonka vaikutusta ei ole huomioitu. Lisäveden määrä sekä luusuan virtaamatiedot ovat vesiensuojelun kuntayhtymän velvoiteseurannasta. Lisäveden ravinnepitoisuudet on saatu Helsingin Vedeltä. Sadantana on Marttilan (2004) työn tapaan käytetty korjattua Tuusulanjärven alue-sadantaa. Ravinnelaskeuma-arvot ovat Espoon ja Vihdin kansallisten mittausasemien vuosilaskeumatulosten 1998-2002 keskiarvoja, koska vuoden 2003 tiedot eivät olleet vielä saatavissa. Kalansaaliiksi on oletettu 25 kg/ha (P 0,7 % ja N 2,5 %) ja

niittomassojen fosforipitoisuutena on käytetty 0,2 %, typpipitoisuutena 20 % ja kuiva-ainepitoisuutena 20 %. Järven itärannan harjualueelta purkautuvia pohjavesiä ei ole huomioitu eikä järven vedenpinnan korkeusmuutoksia.

5.3.1 Fosforitase 2003

Järven keskialueen bruttosedimentaatiota on mitattu vesiensuojelun kuntayhtymän toimesta sylinterimäisillä keräimillä vuonna 1993 ja uudelleen elokuusta 2002 lähtien. Keräinputken yläreuna on 1 m pohjasta. Järven sedimentaatioalaksi on oletettu yli 2 m syvät alueet (109 ha).

Fosforin sisäinen kuormitus laskettiin Lappalaisen ja Matinveden (1990) kaavalla

$$SK = LP + BS + dP/dt - UK \quad (3), \text{ jossa}$$

- SK = sisäinen kuormitus,
- LP = luusuasta, kalansaaliissa ja niitoissa poistuva fosfori,
- BS = bruttosedimentaatio kiintoaineen mukana pohjalle,
- dP/dt = vesimassan fosforivaraston muutos,
- UK = kaikki ulkoiset kuormitukset (myös luonnonhuuhtouma, laskeuma).

$$\text{Lisäksi nettosedimentaatio } NS = BS - SK \quad (4).$$

Laskettu fosforin sisäinen kuormitus oli vuonna 2003 noin 4 700 kg. Suurimmillaan se oli touko-syyskuussa. Nettosedimentaatio saa erityisesti kesä-elokuussa negatiivisia arvoja, eli fosforia on liuennut sedimentistä veteen. Bruttosedimentaatio oli noin 4 700 kg. Ulkoinen mitattu fosforikuormitus oli yhteensä 333 kg, josta ojista tuli 287 kg ja laskeumasta sekä lisävedestä 23 kg kummastakin. Ojista tuleva kuormitus oli hyvin todennäköisesti jonkin verran edellä mainittua pienempää, sillä näytteenotto vuonna 2003 painottui jonkin verran ajankohtiin, joihin virtaamat olivat suurimmillaan. Toisaalta ravinnepitoisuudet olivat esim. vuotta 1993 korkeammat. Em. vuonna lähivaluma-alueen kuormitus jätettiin huomioimatta. Vuonna 1993 sekä fosforin bruttosedimentaatioksi että sisäiseksi kuormitukseksi arvioitiin yli 7 000 kg (Keski-Uudenmaan vesiensuojelun kuntainliitto, julkaisematon).

5.3.2 Typpitase 2003

Typpitaseessa on huomioitava, että eräiden sinileväsukujen mahdollisesti hyvinkin suurta typensidontaa ei voida tässä huomioida. Niittomassojen typpi on suurelta osin sedimentistä peräisin. Denitrifikaatio eli typen vapautuminen ilmakehään (kaasuna N₂) voi olla hyvinkin suurta.

TULEVA: Ojat 5 160 kg, lisävesi 1 450 kg, laskeuma 892 kg,
Yhteensä 7 500 kg.

LÄHTEVÄ: Luusua 14 300 kg, niittomassat 4 800 kg, kalasaalis 83 kg,
Yhteensä 19 200 kg

5.4 Kriittinen kuormitus

Vollenweider (1975) on esittänyt mallin järvien fosforikuormituksen siedon arvioimiseksi. Graafisesta mallista tarkasteltuna Rusutjärven fosforin ylempi sietoraja olisi korkeintaan 0,4 g/m²/a ja alempi 0,15 g/m²/a eli 530 ja 200 kg fosforia vuodessa (lisäveden kanssa). Ilman lisäettä, pidemmällä viipymällä, vastaavat rajat olisivat noin 0,35 ja 0,13 g/m²/a. Ylempää sietorajaa suuremmalla kuormituksella järvi rehevöityy väijäämättä, alempaa raja-arvoa pienemmällä pysyy karuna. Sietorajojen välisellä alueella rehevöitymistä voidaan hallita hoitotoimilla.

Vähäsateisena vuotena 1993 kuormitus oli lievästi alemman sietorajan alapuolella (0,13 g/m²/a), mutta 1980-luvun alussa ja vuonna 1985 sietorajojen välisellä alueella (0,23 ja 0,26 g/m²/d). Vuoden 2003 mittauksin arvioitu kuormitus oli 333 kg P eli 0,25 g/m². Se ylittää selvästi teoreettisen siedon alemman raja-arvon, mutta jää noin 200 kg ylempään rajan ala-puolella. Jos arvio pitää paikkansa, suurin syy fosforikuormituksen pysymiseen ennallaan kuivuudesta huolimatta lienee valuma-alueen asukasmäärän kasvu.

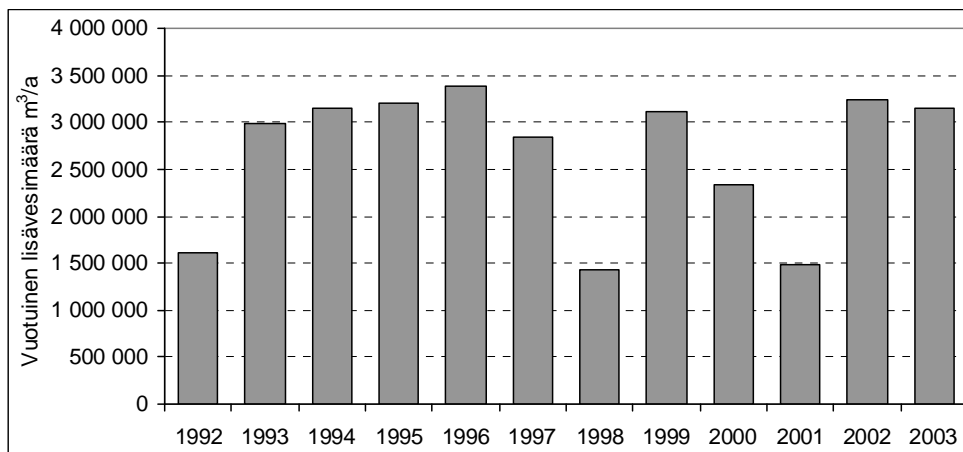
6 Tehdyt kunnostustoimet

6.1 Talvi-ilmastus

Rusutjärven talvi-ilmastus alkoi alusveden täydellisen hapettomuuden ja kalojen verkkokuolemien estämiseksi helmikuussa 1987 Mixox-hapettimen kokeilulla. Seuraavana talvena alettiin pumpata kompressorilla ilmaa pohjalle rei'itettyä putkea pitkin kunnan laitteistolla. Vesiensuojelun kuntayhtymän hankkima Neutrox-ilmastin on ollut järvellä maaliskuusta 1998.

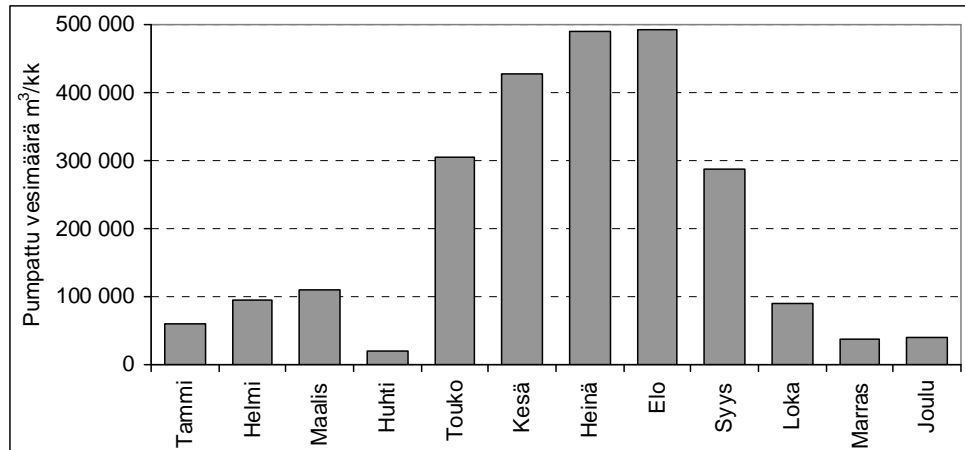
6.2 Päijänne-tunnelin lisävesi

Länsi-Suomen vesioikeus antoi Keski-Uudenmaan vesiensuojelun kuntainliitolle luvan 29.11.1991 lisäveden johtamiselle vesistöön ja Itä-Suomen vesioikeus luvan 20.2.1992 vedenottoon Päijänteestä. Lisävetä alettiin johtaa toukokuussa 1992. Helsingin vesi- ja ympäristöpiiri hyväksyi lupapäätöksen edellyttämän tarkkailuohjelman 28.9.1992. Johtamisjärjestelmän investointikustannukset olivat 470 000 euroa.



Kuva 11. Rusutjärven pumpatun lisäveden määrät vuosina 1992-2003.

Pumpatut lisävesivesimäärät ovat vaihdelleet 1,6-3,2 milj. m³/a (kuva 11). Vuonna 1998 pieneen pumppausmäärään oli syynä runsaat sateet ja vuonna 2001 alkukesän sateet sekä tunneliremontti. Lisävesi laimentaa erityisesti järven ravinnepitoisuuksia ja pienentää siten kasviplanktonin perustuotantoa. Asikkalanselältä tulevan lisäveden kokonaisfosforipitoisuus on n. 6-11 µg/l (2003), kun se järvestä kasvukaudella ennen lisäveden johtamisen alkua oli suuruusluokkaa 60-85 µg/l ja sen jälkeen 40-55 µg/l. Lisäveden typpipitoisuus on noin puolet järven pitoisuudesta. Lisävedellä on myös pienehkö vaikutus Tuusulanjärven vedenlaatuun ja se estää Tuusulanjärven vedenpinnan liiallista kesäaikaista laskua. Toisinaan vettä on pumpattu vain halvemmallalla yösäköllä, kuten kuivana syksynä 2002 ja huonona happitalvena 2003. Pumppaus keskittyy kesäaikaan (kuva 12).



Kuva 12. Rusutjärven pumpatun Päijänne-tunnelin lisäveden määrän keskimääräinen jakautuminen eri kuukausille vuosina 1998-2003.

6.3 Ravintoketjukurkennostus

6.3.1 Tehokalastus vuosina 1986-1990

Keski-Uudenmaan vesiensuojelun kuntainliitto (nyk. kuntayhtymä) koordinoi usean tahon rahoittamaa, laatuaan ensimmäistä yhteishanketta Suomessa vuosina 1986-1990. Kokonaissaalis oli 20 500 kg eli 154 kg/ha parhaan vuosisaaliin ollessa n. 50 kg/ha. Kevästä 1986 syksyyn 1989 saalis oli 19 700 kg eli 148 kg/ha (Sammal-korpi 1990, 1991). Särkeä (39 % painosaaliista) saatiin pääasiassa pauneteilla ja lahnaa (46 %) nuotalla. Paunetteja oli pyynnissä 2-9 kpl. Saalistavoitteesen 100 kg/ha/vuosi ei päästy. Toimenpiteiden katsottiin jääneen tasolle, jossa alkoi olla vaikutusta kalastoon, mutta ei vielä veden laatuun. Rusutjärvi osoittautui vaikeaksi nuottauskohteeksi ammattikalastajillekin, sillä vasta hankkeen loppuvaiheessa havaittiin särkikalojen parveutuvan hyvin myöhään syksyllä (Pekkarinen 2001). Projektin kokonaiskulut (sis. istutukset ja tutkimukset) esim. vuonna 1989 olivat 181 000 mk eli n. 30 000 euroa.

Tehokalastukseen liittyivät särkikalojen heimon ainoan petokalan, toutaimen, istutukset. Kesänvanhoilla toutaimilla vuosina 1987-1993 tehtiin 13 570 kappaleen tutkimusistutukset eli 102 kpl/ha. Istutus onnistui hyvin, sillä vuosina 1990-1995 koeverkoissa toutaimen paino-osuus oli 8,0 % ja kuhan 5,6 %. Kasvu oli yleensä tasaisen hyvää eli n. 90 mm/vuosi (Pennanen 2001). Kokonaisistutusmäärä oli yli 21 000 toutainta, joista viimeiset istutettiin vuonna 1996.

6.3.2 Tehokalastus vuosina 1998-1999

Rusutjärvellä kalastettiin vuosina 1998-1999 osana habitaattikunnostusprojektia, jonka tavoitteena oli vähentää sisäistä ravinnekuormitusta valikoivalla kalastuksella ja turvata tuloksen pysyvyyttä voimistetuilla hauki-istutuksilla, hillitillä umpeenkasvua ja parantaa haukien elinympäristöä sekä kehittää paikallisille talkooryhmille sopivia niittojätteen käsittelymenetelmiä. Hanke käynnistyi vuonna 1998 valtion vesiensuojeluavustuksen (60 000 mk eli 10 000 e) turvin. Nuottauksen ja rysäpyynnin kokonaissaalis vuosina 1998-1999 oli n. 28 000 kg eli 210 kg/ha. Erityisesti nuottaus myöhään syksyllä juuri ennen jäätymistä tuotti hyvän tuloksen. Keskimääräinen syksyjen apajasaalis oli 1 040 kg. Syksyllä 1999 painosaaliista 44 % oli lahnaa,

29 % särkeä, 16 % salakkaa ja 9 % pasuria. Kappalesaaliissa salakka oli niukasti runsain ennen särkeä. Kalansaaliin mukana poistettiin fosforia noin 190 kg (Sam-malkorpi & Pekkarinen 2001). Pyynnistä vastasivat yksityinen kalastusyrittäjä sekä Uudenmaan ympäristökeskuksen ja TE-keskuksen tehokalastusryhmä (Penttilä 2002). Saaliskalat kompostoititiin tai käytettiin rehuna. Tehokalastus ei jatkunut vuonna 2000, sillä nuottaukseen ei enää saatu lupaa vesialueen omistajilta.

6.3.3 Hoitokatiskat

Tuusulanjärvi-projektin ostamia ja Tuusulanjärven Urheilukalastajien sekä osakas-kuntien edustajien talkoilla kokoamia kaksoisnieluisia tiheäsilmäisiä Weke-katiskoita luovutettiin kymmenen kappaletta toukokuussa 2002 Rusutjärven tal-koolaisten käyttöön saaliskirjanpitovelvoitteen kera. Yksikkösaalis on ollut toistai-seksi n. 10 kg/katiska/vuosi.

6.3.4 Petokalojen istutukset

Kuha kotiutettiin Rusutjärveen menestyksellisesti vuonna 1967. Runsaat ankerias-istutukset (yli 28 000 kpl v. 1990-2002) ovat tuottaneet järveen vahvan pyyntikan-nan (liite 3). Toutaimet kasvoivat ja menestyivät hyvin 1980-luvun lopun ja 1990-luvun alun istutusten jälkeen (Pennanen 2001), mutta ilmeisen moni niistä ui Vuo-hikkaanojaa pitkin Tuusulanjärveen. Lisäksi petokaloista järveen on istutettu ma-teita ja haukia (liite 3).

6.4 Vesikasvien niitot

Rusutjärvellä on niitetty ainakin jo vuonna 1991 vesiensuojelun kuntainliiton toi-meksiannosta (Gibbe-aux -niittovene). Vuonna 1998 aloitettiin työt uudelleen ja laajemmin osana habitaattikunnostusta. Aluksi kalustona oli Watermaster 2000 RS, sittemmin tela-alustainen Truxor 4700 B, (terän leveys 5 m), joka pystyy liikku-maan ja niittämään jopa kuivalla maalla. Esimerkiksi vuonna 1999 kokonaiskus-tannukset olivat runsaat 20 000 mk eli 3 500 euroa. Urakoitsija on niittänyt ja ke-rännyt niittojätteen. Vuonna 2003 hinta oli 82 euroa/h (alv. 0 %). Lisäksi maksoivat niittomassojen kuormaus, rahtaus ja silppuaminen. Niittomassat on sijoitettu pää-asiassa valuma-alueen pelloille maanparannusaineeksi. Rantojen kunnostussuun-nitelman (Maisema ja Ympäristö Oy 2000) mukaisen kolmivuotiskierron toinen kierros alkoi kesällä 2003. Eräänlaisella ”ryöstöviljelyllä” järven ravinteisuutta on pyritty vähentämään poistamalla runsaasti kasvillisuutta, kun sen ravinnesisältö on suurin. Esimerkiksi Rusutjärven järviruo’on mitattu fosforipitoisuus on kesällä 1,2-1,3 g/kg kuiva-ainetta (taulukko 16), mutta talvella vain 0,2-0,3 g/kg k.a. Typpi-pitoisuuskin vähintään puolittuu. Lisäksi on vähennetty talveksi järveen jäävää ja hajotessaan happea kuluttavaa kasvimassaa.

Taulukko 15. Rusutjärvestä niitetyn ja poistetun kasvimassan määrät (märkäpainona).

Vuosi	Kasvimassan määrä	Kasvimassan paino
1999	289 m ³	n. 130 t
2002	45-50 kuormaa, n. 500 m ³	n. 225 t
2003	27 kuormaa, n. 270 m ³	n. 120 t
2004	40 kuormaa, n. 400 m ³	n. 200 t

Taulukko 16. Niittomassan ravinnepitoisuuksia 1.8.1998, 29.6.1999 ja 29.8.1999. Yksikkönä on g/kg kuiva-aineessa.

	Kuiva- aine %	P	N	K	S	Ca	Mg	Fe
Järvikorte 29.6.1999	19,2	2,08	17,2	30,7	7,95	13,70	4,26	1,38
Järvikaisla 29.6.1999	14,1	3,94	28,0	35,7	5,24	2,50	1,91	1,31
Järviruoko 29.6.1999	37,4	1,27	19,8	16,4	3,62	3,46	1,56	0,71
Järviruoko 1.8.1998	39,6	1,17	15,7	8,9		2,28	0,96	0,18
Lumme 1.8.1998	12,4	1,92	19,4	18,2		8,37	1,55	0,18
Lumme 29.8.1999		2,32	22,7	21,1	1,69	11,70	2,91	0,17
Ulpukka 29.8.1999		3,88	28,2	23,7	3,17	16,10	2,09	0,14
Osmankäämi 29.8.1999		1,37	12,0	16,2	1,05	7,36	1,87	0,07

6.5 Rantojen ruoppaukset vuosina 1999-2002

Liettyneiden ja tiheäkasvustoisten rantojen ruoppaukset aloitettiin kevättalvella 1999 jään päältä kaivinkoneella. Kohteet olivat Tilloonlahden pohjukan länsiranta, ns. kylän ranta (kokkoranta) ja eteläpään seurakunnan ranta. Kunnan määrärahoja käytettiin yhteensä 100 000 mk eli 16 800 euroa. Vuonna 2000 jatkettiin em. kohteiden ruoppauksia ja viimeisteltiin työt. Yhteensä kunnan määrärahoja käytettiin 172 000 mk eli 28 900 euroa. Vuonna 2001 ruopattiin koulun ranta ja toimenpiteeseen käytettiin 55 000 mk eli 9 200 euroa. Vuonna 2002 aloitettiin Keskisen-Nickin rantojen ruoppaus, mutta heikkojen jääolojen takia työ jäi kesken. Massat sijoitettiin ja levitettiin tasaisesti pääosin järven lähipelloille kuten aiemmissakin ruoppauksissa. Määrärahoja käytettiin ko. vuonna 13 700 euroa. Vuosina 2003-2004 ei jäätilanteen takia voitu jatkaa töitä Keskisen-Nickin rannoilla.

6.6 Kosteikot ja laskeutusaltaat

6.6.1 "Kirjokallionoja"

"Kirjokallionojan" kosteikko valmistui tammikuussa 2002 järven eteläpään suoalueelle. Vesiensuojelun kuntayhtymä laati yhdessä viljelijöiden kanssa rakennussuunnitelman, johon sisältyi suo-ojien perkausta, leventämistä ja muotoilua polveileviksi siten, että ojat keräävät veden alueen keskelle (Joensuu 2002). Ojia kaivettiin 1 500 m, ja niistä kertyi 2 650 m³ massoja. Rakennuskulut olivat 6 900 euroa. Uudenmaan TE-keskus hyväksyi kosteikon erityisympäristötuen viisivuotisen hoitosopimuksen EU:n maatalouden erityisympäristötuella kahden viljelijän kanssa kesäkuussa 2001. Ravinnepitoisuuksia on seurattu vuosina 2002-2003. Monihaaraisuuden takia kosteikon vaikutuksia reduktioon on vaikeahkoa seurata, sillä siinä on kaksi päähaaraa, ja kumpaankin päähaaraan laskee sivu-uomia. Joka tapauksessa fosfori- ja typpipitoisuudet laskivat vuonna 2003 kosteikon yläpuolelta järvelle päin selvästi; kokonaisfosforin keskimäärin noin 35 % ja liukoisen fosforin sekä kokonaistypen vielä enemmän. Osasyynä lienee laimeneminen, sillä kosteikon yläpuolen suuret ammoniumtyppiärvot ilmentävät jätevesikuormituksen vaikutusta. Kosteikko vaikuttaa myös onnistuneelta osalta ravintoverkkokunnostusta hauen kutu- ja poikastuotantoalueiden lisäämisessä (ks. kohta 3.4.3 sähkökoekalastukset).

6.6.2 Rusutjärvenoja

Koulun (Elannon) rantaan Rusutjärvenojan suulle tehtiin vuonna 2001 pieni rannansuuntainen laskeutusallas/kosteikko. Vesi suotautuu penkan ja järviruovikon läpi järveen. Kesällä 2003 siinä oli runsas vesikasvillisuus. Työ tehtiin kunnan määrärahoilla ja lisäksi kyläläiset tekivät talkootyötä.

6.7 Maatalouden vesiensuojelutoimet

Euroopan unionin maatalouden ympäristötukiohjelmat ovat vaikuttaneet Suomessa vuodesta 1995 lähtien. Ympäristötukeen on sitoutunut n. 90 % maataloista. Se velvoittaa mm. 3 metrin suojakaistoihin vesistöjen varsille. Ns. nitraattiasetus vuodelta 2000 kieltää lannan talvilevityksen ja typpilannoituksen 5 m lähempänä vesistöjä. Jo aiemmin esim. lannoitteiden käyttö väheni Suomessa huomattavasti taloudellisista syistä sekä ympäristötietoisuuden lisääntymisen myötä. Enimmillään fosforilannoitteita käytettiin noin 35-37 kg/ha, mutta selvä lasku alkoi 1990-luvun alussa ja 2000-luvulla määrä on ollut enää 10-11 kg ha/fosforia/vuosi. Rusutjärvellä pääravinteiden käyttö aleni vuodesta 1994 vuoteen 1996 seuraavasti: typpi 95→78, fosfori 22→16 ja kalium 41→24 kg/ha/a. Alueen viljelyksistä oli salaojissa yli 90 % vuonna 1996 (Partanen 1996). Toimiva salaojitus vähentää pellolta lähtevää kiintoaines- ja fosforivirtaa avo-ojiin verrattuna. Fosforikuormituksen vähentämiseksi ojituksen kunnossapidon lisäksi myös maan rakenteen on oltava hyvä. Salaojituksen on havaittu lisänneen typen huuhtoumaa varsinkin ensimmäisinä ojituksen jälkeisinä vuosina. Suurin syy on ilmeisesti maan ilmavuuden paraneminen, mistä on seurauksena typen mineralisaation nopeutuminen (Rekolainen ym. 1992).

Uudenmaan maaseutukeskus teki 1990-luvulla KUVESin tilaamana ympäristönhoito-ohjelmat Rusutjärven alueen maataloille. Vuonna 1994 alueen peltoja viljeli 12 ja vuonna 1996 kymmenen viljelijää (Partanen 1996).

Asenne maatalouden ympäristönsuojeluun on muuttunut paljon myönteisemmäksi parissa vuodessa. Maatalojen ravinnetaseita laskettiin vuosille 2001-2003 Tuusulanjärvi-projektissa ongelmallisten peltokuormituslohkojen löytämiseksi (esim. Marttila 2003). Tilakohtaiset ympäristökartoitukset tehtiin 2002 ProAgria Uudenmaan Maaseutukeskuksen toimesta. Rusutjärven alueella ympäristökartoitus tehtiin kahdeksalle ja ravinnetaseita laskettiin neljälle tilalle. Tuusulanjärvi-projektilla on ollut kannustimena erityisympäristötukitoimiin 250 euroa/vesiensuojelua edistävä erityisympäristötukipäätös, jota on maksettu suoja-
vyöhykkeistä, kosteikoista ja luonnon monimuotoisuudesta. Luomusopimuksia Rusutjärven valuma-alueella on voimassa kaksi kappaletta sekä kahdella viljelijällä on sopimus kosteikon hoidosta.

6.8 Pohjaveden purkautumisen palauttaminen

Päijänne-tunnelin veden pumppauksella järven itärannan tekopohjavedenottamon harjuun on palautettu luontainen hyvälaatuisen pohjaveden virtaus järveen marraskuusta 1997 alkaen. Lisävettä on lupa johtaa ja syntyvää pohjavettä ottaa 20 000 m³/d. Käytännössä pohjavettä on otettu alle puolet tästä (Tanttu 2003).

7 Tavoitetaso vedenlaadulle

7.1 Vesipuitedirektiivi

Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2000/60/EY yhteisön vesipolitiikan puitteista eli ns. vesipuitedirektiivi (VPD) tuli voimaan 22.12.2000. Direktiivi sisältää yleisellä tasolla suuren määrän vesiensuojeluun liittyviä toimia. Uutena asiana on vesien tilatavoite ja sen edellyttämät kahdeksan vuonna 2004 Suomeen perustettavaa vesienhoitoaluetta, joille on laadittava vesienhoitosuunnitelmat vuoden 2009 loppuun mennessä. Direktiivin tavoitteena on, että vesien tila ei heikkene ja vesien ekologinen ja kemiallinen tila on hyvä vuoteen 2015 mennessä (poikkeustapauksissakin v. 2027).

Vesistöt jaetaan jatkossa sekä tyypeihin että luokkiin. Tyyppi kertoo, millainen järvi on luonnostaan. Luokka puolestaan ilmaisee, missä tilassa järvi on oman tyyppimäärittelynsä sisällä. Direktiivin mukainen luokittelu on vahvasti biologinen muuttaen nykyistä käytäntöä (taulukko 17). Samea tai humuspitoinen vesistö voisi olla jopa erinomainen, sillä vesistöjen luokittelu perustuu jatkossa vertailuun ns. häiriintymättömään luonnontilaan. Uutena tulee fysikaalis-kemiallisten mittarien rinnalle kalakannan, pohjaeläinten, kasviplanktonin ja vesikasvillisuuden tilan arviointi, erityisesti niiden mahdollinen muutos ns. luonnontilaisiin referenssijärviin, joiden luonnontila varmistetaan paleolimnologisilla tutkimuksilla.

Taulukko 17. Toistaiseksi käytössä oleva vesien yleinen käyttökelpoisuusluokitus (Vesi- ja ympäristöhallitus 1988).

	Erinomainen	Hyvä	Tyydyttävä	Välttävä	Heikko
Klorofylli <i>a</i> , µg/l	< 4	< 10	< 20	20-50	> 50
Kok.fosfori, µg/l	< 12	< 30	< 50	50-100	> 100
Näkösyvyys, m	> 2,5	1,0-2,5	< 1		
Levähaitat	ei	satunnaisia	toistuvia	yleisiä	runsaita
Päällysveden happipitoisuus, %	80-110	80-110	70-120	40-150	vakavia happi-ongelmia
Alusveden hapettomuus	ei	ei	satunnaista	esiintyy	yleistä

7.2 Rusutjärven vedenlaatatavoite

Rusutjärven vedenlaatu on taulukon 17 mukaisesti luokiteltu yleiseltä käyttökelpoisuudeltaan välttäväksi sekä jaksolla 1994-1997 että 1998-2000 (Uudenmaan ympäristökeskus 2002). Kunnostustyöryhmässä asetettiin seuraavia tavoitteita Rusutjärven tilaksi:

- hyvä vedenlaatu ja uimakelpoisuus läpi kesän,
- monipuolinen kalasto, jossa runsaasti petokaloja,
- siistit rannat,
- umpeenkasvun esto.

Rusutjärven vedenlaadun pysyväksi tavoitteeksi vuoteen 2008 mennessä on perusteltua asettaa puitedirektiivin mukaisesti kaikin puolin hyvä ekologinen tila, joka ainakin kasviplanktonin ja sinilevien suhteen on melko lähellä alku- ja kesäkesän 2003 tilannetta. Tuolloin sinilevää ei ollut silmin havaittavissa ja *a*-klorofyllipitoisuus oli yleensä alle 25 µg/l, jopa alle 20 µg/l. Happitilanteen tulee olla sellainen, ettei talvisia kalakuolemia esiinny eikä merkittävää sisäistä ravinnekuormitusta tapahdu (vähintään 2-3 mg/l). Vuonna 2003 em. vanhan luokit-

telun mukaan Rusutjärven vesi oli eri muuttujien mukaan tyydyttävää. Tärkeänä syynä olivat tosin kuiva loppuvuosi 2002 ja alkuvuosi 2003, jolloin lisäveden laimentava vaikutus entisestään korostui.

8 Kunnostustoimet 2004-2008

8.1 Yleistä järvikunnostuksista

Järvikunnostusten hyödynarviointia on käsitellyt mm. Majuri (2001) väitöskirjassaan. Tässä työssä on pyritty toimenpiteiden kustannuksia sekä niistä saatavaa hyötyä mahdollisuuksien mukaan arvioimaan. Vesivelho-hankkeessa on laadittu suunnitteluohjeistus rehevöityneiden järvien kunnostamiseen (Airaksinen 2004). Vesi- ja ympäristölainsäädännöstä puuttuvat toistaiseksi miltei kokonaan vesistöjen kunnostusta koskevat säädökset.

Suomessa arvioidaan olevan kunnostustarpeessa lähes 1 500 järveä (Turunen & Äystö 2000). Vuosina 1970-1995 eniten käytettyjä kunnostusmenetelmiä olivat hapetus (28 %:ssa hankkeista), vesikasvien niitto (26 %) sekä vedenpinnan nosto (22 %). Yhteensä kunnostuksia rekisteröitiin 553 kappaletta (Äystö 1997). Muutamaana viime vuotena, 1998-2002, on rekisteriin (n=223) kertynyt eniten niittoja (30 %), ruoppauksia (22 %) sekä hoitokalastuksia (18 %). Lisäksi maassamme on tehty mm. kalaston arvon ja vedenlaadunkin parantamiseen tähtääviä tilastoimattomia hoitokalastuksia sekä pienimuotoisia niittoja pääasiassa talkoovoimin lukuisilla järvillä jo vuosikymmenien ajan. Muutamia rehevyyden vähentämiseen käytettäviä kunnostusmenetelmiä on arvioitu taulukossa 18. Alueelliset ympäristökeskukset ylläpitävät kunnostushankerekisteriä, joka tulee ympäristöhallinnon nettisivuillekin vuoden 2004 aikana.

Kun kunnostustoimet on tehty, järveä ei saa jättää "oman onnensa nojaan", varsinkaan, jos ulkoinen kuormitus yhä ylittää kriittisen sietorajan. Pysyviä tuloksia ei saavuteta, jollei ulkoista ravinnekuormitusta vähennetä sietorajan alapuolelle. Järveä on siis hoidettava tehokkaamman kunnostusvaiheen jälkeenkin. Pelkän kunnostuksen sijaan on parempi puhua kunnostuksesta ja hoidosta.

Jotta toimenpiteiden onnistumista voidaan arvioida, on tehtävä fysikaalis-kemiallisia sekä biologisia seurantatutkimuksia. Silloin tiedetään mistä lähdettiin ja mihin tultiin sekä osataan valita ja mitoittaa toimet oikein.

Rusutjärvellä on tähänkin mennessä käytetty monipuolisia ja tehokkaita kunnostusmenetelmiä. Suositeltujen kunnostustoimien ajoitus toimenpidejaksolle 2004-2008 on liitteessä 4.

Taulukko 18. Kunnostusmenetelmien soveltuvuus, kun tavoitteena on vähentää rehevöitymistä yleensä (Äystö 1997).

Toimenpide	Vaikutus lyhyellä aikavälillä	Vaikutus pitkällä aikavälillä	Epäsuotuisten vaikut. mahd.	Kustannukset
Fosforin saostus	hyvä	tydyttävä	kohtalainen	alhaiset
Ruoppaus	tydyttävä	hyvä	kohtalainen	erittäin korkeat
Alusveden hapetus	kohtalainen	ei tietoa	alhainen	alhaiset
Ravintoketju-kunnostus	tydyttävä	hyvä /ei tietoa	alhainen	korkeat
Alusveden poisjohtaminen	kyseenalainen	kyseenalainen	kohtalainen	alhaiset

8.2 Talvi-ilmastus

Järven hapettaminen on yleistermi useille toimille, mutta myös sitä, kun haluttuun tilaan siirretään hapetta valmiina liuoksena tai kaasukuplina. Hapettamista on myös hapellisen päällysveden johtaminen alusveteen. Ilmastaminen on puolestaan ilman johtamista vesipatsaaseen. Jos vesi on hapen suhteen kylläinen, ilmastus ei ole enää hapettamista (Lappalainen & Lakso 2005). Rusutjärvellä hapetus tapahtuu ilmaa johtamalla eli ilmastamalla.

Rusutjärven talvi-ilmastusta jatketaan vuosittain toistaiseksi, vaikka tavoitteena lopulta onkin, että järvi pärjäisi ilman talvista "tekohengitystä". Tehostamiseenkin voi olla tarvetta, sillä esim. pitkänä jääpeitteisenä talvena 2002-2003 happipitoisuus laski pohjan lähellä ilmastimen läheisyydessäkin alle yhden milligramman litrassa. Kalakuolemia ei onneksi havaittu. Eri syistä johtuvat melko pitkätkin käyntikatkokset ovat olleet ongelmana useina talvina. Ilmastimen toimintaa pyrittiin parantamaan marraskuussa 2003, kun sen käynnistys ja sammutus siirtyi kunnan vesi- ja viemärlaitokselta vesiensuojelun kuntayhtymän vastuulle. Kunta tehostaa käynninvalvontaa lisäämällä ilmastimen teknisen toimen päivystäjän viikottaiseen tarkastuskierrokseen. Nykyinen laite on Neutrox-merkkinen. Se sekoittaa ilmaa pohjalle pumpattavaan pintakerrosveteen. Ylösnousevien ilmapuplien aikaansaama virtaus on ratkaisevasti suurempi kuin alaspumpattava vesimäärä. Hapen liukenemista tapahtuu sekä alavirtauksessa että ylös nousevien ilmapuplien mukana (Wahlgren ym. 1990). Laitteen moottoriteho on 7,5 kW (tarkistettu virrankulutus 10,0 kW joulukuussa 2003).

Esimerkiksi Neutrox-ilmastimesta kehitetty Ecoxy-mikroakuplailmastin olisi selvästi energiatehokkaampi (taulukko 19). Niitä valmistetaan kokoluokissa 2,2-22 kW. Joka tapauksessa nykyisen ilmastimen käyttöikä saattaa jo toimenpidejaksolla tulla tiensä päähän. Tuusulanjärvellä käytettävä energiatehokas Mixox-hapetin ei sovellu talvella mataliin järviin, joista happi uhkaa loppua kokonaan, sillä se kiertää pelkästään pintavettä alusveteen. Kalakuolemien estämisen lisäksi ilmastuksella vaikutetaan sedimentin hapetus-pelkistystilaan ja sitä kautta vähennetään fosforin liukenemista. Toisaalta lisäveden pumppauksellakin pystytään talviaikaisiin pitoisuuksiin vaikuttamaan myönteisesti, mutta käyttökulut ovat silloin suuremmat. Mataluuden takia Rusutjärvi ei kerrostu kesällä eikä happiongelmia silloin esiinny.

Taulukko 19. Hapettimien ja ilmastimien hapetuskapasiteettiarvoja Äystön (1997) laitevalmistajilta ja kirjallisuudesta keräämien tietojen mukaan.

Laite	Hapetuskapasiteetti- eli OC-arvo (kg O ₂ /kWh)
Mixox	10-15
Hydixor	1-4,1
Neutrox	< 1
Ecoxy	3-7
Planox	1-1,5
Listema	2,7-4,2
Aire-O ₂	1,5
Ilmastusharja	1-1,5

8.3 Päijänne-tunnelin lisävesi

Niukkaravinteisen laimentavan lisäveden pumppausta on perusteltua jatkaa koko toimenpidejakson ajan Rusutjärven rehevyyshaittojen takia. Vuosittaiset käyttökulut vaihtelevat pumppausmäärästä riippuen. Vuonna 2003 ne olivat 36 960 euroa eli 1,2 snt/m³. Summaan sisältyy korvaus Pääkaupunkiseudun Vesi Oy:lle,

sähkölaskut, limnigrafin huollot, velvoitetarkkailut ym. Varaus vuodelle 2004 oli edellisvuoden tapaan 42 000 euroa (ilman yleiskuluja). Pumpattava lisäveden kokonaismäärä olisi edelleen noin 2,5-3 milj. m³/vuosi.

Päijänne-tunnelin vettä ei saa johtaa Rusutjärveen, jos järven vedenkorkeus asteikolla N₆₀ ylittää 45,85. Pumpattava vesimäärä on 240 l/s. Varaus isommallekin määrälle on olemassa (paikka lisäpumpulle), mutta määrää rajoittaa em. vedenkorkeusraja sekä myös Vuohikkaanojan uoman vedenjohtokyky. Pumpausmäärän lisääminen vaatisi uuden lupahakemuksen ja Länsi- sekä Itä-Suomen ympäristölupavirastojen luvan. Lisäveden virtaama saa nyt olla vuorokausikeskiarvona 0,2 m³/s ja hetkellisesti 0,4 m³/s. Varsinkin talvisin ja syksyisin on perusteltua hyödyntää halvempaa yösähköä. Silloin pumpataan 9 h/d, jolloin lisävettä virtaa keskimäärin 90 l/s vuorokaudessa. Talvisaikaan lisävesi parantaa myös järven happipitoisuutta ainakin paikallisesti. Esimerkiksi talvella 2003 oli 8 mg/l happea 1 m:ssä tulouoman läheisyydessä, kun keskellä järveä liukoista happea oli vain 2 mg/l. Tuolloin Päijänne-veden lämpötila oli 2 °C järveen saapuessaan. Keskikesällä 2003 lisäveden lämpötila oli 7 °C (Keski-Uudenmaan vesiensuojelun kuntayhtymä, julkaisematon).

8.4 Vesikasvien niitot

Vesikasveja niitetään edelleen loppukesinä 2004-2005, jolloin koko järvi tulee kierrettyä kahdesti. Ajoittamalla niitot heinä-elokuun vaihteeseen saadaan suurin hyöty ravinteiden ja biomassan poiston kannalta. Niitto-ohjelma tarkistetaan kesän 2006 vesikasvikartoituksen jälkeen. Niittämisen keskimääräisiksi kustannuksiksi on arvioitu 420 euroa/ha (Etelä-Savon ympäristökeskus 2001). Niittojen mukana poistuu ravinteita sekä kasvimassan poistolla hidastetaan maatuviin kasvipatjojen syntyä rannoille. Erityisesti kasvimassan hajotessa rantavyöhyke voi olla merkittäväkin sisäisen kuormituksen lähde (Boström ym. 1982). Syksyllä kuolleista kasvinosista vapautuu veteen huomattavia määriä epäorgaanisia ravinteita ja liuenneita orgaanisia yhdisteitä, vaikka pohjaan juurtuneet kasvit varastoivatkin osan (25-75 %) lehvästön ravinteista juuristoonsa (Wetzel 2001). Vähäisemmän ligniinisolukon takia upos- ja kelluslehtiset hajoavat ja niihin sitoutuneet ravinteet vapautuvat nopeammin kuin ilmaversoisten.

Ilmaversoisia kannattaa niittää umpeenkasvun estämiseksi, virtausolojen parantamiseksi ja kalojen kutualueiden parantamiseksi. Erityisesti hauen kutuolot paranevat oikein tehdyillä niitoilla ja virkistyskäyttömahdollisuudetkin paranevat. Niitot on tehtävä mieluiten laikuttaisesti ja väyliä tehden, ei kaikkea mahdollista poistaen (Vakkilainen 2002). Niittomassat on sijoitettava siten, ettei niistä pääse valumaan ravinteita takaisin järveen tai pohjaveteen. Niitot on ajoitettava loppukesälle myös lintujen pesinnän takia. Niittojen ulkopuolelle suositeltiin jo vuoden 2000 suunnitelmassa jättämään Rusutjärvellä kelluslehtisten vyöhykkeet ja kaislikon ulkoreunan syvällä kasvavat vyöhykkeet.

Vesikasvit ovat oleellinen osa järviluontoa. Erityisesti uposlehtisillä on todettu myönteinen nettovaikutus vedenlaatuun. Vesikasvit sitovat sedimenttiä, tarjoavat suojapaikkoja vesielioille, mm. kalanpoikasille ja vesikirpuille, kilpailevat pinnallaan kasvavine levineen ja bakteereineen ravinteista planktonlevien (ml. sinilevät) kanssa ja varjostavat niiden kasvua sekä erittävät jopa planktonin kasvua hillitseviä allelopaattisia yhdisteitä ("kemiallinen sodankäynti"). Ilmeisesti ainakin vesirutto, ärviät ja näkinpartaiset pystyvät edellä mainittuun erittämällä polyfenoleita ja erilaisia rikkiyhdisteitä (Jeppesen & Sammalkorpi 2002). Em. kasvilajeja ei Rusutjärvellä kuitenkaan juuri esiinny. Rehevoitymisen, järvien vedenpinnan laskun, laidunnuksen loppumisen ym. myötä kasvustot ovat monilla järvillä päässeet yli-

tiheiksi ja laajoiksi. Toistuvilla niitoilla voidaan vähentää ilmaversoisia huomattavasti. Sen sijaan paksujuurisiin kelluslehtisiin niitot eivät juuri tehoa. Päinvastoin ne valtaavat usein ilmaversoisilta vapautuvaa elinpiiriä niittojen seurauksena. Ilmaversoisten kasvien merkitystä savisameassa järvessä on tutkinut mm. Nurminen (2003) väitöskirjassaan. Matalia järviä kunnostettaessa tulee vesikasvien leviäminen tiettyyn rajaan asti hyväksyä, sillä matala rehevä kirkasvetinen järvi, jossa on hyvin vähän vesikasveja, on ekologinen mahdottomuus (Horppila 2003).

8.5 Ravintoketjukurkunnostus

Biomanipulaatio eli ravintoketjukurkunnostus tarkoittaa vesistön kunnostustoimenpiteitä, joilla vähennetään leväsamennusta valikoivalla kalastuksella ja petokalaistutuksilla (Shapiro ym. 1975). Hoitokalastukset ja petokalaistutukset ovat molemmat olennainen osa ravintoverkkokunnostusta. Ilman toista toisenkin toimen vaikuttavuus kärsii. Kalojen poiston on oltava tehokasta. Onnistuneissa hankkeissa usein vähintään 70-80 % planktonia ja pohjaeläimiä syövästä kaloista on poistettu lyhyessä ajassa. Ravintoketjukurkunnostukseen voidaan laajassa mielessä laskea myös petokalojen, esim. hauen, poikastuotannon lisäämiseen tähtäävät toimet. Niitä ovat mm. ylitieheiden ja umpeenkasvaneiden rantojen niitot/ruoppaukset sekä kutualueeksi soveltuvien kosteikkojen rakentaminen.

8.5.1 Hoitokalastus

Hoitokalastukseen ryhtyminen on perusteltua, jos Nordic-yleiskatsausverkon yksikkösaalis on runsas (yli 2 kg/verkkoyö) ja särkikalavaltainen sekä petokalojen osuus saaliista on alle 20 % (Salminen & Böhling 2002). Edellä mainitut ehdot täytyvät Rusutjärvellä. Tiheästä kalakannasta ja hitaasta kasvusta kertoo myös pasurien tulo sukukypsyyteen jo 8 cm:n mittaisina (Keski-Uudenmaan vesiensuojelun kuntayhtymä 2003, julkaisematon), kun Koli (1998) mainitsee sukukypsyyden saavutettavan vasta 13-15 cm:n pituisena. Lisäksi yli 0,4 oleva klorofylli/fosfori -suhde (ks. luku 3.1) ja kesäaikainen fosforipitoisuuksien nousu puoltavat hoitokalastuksia Rusutjärvellä. Sinne on muodostunut keskikokoisten ja hidaskasvuisten särkien, pasurien ja lahnojen vallitsema kalayhteisö. Nämä kalat ovat suurelta osin liian suuria tärkeimmän petokalan kuhan ravinnoksi. Hoitokalastamalla vanhat särkikalat vähiin saataisiin kalastoa nuorennettua ja samalla myös runsaasti sopivan kokoista ravintoa kuhalle ja elintilaa ahvenelle (Vesala & Ruuhijärvi 2004).

Koeverkkojen yksikkösaaliin perusteella voi RKTL:n ohjeen mukaan karkeasti arvioida saalistavoitteen. Rusutjärven runsaan 3 kg:n yksikkösaaliin mukaan se olisi n. 300 kg/ha kahdessa vuodessa. Toisaalta vuosisaaliin tulisi olla n. 100 kg hehtaarilta kokonaisfosforin ollessa 40-50 µg/l eli Rusutjärven luokkaa (Jeppesen & Sammalkorpi 2002). Kokonaisfosforipitoisuuden (TP) perusteella Jeppesenin kaavan mukaan

$$\text{saalistarve (kg/ha/a)} = 16,9 \text{ TP}^{0,52} \quad (5)$$

eli Rusutjärvellä 115-130 kg/ha/a.

Rusutjärvellä esitetään hoitokalastuksen tehostamista yhdessä kalastuskunnan kanssa. Paras ja kustannustehokkain ajankohta nuottaukselle on loppusyksy särkikalojen parveutuessa syvännealueella. Tiheäsilmäisten katiskojen käyttöä tehostetaan erityisesti särkikalojen kutuaikaan sekä muulloinkin houkutinaineiden avulla. Myös paunettipyynti on mahdollinen. Saalistavoite on parin vuoden tehokalastusvaiheessa noin 100 kg/ha/vuosi. Kurenuotalla (A=0,1 ha) tehdään kalamäärän arvio loppukesällä/alkusyksyllä 2004 samaan tapaan kuin 1990-luvun lopulla, jolloin lopullinen saalistavoite tarkentuu. Koeverkkotulosten perus-

teella kohdelajit ovat särki, pasuri, lahna sekä salakka. Saaliista vapautetaan petokalat (ml. yli 15 cm ahvenet) ja arvokalat. Saaliille löytyy käyttöä ainakin turkistarhojen rehuna tai turpeen kanssa kompostoituna luomuviljelyn lannoitteena. Viereisellä Tuusulanjärvellä kevätrysäpyynnin saalis on viime vuosina mennyt valtaosin yksityisille ihmisille hyötykäyttöön.

Nuottauksen urakkahinta Tuusulanjärvellä vuonna 2003 oli 450 euroa/veto (alv. 0 %). Rusutjärvellä saalistason 100 kg/ha saavuttaminen vaatisi syksyjen 1998-1999 yksikkösaaliilla 13 vetoa eli 6 000 euroa. Jokaisen apajan saaliista otetaan 10-15 kg:n otos, josta määritetään saaliin lajijakauma ja saalistajien kokojakauma.

Hoitokalastus vaatii vesialueen omistajan tai kalastusoikeuden haltijan eli Rusutjärven kalastuskunnan kirjallisen luvan.

Ravintoketjukurunostuksen vaikutusmekanismeista

Hoitokalastussaaliin mukana Rusutjärvestä poistuu ravinteita (n. 0,7 % fosforia/kg kalaa). Tärkein vaikutusmekanismi on pohjan pölytyksen (bioturbaatio) vähentyminen ja kalojen erittämän ravinnemäärän väheneminen, jolloin sisäinen ravinnekkuormitus pienenee. Myös eläinplanktonin määrä ja keskikoko kasvaa niitä syövien kalojen määrän vähentyessä. Erityisesti suuret *Daphnia*-vesikirput ovat tehokkaita kasviplanktonin suodattajia. Kun äyriäisplanktonin määrä ja koko kasvavat, kalatkin syövät usein mieluummin niitä kuin pohjaeläimiä, pohjan kuollutta eloperäistä ainesta (detritusta) tai vesikasveja, joista ne eritteillään siirtäisivät ravinteita ylempiin tuottaviin vesikerroksiin kasviplanktonin käyttöön. Kaikkea ei vaikutusmekanismeista kuitenkaan tiedetä. Esim. bakteerien, alkueläinten ja heterotroffisten nanoflagellaattien sekä selkärangattomien petojen merkitystä ravintoverkossa ei vielä täysin tunneta. Asiaa on pohtinut mm. Ventelä (1999) väitöskirjassaan.

Esimerkkikohteita

Tunnettuja suomalaisia raportoituja ja onnistuneita ravintoketjukurunostuskohteita ovat mm. Säskylän Pyhäjärvi ja Liperin Pohjalampi (Helminen ym. 1995), jätevesien rehevöittäjä Tuusulanjärvi (yhdessä tehokkaan hapetuksen kanssa) (mm. Pekkarinen 2002) sekä Lahden Vesijärven Enonselkä (Sammalkorpi ym. 1995). Vesijärvi ei toipunut jätevesikuormituksen loputtua 1970-luvulla, vaan sinilevän massaesiintymät häirttasivat suuresti järven virkistyskäyttöä. Vesijärvestä poistettiin vuosina 1987-1994 yli 1 milj. kg kalaa, lähinnä särkeä sekä kuoretta. Enonselän kokonaisfosforipitoisuus aleni kolmanneksen, näkösyvyys kaksinkertaistui ja sinileväkukinnat pysyivät poissa koko 1990-luvun. Ylläpitävän hoitokalastuksen määrä (n. 30 kg/ha eli särjen vuosituotto) ei ollut pitkän päälle riittävä suuresta ulkoisesta ravinnekkuormituksesta johtuen, ja leväkukinnat palasivat ainakin osittain. Vuonna 2002 käynnistettiin Vesijärvi II-projekti, jonka vaikutukset näkyivät planktonissa jo kesällä 2003 (Keto 2004).

Jätevesien pilaama Ruotsin Finjasjön oli selvästi Tuusulanjärveäkin rehevämpi. Sitä osittain myös ruopattiin ennen tehokalastusta, mutta sisäisen kuormituksen todettiin kuitenkin olevan edelleen suurta myös ruopatuilla alueilla. Vuosina 1992-1994 Finjasjö-järvestä troolattiin lähes 400 kg/ha ja vuosina 1998-1999 vielä 90 kg/ha kalaa. Vedenlaadun paraneminen oli erittäin merkittävää mm. kokonaisfosforin (200→alle 50 µg/l), *a*-klorofyllin (lähes 100→20-30 µg/l), näkösyvyyden (0,4→1,5-2 m) ja uposkasvien peittävyuden (1→20 % pinta-alasta) osalta (mm. Annadotter ym. 1999).

Ylläpitävä hoitokalastus

Yksi syy järviemme rehevöitymiseen on viime vuosikymmenien valikoiva kalastus. Pyynti kohdistuu lähinnä petokaloihin (hauki, kuha, isompi ahven, made, taimen ym.) sekä muikkuun tai siikaan. Särkikalat ym. vähempiarvoisina pidetyt

lajit jäävät pyyntiponnistuksen tavoittamattomiin tai ne jopa lasketaan takaisin vesistöön. Rusutjärven ylläpitävään hoitokalastukseen tehokkaamman 2-3 -vuotisen kalastusvaiheen jälkeen soveltuvat tiheäsilmäiset katiskat, mahdollisesti paunetii ja tutkitun tarpeen mukaan ajoittain syysnuottaus. Saalistavoite on arviolta 30-40 kg/ha/a.

Weke-katiskat soveltuvat houkutinaineella syötettyinä särkikalajien ja pienen ahvenen kutupyntiin keväällä ja alkukesällä. Keskipäivällä ns. limoittuminen voi olla ongelma, mutta myöhemmin syksyllä on jälleen saatu hyviä saaliita (Hakala 2004). Tiheillä katiskoilla on saatu merkittäviä saaliita mm. Pohjanmaan Lappajärvellä sekä Pien-Saimaan Sunisenselällä (kymmeniä tonneja n. 50 katiskalla kolmessa vuodessa). Sunisenselällä mäskisyöttien ansiosta särjen osuus saaliista on ollut kolme neljäsosaa. Siellä on myös maksettu kalastusseurojen ym. talkoolaisille väivänpalkkaa 67 snt/kalakilo. Katiskapyynti ei vaadi mitään erikoiskalustoa eikä -osaamista soveltuen siten asiasta kiinnostuneelle jokamiehellekin. Katiskat on tietysti pidettävä puhtaana ja pyyntipaikkaa on ajoittain vaihdettava.

Kuhan alamitan nosto

Rusutjärvellä on määrätty kalastuskunnan toimesta verkkojen pienimmäksi solmuväliksi 55 mm jo vuonna 1976. Sen kanssa linjassa olisi kuhan alamitan nosto kalastusalueen päätöksellä 45 cm:iin, kun kalastusasetus määrää ainakin toistaiseksi mitaksi vain 37 cm. Alamitan noston hyödyt kertautuisivat, sillä kasvupotentiaali tulisi paremmin hyödyksi, kokonaissaalis (kg) kasvaisi ajan myötä, kaikki naaraat ehtisivät kutea ainakin kerran ja suuremmat kuhat söisivät hieman isompaakin särkikalaa. Vantaanjoen kalastusalueen vuosikokous voi nostaa kalastuslain 35 §:n mukaan kalastusasetuksessa säädettyä alamittaa (37 cm), mikäli osakaskunta sitä perustellusti esittää kalastusalueen hallitukselle. Lehtonen (2003) suosittelee alamitaksi jopa vähintään 47-50 cm.

Alamitan nostopäätöksen jälkeen asiasta on tiedotettava normaalien osakaskunnan tilaisuuksien lisäksi esim. kyltein venerannoissa. Alamitan nosto on muutenkin ajankohtainen, sillä maataloustuottajien, luonnonsuojelijoiden, vapaa-ajankalastajien, vesialueen omistajien sekä virtavesien kunnostajien valtakunnalliset etujärjestöt esittivät vuonna 2002 kuhan alamitan nostoa kalastusasetuksella.

8.5.2 Petokalaistutukset

Petokaloista Rusutjärvelle tulevat kyseeseen jo aiemmin istutetut tai luontaiset lajit, kuten ankerias, hauki, made, toutain sekä kuha tarpeen mukaan, jos on syytä olettaa kuhan luonnonvuosiluokan olleen huono (viileä alkukesä). Lohjanjärvellä kuhasaaliit ovat aina vaihdelleet voimakkaasti. Istutukset merkityillä kesänvanhoilla 7-9 cm kuhan poikasilla vuosina 1991-1995 paransivat selvästi 1990-luvun loppuvuosien saaliita, vaikka istutustiheys oli melko pieni (2-5 kpl/ha/vuosi) (Salminen & Ruuhijärvi 1999). Rusutjärvellä kuhan kudun onnistuminen on esim. Tuusulanjärveä epävarmempaa, joten poikasistutuksista saatava hyötykin olisi suhteellisesti suurempi (Fontell ym. 2003). Mateita kannattaa istuttaa, jos syksyn 2003 koe-erä menestyy ja järven tila hieman paranee. Hiidenvedellä mateen poikasia tavattiin vain vähiten rehevöityneillä altailla, joilla kokonaisfosforipitoisuus on alle 50 µg/l (Kjellman ym. 2000). Hauet olisi istutettava esikasvatettuina tai mieluiten kesänvanhoina, sillä kesäkuun alussa 2000 istutettuja vastakuoriutuneita ei saatu Rusutjärven sähkökoekalastuksissa myöhemmin kesällä yhtään kappaletta (Korhonen & Nyberg 2001). Toisaalta kaikilla kalalajeilla on aina muistettava paikallisten kouliintuneiden luonnonpoikasten parempi selviytymiskyky istukkaisiin verrattuna. Mieluummin siis parannetaan poikastuotanto-olosuhteita kuin istutetaan, jos vain mahdollista.

Luontaisissa toutainvesissä on yleensä hyvä kuhakanta. Lajit saattavat joskus kilpailla ravinnosta, vaikka niiden saalistustavat ja -paikat ovat erilaiset. Rusutjärvestä on saatu viitteitä, että nuorten toutainten kasvu olisi heikentynyt silloin, kun nuorta kuhaa oli runsaasti. Kuoreen runsaus saattaa helpottaa toutaimen ja kuhan yhteisesiintymistä. Ankeriaita suositellaan reheviin vesiin lasiankeriaina 100 kpl/ha/vuosi, karumpiin 25 kpl/ha/a. Jatkokasvatettuja poikasia, kuten Suomessa viime vuosina, ei tarvita yhtä paljon (Salminen & Böhling 2002). Monnikaan ei ole poissuljettu, jos istukkaita lähivuosina on saatavilla. Ilmaston vähittäinen lämpeneminen suosii alkuperäiseen kalastoomme kuulunutta monnia eli säkiää.

Kirjolohi ei ole Suomen luontainen kalalaji, ja havainnot Tuusulanjärveltä ryssäsaaliissa kertovat niiden laihuudesta, eli ne eivät juuri osaa syödä luonnonruokaa. Virkistyskalastuksen kohteeksi sitä voi silti istuttaa, mutta mieluummin nopeasti kasvavaa ja Keski-Euroopassa arvostettua ruokakalaa karppia, jota järveen jo aiemmin on istutettu. Karppi ja kirjolohi eivät Suomen ilmasto-oloissa pysty muodostamaan elinkelpoista kantaa luonnonvesiin, koska poikaset eivät ehdi kasvaa kesällä riittävän suuriksi selvitäkseen ensimmäisestä talvesta.

Täpläräpu

Täpläräpuistutuksilla Rusutjärven kalataloudellista arvoa voidaan parantaa tehokkaimmin. Alkuperäisen rapumme (*Astacus astacus*) kauppahinta on täpläräpu (*Pasifastacus leniusculus*) parempi, mutta vuonna 2000 päivitetyn valtakunnallisen rapustrategiamme (Mannonen 2001) mukaisesti Rusutjärvelle on kannattavampaa istuttaa nopeakasvuisempaa ja rapuruttoa aiheuttavaan leväsieneen sopeutunutta täpläräpu. Ruotsin suurella Hjälmaren-järvellä harjoitetaan 30 vuotta jatkuneiden ankeriaan ja täpläräpun istutusten jälkeen merkittävää molempien lajien ammattipyyntiä. Suomessakin on useita vesiä, joissa sekä ankerias että rapu esiintyvät rinnakkain. Ravun elinolot paranevat suojapaikkojen lisäämisellä (kivikot erikokoisesta aineksesta, tiiliset salaajaputket, reikätiilet, kattotiilet). Parhaiten suojakivikosärkkien rakentaminen onnistuu kantaville hiekka- ja savipohjille. Lammikkokokeiden perusteella pikkurapujen syöjinä tehokkaimmat ovat ankerias ja ahven, joka yleisyytensä vuoksi aiheuttaa rapukannoille suurimmat tappiot. Noin 70 % Suomessa sukukypsillä täpläräpuilla tehdyistä istutuksista on onnistunut vähintään kohtalaisesti. Sukukypsiä vähintään 6-8 cm:n mittaisia rapuja suositellaan istutettavaksi mieluiten 500-1 000 kpl/istutuspaikka. Eduksi on, jos naaraita olisi kaksi tai kolme kappaletta koirasta kohti, mikäli sellainen istutuserä on saatavissa (Tulonen ym. 1998, Tulonen 2002). Lienee niin, että ainakaan vakiintunutta rapukantaa kohtuulliset ankeriasistutukset eivät romahduta.

Ravustuksen valvontaan olisi pyyntivahvan kannan synnyttyä kiinnitettävä jopa muuta kalastuksenvalvontaa tarkempi huomio ja sovittava pelisäännöt, kuinka lähelle toisen uimarantaa tai laituria mertoja saa viedä. Mahdollisen rapuistutuksen kulujen maksajaksi esitetään Rusutjärven kalastuskuntaa.

8.6 Rantojen ruoppaukset ja Tilloonlahti

Ensisijainen rantaruoppauksen kohde on aiemmin kesken jäänyt Keskisen-Nickin ranta järven lounaisosassa sekä uutena kohteena Tilloonlahden ruoppaus /lahden ruoppauksen laajentaminen. Tilloonlahden alustavissa mittauksissa 22.10.2003 kovan saven päällä todettiin lahden länsirannalla 1,5-2,5 m pehmeää (muta)liejua. Jos sedimenttiä poistettaisiin saveen asti, muodostuisi siihen järven syvin kohta. Se keräisi talvehtivia kaloja ja helpottaisi syys- tai talvinuottausta. Työryhmässä oli esillä ajatus poistaa ajoittain resuspendoitunutta ja sedimentoitunutta ainesta eräänlaisesta laskeutusaltaana toimivasta ruoppausyvennyksestä. Tilloonlahden

pohjukkaan laskee järven eteläpään suokosteikon läpi "Kirjokalliojoja" sekä lahden länsirannalle Päijänne-tunnelin lisävesiuoma. Ruoppauksen vaatimia esitutkimuksia on esitelty kohdassa 8.10.2.

Edelliset kohteet esitetään ruopattavan esimerkiksi kaivurilla jään päältä kevättälvinä 2005-2006, jäätilanteesta riippuen. Aluslevyillä voidaan vähentää kaivurin jäähän kohdistamaa pintakuormaa. Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää syksyllä avovesikautena ponttonikaivurimenetelmiä.

Sekä niitoilla että rantojen ruoppauksilla on mahdollisuuksien mukaan pyrittävä mosaiikkimaiseen monimuotoisuuteen, josta on hauelle ja vesilinnuille hyötyä. Ravinteikkaiden lietteiden poistolla voidaan vähentää jonkin verran järven sisäistä ravinnekuormitusta. Kaivumassat on ehdottomasti sijoitettava siten, että ravinteet eivät valu takaisin järveen tai pohjavesiin. Maaliskuun 1999 ruoppausmassoissa oli 124 g fosforia ja 1 845 g typpeä lietekuutiometriä kohden. Kuivaainepitoisuus oli keskimäärin 22 % (Novalab Oy 1999). Kustannukset jäältä tehtävälle ruoppaukselle ovat suuruusluokkaa 13 400-20 200 euroa/ha ja ruoppaukselle rannalta 5 000-8 400 euroa/ha (Etelä-Savon ympäristökeskus 2001).

Mittavat ruoppaustoimenpiteet vaativat Länsi-Suomen ympäristölupaviraston luvan tai ainakin Uudenmaan ympäristökeskuksen hanketta puoltavan lausunnon siitä, että lupaa ei tarvita. Ruoppausilmoitus on tehtävä vähintään 30 vuorokautta ennen töiden aloittamista Uudenmaan ympäristökeskukselle. Ilmoituksessa on oltava myös ruoppaustekninen suunnitelma. Vähäistä suuremmissa töissä on oltava vesialueen omistajan ja lähinaapureiden suostumus.

8.7 Kolistimenojan kosteikko

Maisema ja Ympäristö Oy:n (2000) suunnitelmassa ehdotettu kosteikko tai kosteikkoketju, "ekofiltteri", esitetään toteutettavaksi metsäiselle rämealueelle kunnan ja/tai yksityisen viljelijän maalle vuosina 2005-2006. Kolistimenojasta Kolistimientien kohdalta otettiin vesinäytteitä vuoden 2003 aikana yhteensä 11 kertaa (kuva 13) ja kahdesti useampi näyte koko puron matkalta latvoilta järveen. Vetikonojan (Kolistimenojan yläosa) perkausyhtiö on järjestäytynyt vuonna 1929. Oja alkaa lähteestä ja vesi on aluksi kirkasta ja niukkaravinteista, mutta asutus ja peltoviljely kuormittavat sitä jo sen yläosalla. Typpipitoisuudet vaihtelevat suuresti, vuonna 2003 välillä 580-6 900 µg/l. Kolistimenojassa on kuivinakin kausina pieni virtaama toisin kuin kahdessa muussa suuremmissa järveen laskevassa ojassa. Syksyllä 2003 Uudenmaan ympäristökeskuksen suunnittelija on tutustunut alueeseen ja keväällä 2004 alueella tehtiin mittaustöitä kunnan toimesta. Suunnittelutyö voitaisiin tehdä myös vesiensuojelun kuntayhtymässä. Ojan voisi mahdollisesti johtaa kulkemaan nykyisen uoman länsipuolitse kunnan omistaman soisen metsäalueen kautta.

Kosteikon tai kosteikkoketjun pinta-alan pitäisi olla vähintään 1-2 % valuma-alueesta (Maa- ja metsätalousministeriö 2003a), mikä kyseisellä paikalla vaatisi 3-6 hehtaarin kosteikon. Kuitenkin pienemmälläkin pinta-alalla on vaikutusta: Tuusulanjärven Klenkon kosteikko on vain n. 0,2 % valuma-alueesta, mutta vuoden kestäneessä seurannassa se pidatti kiintoaineesta noin kolmanneksen, kokonaisfosforista neljänneksen ja liukoisesta fosforista viidenneksen (Aronsoo 2001). Mitä ravinteikkaampaa vettä kosteikkoon tulee, sitä paremmin se suhteessa toimii. Oleellista on myös saada kosteikkoon leviämään veden liukoisia ravinteita käyttävä vesikasvillisuus mahdollisimman pian. Puustisen ja Koskiahon (2003) mallin mukaan tärkein kosteikon tehokkuuteen vaikuttava tekijä on sen pinta-alan suhde valuma-alueensa pinta-alaan. Fosfori- tai typpipitoisuuden vähenemää (y) voidaan arvioida yhtälöillä:

$$\text{Fosfori: } y = 8,47x$$

$$(6),$$

Typpi: $y = 8,64x$ (7), joissa

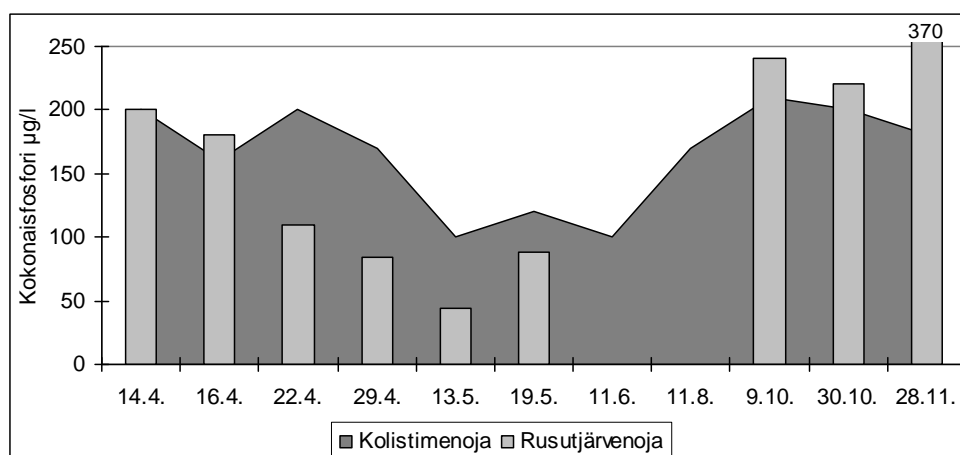
y = fosfori- tai typpipitoisuuden vähenemä ja

x = kosteikon pinta-alan %- osuus yläpuolisesta valuma-alueesta.

Fosforipitoisuuden alenema oli edellisen mallin mukaan suomalaisilla maatalousalueilla hieman keskimääräistä suurempi, noin 25 %, jos kosteikko on 2 % valuma-alueesta ja 70 %, jos pinta-alasuhde on 5 %.

Kosteikko esitetään rakennettavaksi kunnan rahoituksella. Viljelijä voi lisäksi hakea erityisympäristötukea maalleen tulevan osan hoidolle. Laskeutusaltaisiin ja kosteikkoihin kertynyttä lietettä on ajoittain poistettava.

Kosteikon rakentamiselle vaihtoehtona on Kolistimenojan vesien johtaminen Mustojan latvoille ja edelleen Palojokeen. Teknisesti käntö on helppo ja halpa toimi. Oja ilmeisesti vielä 1940-luvulla laskikin Palojoen vesistöön. Käntö vaikuttaisi järven hydrologisiin oloihin, sillä oja muodostaa lähes 40 % Rusutjärven valuma-alueesta (ilman järveä). Lisäksi kuormitusongelmaa siirrettäisiin Palojoen vesistöön. Ojan käntö vaatii lausunnon Uudenmaan ympäristökeskukselta, jonka perusteella selviäisi, tarvitaanko hankkeelle Länsi-Suomen ympäristölupaviraston lupa.



Kuva 13. Kolistimen- ja Rusutjärvenojien kokonaisfosforipitoisuudet vuonna 2003.

8.8 Maatalouden vesiensuojelutoimet

Rusutjärven valuma-alueella on noin kymmenen maatilaa, joista kaksi viljelee luonnonmukaisesti. Lypsykarjatilaja on yksi ja hevostilaja ainakin kaksi sekä lisäksi pienempiä hevostalleja. Peltoa valuma-alueella on yhteensä yli 200 ha. Viljely on kevätiljavaltainen, joten peltoviljelyn menetelmillä on ratkaiseva merkitys vesistöön joutuvan kuormituksen hallinnassa.

Maatalouden vesiensuojelua voidaan tehostaa erityisesti, kun toimenpiteet kohdistetaan eroosioherkille ja paljon fosforia sisältäville pelloille, joita mm. ravinetasein on alueella selvitetty. Kuten kunnostustoimet yleensä, myös maatalouden kuormituksen vähentämistoimet vaativat pitkäjänteisyyttä. Hetkessä ei järvi muuta muotoaan toiseksi.

Maatilojen ympäristökartoituksessa esille tulleita hankkeita on pyrittävä suunnitelmakaudella edistämään mahdollisimman tehokkaasti. Ympäristökartoituksessa joulukuussa 2002 käytiin kahdeksalla maatilalla, joissa esille tulivat mm. seuraavat mahdolliset vesiensuojelua edistävät hankkeet:

- valtaojien putkitukset ym. (3 tilalla),
- kosteikko (1),

- laskeutusallas (1),
- suojavyöhyke (2),
- kalkkisuodinoja (1).

Kannustus ja neuvonta ovat tärkeitä maatalouden vesiensuojelun edistämises-
sä. Tuusulanjärvi-projektin rahallinen tuki on 250 euroa vesiensuojelua edistävästä
erityisympäristötukipäätöksestä sekä 20 senttiä / suojavyöhykemetri / vuosi kerta-
korvauksena. Eroosioherkkien ojien mahdollisia putkituksia ja kalkkisuodinoja
selvitetään Tuusulanjärvi-projektin yhteydessä.

Järven rannalle on perustettava mahdollisuuksien mukaan Maisema ja Ympä-
ristö Oy:n (2000) suunnitelman mukaiset kiintoaine- ja ravinnekuormitusta vähen-
tävät suojavyöhykkeet (3-4 kpl) sekä pieni kosteikko järven lounaisrannan terva-
leppäkorpeen, jonka kautta pintavedet ohjataan virtaamaan. Syksyllä 2003 arviolta
80-90 % rantapelloista oli kasvipeitteisiä. Mulloksella oli lähinnä perunapelloja.
Monivuotisten vähintään 15 m leveiden jatkuvasti kasvipeitteisten suojavyöhyk-
keiden on todettu tehokkaasti estävän maa-aineksen ja ravinteiden huuhtoutumis-
ta pelloilta. Erityisen hyödyllisiä ne ovat pelloilla, joilla maan fosforipitoisuus on
korkea (Maa- ja metsätalousministeriö 2003b).

Hevostalous

Hevosiin liittyvä harrastus- ja kilpatoiminta on viime vuosina lisääntynyt huomattavasti, joten uusia talleja rakennetaan ja vanhoja tiloja otetaan uuskäyttöön. Erityisen voimakasta kasvu on suurten taajamien läheisyydessä, kuten Tuusulassa. Tuusulassa oli jo 2000-luvun alussa tehdyn selvityksen mukaan 50 hevostallia, joissa oli yhteensä liki 400 hevosta tai ponia. Rusutjärven-Vetikon alueella talleja oli kymmenkunta, joista osa tosin järven valuma-alueen ulkopuolella. Hevostallien ympäristöohjeen mukaan (Ympäristöministeriö 2003a) lanta on varastoitava tiivis-
pohjaisessa (betoni)lantalassa, joka on mitoitettu 12 kuukauden aikana kertyvälle lantamäärälle. Tilavuudesta voidaan vähentää laiumelle jäävä lannan osuus. Parhaiten kuivikkeeksi soveltuu vähän maatonut vaalea rahkaturve, jonka kosteuspi-
toisuus on noin 50 %. Turvelanta on käytön jälkeen nopeasti hyödynnettävissä maanparannusaineena.

Patterointi tarkoittaa lannan varastointia aumassa eli patterissa, joka on sijoit-
tettu peltolohkolle, jolle lanta tullaan myöhemmin sijoittamaan. Patteroinnista on tehtävä valvontailmoitus kunnan ympäristöviranomaisille vuosittain eli aina ennen uuden lantapatterin perustamista. Lantaa ei saa patteroida 100 m lähempänä vesistöjä tai valtaojia. Lantaa vastaanottava viljelijä voi saada maatalouden erityisympäristötukea lannan käytön tehostamiseksi. Hevonen tuottaa lantaan vuo-
dessa 12 kg fosforia, varsa tai pienponi 5 kg ja lypsylehmä 17 kg (Ympäristöministeriö 2003a). Hevostalli tarvitsee ympäristöluvan, jos se on tarkoitettu vähintään 60 hevoselle (ponille). Lupa voidaan edellyttää myös pienemmältä tallilta, jos se sijaitsee tai sijoitetaan tärkeälle tai muulle vedenhankintaan soveltuvalla pohjavesialu-
eelle ja toiminnasta voi aiheutua pohjavesien pilaantumisen vaaraa. Ympäristölu-
van käsittelee pääsääntöisesti kunnan ympäristöviranomaisen.

Suorakylvöviljelyn edistäminen

Ravinteiden liikkeellelähdön estäminen peltojen jatkuvan kasvipeitteisyyden säilyttävällä viljelytekniikalla vaikuttaa kokonaisuudessaan järkevämmältä kuin jo liikkeelle lähteneiden ravinteiden pysäyttäminen myöhemmin ennen vesistöä tai vesistön jatkuva hoito. Suorakylvöviljelyn osuus on Suomessa voimakkaassa kas-
vussa. Peltojen kasvipeitteisyyttä kasvukauden ulkopuolella pyritään lisäämään maatalouden ympäristötuen avulla.

Aurajoen jyrkän rantapenkkapellon monivuotisessa kenttäkokeessa on alusta-
vasti todettu kiintoaine- ja kokonaisravinteiden sekä nitraattitypen kuormituksen

vesistöihin vähenevän, mutta liukoisen fosforin lisääntyvän perinteiseen viljelyyn verrattuna. Viljelykasvina oli syysvehnä (Puustinen 2002). Äskettäin suorakylvöviljelystä on ilmestynyt opas (Alakukku ym. 2004). Suorakylvöön siirtymisen ehtona on, että maan rakenne ja ojitus ovat vähintään kohtalaisessa kunnossa. Menetelmän soveltuvuus eri maalajeille vaihtelee. Kevätkylvö viivästyy hieman perinteisestä. Suorakylvö ei sovellu luomuviljelyyn, koska monivuotisia rikkakasveja, erityisesti juolavehneää, joudutaan torjumaan suorakylvetyillä pelloilla kemiallisesti. Viljelijälle suurin hyöty on työmäärän ja polttoainekulujen väheneminen sekä peltojen multavuuden ja kasvukunnon paraneminen. Säkylän Pyhäjärven alueen viljelijöille tehdyssä kyselyssä suorakylvöön siirtyneet viljelijät olivat erittäin tyytyväisiä menetelmään. Heistä 95 % totesi sadon pysyneen ennallaan, yli 90 % katsoi kannattavuuden parantuneen ja sekä suorakylväjät että kyntäjät olivat lähes yksimielisiä ympäristöeduista, vaikka torjunta-aineiden käyttö kasvaakin. Tutkitun tiedon puute erityisesti menetelmän ympäristövaikutuksista Suomen oloihin on yhä suuri. Vantaanjoen ja Helsingin seudun vesiensuojeluyhdistys ry:n johdolla on vuonna 2004 käynnistynyt tutkimushanke "Suorakylvön vaikutus maan rakentamiseen, eroosioherkkyyteen ja ravinteiden huuhtoutumiseen". Rusutjärven valuma-alueella on jo myös suorakylvöviljelyä.

8.9 Talousjätevesikuormituksen vähentäminen

8.9.1 Runkoviemäri

Tuusulan kunnanvaltuusto hyväksyi 15.12.2003 uuden vesihuoltolain edellyttämän ja 24.11.2003 päivätyn vesihuollon kehittämissuunnitelman (Tuusulan kunta 2003). Rusutjärvestä on tarkoitus muodostaa vesihuoltolaitoksen toiminta-alue ja alueen kiinteistöille tulee liittymisvelvoite rakennettavaan viemäriverkkoon ja kunnalle liittämismaksu. Perusteluina toiminta-alueeksi ovat asukastiheys ja vesistön läheisyys sekä läntisellä osa-alueella talousveden laatu- ja määräongelmat. Itäisellä osa-alueella on lisäksi tärkeä pohjavesialue. Liittymismaksu vuonna 2004 on 5,93 euroa / kerros-m² sekä vedelle että jätevedelle. Lisäksi peritään perusmaksua. Jos kiinteistön omistaja joutuu itse hankkimaan kiinteistökohtaisen jätevedenpumppaamon, annetaan viemäriverkon liittymismaksuun enintään pumppaamon hinnan suuruinen alennus.

Valtaojien putkituksien ja viemäriin sekä vesijohdon rakennustöiden osittainen yhdistäminen oli työryhmässä esillä, mutta suunnitelmien mukaan runkolinja ei tule Rusutjärvenojaan vaan *Lahelasta Ohdakietien päästä Rusutjärven koululle*. Kunnanvaltuusto hyväksyi 19.5.2003 sopimuksen 600 000 euron korottomasta lainasta Pääkaupunkiseudun Vesi Oy:ltä. Sopimuksen mukaan kunta mm. rakentaa vesijohtoverkon runkoputken ja viemäriinjan Rusutjärven koululle (valmistuu talvella 2005) ja siitä pohjoiseen Kurinhaan asuma-alueelle. Itäpuolen runkolinja vesitornilta Kolistimenmäelle ja Vetikkoon on tavoitteena rakentaa vuosina 2006-2007. Kiinteistöjen omistajat, joilla on kunnan rakennusjärjestyksen edellyttämä tehokkaampi jätevedenkäsittely, voivat anoa kunnan ympäristöasiankeskukselta siirtymäaikaa jätevesiverkkoon liittymisessä.

8.9.2 Haja-asutuksen jätevesiasetus

Tuusulan kunnan rakennusjärjestys (1995/2001) on velvoittanut uusia kiinteistöjä huolehtimaan WC-vesistä umpikaivoin tai vähintään maaperäkäsittelyllä vuodesta 1995 lähtien. Valtioneuvosto antoi 11.6.2003 asetuksen talousjätevesien käsittelystä

vesihuoltolaitosten viemäriverkostojen ulkopuolisilla alueilla. Asetus tuli voimaan 1.1.2004 ja koskee uusia kiinteistöjä heti. Siirtymäaika vanhoille kiinteistöille on kymmenen vuotta. Neljän vuoden lisäaika edelliseen voidaan myöntää, jos jätevesijärjestelmän rakentaminen aiheuttaa kohtuuttomat kulut kiinteistölle ympäristöriskeihin nähden. Muutostöiden arvioidaan maksavan kiinteistöä kohden keskimäärin 3 000 euroa (Ympäristöministeriö 2003b). Tuusulan kunta voisi tukea vesihuoltoverkoston ulkopuolelle jääviä kiinteistöjä rahallisesti. Ympäristöhallinnon verkkosivuilla on vuoden 2004 alusta lähtien esitelty vaadittuun puhdistustulokseen ylittäviä hyväksyttäviä suodatus-, imeytys- ja pienpuhdistamoratkaisuja.

Asetus koskee niin vakituista kuin vapaa-ajankin asutusta. Vaatimattomasti varustelluissa mökeissä, joissa kaikki vesi kannetaan sisään ja käymälänä on hoidettu puucee, pienet jätevesimäärät voidaan johtaa jatkossakin maahan. Vähänkin suuremmat vesimäärät vaativat jo saostuskaivot ja kunnollisen maahan imeyttämisen, maasuodatuksen tai pienpuhdistamon. Vaihtoehtona ovat myös erilaiset kuivakäymälät. Vuoden 2005 loppuun mennessä kiinteistönomistajien on annettava selvitys kunnan ympäristöviranomaisille nykyisestä jätevesien käsittelystä sekä suunnitelma toimista asetuksen mukaisen puhdistustuloksen saavuttamiseksi. Jos kiinteistössä ei ole vesikäymälää, aikaa selvitykselle sekä käyttö- ja huolto- ohjeelle on vuoden 2007 loppuun. Erityinen paino on laitettava huolelliselle työlle puhdistusjärjestelmän rakennusvaiheessa ja säännöllisessä huollossa. Asetuksen mukainen puhdistusvaatimus normikuormitukseen nähden on eloperäisestä aineksestä (BHK₇) 90 %, kokonaisfosforista 85 % ja kokonaistypestä 40 %.

8.10 Sedimenttiin kohdistuvat toimet

Sedimenttiin laajemmin kohdistuvat toimet tulevat harkittavaksi aikaisintaan toimenpidejakson lopussa vuosina 2007-2008, jos muut toimet eivät riitä vedenlaatu tavoitteiden saavuttamiseksi.

8.10.1 Ruoppaus

Ruoppauksella tarkoitetaan pehmeiden massojen koneellista poistamista vesistöistä. Ruoppausta oli vuoteen 1997 mennessä käytetty Suomessa 61 järvikunnostuksessa, mutta veden laadun parantaminen mainittiin osatavoitteeksi vain viidessä hankkeessa (Äystö 1997). Tärkein tavoite on ollut vesisyvyyden lisääminen virkistyskäytön parantamiseksi. Valmiita suunnitelmia oli lisäksi alueellisissa ympäristökeskuksissa noin 50 kappaletta.

Ruoppausta pidetään yleisesti tehokkaana ravinteiden ja sisäisen kuormituksen vähentäjänä, mutta sen kustannukset ovat erittäin suuret (taulukko 20). Kalleudesta johtuen ruoppaus soveltuu parhaiten pienille taajamien tuntumassa sijaitseville järville. Rehevyyden torjunnassa pitkä viipymä, ruopattavan kerroksen ohuus ja alta paljastuvan sedimentin hyvä laatu vaikuttavat myönteisesti onnistumiseen. Tyypillinen ruoppausvyvyys veden laadun parantamishankkeissa on ollut noin 50 cm.

Ruoppausmenetelmiä ovat esim. kauharuoppaus, kuivaruoppaus pienissä kohteissa, kaivinkoneruoppaus jään päältä tai lautalta/proomulta ja imuruoppaus. Lähinnä vain imuruoppaus tulee kyseeseen ruopattaessa laaja-alaisia pehmeitä pohjia veden laadun parantamiseksi (Wahlgren ym. 1990). Massan irrotus ja sekointu veteen pumpattavaksi lietteeksi voi tapahtua leikkurilla, vesisuihkulla tai kauhapyörällä tai aivan pehmeissä lietteissä myös pelkällä imuputkella. Massojen läjitys on usein este menetelmän käytölle, sillä imuruoppauksessa liete on johdettava putkistoa pitkin laskeutusaltaisiin, joissa liete selkeytetään ja fosforia saoste-

taan kemikaalien avulla. Laskeutusaltaat vaativat suurehkon maa-alan, koska imuruoppauslietteessä on 80-90 % vettä. Altaiden tilavuuden pitää olla kolminkertainen teoreettisesti ruopattavaan massamäärän verrattuna (Ilme 1990). Em. toimet nostavat usein kustannuksia huomattavasti. Kunnostustyöryhmän kokouksessa oli esillä vasta patentinhakuvaiheessa oleva imuruoppaussovellus, jonka kustannukset yrittäjän mukaan olisivat perinteistä imuruoppausta pienemmät. Koko Rusutjärven ruoppaus vaatisi em. menetelmällä arviolta kolme kokonaista avovesikautta, joina järven samentumista ja ravinnepitoisuuden nousua ei voisi estää. Ruoppauksen haittapuolina ovat työn aikaiset samentumishaitat ja ravinnepitoisuuksien nousu. Ruoppaukset onkin ajoitettava virkistyskäyttökauden (touko-elokuu) ulkopuolelle. Saostuskemikaaleina laskeutusaltaissa on käytetty mm. alumiinisulfaattia ja alumiinikloridia. Sedimenttien ruoppaus- ja läjitysohje on valmisteilla ympäristöministeriössä.

Taulukko 20. Ruoppauksen hintoja eri lähteiden mukaan.

	Hinta €/ha	Viite
Ruoppaus 0,5 m	6 700 –20 100	Kankainen & Junnonen 1998 (ref. Airaksinen 2004)
Ruoppaus	10 800	Hässleholms kommun
Imuruoppaus	6 700 –16 800	Etelä-Savon ympäristökeskus 2001

Tunnetuin esimerkki sedimentin poistosta on ruotsalaisen matalan jätevesillä pilatun Trummenjärven (199 ha, d_{max} 2,1 m) imuruoppaus vuosina 1971-1972, jossa massoja poistettiin 300 000 m³. Ruoppauksen ansiosta veden laatu parani ratkaisevasti. Järven tilaa parannettiin edelleen biomanipulaatiolla (Wahlgren ym. 1990). Vastaavasti suunnilleen samankokoisen Växjösjön-järven imuruoppaus (470 000 m³) vuosina 1990-1991 maksoi 27,5 milj. kruunua. Ruotsissa ruoppaus oli ainakin aiemmin eniten käytetty järvikunnostusmenetelmä (Äystö 1997).

Yli 2 metrin syvyistä aluetta Rusutjärvellä on 109 ha. Ruopattavan kulttuuri-kerroksen tilavuus olisi 545 000 m³, jos poistettavan kerroksen paksuudeksi oletetaan 0,5 m. Arvio imuruoppauskustannusten suuruusluokan vaihteluvälistä: (6 700 - 16 800 €/ha) = 730 000 - 1 830 000 euroa (ks. taulukko 20). Mahdollinen on myös lautalta tai proomulta käsin tapahtuva kaivuriruoppaus.

Keskisen-Nickin rannan ja Tilloonlahden ruoppauksilla on tarkoitus käytännössä selvittää kustannuksia. Laaja-alainen ruoppaus vaatii aina ympäristölupaviraston luvan. Massojen läjitys vaatii hyvin suuria maa-alueita.

8.10.2 Ruoppauksen esitutkimuksia

Laboratoriotutkimukset

Esitutkimus esitetään tehtävän aikaisintaan vuonna 2006. Helsingin kaupungin ympäristöviraston vesientutkimusyksiköllä on tarvittava tutkimuslaitteisto, jota on aiemmin käytetty mm. Tuusulanjärven sedimentin kunnostusselvitysten laboratoriotutkimuksissa (mm. Sommarlund ym. 1998). Laitteisto rakennetaan käyttökuntoon mahdollisesti vuonna 2004 Helsingin kaupungin omia tarpeita varten. Laitteisto toimii läpivirtaustekniikalla. Koeputkista, joissa on järven sedimentistä otettu profiili, poistetaan eri paksuisia kerroksia ruoppausta simuloiden ja mahdollisesti lisätään fosforin sitoutumista ja happitilaa parantavia kemikaaleja. Koevesi saadaan tarvittaessa pidettyä typpikaasulla niukkahappisena.

Sedimenttitutkimus

Ennen varsinaista laboratoriotutkimusta olisi määritettävä riittävän paksujen sedimenttiprofiilien koostumukset: raekoko, ravinnepitoisuudet, fosforifraktiot, hiilityppisuhte C/N sekä orgaanisen aineen määrä hehikutushäviöllä (LOI).

Maatutkaluotaus

Ruoppauksen esiselvityksenä on tärkeää tutkia ruopattavan alueen pohjan profiili sekä pohjasedimenttien koostumus ja ominaisuudet. Sisävesissä selvittämiseen sopii hyvin maatutkaluotaus, joka olisi hyvä tehdä talvella jään läpi käyttäen apuna esimerkiksi "mönkijää".

8.11 Pohjan pöyhintä

Pohjan pöyhinnässä sedimenttiä hapetetaan ja puretaan sedimentistä hajotustoiminnan tuottamia kaasuja. Yksinkertaisimmillaan työ tapahtuu kahden veneen välille viritetyllä kettingillä, tai sitten erityisellä pöyhijälaitteella. Tyydyttäväkuntoisissa järvissä pöyhintä tehdään syystäyskierron aikana hapellisissa oloissa. Huonokuntoisissa järvissä pöyhintä tehdään pääosin hapettomassa tilassa, jolloin sisäkuormitusta ylläpitävää biokemiallista energiaa poistetaan lähinnä metaani-kaasuna. Ajatus pöyhintämenetelmästä ei ole uusi, sillä jo 1950-luvulla prof. Järnefelt piti pohjaa pöyhivää nuotanvetoa parhaana järven hoitokeinona (Äystö 1997).

Vesi-Eko Oy on kokeillut menetelmää ainakin viidellä järvellä/lammella vuosina 1995-2003. Mixpower-pöyhintähoidon (10-20 cm:n kerroksen sekoitus 5 m leveydeltä) tulosten ilmoitetaan olevan lupaavia ja menetelmän kehittämistä jatketaan edelleen (Vesi-Eko Oy 2003). Yhden vaikutusmekanismeista sanotaan olevan sinilevien sekoittamisen pohjasedimenttiin kesken parhaan kasvukauden ennen pintaan nousemistaan. Käsittely toistetaan 2-3 viikon välein noin viidesti kesässä useana kesänä. Menetelmä on vaihtoehto ruoppaukselle, mutta kustannukset jäävät viidesosaan ruoppauskuluista hinnan ollessa noin 2 000 euroa/d (Lappalainen 2003). Petäjaveden Heinälammella todettiin, että pöyhintä ei yksin riitä rehevien järvien kunnostukseen, vaan jatkossa tarvittaisiin lisäksi hapetusta (Airaksinen 2004). Suuren Immalanjärven rehevää Lavikanlahtea on pöyhitty kolmena kesänä, mutta vedenlaatu ei syksyllä 2003 ollut vielä oleellisesti parantunut. Pöyhinnan tehoa voidaan parantaa kemikaaleilla, kuten happikalkilla.

Pohjan pöyhintä soveltuisi mahdollisesti Rusutjärvelle. Menetelmä on suhteellisen edullinen eikä vaadi ympäristölupaviraston lupaa. Asia vaatisi lisäselvityksiä.

9 Muita rehevyyden hallintakeinoja

9.1 Fosforin saostus

Fosfori on yleensä järviemme minimiravinne eikä sillä ole typen tavoin varastoa ilmakehässä. Vesipatsaan fosforia on perinteisesti saostettu mm. rauta- ja alumiini-sulfaateilla. Viime aikoina lienee Suomessa eniten käytetty alumiinikloridia, jolla on käsitelty noin kymmenen järveä (Waternet 2002). Alumiini on tehokas vesipatsaan fosforin saostaja eikä sen teho riipu raudan tapaan happitilanteesta. Alumiinin haittapuolena on lähinnä sen myrkyllisyys kaloille alhaisilla pH-arvoilla (alle 6), jolloin alumiini esiintyy 3-arvoisena ionina vedessä. Tämä voidaan kuitenkin välttää oikealla annostuksella. Annostus, joka riippuu veden puskuriomaisuuksista, on yleensä 50-100 g/m³. Eräät liuokset (esim. Kempac-18) ovat puskuroituja, jolloin pH:n alenemista ei välttämättä tapahdu. Kemikaalin levitykselle paras ajankohta on lopputalvi tai alkukevät, jolloin suurin osa fosforista on liukoisessa ja saostettavassa muodossa. Sopivissa oloissa vaikutus kestää muutamia vuosia (Oravainen 1998). Humus vedessä lisää kemikaalin kulutusta, koska kemikaali saostaa myös humusta. Leväkukinnat eivät kuitenkaan ole yleisiä erittäin humuspitoisissa järvissä (Oravainen 2004). Fosforin kemiallinen saostus on edullinen kunnostusmenetelmä sille soveliailla järvillä. Saostuksen kertakäsittelyn kustannukset ovat olleet 50-170 €/ha (Suomen ympäristökeskus ym. 1998).

Poikkeuksellisen huonokuntoisella Rymättylän Kirkkojärvellä alumiinikloridikäsitteily tehtiin kahdesti touko-kesäkuussa 2002. Järven "roskakalasto" tapettiin tarkoituksellisesti runsaalla annostuksella (180 g/m³). Kemikaalia levitettiin yli 190 tonnia 42 hehtaarin järveen. Kemikaali maksoi noin 0,17 euroa/kg. Järven fosforipitoisuus laski alle kymmenesosaan entisestä (Waternet 2002).

Köyliön ja Kokemäen Ilmiinjärveä (pinta-ala 34 ha, tilavuus 1,1 milj. m³) oli aiemmin käsitelty alumiini- ja ferrosulfaateilla vaihtelevin tuloksin. Kesällä 1999 siihen levitettiin veneestä 33 t alumiinikloridia (PAX-18) potkurivirtaan, jolloin kemikaalia sekoittui myös pintaveteen. Käsitteilyn kokonaiskulut olivat 600 €/ha. Veden pH laski alimmillaan arvoon 5,1 aiheuttaen kalakuolemia. Leväkukinta loppui välittömästi ja vesi kirkastui täysin. Järvi pysyi neljä kesää kirkkaana ilman leväkukintoja. Myös talvinen happitilanne pysyi hyvänä. Kesällä 2003 fosforipitoisuus alkoi kohota ja aikaisempia pallosinileviä (*Gleotrichia echinulata*) oli havaittavissa (Oravainen 2004). Kemiallinen saostus ei siis välttämättä ole täysin haitaton ja tehoava ihmekeino asiantuntijan suunnittelemanakaan, ainakaan kertakäsittelyllä. Esimerkiksi jätevesikuormituksen aikoinaan pilaaman pienen Parikkalan Törölammen (0,6 ha, suurin syvyys 10 m) käsittely 2003 (1 000 kg alumiinikloridia) ei tehonnut toivotusti.

Kemiallinen saostus vaatii aina ympäristölupaviraston luvan. Fosforilla on varastonsa pohjasedimentissä, jossa fosforia on aina tarjolla monikertainen määrä vesipatsaan fosforisisältöön verrattuna. Ongelmana on Rusutjärvelläkin sedimentistä vapautuva suuri sisäinen kuormitus, joka on hallitsevaa, kuten jokakesäinen fosforipitoisuuden selvä kasvu kertoo.

Fosforin kemiallinen saostus ei soveltune Rusutjärvelle mm. siksi, että veden viipymän pitäisi olla yli vuoden ja ulkoisen kuormituksen alle kriittisen sietokyvyn. Alle 100 ha:n järviin toimenpiteiden on myös todettu tehoavan paremmin. Syvät ja kerrostuvat järvet tarjoavat paremmat onnistumismahdollisuudet, koska matalissa ja kerrostumattomissa järvissä levät pystyvät ottamaan fosforia pohjan

alumiinisakasta (Äystö 1997). Lisäksi yleinen mielipide kemikaaleihin voi olla varauksellista.

9.2 Sedimentin kipsikäsitteily

Kemianteollisuuden sivutuotteena syntyy Suomessa vuosittain n. 1,5 milj. tonnia kipsiä (CaSO_4). Jokioisten pieni suppajärvi Laikkalampi oli vuonna 1998 ensimmäinen järvimittakaavainen kipsikäsitteilyn kohde. Laboratorio- sekä allaskokeita on tehty vuodesta 1995. Tehokkaimmaksi osoittautui luonnonkipsi ja erityisesti happamien prosessivesien neutraloinnissa syntyvä rautakipsi. Fosforihappotuoannon sivutuotekipsi todettiin soveltumattomaksi. Varjo (2001) on tehnyt aiheesta väitöskirjan. Kipsi tiivistää sedimenttiä ja lisää fosforin sitoutumispaikkoja sekä vähentää haitallista kaasunmuodostusta. Erityisesti haitallisen metaanin tuotanto pienenee merkittävästi. Laikkalammen ravinnepitoisuudet laskivat, leväkukinnat vähenivät ja vesi kirkastui. Annostelu oli noin $2\,000\text{ g/m}^2$. Käsitteilyn tulos vaikuttaa pysyvältä, toisin kuin yleensä saostuksissa. Kipsi on ilmaista, mutta rahtikulujen takia kohteen olisi hyvä olla mahdollisimman lähellä jätevuoria (mm. Pori).

Menetelmä ei ehkä sovellu Rusutjärvelle. Se soveltuu paremmin sisäkuormitteisille mätäliejupohjaisille järville ja lammille, joissa on suhteellisen pienialainen hapeton mätäliejupohja riittävässä vesisyvytydessä niin, että se on pysyvän kerrostuneisuuden piirissä.

9.3 Järven kuivatus sedimentin tiivistämiseksi

Pohjois-Pohjanmaalla Rusutjärven kokoinen Utajärven Särkijärvi tyhjennettiin helmikuussa 2001 ja annettiin täyttyä sulamisvesistä keväällä 2002 (esim. Lehmiakangas & Viinikkala 2002). Sedimentti tiivistyi ja pidättää paremmin ravinteita, samalla syntyi hieman lisää vesitilavuutta. Kustannukset olivat 387 000 euroa. Usein ensimmäisenä vuotena uudelleentäytön jälkeen vedenlaatu on hyvä korkeista ravinnepitoisuuksistakin huolimatta, mutta muutamassa vuodessa vedenlaatu heikkenee sameaksi planktoninsyöjäkalojen paluun myötä (Cooke ym. 1993). Tyhjennys vaatii luonnollisesti ympäristölupaviraston luvan.

Vaihtoehto ei ole Rusutjärvelle realistinen, sillä näin suuren virkistyskäyttöarvon vuoksi järveä tuskin voidaan tyhjentää edes yhdeksi kesäksi, vaikka järven uudelleentäyttöä helpottaisikin Päijänne-tunnelista pumpattava vesi. Kalastokin olisi uusittava istutuksin, sillä latvajärveen ei luontaista leviämistä juuri tapahdu.

9.4 Sedimentin savipeitto

Savea on käytetty lähinnä saastuneiden sedimenttien eristämiseen, esimerkiksi satama-alueilla. Tuusulanjärvellä syvänealueen sedimentin peittäminen järven matalan alueen pohjasta otetulla 5 cm:n savikerroksella oli tehokas sisäisen kuormituksen vähentäjä 1990-luvun laboratorio- ja allaskokeissa, erityisesti yhdessä sen alle levitetyn ferrisulfaatin kanssa (Sommarlund ym. 1998). Savessa on runsaasti fosforin sidontapaikkoja eikä se sisällä happea kuluttavaa eloperäistä ainesta. Vaikutuksen on todettu säilyneen vuosia ja saven päälle on kertynyt vaaleampaa, vähemmän mustia sulfidijuovia sisältävää uutta ainesta ilmentäen sedimentin parempaa happitilaa. Savipeittokustannusten arvioitiin olevan noin puolet ruoppauksen vaatimista. Käytännössä savipeittoa ei ole järven sisäisen kuormituksen vähentämiseen käytetty. Menetelmä tuskin soveltuu Rusutjärven tapaisiin aivan mataliin järviin, joista huonokuntoinen mätäliejukerros puuttuu.

10 Tarvittavat seuranta tutkimukset 2004-2008

10.1 Veden laadun seuranta

Fysikaalis-kemiallinen seuranta

Uudenmaan ympäristökeskuksen laaja Rusutjärven vedenlaadun seuranta jatkuu toistaiseksi. Seurantakulut ovat noin 4 700 euroa/vuosi sisältäen vesinäytteenoton, fysikaalis-kemialliset analyysit ja biologisten näytteiden otton (L. Villa, kirjall. tiedonanto 17.12.2003). Näytteistä määritetään touko-syyskuussa noin kahden viikon välein seuraavat muuttujat:

- näkösyvyys, m
- lämpötila, °C
- liukoinen happi, mg/l
- hapen kyllästysaste, %
- kokonaisfosfori, µg/l
- fosfaattifosfori, µg/l
- kokonaistyyppi, µg/l
- ammoniumtyppi, µg/l
- nitraatti-nitriittityppi, µg/l
- pH
- sähkönjohtavuus mS/m
- klorofylli *a*, µg/l.

Talvisin näytteet otetaan kerran kuukaudessa, jolloin analysoidaan lisäksi:

- sameus, FNU
- väriluku, mg Pt/l
- kemiallinen hapenkulutus COD_{Mn}, mg/l
- rauta, µg/l
- gran-alkaliniteetti, mmol/l.

Vesinäytteitä esitetään otettavan myös ojista, jos niissä tehdään kunnostustoimia (uudet kosteikot/laskeutusaltaat, putkitukset ym.). Ojien näytteenotosta vastaa vesiensuojelun kuntayhtymä ja analyysit maksaa Tuusulan kunta. Joka tapauksessa ojien valuma-alueelta tuoma kuormitus sekä sisäinen kuormitus esitetään arvioitavan uudelleen vuosina 2007-2008, kun viemärointityöt on tehty. Vuonna 2003 yhden ojanäytteen analyysikulut olivat runsas 52,16 euroa/näyte (alv. 0 %). Valikoimaa voinee supista esim. sameuden osalta. Vuoden 2003 näytteenotto sisälsi seuraavat määritykset:

- kokonaisfosfori P,
- liukoinen fosfori DRP 0,4 µm:n polykarbonaattisuodattimella,
- kokonaistyyppi,
- ammoniumtyppi,
- nitraatti- ja nitriittityppi,
- kiintoaine 0,4 µm:n polykarbonaattisuodattimella,
- sameus.

Kasviplanktonin perustuotantokyvyn mittaukset voisi uusia pitkän tauon jälkeen esim. kesällä 2005 sekä toimenpidejakson lopulla vuonna 2008, mikäli resurssija on. Yksi mahdollinen työn tekijä yhteishankkeessa olisi Helsingin yliopiston limnologian ja ympäristönsuojelun laitos, jonka opiskelijoilla on mm. vuosittain ohjatun järvitutkimuksen kurssi. Tuloksia voisi käyttää samalla kalantuottokyvyn arviointiin.

Kasviplankton

Kasviplanktonnäytteenottoa ja määrityksiä esitetään jatkettavan entisessä laajuudessaan eli noin kymmenen kertaa kesässä. Tutkimus on osa lisäveden tarkkailuvelvoitetta. Näytteet ottaa Uudenmaan ympäristökeskus vesinäytteenoton ohessa

noin kahden viikon välein. Mikroskoopilla tutkittava kasviplanktonnäyte otetaan klorofyllinäytteen tavoin kokoomänäytteestä 0-2 m.

10.2 Kalastotutkimukset

Nordic-koeverkkokalastus

Loppukesän koeverkkokalastuksilla on saatu arvokas monivuotinen vertailukelpoinen sarja Rusutjärven kalaston rakenteesta, joten tutkimusta ei ole syytä ainaakaan kokonaan lopettaa, varsinkaan jos tehokkaammat hoitokalastukset alkavat. Toisaalta osin kurenuottauksin voidaan koeverkkokalastuksia korvata.

Kalaston määrän arviointi

Koska Rusutjärvi on matala järvi, kalaston määrää ja kokojakaumaa ei voida siellä arvioida kaikuluotaamalla, sillä luotaimen pinta- ja pohjakatvealueet kattavat käytännössä koko vesipatsaan. Kalojen parveutumista pystytään kuitenkin seuraamaan kaikuluotauksella ennen suunniteltuja syysnuottauksia. Sen sijaan mataluus suosii pienehkön kurenuotan käyttöä kalamäärän arvioinnissa vuoden 1997 tapaan. Kurenuottaustutkimus esitetään tehtäväksi loppukesällä 2004 ja uudestaan toimenpidejakson lopussa. Loppukesän 2004 alustavat tulokset viittaavat melko suuriin kalamäärien kasvuun.

Kasvumäärietykset

Kalojen kasvua seurataan tarpeen mukaan riippuen mm. kalastustehosta ja siten aikaansaaduista mahdollisista kasvumuutoksista. Ainakin tärkeimmille lajeille eli kuhalle, särjelle ja lahnalle kasvumäärietykset olisi hyvä tehdä jo toimenpidejakson alkupuolella. Näytekalat voidaan kerätä esim. koeverkkokalastuksen yhteydessä. Vapaa-ajan kalastajien kanssa tehdään yhteistyötä suomunäytteiden keräämisessä.

Sähkökoekalastukset

Sähkökoekalastukset ovat suhteellisen halpoja, sillä 1-2 työpäivässä kalastaa kerralla sekä järven että "Kirjokallionojan" kosteikon. Vesiensuojelun kuntayhtymä voisi osallistua työhön 1-2 vuoden välein. Ainakin kosteikolla on syytä kalastaa toimenpidejakson alkuvuosina, jotta saadaan varmistettua kosteikon merkitys hauen poikastuotannolle. Tutkimus on tehtävä vähintään kahdesti kesässä.

Kuhan poikastuotanto

Jos kuhan poikastuotannon seuranta pienellä troolilla jatketaan Tuusulanjärvellä, niin Rusutjärvi tulisi säilyttää vertailujärvenä. Erillistä tutkimusta ei järjestetä. Myös mahdollisen kesärysäpyynnin tai kurenuottauksen saalisotokset antavat tietoa poikasvuosiluokan koon ja istutustarpeen arviointiin.

Vapaa-ajankalastuksen saalisarviot

Kalastustiedusteluin, haastatteluin tai saaliskirjanpitojen perusteella yhteistyössä kalastuskunnan kanssa esitetään selvittävän Rusutjärven vapaa-ajankalastuksen saaliit. Toimesta olisi hyötyä istutusten suunnittelussa ja muussa kalastuksen ohjauksessa sekä esim. kuhan luontaisen kannanvaihtelun seurannassa ja hoitokalastustarpeen arvioinnissa. Tiedustelun voisi tehdä kahdesti; toimenpidejakson alussa ja lopussa.

Eläinplankton

Eläinplanktonseuranta on syytä jatkaa. Näytteet otetaan kesä-elokuussa vesinäytteenoton yhteydessä. Tehokas kalastus aiheutti toivotun vasteen eläinplanktonin määrässä aiemmin. Erityisen tarpeellista seuranta on, jos tehokalastuksia päästään tekemään.

10.3 Kasvillisuuskartoitus

Lisäveden johtamisen ympäristölupa velvoittaa vesiensuojelun kuntayhtymän teettämään kasvillisuuskartoituksen viiden vuoden välein. Seuraava kasvillisuuskartoitus on vuonna 2006.

10.4 Sedimentaatiomittaukset

Bruttosedimentaatiomittausta esitetään jatkettavan toimenpidejaksolla vuonna 2004 ja uudelleen jakson lopussa 2007-2008. Seuranta vaatii lähinnä näytteenoton järjestämistä. Kaksi rinnakkaista keräinputkea (läpimitta 55 mm, korkeus 400 mm, putken yläreuna n. 1 m pohjasta) tyhjennetään kesällä noin kahden viikon välein ja talvisin noin kerran kuukaudessa. Kertynyt aines pakastetaan ja loppusyksyllä siitä tehdään seuraavat analyysit:

- kuiva-aineen sedimentaatio (g/m²/d), näyte n. 20 h 105 °C lämpökaapissa,
- hehkutushäviö (LOI %), orgaanisen aineen määrä 2 h 550 °C:ssa,
- kokonaisfosforipitoisuus kuiva-aineessa,
- hiili-typpisuhde C/N, autoktonisen (järvestä tulevan) ja alloktionisen (valuma-alueelta tulevan) kuormituksen osuuksien arviointi.

Laboratoriomäärityksiä voidaan kuitenkin tehdä vain tarpeellisiksi katsottujen ajankohtien näytteistä, esimerkiksi kun ulkoista kuormitusta ja ravinnetasetta arvioidaan uudelleen.

10.5 Pohjaeläintutkimus

Pohjaeläintutkimuksia tarvitaan ainakin siinä tapauksessa, jos syvännealueen sedimentille tehdään jotain. Seuranta olisi tehtävä vähintään kerran ennen kunnostustoimia ja vuosittain käsittelyn jälkeen elo-syyskuun vaihteessa. Näytteenotto sisältäisi esimerkiksi viisi rinnakkaista nostoa Limnos-sedimenttinoutimella, viipa-loinnin viiden cm:n välein 0-30 cm:n sedimenttinäytteestä ja seulonnan 0,5 mm seulalla sekä säilönnän etanoliin. Rusutjärvellä aiemmin tavattujen *Chaoborus*-sulkasääsken toukkien määrä herättää myös mielenkiintoa, sillä ne voivat osittain korvata kaloja eläinplanktonin laiduntajina (Horppila 2003).

11 Rahoitus ja toimijat 2004-2008

11.1 Tuusulan kunta

Kunnan taloussuunnitelmassa on Rusutjärven kunnostamiseen esitetty varaus 30 000 euroa/vuosi vuosille 2004-2008 esim. ruoppauksiin, niittoihin ja hoitokalastuksiin ja muihin investointiluontoisiin menoihin. Lisävedestä Tuusulan kunta maksaa 75 % (Järvenpää 20 %, Kerava 5 %). Ilmastuksen käyttökulut ovat käyttömenomomentilla. Vuodelle 2004 on kunnan budjetissa yhteensä 550 000 euroa Rusutjärven vesihuoltotoihin. Tuusulan kunnan esitetään osallistuvan myös näyteenottotehtäviin ja tutkimuskuluihin.

11.2 Keski-Uudenmaan vesiensuojelun kuntayhtymä

Vesiensuojelun kuntayhtymällä on näyteenottovälineistöä vedenlaadun ja sedimentin laadun seurantoihin. Kuntayhtymällä on lisävesivelvoitteena mm. kasvillisuus- ja kasviplanktonselvitykset. Lisäksi kuntayhtymä vastaa lisäveden pumppauksesta vedenkorkeuden ja Vuohikkaanojan virtaaman seurantoineen (varaus yhteensä 42 000 euroa vuodelle 2004) ja marraskuusta 2003 lähtien myös ilmastimen käynnistysvalvonnasta yhdessä kunnan kanssa.

11.3 Tuusulanjärvi-projekti

Tuusulanjärvi-projekti osallistuu vesiensuojelun kuntayhtymän koordinoimana mm. maatalouden vesiensuojelutoimien tukemiseen monin tavoin. Uudellamaalla ei makseta kalkkisuodinojista EU-tukea (Pohjanmaalla 252,28 €/ha v. 2004), mutta mahdollisesti Tuusulanjärvi-projekti voisi sitä tukea samoin kuin valtaojien putkiuksia eroosioherkillä kohteilla.

11.4 Valtio / Uudenmaan ympäristökeskus ja Uudenmaan työvoima- ja elinkeinokeskus

Vedenlaatu seuranta Uudenmaan ympäristökeskuksen toimesta jatkuu. UUSilla on suunnitteluresursseja esim. kosteikoille. Jos innovatiivisuutta on kunnostustoimissa, niin lienee myös mahdollisuus yhteishankkeisiin. Valtioneuvoston periaatepäätöksen 3.5.1990 mukaan valtion osuus kunnostushankkeen kokonaiskustannuksista voi pääsääntöisesti olla enintään puolet (Äystö 1997), mutta käytännössä yleensä huomattavasti vähemmän. Haitan aiheuttaja on ensisijaisesti velvollinen haitan vähentämiseen ja poistamiseen sekä tarvittavien kunnostustoimien toimeenpanoon, jos haitan aiheuttaja yleensä on olemassa ja yksilöitävissä. Valtiokin voi osallistua kunnostukseen, jos kunnostustarve on yleisen edun, esim. suojelutarpeen, kannalta merkityksellinen. Rusutjärven tapauksessa ei voida osoittaa yksittäistä aiheuttajaa järven rehevöitymiselle ja levähaitoille.

Työvoima- ja elinkeinokeskuksen kalatalousosasto voi tukea kalataloudellista järvikunnostushanketta kolmen vuoden ajan mm. kalastuskorttivaroilla. Kuitenkin kaikki rahat on nyt sidottu jo käynnissä oleviin hankkeisiin, vaikka periaatteellista kannatusta Rusutjärven kaltaisen keskeisen järven kunnostuksen tukemiseen onkin (Samanen 2004).

11.5 Maatalouden ympäristötuen erityistuki

Maatalouden nykyinen ympäristötukijärjestelmä kattaa ohjelmakauden 2000-2006. Erityisympäristötukea maksetaan Rusutjärven alueella mm. luomusopimuksista ja "Kirjokallionojan" kosteikon hoidosta. Sitä voi hakea uusiinkin sopimuksiin esim. kosteikkojen/laskeutusaltaiden sekä suojavyöhykkeiden perustamiseen ja hoitoon. Erityistukea hakevalla on oltava ympäristötukisitoumus. Rusutjärvelle kyseeseen tulevia tukimuotoja on koottu taulukkoon 21. Kesästä 2007 alkavan uuden ohjelmakauden ympäristötukiohjelman ollaan jo valmistelemassa.

Taulukko 21. Rusutjärvelle mahdollisia maatalouden ympäristötuen erityistuen muotoja ja tukiehtoja vuonna 2004.

	Tukijakso vuotta	Korvaus €/ha/vuosi	Ehtoja	Muuta
Suojavyöhyke	5 tai 10	449,90 (max)	Min. 15 m leveä, ei lannoiteta.	Lisäksi LFA; myös yli 65-v. viljelijöille
Kosteikko /laskeutusallas	5 tai 10	449,90 (max pelto), 336,38 (max muut alueet)		Myös pelkkään hoitoon voi saada tukea.
Lannan käytön tehostaminen	5	65,59		
Luonnon- mukainen viljely	5	102,59 (tuot.vaihe), 147,16 (siirt.vaihe)		
Luonnon moni- muotoisuus	5 tai 10	420,47 (max)		

11.6 EU:n muut rahoitusohjelmat

Uudenmaan liitto on myöntänyt maakunnan kehittämisrahaa sekä EU:n rakennerahastojen tukirahaa vesistöjen kunnostushankkeille. Perusteena myöntämiselle on ollut, että hyvä ympäristö luo edellytyksiä elinkeinotoiminnan kehittämiseksi ja viihtyisälle asuinympäristölle (Murto-Laitinen 2002). Keski-Uusimaa ei kuulu rakennerahastojen alueeseen. Maakunnan kehittämisrahoille on jatkuva haku, mutta Uudenmaan liiton mahdollisuudet tukea Rusutjärven kunnostusta ovat vähäiset. Hankkeen pitäisi olla innovatiivinen ja sovellettavissa myös muilla järvillä (R. Murto-Laitinen, kirjall. tiedonanto 26.2.2004).

Keskisen Uudenmaan Kehittämisyhdistyksen (KEHU ry.) kautta voi myös hakea ainakin vuoden 2006 loppuun jatkuvaa ALMA-rahoitusta kylien ympäristön laadun ja viihtyvyyden parantamiseen. Hanke vaatii paikallisen rahoitusosuuden.

11.7 Kyläläiset, Rusutjärvi-seura ja kalastuskunta

Aivan ratkaisevaa on, miten järven ranta-asukkaat ja vesialueen omistajat suhtautuvat toimenpide-ehdotuksiin ja kokevatko he kunnostuksen tärkeäksi. Rusutjärvellä on paljon aktiivisia järvestä huolta kantavia ihmisiä. Talkoapanostusta on jo käytetty esim. venepaikkojen rakentamisessa, rantojen raivauksessa ja katiskakalastuksessa. Omaehtoiseen vedenlaadun seurantaan (näkösyvyys ym.) ovat vapaaehtoiset tervetulleita. Kalastuskunnan tehtävänä ovat kalastuksen valvonta ja ohjaus sekä osin kalanistutukset. Rusutjärvi-seura on myös järjestänyt yleisötilaisuuksia mm. vesihuoltoon liittyen.

12 Tiedotus

Lehdistötiedotteita kunnostustoimista, tutkimustuloksista ja vedenlaadusta laaditaan ainakin vesiensuojelun kuntayhtymän Tuusulanjärvi-projektin toimesta. Kesällä 2003 alkanutta viikoittaista uimavesien laadun tiedotusta kunnan ympäristöasiainkeskuksen ja alueen sanomalehtien toimesta jatketaan. Rusutjärven koulun kanssa järjestetään toivomuksien mukaan yhteistoimintaa ja opastusta mm. omaehtoisesta vedenlaadun havainnoinnista sekä hoitokalastuksesta katiskoilla tms. Yleisötilaisuus kunnostuksen toimenpideohjelmasta järjestettiin rusutjärveläisille keväällä 2004 yhdessä vesihuoltosuunnitelman esittelyn kanssa.

13 Suositukset jatkotoimenpiteiksi 2004-2008

- Päijänne-tunnelin ravinnepitoisuuksia laimentavan lisäveden pumppausta jatketaan (Keski-Uudenmaan vesiensuojelun kuntayhtymä).
- Erityinen huomio kiinnitetään talvi-ilmastuksen käyntivarmuuteen (Tuusulan kunta + Keski-Uudenmaan vesiensuojelun kuntayhtymä).
- Rusutjärvestä muodostetaan vesihuoltolaitoksen toiminta-alue, jolloin kiinteistöille tulee liittymisvelvollisuus kunnalliseen viemäriverkostoon (Tuusulan kunta).
- Vedenlaadun seuranta on jatkettava (Uudenmaan ympäristökeskus).
- Hoitokalastusta tehostetaan ja kalaston määrää arvioidaan kurenuottauksin (Tuusulan kunta, vesiensuojelun kuntayhtymä ja Rusutjärven kalastuskunta).
- Kuhan alamitta nostetaan 45 cm:iin (kalastuskunta ja Vantaanjoen kalastusalue).
- Petokalojen istutuksia jatketaan ja yritetään täpläravun kotiuttamista (kalastuskunta, Tuusulan kunta, vesiensuojelun kuntayhtymä).
- Kolistimenojan rakennetaan kosteikko tai kosteikkoketju (Tuusulan kunta).
- Järven rannalle ja siihen laskevien purojen varsille perustetaan ympärivuotisesti kasvipeitteisiä suojavyöhykkeitä (viljelijät).
- Niittoja jatketaan 2004-2005 ja edelleen kasvikartoituksen jälkeen 2006-2008 (Tuusulan kunta, vesiensuojelun kuntayhtymä).
- Keskeneräiset rantaruoppaukset saatetaan loppuun ja Tilloonlahtea ruopataan esitutkimusten jälkeen (Tuusulan kunta).
- Ulkopuolisen rahoituksen heikon tilanteen takia kunta varautuu järven virkistyskäyttöarvon takia suurempaan rahalliseen panostukseen kuin 30 000 euroa/vuosi.
- Rusutjärven kunnostustyöryhmän tulisi jatkossa kokoontua vuosittain esim. huhti-toukokuussa, jolloin päätetään tehtävistä kunnostustoimista ja tutkimuksista sekä loka-marraskuussa, jolloin esitellään tehtyjä toimia ja tutkimustuloksia.

LÄHTEET

- Airaksinen, J. 2004. Vesivelho-hankkeen loppuraportti. Suunnitteluohjeistus rehevöityneiden järvien kunnostamiseen. Savonia-ammattikorkeakoulu, Kuopio. Savonia-ammattikorkeakoulun julkaisusarja D 3/2004. 81 s. + 4 liitettä. ISBN 952-9533-90-X.
- Alakukku, L., Mikkola, H. & Teräväinen, H. (toim.) 2004. Suorakylvöopas. ProAgria Maaseutukeskusten liitto, Keuruu. Tieto tuottamaan 107. ProAgria Maaseutukeskusten liiton julkaisuja nro 1003. 91 s. ISBN 951-808-121-2.
- Annadotter, H., Cronberg, G., Aagre, R., Lunstedt, B., Nilsson, P.-Å. & Ströbeck, S. 1999. Multiple techniques for lake restoration. *Hydrobiologia* 396/396: 77-85.
- Antikainen, S. 1989. Rehevän Rusutjärven kasvi- ja eläinplankton. Vesi- ja ympäristöhallitus, Helsinki. Vesi- ja ympäristöhallituksen monistesarja nro 187. 70 s. ISBN 951-47-2426-7.
- Aronsoo, I. (toim.) 2001. Tuusulanjärven kunnostusprojekti vuonna 2000. Uudenmaan ympäristökeskus, Helsinki. Uudenmaan ympäristökeskus – Monisteita 90. 68 s. ISBN 952-5237-79-6.
- Boers, P. 1991. The influence of pH on phosphate release from lake sediments. *Wat. Res. Vol. 25, No 3*: 309-311.
- Boström, B., Jansson, M. & Forsberg, C. 1982. Phosphorus release from lake sediments. *Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol.* 18: 5-59.
- Cooke, G. D., Welch, E. B., Peterson, S. A., & Newroth, P. R. 1993. Restoration and management of lakes and reservoirs. Boca raton, FL. Lewis Publishers. 540 s. ISBN 0-87376-397-4.
- Etelä-Savon ympäristökeskus 2001. Vesivälskäri – vesistöjen omaehtoisen kunnostamisen hankeasiakirjat. Etelä-Savon ympäristökeskus. Mikkeli. 27 s. [Julkaisematon.]
- Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2000/60/EY, annettu 23. lokakuuta 2000, yhteistön vesipolitiikan puitteista. Euroopan yhteisöjen virallinen lehti 43 (L 327): 1-72.
- Fontell, E., Kervinen, J. & Lehtonen, H. 2003. Kuhan jälkeläistuotanto Tuusulanjärvessä vuonna 2003. Helsingin yliopisto, limnologian ja ympäristönsuojelun laitos, Helsinki. 8 s. [Julkaisematon.]
- Forsberg, C., Ryding, S.-O., Claesson, A. & Forsberg, A. 1978. Water chemical analyses and/or algal assay? –Sewage effluent and polluted lake water studies. *Mitt. Int. Ver. Limnol.* 21: 352-363.
- Hakala, V. 2004. Weke-katiskojen valmistaja. Tiedonanto 24.2.2004.
- Heinonen, P. 1980. Quantity and composition of phytoplankton in Finnish inland waters. *Publications of the Water Research Institute* 37: 1-91.
- Helminen, H., Hirvonen, A. & Sarvala, J. 1995. Pohjoismaiset ravintoketjukunnostuskohteet. *Vesitalous* 3/1995: 21-23.
- Horppila, J. 2003. MMT/limnologi, Helsingin yliopisto. Seminaariesitelmä Rehevöityneiden järvien hoitokalastuksen vaikutukset (HOKA) -seminaarissa 26.11.2003.
- Häkkinen, J. 2003. Comparative sensitivity of boreal fishes to UV-B and UV-induced phototoxicity of retene. Väitöskirja. Jyväskylä studies in Biological and Environmental Science. 58 s. ISBN 951-39-1509-3.
- Ilme, R. 1990. Ruoppaus. Julk.: Ilmavirta, V. (toim.) Järvien kunnostuksen ja hoidon perusteet. Yliopistopaino, Helsinki. ISBN 951-570-051-5.
- Joensuu, I. (toim.) 2002. Tuusulanjärven kunnostusprojekti vuonna 2001. Uudenmaan ympäristökeskus, Helsinki. Uudenmaan ympäristökeskus – Monisteita 119. 50 s. ISBN 952-463-033-8.
- Jeppesen, E. & Sammalkorpi, I. 2002. Lakes. Julk.: Perrow, M.R. & Davy, A.J. (toim.) Handbook of ecological restoration, vol. 2: Restoration in Practice: 297-324. Cambridge University Press. ISBN 0-521-79129-4.
- Järnefelt, H. 1925. Zur limnologie einiger gewässer Finnlands. *Ann. Zool. Soc. Vanamo* 2., 5: 217-223.
- Jääskeläinen, K. 2001. Hauenpoikasten sähkökalastustutkimus Tuusulanjärvellä ja Rusutjärvellä v. 2001. Keski-Uudenmaan vesiensuojelun kuntayhtymä, Kerava. 9 s. + karttaliite. [Julkaisematon.]
- Kalliola, I. 1987. Rusutjärven pohjaeläintutkimus vuonna 1987. Keski-Uudenmaan vesiensuojelun kuntainliitto, Vantaa. 13 s. + 1 liite. [Julkaisematon.]
- Kalliola, I. 1989a. Rusutjärven pohjaeläintutkimus vuonna 1988. Keski-Uudenmaan vesiensuojelun kuntainliitto, Vantaa. 13 s. [Julkaisematon.]
- Kalliola, I. 1989b. Rusutjärven pohjaeläintutkimus vuonna 1989. Keski-Uudenmaan vesiensuojelun kuntainliitto, Vantaa. 8 s. + 1 liite. [Julkaisematon.]

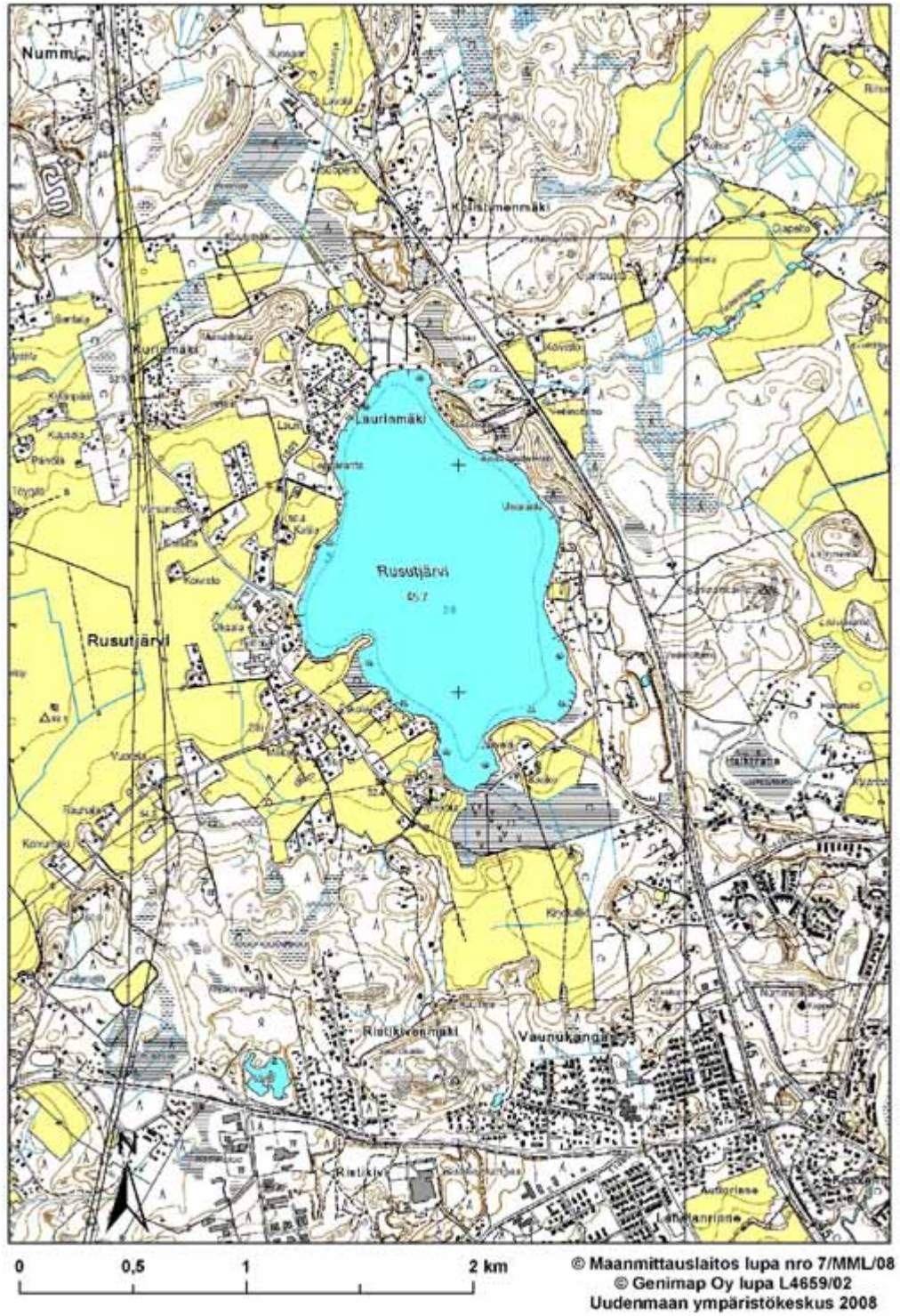
- Kalliola, I. 1990. Rusutjärven pohjaeläinselvitys 1990. Keski-Uudenmaan vesiensuojelun kuntainliitto, Kerava. 6 s. + 1 liite. [Julkaisematon.]
- Kauppi, L. 1979. Phosphorus and nitrogen input from rural population, agriculture and forest fertilization to watercourses. Publications of the Water Research Institute 34: 35-46.
- Keski-Uudenmaan vesiensuojelun kuntainliitto 1984. Tuusulanjärven kunnostussuunnitelma. Keski-Uudenmaan vesiensuojelun kuntainliitto, Vantaa. 214 s. [Julkaisematon.]
- Keto, J. 2004. MMM/limnologi, Lahden vesijärven kunnostusprojekti. Tiedonanto 10.6.2004.
- Kjellman, J., Lappalainen, J., Vinni, M., Uusitalo, L., Saren, J. & Lappalainen, S. 2000. Occurrence of burbot larvae in a eutrophic lake. Julk.: V.L. Paragamian & Willis D.W. (toim.) Burbot: biology, ecology, and management. Am. Fish. Soc., Fish. Manag. Sect. Publ. 1, Spokane: 105-110.
- Koli, L. 1998. Suomen kalat. WSOY, Porvoo. 2. painos. 357 s. ISBN 951-0-23123-1.
- Korhonen, P. & Nyberg, K. 2001. Rusutjärven ja Tuusulanjärven hauenpoikastutkimukset vuosina 1998-2000. Uudenmaan ympäristökeskus, Helsinki. Uudenmaan ympäristökeskus – Monisteita 85. 48 s. ISBN 952-5237-68-0.
- Kujala-Räty, K. 2004. Haja-asutuksen jätevesipulmat. Vesitalous 3/2004: 11-16.
- Lakso, E. & Viitasaari, S. 1990. Kauhajärven vesiensuojelusuunnitelma. Vaasan vesi- ja ympäristöpiiri, Vaasa. Vesi- ja ympäristöhallituksen monistesarja nro 241. 58 s.
- Lappalainen, J. 2001. Effects of environmental factors, especially temperature, on the population dynamics of pikeperch (*Stizostedion lucioperca* (L.)). Väitöskirja. Helsingin yliopisto, limnologian ja ympäristönsuojelun laitos.
- Lappalainen, J., Erm, V., Kjellman, J. & Lehtonen, H. 2000. Size-dependent winter mortality of age-0 pikeperch (*Stizostedion lucioperca*) in Pärnu Bay, the Baltic Sea. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 57: 451-458.
- Lappalainen, K. M. 2003. Toimitusjohtaja, Vesi-Eko Oy. Haastattelu Rakennuslehdessä 30.10.2003.
- Lappalainen, K. M. & Lakso, E. 2005. Järven hapetus. Julk. Ulvi, T. & Lakso, E. (toim.) Järvien kunnostus. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. Ympäristöopas 114: 151-168. ISBN 951-37-4337-3.
- Lappalainen, K. M. & Matinvesi, J. 1990. Järven fysikaaliset prosessit ja ainetaset. Julk. Ilmavirta, V. (toim.) Järvien kunnostuksen ja hoidon perusteet: 54-84. Yliopistopaino, Helsinki. ISBN 951-570-051-5.
- Lehmikangas, M. & Viinikkala, J. 2002. Järven tilapäinen kuivattaminen. Vesitalous 6/2002: 47-52.
- Lehtonen, H. 2003. Iso kalakirja: ahvenesta vimpaan. WSOY, Helsinki. 280 s. ISBN 951-0-28134-4.
- Limnologian laitos 1976. Rusutjärven tutkimus. Kurssityö. Helsingin yliopisto, Helsinki. 34 s. + 15 liitettä. [Julkaisematon.]
- Limnologian laitos 1980. Rusutjärvitutkimus 2. Kurssityö. Helsingin yliopisto, Helsinki. 53 s. [Julkaisematon.]
- Limnologian ja ympäristönsuojelun laitos 1999. Rusutjärven sedimenttitutkimus vuonna 1999. Kurssityö. Helsingin yliopisto, Helsinki. 10 s. + 4 liitettä. [Julkaisematon.]
- Maa- ja metsätalousministeriö 2003a. Kosteikot ja laskeutusalttaat. Maatalouden ympäristötuen erityistuet v. 2000-2006. Esite. 12 s. [Julkaisematon.]
- Maa- ja metsätalousministeriö 2003b. Suojavyöhykkeiden perustaminen ja hoito. Maatalouden ympäristötuen erityistuet v. 2000-2006. Esite. 12 s. [Julkaisematon.]
- Maisema ja Ympäristö Oy 2000. Rusutjärven rantojen kunnostaminen. Maisema ja Ympäristö Oy, Hämeenlinna. 10 s. + 9 liitettä. [Julkaisematon.]
- Majuri, H. 2001. Hyödynarviointi vesistöjen kunnostushankkeissa. Väitöskirja. Tampereen teknillinen korkeakoulu, Tampere. Tampereen teknillinen korkeakoulu, Julkaisuja 333. 252 s. ISBN 952-15-0632-6.
- Mannonen, A. 2001. Uusi rapustrategia. Vesitalous 3/2001: 26-29.
- Marttila, J. 2003. Ravinnetaset Tuusulanjärven valuma-alueen maataloilla 2001-2002. Uudenmaan ympäristökeskus, Helsinki. Uudenmaan ympäristökeskus – Monisteita 130. 30 s. ISBN 952-463-047-8.
- Marttila, J. 2004. Tuusulanjärven vesi-, fosfori- ja typpitaset 1991-2002. Uudenmaan ympäristökeskus, Helsinki. Uudenmaan ympäristökeskus – Monisteita 141. 74 s. ISBN 952-463-060-5.
- Marttinen, M. 1987. Rusutjärven koeverkkoalustus elokuussa 1987. Uudenmaan kalastuspiiri, Helsinki. 8 s. + 2 liitettä. [Julkaisematon.]

- Mortimer, C. 1941. The exchange of dissolved substances between mud and water in lakes. *J. Ecol.* 29: 280-329.
- Murto-Laitinen, R. 2002. Maakunnan liitot mukana kunnostuksessa. *Vesitalous* 6/2002: 24-25.
- Männynsalo, J. 1996. Mäyränojan valuma-alueen haja-asutuksen kuormitus Tuusulanjärveen. Tuusulanjärven vesiensuojeluyhdistys ry, Helsinki. 31 s. + 5 liitettä. [Julkaisematon.]
- Männynsalo, J. 1998. Mäyränojan ja Sarsalanojan valuma-alueiden haja-asutuksen jätevesien käsittelyn nykytilanne ja kuormitus Tuusulanjärveen. Julk.: Yli-Tolppa, H. (toim.) HAAVE-projekti. Jätevesienkäsittely haja-asutusalueella. Uudenmaan ympäristökeskus, Helsinki. Uudenmaan ympäristökeskus - Monisteita 51: 37-42. ISBN 952-5237-29-X.
- Novalab Oy 1999. Rusutjärven ruoppausmassojen ravinneanalyysi. Tutkimusraportti N:o 175/9/1-2. Novalab Oy, Karkkila. 1 s. [Julkaisematon.]
- Nurminen, L. 2003. Role of macrophytes in a clay-turbid lake. Väitöskirja. Helsingin yliopisto, limnologian ja ympäristönsuojelun laitos. 37 s. ISBN 952-91-6368-1.
- Olin, M. & Ruuhijärvi, J. (toim.) 2002. Rehevöityneiden järvien hoitokalastuksen vaikutukset. Vuosiraportti 2001. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Helsinki. Kala- ja riistaraportteja 262. 136 s. ISBN 951-766-383-2.
- Oravainen, R. 1998. Fosforin kemiallinen saostus kunnostuskeinona. *Suomen Kalastuslehti* 7/1998: 22-24.
- Oravainen, R. 2004. Toimitusjohtaja, Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys. Kokemuksia kemiallisesta kunnostuksesta. Esitelmä Vesistöjen kemiallinen kunnostus -seminaarissa 17.3.2004.
- Partanen, E. 1996. Maatalouden ympäristön hoitoraportti Rusutjärveltä 1996. Uudenmaan maaseutukeskus & Keski-Uudenmaan vesiensuojelun kuntayhtymä, Kerava. 11 s. [Julkaisematon.]
- Pekkarinen, M. 1987. Tuusulanjärven ja Rusutjärven hoito- ja kunnostusmahdollisuudet. Pro gradu -työ. Helsingin yliopisto, limnologian laitos. 144 s. [Julkaisematon.]
- Pekkarinen, M. 2001. Rusutjärven vesiensuojelu- ja kunnostustoimenpiteet. Julk: Tuusula-Seuran Aikakirja XIII: 14-17. Tuusula-Seura, Tuusula.
- Pekkarinen, M. 2002. Pitkäjänteinen työ tuo tulosta – Tuusulanjärvi voi jo aika hyvin. *Vesitalous* 6/2002: 32-36.
- Pellikka, K. 1997. Rusutjärven eläinplanktonselvitys kesiltä 1991-96. Keski-Uudenmaan vesiensuojelun kuntayhtymä, Kerava. 14 s. + 3 liitettä. [Julkaisematon.]
- Pennanen, J. T. 2001. Toutaimen istutukset ja niiden tulokset. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Helsinki. Kalatutkimuksia 178. 55 s. + 3 liitettä. ISBN 951-776-338-7.
- Penttilä, S. (toim.) 2002. Uudenmaan järvien tehokalastusprojekti. Uudenmaan työvoima- ja elinkeinokeskus, kalatalousyksikkö, Helsinki. Kala- ja riistahallinnon julkaisuja 61/2002. 84 s. ISBN 952-453-080-5.
- Puustinen, M. 2002. MMT/agronomi, Suomen ympäristökeskus. Haastattelu Maaseudun Tulevaisuudessa 25.11.2002.
- Puustinen, M. & Koskiaho, J. 2003. Characteristics of constructed wetlands and potential significance for agricultural water protection in practise. Julk.: Mander, U., Vohla, C. & Poom, A. (toim.) Constructed and riverine wetlands for optimal control of wastewater at catchment scale. Conference Proceedings. Tartto 29.9.-2.10.2003. Publicationes Instituti Geographici Universitatis Tartuensis 94: 173-178. ISBN 9985-4.
- Rask, M., Vesala, S. & Lehtovaara, A. 2000a. Rusutjärven ja Tuusulanjärven eläinplankton sekä Rusutjärven kalojen kasvu. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Lammi. 15 s. [Julkaisematon.]
- Rask, M., Vesala, S., Nyberg, K. & Ruuhijärvi, J. 2000b. Rusutjärven ja Tuusulanjärven kalojen kasvu. Julk.: Olin, M. & Rask, M. (toim.) Tuusulanjärven ja Rusutjärven ravintoketjukkunnostuksen kalatutkimuksia vuosina 1996-1999. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Helsinki. Kala- ja riistaraportteja 184: 64-71. ISBN 951-776-269-0.
- Rask, M. & Lehtovaara, A. 2004. Tuusulanjärven ja Rusutjärven eläinplankton vuosina 1996-2003. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos & Helsingin yliopisto, Lammi. 9 s. [Julkaisematon.]
- Rekolainen, S., Kauppi, L. & Turtola, E. 1992. Maatalous ja vesien tila. MAVEROn loppuraportti. Maa- ja metsätalousministeriö, Helsinki. Luonnonvarajulkaisuja 15. 61 s.
- Rekolainen, S., Pitkänen, H., Bleeker, A. & Felix, S. 1995. Nitrogen and phosphorus fluxes from Finnish agricultural areas to the Baltic Sea. *Nordic Hydrology* 26: 55-72.

- Rontu, M. & Santala, E. (toim.) 1995. Haja-asutuksen jätevesien käsittely. Vesi- ja ympäristöhallitus, Helsinki. Vesi- ja ympäristöhallituksen monistesarja nro 584. 94 s. ISBN 951-47-9130-4.
- Sahlakari, J. 2003. Vesihuoltopäällikkö, Tuusulan kunta. Tiedonanto 30.6.2003.
- Samanen, K. 2004. Kalataloustarkastaja, Uudenmaan TE-keskus. Tiedonanto 22.1.2004.
- Salminen, M. & Ruuhijärvi, J. 1999. Tuki-istutukset yli kaksinkertaistivat Lohjanjärven kuhasaaliin. Suomen Kalastuslehti 1/1999: 34-37.
- Salminen, M. & Böhling, P. (toim.) 2002. Kalavedet kuntoon. Riistan- ja kalantutkimuslaitos, Helsinki. 268 s. ISBN 951-776-388-3.
- Sammalkorpi, I. 1986. Ravintoketjun rakenteen merkitys Rusutjärven tilalle. Tuusulan kunnan vesilautakunta, Tuusula. 14 s. [Julkaisematon.]
- Sammalkorpi, I. 1987. Paunettipyynti ja allaskokeet Rusutjärvellä 1986. Keski-Uudenmaan vesiensuojelun kuntainliitto, Vantaa. 16 s. [Julkaisematon.]
- Sammalkorpi, I. 1990. Rusutjärven tehokalastusprojekti 1986-89. Keski-Uudenmaan vesiensuojelun kuntainliitto, Vantaa. 5 s. + 10 liitettä. [Julkaisematon.]
- Sammalkorpi, I. 1991. Rusutjärven tehokalastusprojekti 1986-90. Keski-Uudenmaan vesiensuojelun kuntainliitto, Kerava. 11 s. [Julkaisematon.]
- Sammalkorpi, I., Keto, J., Kairesalo, T., Luokkanen, E., Mäkelä, M., Vääriskoski, J. & Lammi, E. (toim.) 1995. Vesijärvi-projekti 1987-1994. Ravintoketjukurinnot, tutkimukset ja toimenpidekokeilut. Vesi- ja ympäristöhallitus, Helsingin vesi- ja ympäristöpiiri & Helsingin yliopiston Lahden tutkimus- ja koulutuskeskus, Helsinki. Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja – sarja A 218. 131 s. ISBN 951-53-0234-X.
- Sammalkorpi, I. & Pekkarinen, M. 2001. Rusutjärven habitaattikunnostus 1998-2000. Loppuraportti. Keski-Uudenmaan vesiensuojelun kuntayhtymä, Kerava. 7 s. + 2 liitettä. [Julkaisematon.]
- Santala, E. (toim.) 1990. Pienet jäteveden maapuhdistamot. Vesi- ja ympäristöhallitus, Helsinki. Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja, sarja B:1. 117 s. ISBN 951-47-3064-X.
- Shapiro, J., Lamarra, V. & Lynch, M. 1975. Biomanipulation: an ecosystem approach to lake restoration. Julk.: Brezonik, P. & Fox, J. (toim.) Water quality management through biological control: 85-96. Univ. Florida, Gainesville.
- Sommarlund, H., Pekkarinen, M., Kansanen, P., Vahtera, H. & Väisänen, T. 1998. Savipeittomenetelmän soveltuvuus Tuusulanjärven sedimentin kunnostuksessa. Uudenmaan ympäristökeskus, Helsinki. Suomen ympäristö 231. 99 s. ISBN 952-11-0320-5.
- Suomen ympäristökeskus, ympäristöministeriö, maa- ja metsätalousministeriö & Suomen Kuntaliitto 1998. Aloita kotijärvesi hoito. Esite. 14 s. [Julkaisematon.]
- Suunnittelukeskus 1989. Rusutjärven osayleiskaava-alueen vesihuollon yleissuunnitelma. Suunnittelukeskus, Helsinki. [Julkaisematon.]
- Suunnittelukeskus 1999. Rusutjärven pohjavesialueen suojelusuunnitelma. Työ n:o 1113-B7540. Suunnittelukeskus, Helsinki. 27 s. + 15 liitettä. [Julkaisematon.]
- Tanttu, U. 2003. Toimitusjohtaja, Tuusulan seudun vesilaitos kuntayhtymä. Tiedonanto 31.8.2003.
- Tolonen, K., Ilmavirta, V., Uimonen-Simola, P., Hartikainen, H. & Suksi, J. 1994. Eutrophication history of a small, pelotrophic lake, Rusutjärvi, Southern Finland. Aqua Fennica 24(2): 141-162.
- Tulonen, J. 2001. Rusutjärven ja Tuusulanjärven ankeriaiden kasvu. Riistan- ja kalantutkimuslaitos, Lammi. 4 s. [Julkaisematon.]
- Tulonen, J. 2002. Kuka syö ravut – ankerias vai ahven? Suomen Kalastuslehti 5/2002: 16-20.
- Tulonen, J., Erkamo, E., Järvenpää, T., Westman, K., Savolainen, R. & Mannonen, A. 1998. Rapuvedet tuottaviksi. Riistan- ja kalantutkimuslaitos, Helsinki. 152 s. ISBN 951-776-167-8.
- Turunen, A. & Äystö, V. 2000. Selvitys vesistöjen kunnostustarpeista. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. Suomen ympäristökeskuksen moniste 180. 47 s. ISBN 952-11-0678-6.
- Tuusulan kunta 2003. Tuusulan kunnan vesihuollon kehittämissuunnitelma. Tuusulan kunta, Tuusula. 35 s. [Julkaisematon.]
- Tuusulan yleiskaavatyöryhmä 1988. Luontosuhteiltaan arvokkaat alueet. Tuusulan kunta, Tuusula. 70 s. + karttaliite. [Julkaisematon.]
- Vakkilainen, K. 2002. Professori, Teknillinen korkeakoulu. Litoraaliyhteisöjen vaikutus sisäiseen kuormitukseen. Esitys Järvien sisäisen kuormituksen tutkijaseminaarissa 7.11.2002.

- Valtioneuvosto 2003. Valtioneuvoston asetus 542/2003 talousjätevesien käsittelystä vesihuoltolaitosten viemäriverkostojen ulkopuolisilla alueilla. Annettu Helsingissä 11 päivänä kesäkuuta 2003.
- Varjo, E. 2001. Gypsum treatment in managing internal loads from sediments of eutrophied lakes. Väitöskirja. Turun yliopisto. Ann. Univ. Turkuensis AII 143. ISBN 951-29-1891-9.
- Venetvaara, J. 2001. Tuusulan Rusutjärven kasvillisuus kesällä 2001. Biologitoimisto Jari Venetvaara Ky. 9 s. + 7 liitettä. [Julkaisematon.]
- Venetvaara, J. & Lammi, E. 1996. Tuusulan Rusutjärven kasvillisuus kesällä 1996. Biologitoimisto Jari Venetvaara Ky. 16 s. + liitteet. [Julkaisematon.]
- Venetvaara, J. & Lammi, E. 1999. Tuusulan Rusutjärven rantojen hoitotarve ja hoitosuositukset. Biologitoimisto Jari Venetvaara Ky. 12 s. + karttaliite. [Julkaisematon.]
- Ventelä, A.-M. 1999. Lake restoration and trophic interactions: is the classical food web chain theory sufficient? Väitöskirja. Turun yliopisto. Ann. Univ. Turkuensis AII 121. 148 s. ISBN 951-29-1445-X.
- Vesala, S. & Ruuhijärvi, J. 2004. Tuusulanjärven ja Rusutjärven verkkokoekalastukset 1996-2003. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Lammi. 18 s. [Julkaisematon.]
- Vesi-Eko Oy 2003. Mixpower pohjan pöyhintähoito (pat. no 105094). Esite 5.3.2003. 1 s. [Julkaisematon.]
- Vesi- ja ympäristöhallitus 1988. Vesistöjen laadullisen käyttökelpoisuuden luokittaminen. Vesi- ja ympäristöhallitus, Helsinki. Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja 20. 48 s. ISBN 951-47-1805-4.
- Villa, L. 2003. MMM/limnologi, Uudenmaan ympäristökeskus. Tiedonanto 17.12.2003.
- Virta, J. & Seppänen, H. 1978. Pumping test analysis using rectangular aquifer models. Pohjoismainen hydrologiakonferenssi, Helsinki.
- Vollenweider, R. A. 1968. Scientific fundamentals of the eutrophication of lakes and flowing waters, with particular reference to nitrogen and phosphorus as factors in eutrophication. OECD Report EAS/CSI 68.
- Vollenweider, R. A. 1975. Input-output models. With specific reference to the phosphorus loading concept in limnology. Schweizerische Zeitschrift für Hydrologie 37 (1):53-84.
- Vuorenmaa, J., Rekolainen, S., Kenttämies, K. & Kauppila, P. 2002. Losses of nitrogen and phosphorus from agricultural and forest areas in Finland during the 1980s and 1990s. Environmental Monitoring and Assessment Vol 76: 213-248.
- Wahlgren A., Lappalainen, K. M. & Lakso, E. 1990. Veden ja pohjasedimentin hapettaminen. Julk.: Ilmavirta, V. (toim.) Järvien kunnostuksen ja hoidon perusteet. Yliopistopaino, Helsinki. ISBN 951-570-051-5.
- Waternet 2002. Kirkkojärven uusi elämä. Kemira Chemicals Oy Kemwaterin asiakaslehti 2/2002: 8-11.
- Wetzel, R. G. 2001. Limnology. Lake and river ecosystems. Academic Press, San Diego. 1006 s. ISBN 0-12-744760-4495.
- Ympäristöministeriö 2003a. Hevostallien ympäristönsuojeluohje 4.11.2003. Ympäristöministeriö, Helsinki. Ympäristöministeriön moniste 121. 40 s. [Julkaisematon.]
- Ympäristöministeriö 2003b. Kiinteistökohtaisten talousjätevesien käsittely tehostuu. Tiedote 11.6.2003.
- Äystö, V. 1997. Rehevien järvien kunnostusten arviointi. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. Suomen ympäristö 115. 163 s. ISBN 952-11-0586-0.

Rusutjärven kartta



Rusutjärveä koskevia tutkimuksia, raportteja ja artikkeleita

- Antikainen, S. 1986. Rusutjärven ja Tuusulanjärven eläiplanktonitutkimus kesällä 1985. Luonnos. Keski-Uudenmaan vesiensuojelun kuntainliitto, Vantaa. 18 s. + 4 liitettä. [Julkaisematon.]
- Antikainen, S. 1988. Rehevän Rusutjärven kasvi- ja eläinplankton. Pro gradu -työ. Helsingin yliopisto, limnologian laitos. 66 s. [Julkaisematon.]
- Antikainen, S. 1989. Rusutjärven eläinplanktonitutkimus vuonna 1988. Keski-Uudenmaan vesiensuojelun kuntainliitto, Vantaa. 17 s. + 1 liite. [Julkaisematon.]
- Fontell, E., Kervinen, J. & Lehtonen, H. 2001. Kuhan jälkeläistuotanto Tuusulanjärvellä vuonna 2001. Helsingin yliopisto, limnologian ja ympäristönsuojelun laitos. 5 s. [Julkaisematon.]
- Fontell, E., Kervinen, J. & Lehtonen, H. 2002. Kuhan poikastuotanto Tuusulanjärvessä vuonna 2002. Helsingin yliopisto, limnologian ja ympäristönsuojelun laitos. 7 s. [Julkaisematon.]
- Helsingin kaupungin vesilaitos 1960. Rusutjärven vedenlaatututkimus. 23.8.1960. [Julkaisematon.]
- Helsingin maanviljelysinsinööripiiri 1967. Rusutjärven vedenlaatututkimus. 30.8.1967. [Julkaisematon.]
- Helsingin vesipiirin vesitoimisto 1974. Rusutjärven vedenlaatututkimus. 4.6.1974. [Julkaisematon.]
- Helsingin vesi- ja ympäristöpiiri 1984/85-1994. Säännöllinen Rusutjärven vedenlaadunseuranta. [Julkaisematon.]
- Ilmavirta, V. 1993. Response of phytoplankton assemblages to eutrophy in a shallow headwater lake, southern Finland. Verh. Internat. Verein. Limnol. 25: 521-524.
- Ilmavirta, V. & Tolonen, K. 1985. Rusutjärven sedimenttitutkimus. Keski-Uudenmaan vesiensuojelun kuntainliitto, Vantaa. [Julkaisematon.]
- Joensuu, I. (toim.) 2002. Tuusulanjärven kunnostusprojekti vuonna 2001. Uudenmaan ympäristökeskus, Helsinki. Uudenmaan ympäristökeskus – Monisteita 119. 50 s. ISBN 952-463-033-8.
- Järnefelt, H. 1922. Tutkimus Rusutjärven veden laadusta, planktonista, pohjaeläimistä ja vesikasveista.
- Järnefelt, H. 1925. Zur limnologie einiger gewässer Finnlands. Ann. Zool. Soc. Vanamo 2., 5: 217-223.
- Jääskeläinen, K. 2001. Hauenpoikasten sähkökalastustutkimus Tuusulanjärvellä ja Rusutjärvellä v. 2001. Keski-Uudenmaan vesiensuojelun kuntayhtymä, Kerava. 9 s. + karttaliite. [Julkaisematon.]
- Kairesalo, T., Keto, J. & Sammalkorpi I. 1990. Biomanipulaatio (ravintoketjukunnostus). Julk.: Ilmavirta, V. (toim.) Järvien kunnostuksen ja hoidon perusteet: 310-326. Yliopistopaino, Helsinki. ISBN 951-570-051-5.
- Kalliola, I. 1987. Rusutjärven pohjaeläintutkimus vuonna 1987. Keski-Uudenmaan vesiensuojelun kuntainliitto, Vantaa. 13 s. + 1 liite. [Julkaisematon.]
- Kalliola, I. 1989a. Rusutjärven pohjaeläintutkimus vuonna 1989. Keski-Uudenmaan vesiensuojelun kuntainliitto, Vantaa. 10 s. [Julkaisematon.]
- Kalliola, I. 1989b. Rusutjärven pohjaeläintutkimus vuonna 1989. Keski-Uudenmaan vesiensuojelun kuntainliitto, Vantaa. 8 s. + 1 liite. [Julkaisematon.]
- Kalliola, I. 1990. Rusutjärven pohjaeläinseuranta 1990. Keski-Uudenmaan vesiensuojelun kuntainliitto, Vantaa. 6 s. + 1 liite. [Julkaisematon.]
- Kervinen, J., Fontell, E., Lehtonen, H. & Leppäniemi, V. 2000. Kuhan jälkeläistuotanto Tuusulanjärvessä vuonna 2000. Helsingin yliopisto, limnologian ja ympäristönsuojelun laitos. 7 s. [Julkaisematon.]
- Keski-Uudenmaan vesiensuojelun kuntainliitto 1982. Yhteenveto Rusutjärven valuma-alueen haja-kuormitushaastatteluista v. 1981. Keski-Uudenmaan vesiensuojelun kuntainliitto, Vantaa. 6 s. [Julkaisematon.]
- Keski-Uudenmaan vesiensuojelun kuntainliitto 1984. Tuusulanjärven kunnostussuunnitelma. Keski-Uudenmaan vesiensuojelun kuntainliitto, Vantaa. 214 s. [Julkaisematon.]
- Keski-Uudenmaan vesiensuojelun kuntayhtymä 1994. Rusutjärven tarkkailuloket vuonna 1993. Vuosiyhteenveto. Keski-Uudenmaan vesiensuojelun kuntayhtymä, Kerava. 8 s. + 8 liitettä. [Julkaisematon.]
- Keski-Uudenmaan vesiensuojelun kuntayhtymä 1999. Lisäveden johtaminen Rusutjärveen. Hakemussuunnitelma. Keski-Uudenmaan vesiensuojelun kuntayhtymä, Kerava. 45 s. + 6 piirrosta + 2 liitettä. [Julkaisematon.]

- Keski-Uudenmaan vesiensuojelun kuntayhtymä 2000. Rusutjärven lisävesitarkkailu. Vuosiyhenteenveto 1997-98. Keski-Uudenmaan vesiensuojelun kuntayhtymä, Kerava. 6 s.+ 13 kuvaa ja 8 liitettä. [Julkaisematon.]
- Korhonen, P. & Nyberg, K. 2001. Rusutjärven ja Tuusulanjärven hauenpoikastutkimukset vuosina 1998-2000. Uudenmaan ympäristökeskus, Helsinki. Uudenmaan ympäristökeskus – Monisteita 85. 48 s. ISBN 952-5237-68-0.
- Laamanen, J. 1988. Luontosuhteiltaan arvokkaat alueet. Tuusula. Tuusulan kunnan yleiskaavatyöryhmä, Tuusula. 70 s. + karttaliite. [Julkaisematon.]
- Limnologian laitos 1976. Rusutjärven tutkimus. Kurssityö. Helsingin yliopisto, Helsinki. 34 s. + 15 liitettä. [Julkaisematon.]
- Limnologian laitos 1980. Rusutjärvitutkimus 2. Kurssityö. Helsingin yliopisto, Helsinki. 53 s. [Julkaisematon.]
- Limnologian ja ympäristönsuojelun laitos 1999. Rusutjärven sedimenttitutkimus vuonna 1999. Kurssityö. Helsingin yliopisto, Helsinki. 10 s. + 4 liitettä. [Julkaisematon.]
- Maa ja Vesi Oy 1973. Rusutjärven planktonitutkimus. Maa ja Vesi Oy, Helsinki. [Julkaisematon.]
- Maa ja Vesi Oy 1999. Tuusulanjärven valuma-alueella sijaitsevan haja-asutusalueen vesienhuollon yleissuunnitelma. Maa ja Vesi Oy, Helsinki. 34 s. + 2 liitettä. [Julkaisematon.]
- Maisema ja Ympäristö Oy 2000. Rusutjärven rantojen kunnostaminen. Maisema ja Ympäristö Oy, Hämeenlinna. 10 s. + 9 liitettä. [Julkaisematon.]
- Marttinen, M. 1985. Tuusulan- ja Rusutjärven kalasto elokuussa 1985. Uudenmaan kalastuspiiri, Helsinki. 20 s. [Julkaisematon.]
- Marttinen, M. 1987. Rusutjärven koeverkkokalastus elokuussa 1986. Uudenmaan kalastuspiiri, Helsinki. 9 s. + 2 liitettä. [Julkaisematon.]
- Marttinen, M. 1987. Rusutjärven koeverkkokalastus elokuussa 1987. Uudenmaan kalastuspiiri, Helsinki. 8 s. + 2 liitettä. [Julkaisematon.]
- Nikkilä, J. 2001. Mateen ja hauen poikastuotannon sekä hauen kutu- ja poikastuotantoalueiden kartoitus Tuusulanjärvellä 2001. Keski-Uudenmaan vesiensuojelun kuntayhtymä, Kerava. 9 s. + 1 liite. [Julkaisematon.]
- Novalab Oy 1999. Rusutjärven vesikasvinäytteiden ravinnemääritys 21.7.1999. Tutkimusraportti N:o K 582/9/1-3. Novalab Oy, Karkkila. 1 s. [Julkaisematon.]
- Novalab Oy 2003. Rusutjärven kalanäytteen kuiva-aine- ja ravinnemääritys 11.7.2003. Tutkimusraportti N:o K 1395/3/1. Novalab Oy, Karkkila. 1 s. [Julkaisematon.]
- Olin, M. & Rask, M. (toim.) 2000. Tuusulan- ja Rusutjärven ravintoketjukunnostuksen kalatutkimuksia vuosina 1996-1999. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Helsinki. Kala- ja riistaraportteja 184. 74 s.
- Olin, M. & Ruuhijärvi, J. (toim.) 1998. Rehevöityneiden järvien hoitokalastuksen vaikutukset. Vuosiraportti 1998. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Helsinki. Kala- ja riistaraportteja 158. 100 s. ISBN 951-776-226-7.
- Olin, M. & Ruuhijärvi, J. (toim.) 2000. Rehevöityneiden järvien hoitokalastuksen vaikutukset. Vuosiraportti 1999. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Helsinki. Kala- ja riistaraportteja 195. 116 s. ISBN 951-776-284-4.
- Olin, M. & Ruuhijärvi, J. (toim.) 2001. Rehevöityneiden järvien hoitokalastuksen vaikutukset. Vuosiraportti 2000. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Helsinki. Kala- ja riistaraportteja 227. 136 s. ISBN 951-776335-2.
- Olin, M. & Ruuhijärvi, J. (toim.) 2002. Rehevöityneiden järvien hoitokalastuksen vaikutukset. Vuosiraportti 2001. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Helsinki. Kala- ja riistaraportteja 262. 136 s. ISBN 951-776383-2.
- Olin, M., Ruuhijärvi, J., Rask, M., Villa, L., Savola, P., Sammalkorpi, I. & Poikonen, K. 1998. Rehevöityneiden järvien hoitokalastuksen vaikutukset. Vuosiraportti 1997. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Helsinki. Kala- ja riistaraportteja 123. 96 s. ISBN 951-776-169-4.
- Partanen, E. 1996. Maatalouden ympäristön hoitoraportti Rusutjärveltä. Uudenmaan Maaseutukeskus & Keski-Uudenmaan vesiensuojelun kuntayhtymä, Kerava. 11 s. [Julkaisematon.]
- Pekkarinen, M. 1987. Tuusulanjärven ja Rusutjärven hoito- ja kunnostusmahdollisuudet. Pro gradu -työ. Helsingin yliopisto, limnologian laitos. 144 s. [Julkaisematon.]

- Pekkarinen, M. 2001. Rusutjärven vesiensuojelu- ja kunnostustoimenpiteet. Julk.: Tuusula-Seuran Aikakirja XIII. Vuosijulkaisu 2001. Tuusula-Seura, Tuusula. 4 s.
- Pellikka, K. 1997. Rusutjärven eläinplanktonselvitys kesiltä 1991-96. Keski-Uudenmaan vesiensuojelun kuntayhtymä, Kerava. 14 s. + 3 liitettä. [Julkaisematon.]
- Pennanen, J. T. 2001. Toutaimen istutukset ja niiden tulokset. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Helsinki. Kalatutkimuksia 178. 55 s. + 3 liitettä. ISBN 951-776-338-7.
- Penttilä, S. 2002 (toim.) Uudenmaan järvien tehokalastusprojekti. Uudenmaan työvoima- ja elinkeinokeskus, kalatalousyksikkö, Helsinki. Kala- ja riistahallinnon julkaisuja 61/2002. 84 s. ISBN 952-453-080-5.
- Rask, M. & Lehtovaara, A. 2003. Tuusulanjärven ja Rusutjärven eläinplankton 1997-2002. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Lammi. 9 s. [Julkaisematon.]
- Rask, M., Olin, M., Horppila, J., Lehtovaara, A., Väisänen, A., Ruuhijärvi, J. & Sammalkorpi, I. 2002. Zooplankton and fish communities in Finnish lakes of different trophic status: responses to eutrophication. Verh. Int. Verein. Limnol. 28: 396-401.
- Rask, M., Olin, M., Ruuhijärvi, J., Tulonen, J. & Lehtovaara, A. 2000. Rusutjärven ja Tuusulanjärven verkkokoekalastukset, ankeriaan kasvu ja eläinplankton vuonna 2000. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Lammi. 24 s. [Julkaisematon.]
- Rask, M., Olin, M., Ruuhijärvi, J., Vesala, S. & Lehtovaara, A. 2002. Tuusulanjärven ja Rusutjärven kalasto ja eläinplankton vuonna 2001. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Lammi. 33 s. [Julkaisematon.]
- Rask, M., Vesala, S. & Lehtovaara, A. 1999. Rusutjärven ja Tuusulanjärven eläinplankton sekä Rusutjärven kalojen kasvu. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Lammi. 15 s. [Julkaisematon.]
- Rusutjärven vesistönsuojeluyhdistys 1968. Rusutjärven säännöstely ja viemäröinnin yleissuunnitelma. Työ n:o 5356. Rusutjärven vesistönsuojeluyhdistys, Tuusula. [Julkaisematon.]
- Sammalkorpi, I. 1986. Ravintoketjun rakenteen merkitys Rusutjärven tilalle. Tuusulan kunnan vesilautakunta, Tuusula. 13 s. + 3 liitettä. [Julkaisematon.]
- Sammalkorpi, I. 1987. Paunettipyynti ja allaskokeet Rusutjärvellä 1986. Keski-Uudenmaan vesiensuojelun kuntainliitto, Vantaa. 16 s. [Julkaisematon.]
- Sammalkorpi, I. 1989. Rusutjärven tehokalastusprojekti. Väliraportti 1.6.1989. Keski-Uudenmaan vesiensuojelun kuntainliitto, Vantaa. 4 s. [Julkaisematon.]
- Sammalkorpi, I. 1990. Rusutjärven tehokalastusprojekti 1986-1989. Keski-Uudenmaan vesiensuojelun kuntainliitto, Vantaa. 5 s. + 10 liitettä. [Julkaisematon.]
- Sammalkorpi, I. 1991. Rusutjärven tehokalastusprojekti 1986-1990. Keski-Uudenmaan vesiensuojelun kuntainliitto, Vantaa. 11 s. [Julkaisematon.]
- Sammalkorpi, I. & Pekkarinen, M. 2001. Rusutjärven habitaattikunnostus 1998-2000. Loppuraportti. Keski-Uudenmaan vesiensuojelun kuntayhtymä, Kerava. 7 s. + 2 liitettä. [Julkaisematon.]
- Seuna, P. 1984. Rusutjärvi, paremmaksi vai huonommaksi. Ympäristöhoito n:o 4/1984 (Kunnallisliiton tiedotuslehti). 3 s.
- Suunnittelukeskus-MKR/Silvo 1968. Rusutjärven vedenlaatututkimus. 12.8.1968. Suunnittelukeskus, Helsinki. [Julkaisematon.]
- Suunnittelukeskus Oy 1999. Rusutjärven pohjavesialueen suojelusuunnitelma. Työ n:o 1113-B7540. Suunnittelukeskus Oy, Helsinki. 27 s. + 15 liitettä. [Julkaisematon.]
- Särkelä, A. 1996. Maatalouden vesiensuojelu ja EU:n ympäristötuet Tuusulanjärven valuma-alueella. Keski-Uudenmaan vesiensuojelun kuntayhtymä, Kerava. 30 s. + liite. [Julkaisematon.]
- Tanttu, U. 2001. Talousvettä Jäniksenlinnasta ja Rusutjärveltä. Julkaisussa: Tuusula-Seuran Aikakirja XII. Vuosijulkaisu 2001. Tuusula-Seura, Tuusula. 4 s.
- Tolonen, K. 1985. Rusutjärvi, Tuusula, sedimenttitutkimus. Oulun yliopisto, kasvitieteen laitos. 12 s. + 4 taulukkoa + 8 kuvaa. [Julkaisematon.]
- Tolonen, K., Ilmavirta, V., Uimonen-Simola, P., Hartikainen, H. & Suksi, J. 1994. Eutrophication history of a small, pelotrophic lake, Rusutjärvi, Southern Finland. Aqua Fennica 24(2): 141-162.

- Tuusulan seudun vesilaitos kuntainliitto 1974. Rusutjärven vedenkorkeus- ja virtaamatulokset. 25.1.1974. Tuusulan seudun vesilaitos kuntainliitto, Tuusula. [Julkaisematon.]
- Tuusulan seudun vesilaitos kuntayhtymä 1995. Rusutjärven tekopohjavesihanke. 16.6.1995. Tuusulan seudun vesilaitos kuntayhtymä, Tuusula. 4 s. [Julkaisematon.]
- Tuusulan seudun vesilaitos kuntayhtymä 1999. Vesiasetuksen 69 §:n mukainen selvitys Tuusulan seudun vesilaitos ky:n Rusutjärven tekopohjavesilaitoksen lupahakemukseen. Tuusulan seudun vesilaitos kuntayhtymä, Tuusula. 11 s. [Julkaisematon.]
- Uudenmaan maatalouskeskus 1971. Rusutjärven kalataloudellinen tutkimus. 27.8.1971. Uudenmaan maatalouskeskus, Järvenpää. [Julkaisematon.]
- Uudenmaan ympäristökeskus 1995-2003. Säännöllinen Rusutjärven vedenlaadunseuranta. [Julkaisematon.]
- Venetvaara, J. 2001. Tuusulan Rusutjärven kasvillisuus kesällä 2001. Biologitoimisto Jari Venetvaara Ky. 9 s. + 7 liitettä. [Julkaisematon.]
- Venetvaara, J. & Lammi, E. 1996. Tuusulan Rusutjärven kasvillisuus kesällä 1996. Biologitoimisto Jari Venetvaara Ky. 16 s. + liitteet. [Julkaisematon.]
- Vesala, S. & Ruuhijärvi, J. 2003. Tuusulanjärven ja Rusutjärven verkkokoekalastukset vuosina 1996-2002. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Lammi. 19 s. [Julkaisematon.]
- Vesihallituksen vesientutkimuslaitos 1974. Rusutjärven vedenlaatututkimus. 14.8.1974. [Julkaisematon.]
- Vesiteknikka Oy 1973a. Rusutjärven vedenlaatututkimus. 15.10.1973. [Julkaisematon.]
- Vesiteknikka Oy 1973b. Rusutjärven veden laadun ja levätuotantopotentiaalin selvitys. 12.12.1973. [Julkaisematon.]
- Vesiteknikka Oy 1974 a. Rusutjärven happitilanteen ja lyijypitoisuuden tutkimus. 28.3.1974. [Julkaisematon.]
- Vesiteknikka Oy 1974b. Rusutjärven planktonitutkimus. 18.5.1974. [Julkaisematon.]
- Vesiteknikka Oy 1975. Rusutjärven vedenlaatututkimukset 11.4. ja 17.8.1975. [Julkaisematon.]
- Virta, J. & Seppänen, H. 1978. Pumping test analysis using rectangular aquifer models. Pohjoismainen hydrologiakonferenssi, Helsinki.

Kalaistutukset Rusutjärveen vuosina 1990-2002
(Uudenmaan TE-keskus, kalatalousyksikkö)

Kalalaji	Ajankohta	Kalojen ikä	Kalojen määrä (kpl)
Ankerias	14.8.1990	nuoria	7 940
Ankerias	2.7.1992	nuoria	7 000
Ankerias	22.7.1993	nuoria	3 640
Ankerias	22.6.1994	nuoria	2 000
Ankerias	21.6.1995	nuoria	5 000
Ankerias	5.7.1996	nuoria	500
Ankerias	13.7.1998	ek	900
Ankerias	27.6.2002	3v	1 500
Hauki	27.10.1991	1k	770
Hauki	6.6.2000	vk	30 000
Karppi	16.7.1996	2v	90
Karppi	26.10.1999	2k	243
Kuha	25.9.1994	1k	1 000
Kuha	17.9.1997	1k	4 400
Kuha	17.8.1998	1k	5 820
Kuha	7.9.2000	1k	3 300
Kuha	3.9.2001	1k	3 000
Made	28.9.1995	1k	2 000
Peledsiika	22.9.1994	1k	460
Peledsiika	19.9.1995	1k	2 000
Siika	17.9.1998	1k	4 000
Toutain	10.11.1990	1k	450
Toutain	30.10.1991	1k	2 500
Toutain	29.5.1992	vk	10 000
Toutain	1.11.1993	1k	2 250
Toutain	20.9.1995	1k	2 975
Toutain	29.10.1996	1k	4 000

Rusutjärven kunnostustoimien ajoitus 2004-2008

Kunnostustoimi	2004	2005	2006	2007	2008
1. Päijänne-tunnelin lisävesi	X	X	X	X	X
2. Talvi-ilmastus	X	X	X	X	X
3. Vesikasvien niitot	X	X	X	X	X
4. Ravintoketjukurkennostus					
- hoitokalastus	X	X	X	X	X
- petokalojen istutus	X	X	X	X	X
5. Rantaruoppaukset ja Tilloonlahti	X	X			
6. Kolistimenojan kosteikko (tai kääntö)		X			
7. Maatalouden vesiensuojelutoimet	X	X	X	X	X
8. Viemäriverkoston rakentaminen					
- länsipuoli	X	X			
- itäpuoli			X	X	
9. Ruoppaus tai muu sedimenttiin kohdistuva laaja-alainen toimi				(X)	(X)

KUVAILEHTI

<i>Julkaisija</i>	Uudenmaan ympäristökeskus	<i>Julkaisu-aika</i>	Marraskuu 2008
<i>Tekijä(t)</i>	Kari Jääskeläinen		
<i>Julkaisun nimi</i>	Rusutjärven kunnostuksen toimenpideohjelma 2004-2008		
<i>Julkaisusarjan nimi ja numero</i>	Uudenmaan ympäristökeskuksen raportteja 15/2008		
<i>Julkaisun teema</i>			
<i>Julkaisun osat/ muut saman projektin tuottamat julkaisut</i>	Julkaisu on saatavana internetistä: http://www.ymparisto.fi/uus/julkaisut		
<i>Tiivistelmä</i>	<p>Rusutjärvi on pienehkö, rehevä järvi Vantaanjoen vesistöalueella. Sinileväesiintymät ja muut rehevyshaitat heikentävät säännöllisesti järven virkistyskäyttöä.</p> <p>Järven veden laatua ja kasviplanktonia on seurattu säännöllisesti vuodesta 1984, ja sedimenttiä, pohjaeläimistöä ja kalastoa on tutkittu pitkään. Järvi on ollut myös mukana Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen ”Rehevöityneiden järvien hoitokalastuksen vaikutukset” -hankkeessa. Järveä on kunnostettu pitkään monin eri tavoin. Veden happipitoisuutta parantava ilmastus aloitettiin vuonna 1987. Vesikasveja on niitetty 1990-luvun alussa ja uudelleen vuodesta 1998. Hoitokalastuksella on harvennettu tiheää särkikalavaltaista kalastoa vuosina 1986-1990 ja 1998-1999. Petokaloja on istutettu vuosikymmenien ajan. Ravinnepitoisuuksia laimentavan lisäveden pumppaus Päijänne-tunnelista alkoi vuonna 1992. Järveen laskeviin puroihin on rakennettu 2000-luvulla kosteikko ja laskeutusallas. Reheviä liettyneitä rantoja on ruopattu vuosina 1999-2002. Niitoilla ja ruoppauksilla on pyritty myös haukikannan vahvistamiseen poikastuotantoalueita lisäämällä. Pohjaveden tulo järveen on palautettu länsirannan harjualueelta. Maataloudessa on tehty runsaasti toimia, jotka ajan myötä näkyvät kuormituksen vähenemisenä.</p> <p>Raportissa suositellaan, että lisäveden juoksutusta, vesikasvien niittoa ja ilmastusta talviaikaan jatketaan ja Rusutjärvestä muodostetaan vesihuoltolaitoksen toiminta-alue, jolloin kiinteistöille tulisi liittymisvelvoite viemäriverkostoon. Myös hoitokalastuksen tehostamista ja petokalaistutusten ja ruoppauksen jatkamista suositellaan. Järveen laskevaan Kolistimenojaan esitetään rakennettavaksi kosteikko tai kosteikkoketju, ja maatalojen ympäristökartoituksessa esille tulleita hankkeita suositellaan edistettävän.</p> <p>Kunnostuksen vaikutuksia on seurattava monipuolisin vedenlaatu-, plankton- ja kalastotutkimuksin. Myös eri toimijoiden osuutta vuosien 2004-2008 kunnostustyössä ja tutkimuksissa sekä rahoituslähteitä selvitetään.</p>		
<i>Asiasanat</i>	Rusutjärvi, rehevöityminen, vesistöjen kunnostus		
<i>Rahoittaja/ toimeksiantaja</i>	Tuusulan kunta, Keski-Uudenmaan vesiensuojelun kuntayhtymä		
	ISBN - (nid.)	ISBN 978-952-11-3209-4 (PDF)	ISSN - (pain.)
	<i>Sivuja</i> 70	<i>Kieli</i> Suomi	ISSN 1796-1742 (verkkoj.) <i>Hinta (sis. alv 8 %)</i> -
		<i>Luottamuksellisuus</i> Julkinen	
<i>Julkaisun myynti/ jakaja</i>			
<i>Julkaisun kustantaja</i>	Uudenmaan ympäristökeskus, Asemapäällikönkatu 14, PL 36, 00521 Helsinki. Puh. 020 610 101 (vaihe), 020 690 161 (asiakaspalvelu). Faksi 020 490 3200. Sähköposti: kirjaamo.uus@ymparisto.fi, Internet: www.ymparisto.fi/uus		
<i>Painopaikka ja -aika</i>			

PRESENTATIONSBLAD

<i>Utgivare</i>	Nylands miljöcentral	<i>Datum</i>	November 2008
<i>Författare</i>	Kari Jääskeläinen		
<i>Publikationens titel</i>	Rusutjärven kunnostuksen toimenpideohjelman 2004-2008 (Restaurering av sjön Rusutjärvi – åtgärdsprogram 2004-2008)		
<i>Publikationsserie</i>	Nylands miljöcentrals rapporter 15/2008		
<i>Publikationens tema</i>			
<i>Publikationens delar/ andra publikationer inom samma projekt</i>	Publikationen finns tillgänglig på internet: http://www.miljo.fi/uus/publikationer		
<i>Sammandrag</i>	<p>Sjön Rusutjärvi är en liten, näringsrik sjö som rinner ut i Vanda å. Återkommande blågrönalgbloomingar och andra övergödningproblem försvagar sjöns rekreativvärde.</p> <p>Vattenkvaliteten och växtplanktonsamansättningen i sjön har kontinuerligt följts upp sedan 1984. Likaså finns det långa mätserier om bottenfauna, fiskbestånd och sediment. Sjön är även undersökningsobjekt i Vilt- och fiskeriforskningsinstitutets projekt 'Effekten av skötsel i övergödda sjöar'. Under årens lopp har olika restaureringsåtgärder satts in. Sjön har luftas sedan 1987 för att höja syrehalten i vattnet. Vattenväxterna mejades i början av 1990-talet och på nytt 1998. Åren 1986-1990 och 1998-1999 har det täta mörtfiskbeståndet decimerats och rovfiskar har planterats ut under tiotals år. Sedan 1992 har vatten från Päijännetunneln pumpats till Rusutjärvi för att späda ut närsaltskoncentrationerna. Under 2000-talet har en våtmark och en sedimentationsbassäng byggts i de bäckar som mynnar ut i sjön. Uppslammade stränder har muddrats 1999-2002. Ett syfte med att meja och muddra har också varit att förbättra gäddans möjligheter att föröka sig i sjön. Ett stort antal åtgärder har även vidtagits för att minska närsaltsbelastningen från jordbruket och belastningen minskar väl så småningom.</p> <p>Rapporten rekommenderar att tilläggsvattnet fortsättningsvis pumpas till Rusutjärvi, att vattenväxterna mejas, att luftningen fortsätter under vinterhalvåret och att Rusutjärvi blir ett verksamhetsområde för vattentjänstverket, vilket innebär att alla fastigheter måste anslutas till avloppsnätet. Det är också motiverat att fortsätta med skötsel i fisket och utsättningen av rovfisk samt att muddra igenslammade stränder. I rapporten föreslås vidare att en våtmark eller en kedja av våtmarker anläggs i bäcken Kolistimenoja och att alla belastningsbegränsande förslag som kom fram i miljökarteringen av jordbruken främjas.</p> <p>Effekten av alla restaureringsåtgärder på vattenkvaliteten, växtplanktonsamansättningen och fiskbestånden bör följas upp. De olika aktörernas andel av restaureringen och undersökningarna 2004-2008 kommer även att utredas.</p>		
<i>Nyckelord</i>	Rusutjärvi, eutrofiering, restaurering av vattendrag		
<i>Finansiär/ uppdragsgivare</i>	Tusby kommun, Keski-Uudenmaan vesiensuojelun kuntayhtymä		
	ISBN - (hft.)	ISBN 978-952-11-3209-4 (PDF)	ISSN - (print)
	ISSN 1796-1742 (online)		
	<i>Sidantal</i> 70	<i>Språk</i> Finska	<i>Offentlighet</i> Offentlig
			<i>Pris (inneh. moms 8 %)</i> -
<i>Beställningar/ distribution</i>			
<i>Förläggare</i>	Nylands miljöcentral, Stingsgatan 14, PB 36, 00521 Helsingfors. Tel. +358 20 610 101 (växel), 020 690 161 (kundservice). Fax +358 20 490 3200. E-post: kirjaamo.uus@ymparisto.fi, Internet: www.miljo.fi/uus		
<i>Tryckeri/ tryckningsort och -år</i>			

Rusutjärvi on pienehkö, rehevä järvi keskisellä Uudellamaalla, Vantaanjoen vesistö-alueella. Sinileväesiintymät ja muut rehevyshaitat heikentävät säännöllisesti järven virkistyskäyttöä.

Tähän raporttiin on koottu tietoa Rusutjärven valuma-alueesta, rehevöitymis-historiasta, vedenlaadusta ja kunnostustoimenpiteistä. Raportissa esitetään myös suosituksia siitä, miten kunnostusta tulevana vuosina olisi hyvä jatkaa.



UUDENMAAN
YMPÄRISTÖKESKUS
NYLANDS
MILJÖCENTRAL

Uudenmaan ympäristökeskus
PL 36, 00521 Helsinki
puh. 020 610 101 (vaihe)
puh. 020 690 161 (asiakaspalvelu)
www.ymparisto.fi/uus

ISBN 978-952-11-3209-4 (PDF)

ISSN 1796-1742 (verkkok.)