



Elinkeino-, liikenne- ja
ympäristökeskus

Uusimaa

Raaseporin Karjaan kaupunginosan Myllylammen eli Kvarnträskin kunnostussuunnitelma

20/2010

Uudenmaan elinkeino-, liikenne ja ympäristökeskuksen julkaisuja

Raaseporin Karjaan kaupungin- osan Myllylammen eli Kvarnträskin kunnostus- suunnitelma

Raaseporin kuntakohtainen järvikunnostusohjelma

Anne-Marie Hagman



UUDENMAAN ELINKEINO-, LIIKENNE- JA YMPÄRISTÖKESKUKSEN JULKAISUJA 20 | 2010
Uudenmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus

Kannen taitto: Anne-Marie Hagman

Julkaisu on saatavana myös internetistä:
<http://www.ely-keskus.fi/uusimaa/julkaisut>

ISSN 1798-8071 (verkkójulkaisu)
ISBN 978-952-257-139-7 (PDF)

SISÄLLYS

SISÄLLYS	3
1 Johdanto.....	5
2 Aineisto ja menetelmät.....	6
2.1 Veden laatua kuvaavat tekijät.....	6
2.2 Kasvillisuus.....	6
2.3 Kalasto.....	6
2.4 Kuormituksen laskeminen Myllylammelle.....	7
2.5 Ulkoisen kuormituksen sietokyvyn arviointi	7
2.6 Sisäisen kuormituksen arviointi.....	8
3 Myllylammen perustila	10
3.1 Veden laatu.....	10
3.2 Kasvillisuus.....	16
3.3 Kalasto.....	17
3.4 Pohjaeläimet.....	18
4 Kuormitus.....	19
4.1 Myllylammen ulkoinen kuormitus	20
4.2 Myllylammen sisäinen kuormitus.....	23
5 Tavoitteet.....	24
6 Myllylammen kunnostamiseen soveltuvat menetelmät	25
6.1 Ulkoisen kuormituksen vähentäminen.....	25
6.1.1 Haja-asutuksen aiheuttama kuormitus	25
6.1.2 Maatalouden ulkoinen ravinnekuormitus	25
6.1.3 Metsätalouden aiheuttama kuormitus	27
6.2 Sisäisen kuormituksen vähentäminen.....	27
6.2.1 Tehokalastus.....	27
6.2.1.1 Myllylampeen johtavien ojien kunnostus	29
6.2.1.2 Kalastuksen järjestäminen ja säätely.....	29
6.2.1.3 Kalaston rakenteen seuranta	29
6.2.2 Happipitoisuuden lisääminen.....	30
6.3 Virkistyskäytön parantaminen.....	32
6.3.1 Vesikasvien poisto	32
7 Huonosti soveltuvat kunnostusmenetelmät	34
7.1 Ruoppaus.....	34
7.2 Vedenpinnan nosto.....	34
7.3 Fosforin kemiallinen saostaminen.....	34
7.3.1 Rauta- tai alumiiniyhdisteet.....	34
7.3.2 Happikalkki eli kalsiumperoksidi	35
7.3.3 Phoslock.....	35
8 Seuranta.....	37

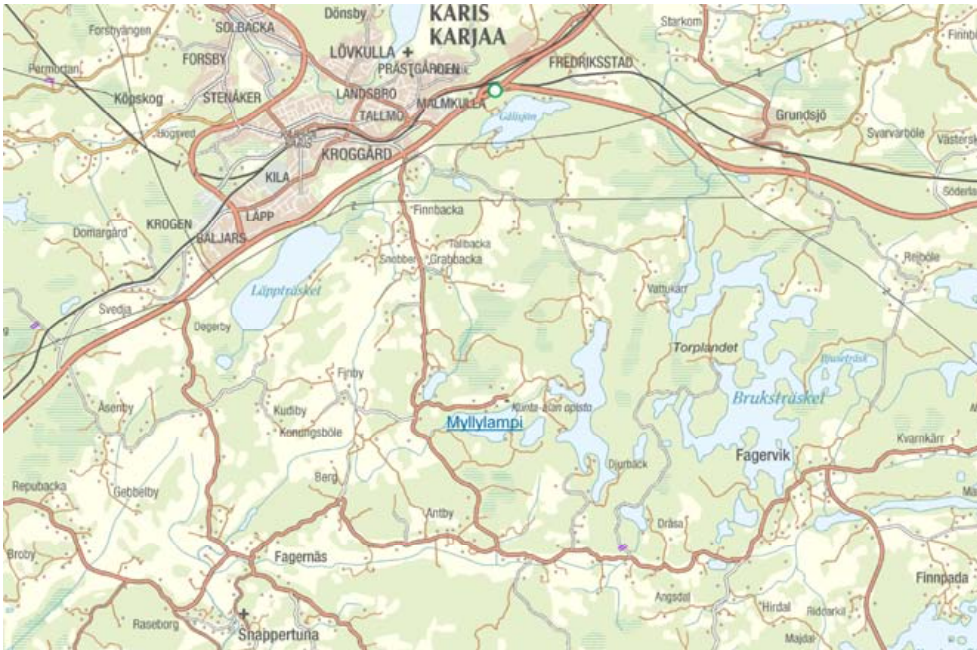
9 Yhteenveto.....	38
Lähteet	39
Liitteet.....	42

1 Johdanto

Karjaa, Tammisaari ja Pohja yhdistyivät vuoden 2009 alusta Raaseporin kaupungiksi. Karjaan kuntakohtaisessa järvikunnostusohjelmassa on tehty Uudenmaan ympäristökeskuksen ja Karjaan kaupungin yhteistyöprojektina kunnostussuunnitelmat Kaskimaalle ja Kolijärvelle. Ohjelmaa jatkettiin vuonna 2010 Raaseporin kaupungin kanssa tekemällä Karjaan kaupunginosan Myllylammelle kunnostussuunnitelma.

Myllylammen pinta-ala on 42 hehtaaria ja sen suurin syvyys on 2,3 m. Keskiyvyys on 1,8 m. Myllylammen valuma-alue koostuu Myllylammen omasta ja yläpuolisen Källträskin valuma-alueesta. Koko valuma-alueen pinta-ala on 655 ha eli 6,55 km² ja oman valuma-alueen pinta-ala on 225 ha eli 2,25 km² (kuva 1). Myllylampi on rehevä järvi. Järven yläpuolisessa Källträskissä on tehty fosforin kemiallinen saostus vuonna 2006 (Hagman 2009).

Työtä ovat kommentoineet Sirpa Penttilä, Jarmo Vääriskoski, Petri Savola (Uudenmaan ELY-keskus) ja Jouni Stordell (Raaseporin kaupunki) sekä Hannu Korkeala (paikallinen ranta-asukas).



Kuva 1. Myllylammen sijainti Karjaalla, mittakaava 1 : 50 000. Luvat Maanmittauslaitos lupa nro 7/MML/10, Affecto Finland Oy, Karttakeskus, Lupa L4659.

2 Aineisto ja menetelmät

2.1 Veden laatua kuvaavat tekijät

Myllylammesta on otettu vesianalyysyjä vuodesta 1982. Vedenlaatutietoja on Hertta-tietojärjestelmässä vuoteen 2010 saakka (Hertta 2010a).

Järviä on luokiteltu aiemmin vesien yleisen käyttökelpoisuuden perusteella. Vesien yleinen käyttökelpoisuusluokitus kuvaa vesien keskimääräistä veden laatua sekä soveltuvuutta vedenhankintaan, kalavesiksi ja virkistyskäyttöön. Luokkia on viisi: erinomainen, hyvä, tyydyttävä, välttävä ja huono. Vesien hoidon suunnittelun myötä myös luokittelu on uudistunut ja pohjautuu vedenlaatutekijöiden lisäksi biologisiin muuttujiin. Ekologinen tila luokitellaan samalla viisiportaisella asteikolla. Leväkukintailmoituksia ja levälajeja selvitettiin Uudenmaan ympäristökeskuksen levähaittarekisteristä.

2.2 Kasvillisuus

Myllylammien kasvillisuuden määritti kesäkuussa 2010 Anne-Marie Hagman maastokäynnin perusteella. Määrittäminen koski pääosin ilmaversoisia ja kelluslehtisiä vesikasveja. Uposlehtisiä vesikasveja ei etsitty esimerkiksi haraamalla. Kasvillisuus tunnistettiin lajilleen tai ainakin suvulleen. Järvi kierrettiin soutamalla ympäri rantoja pitkin.

2.3 Kalasto

Petri Savola

Koekalastus tehtiin verkkokoekalastuksena. Ennen verkkojen pyyntiin laskemista järvi jaettiin kartalla pinta-alansa mukaisesti 40:een hehtaarin kokoiseen ruutuun, joista arvottiin kahdeksan pyyntiruutua. Pyyntiruudut eivät saaneet olla vierekkäin. Järven mataluudesta johtuen syvyyssvyöhykejako ei tehty. Tarkoituksena oli, että pyyntikerralla vähintään 10 % ruuduista kalastettaisiin. Pyyntiruutujen sijainti on esitetty kuvassa 1. Koekalastus tehtiin järvellä kahteen kertaan. Tämä siksi että useammalla koekalastuskerralla voidaan pienentää sääolojen vaikutusta saaliiseen. Ensimmäinen kalastuskerta oli 26.–27.7. ja toinen 5. – 6.8. Pyyntiponnistukseksi tuli kahdeksan verkkoyötä.

Koekalastuksessa käytettiin neljää Nordic-yleiskatsausverkkoa ja yhtä riimuverkkoa. Ennen verkkojen laskua veden happipitoisuus mitattiin happimittarilla. Tämä siksi, että jos järven alusvesi on hapetonta, sinne ei kannata laskea verkkoja. Hapettomaan veteen lasketuissa verkot ovat tyhjiä tai niissä on erittäin vähän kaloja, mikä vääristää tuloksia.

Verkot laskettiin pyyntiin illalla noin kello 20 ja nostettiin aamulla noin puoli yhdeksän aikaan. Pyyntiajaksi tuli noin 12,5 tuntia. Rannalla verkkoja selvitettäessä kalat irroteltiin verkoista ja lajiteltiin solmuväleittäin. Tämän jälkeen kunkin lajin osalta laskettiin solmuvälikohtainen kokonaismäärä ja punnittiin kokonaispaino.

2.4 Kuormituksen laskeminen Myllylammelle

VEPS-tietojärjestelmä antaa tiedot kolmannen jakovaiheen vesistöalueen tarkkuudella (liite 1). Käytetyt VEPS:in mukaiset ominaiskuormitusluvut sekä fosforille että typelle on esitetty oheisissa taulukoissa (taulukot 1 ja 2).

Taulukot 1 ja 2. Myllylammen kuormituksen arvioinnissa käytetyt ominaiskuormitusluvut (kg/km²/g/as) fosforin ja typen osalta. Maatalouden, luonnonhuuhtouman, haja- ja loma-asutuksen, pistekuormituksen ja turvetuotannon keskiarvo on vuosilta 2000 – 2007, metsätalouden, laskeuman ja hulevesien keskiarvo vuosilta 2000 – 2002.

	Fosfori, (kg/km ² , kg/as)
Peltoviljely	250
Metsätalous	0,815
Laskeuma	8,05
Luonnonhuuhtouma	6,26
Hulevesi	1,61
Haja- ja loma-asutus	0,35

	Typpi, (kg/km ² , kg/as)
Peltoviljely	1556
Metsätalous	13,27
Laskeuma	580
Luonnonhuuhtouma	183
Hulevesi	116
Haja- ja loma-asutus	2,32

VEPS:stä haetuista tiedoista muodostuu kokonaiskuormitus, jonka merkitystä Myllylammen kuormituksen sietokykyyn arvioitiin Vollenweiderin (1976) mallin avulla. Laskennassa käytettiin Vesi-Ekon Erkki Saarijärveltä saatua excel-tiedostoa.

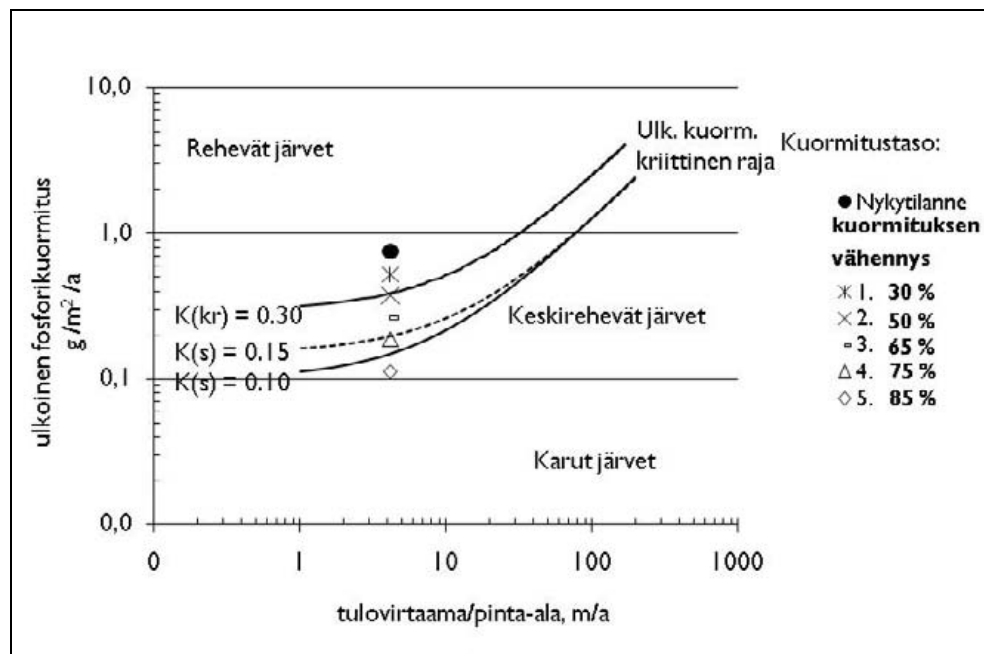
2.5 Ulkoisen kuormituksen sietokyvyn arviointi

Ulkoisella kuormituksella tarkoitetaan järven valuma-alueelta järveen valumavesien mukana kulkeutuvaa ravinne- ja kiintoainekuormitusta. Kuormitusta tulee ilmaperäisestä laskeumasta ja luonnonhuuhtoumasta sekä ihmisen toiminnasta kuten maa- ja metsätaloudesta sekä haja-asutuksesta.

Järvien kunnostuksessa on hyvin tärkeää selvittää ulkoiset kuormittavat tekijät ja miten merkittävää kuormitus on. Valuma-alue voidaan jakaa kauko- ja lähivaluma-alueeseen. Tulojoet tuovat yleensä kuormitusta kauempaa. Lähivaluma-alueelta kuormitus tulee pikkupuroissa hajakuormituksena. Lähivaluma-alueella on tyypillistä pitoisuuksien suuri vaihtelu (Lappalainen 1990).

Ulkoisen kuormituksen sietokyvyn arviointiin voidaan käyttää Vollenweiderin (1976) mallia. Siinä tulevaa ulkoista kuormitusta verrataan hydrauliseen pintakuormaan. Hydraulinen pintakuorma saadaan jakamalla tulovirtaama järven pinta-alalla tai keskisyvyys viipymällä. Sietorajat on määritetty laajan järvitutkimuksen perusteella. Ns. kriittinen raja ($P_v=0,174x^{0,469}$) kuvaa tilannetta, jossa kuormitus

aiheuttaa rehevöitymisen kiihtymistä. Sallittu raja ($P_s=0,055x^{0,635}$) taas kertoo kuormitustasosta, jota järvi pystyy sietämään ilman, että se rehevöityy. Yleensä sallitun kuormituksen rajana käytetään katkoviivalla merkittyä käyrää, jossa fosforikuormitus on $0,15 \text{ g/m}^2/\text{a}$ (kuva 2). Mallin käytössä on huomioitava sen suuntaantavuus ja yleistettävyyys, se ei ota huomioon järven yksilöllisiä ominaisuuksia.



Kuva 2. Vollenweiderin mallin mukainen ulkoisen fosforikuormituksen arviointi. Sallittu kuormitus voidaan ajatella sijaitsevan kohdassa $K_s=0,15$. Numeroilla 1 – 5 on kuvattu erisuuret kuormitusvähennykset.

2.6 Sisäisen kuormituksen arviointi

Sisäisellä kuormituksella tarkoitetaan tilannetta, jossa ravinteita alkaa vapautua uudelleen kiertoon pohjan sedimentistä. Järven rehevöityessä sen tuotantotaso kasvaa, jolloin syntyy enemmän hajotettavaa ainesta. Hajotustoiminta kuluttaa sedimentin happivarjoja. Hapen kuluessa loppuun kiihtyy fosforin vapautuminen pohjan sedimentistä. Sedimentistä voi myös vapautua ravinteita, kun kalat etsivät ruokaa pohjalta. Tällaisia pohjasta ruokaa etsiviä kaloja ovat särkikaloihin kuuluvat lahna, suutari, pasuri ja ruutana. Myös särjet voivat nostaa ravinteita veteen pohjasta ravintoa etsiessään. Fosforia alkaa myös vapautua, kun veden pH-arvo nousee reilusti emäksiselle puolelle. Rehevissä järvissä kasvien ja levien yhteytystoiminta saattaa nostaa veden pH-arvon yli yhdeksään. Tällöin sisäinen kuormitus voi voimistua edelleen.

Sisäisen kuormituksen suuruutta on vaikeampi arvioida. Jotta sen laskeminen olisi mahdollista, pitäisi tietää järvessä olevan sedimentoituvan aineksen määrä tai sedimentaationopeus. Sisäistä kuormitusta on kuitenkin mahdollista arvioida välillisesti. Järveen tulevan kuormituksen perusteella voidaan laskea vesipatsaan keskimääräinen fosforipitoisuus. Friskin (1978) mukaan tämä lasketaan kaavalla:

$C = (1-R) * I / Q$, jossa
C = keskimääräinen fosforipitoisuus, mg /m³
R = pidättymiskerroin = 0,370
I = tuleva kuormitus, mg / s ja
Q = virtaama, m³/ s

Vertaamalla laskettua kokonaisfosforipitoisuutta mitattuun pitoisuuteen, voidaan arvioida sisäisen kuormituksen suuruutta. Jos havaittu fosforipitoisuus on selvästi laskettua pitoisuutta suurempi, on oletettavaa, että järvi kärsii sisäisestä kuormituksesta. Jos taas havaittu pitoisuus on laskettua pienempi, järveen tuleva aines sedimentoituu helpommin.

Vesipatsaan fosforipitoisuuden perusteella on mahdollista ennustaa klorofyllipitoisuutta. Klorofylli-a- ja kokonaisfosforipitoisuudet korreloivat selvästi Pietiläisen ja Räikkeen (1999) tekemän järvihavaintopaikka-tutkimuksen mukaan. Seli-tysaste kyseisessä tutkimuksessa oli 0,89. Aineistosta saatiin suoran yhtälöksi

$y = 0,5655x - 1,9312$, jossa
y on klorofyllipitoisuus ja
x on kokonaisfosforipitoisuus.

Klorofylli-a- ja kokonaisfosforipitoisuuden suhde kertoo kalaston vaikutuksesta kasviplanktonin muodostumiseen. Vertaamalla ennustettua klorofyllipitoisuutta havaittuun pitoisuuteen, voidaan arvioida muodostuuko järvessä leväkukintoja helposti. Jos havaittu pitoisuus on selvästi ennustettua korkeampi, myös klorofyllin ja fosforin suhde on suuri. Molemmat seikat puoltavat tällöin kalaston suurta vaikutusta leväkukintojen muodostumiseen. Kunnostustoimenpiteeksi voidaan suositella ravintoketjukurinnoitusta silloin, kun koekalastustulokset osoittavat kalaston rakenteen olevan vinoutunut.

3 Myllylammen perustila

Myllylampi on pinta-alaltaan 41,8 ha. Siihen tulee vesiä Källträskistä. Myllylampi laskee länteen Kvarnängenin, Finbyån ja Raaseborgs ån kautta Landbyfjärdenille (Vesientila-internetsivut 2010). Myllylampi on matala, sen keskisyvyys on 1,8 m ja suurin syvyys 2,3 m. Myllylammen tilavuus on 762,19 10³ m³. Keskivirtaama on 0,062 m³/s ja viipymä 142 d. Valuma-alue on kooltaan 6,45 km² (taulukko 3).

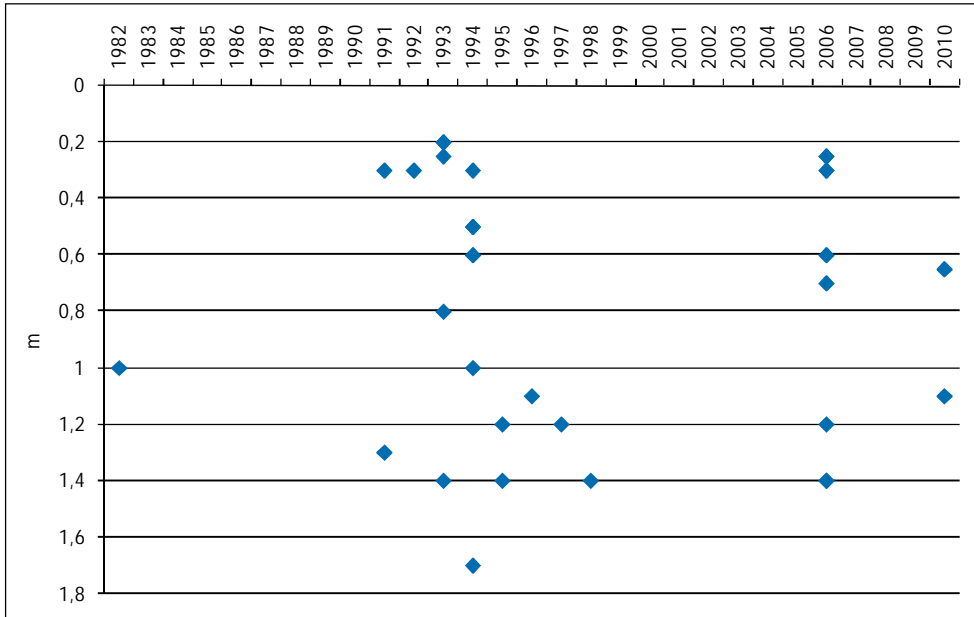
Taulukko 3. Myllylampea kuvaavia hydrologisia suureita.

suure	arvo
järven pinta-ala	41,791 ha
valuma-alueen ala	645 ha
lähivaluma-alueen pinta-ala	225 ha
keskisyvyys	1,8 m
suurin syvyys	2,3 m
tilavuus	762,19 * 10 ³ m ³
viipymä	142 d
keskivirtaama	0,062 m ³ /s
rantaviivaa	3,4 km

3.1 Veden laatu

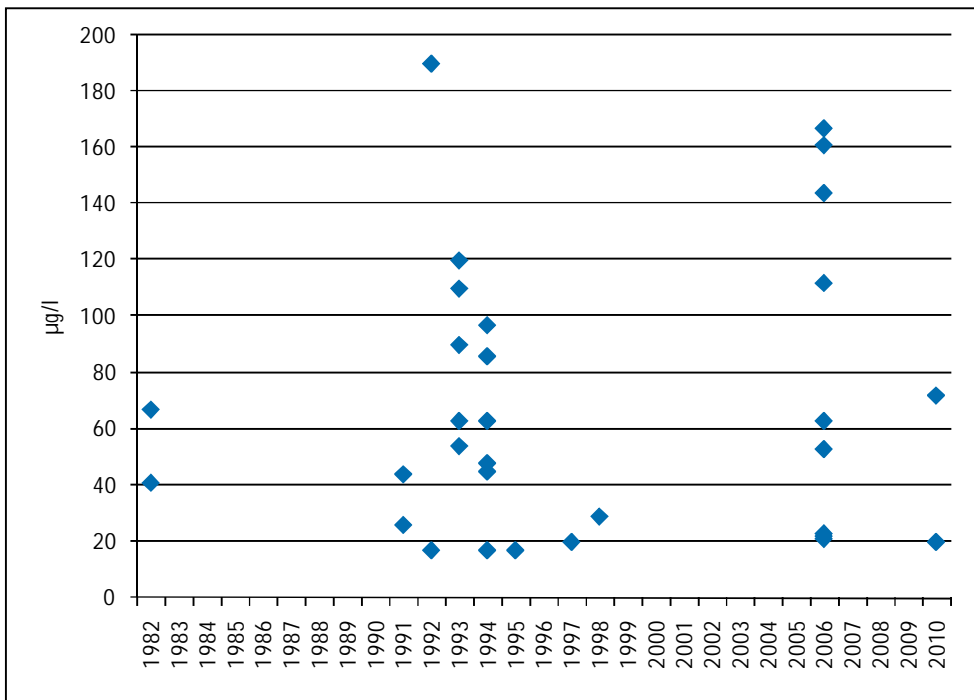
Myllylammen ekologista tilaa ei ole voitu arvioida biologisen aineiston vähyyden vuoksi, mutta muun asiantuntija-arvion (vedenlaatu) mukaan järven tila on huono (Hertta 2010b). Järvi kuuluu runsasravinteiset ja runsaskalkkiset järvet (RrRk) – runsasravinteiset -tyyppiin. Vanhemman käyttökelpoisuusluokituksen mukaan Myllylampi on ollut tilaltaan tyydyttävä vuosina 1984 – 1986 ja 1989 – 1992 sekä välttävä vuosina 1994 – 1997. Uudempia luokituksia Myllylammen tilasta ei ole tehty. Olemassa olevan vedenlaatutiedon perusteella Myllylampi voitaisiin luokitella vanhan käyttökelpoisuusluokituksen mukaan nykytilanteessa välttäväksi vuonna 2006 ja 2010.

Myllylammen näkösyvyys on vaihdellut 0,2 – 1,7 m:n välillä. Se on ollut korkeimmillaan 1,7 m helmikuussa 1994 ja alhaisimmillaan 0,2 m heinäkuussa vuonna 1993. Kesällä 2010 näkösyvyys oli 0,65 m. Yleensä näkösyvyys on ollut alhainen kesäaikaan (kuva 3).



Kuva 3. Myllylammen näkösyvyys vuosina 1982, 1991 – 1998, 2006 ja 2010.

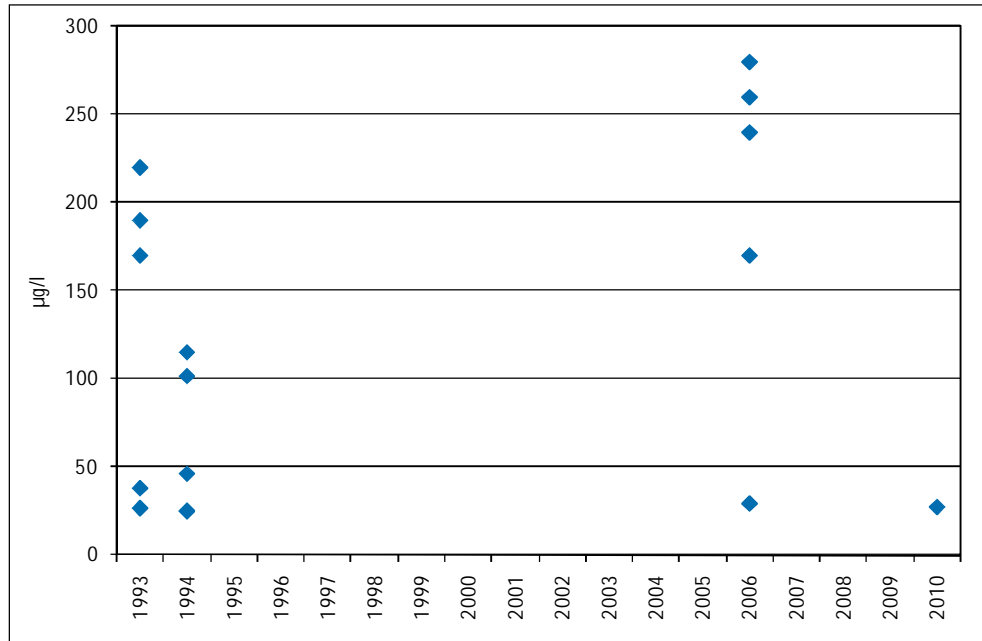
Myllylammen kokonaisfosforipitoisuus kertoo järven olevan selvästi rehevä. Reheväksi vesistöksi voidaan luokitella sellainen järvi, jonka kokonaisfosforipitoisuus on yli 25 µg/l. Järven kokonaisfosforipitoisuus on ollut suurimmillaan vuonna 1992 heinäkuussa, jolloin se oli 190 µg/l. Vuonna 2006 syyskuussa kokonaisfosforipitoisuus oli 160 µg/l ja vuonna 2010 elokuussa 72 µg/l (kuva 4).



Kuva 4. Myllylammen kokonaisfosforipitoisuus vuosina 1982, 1991 – 1998, 2006 ja 2010.

Myllylammeista ei löydy kuin muutamalta vuodelta klorofylli-a-pitoisuuden määrittäisiä. Pitoisuudet ovat olleet erittäin korkeita vuonna 1993 ja 2006 loppukesäisin. Klorofyllipitoisuus kuvaa vedessä olevan levän määrää. Korkeimmillaan pitoi-

suus oli vuonna 2006, ollen tällöin 280 µg/l (kuva 5). Vuonna 2010 elokuussa klorofylli-a-pitoisuus oli vain 27 µg/l. Tämä ei kuvaa kuin yhtä näytteenottokertaa. Klorofylli-a-pitoisuus on hyvin riippuvainen sääoloista, minkä takia havaintoa pitäisi ottaa useita kesässä. Myllylammissa on ollut sekä havaittavia että runsaita sinileväkukintoja (levähaittarekisteri).



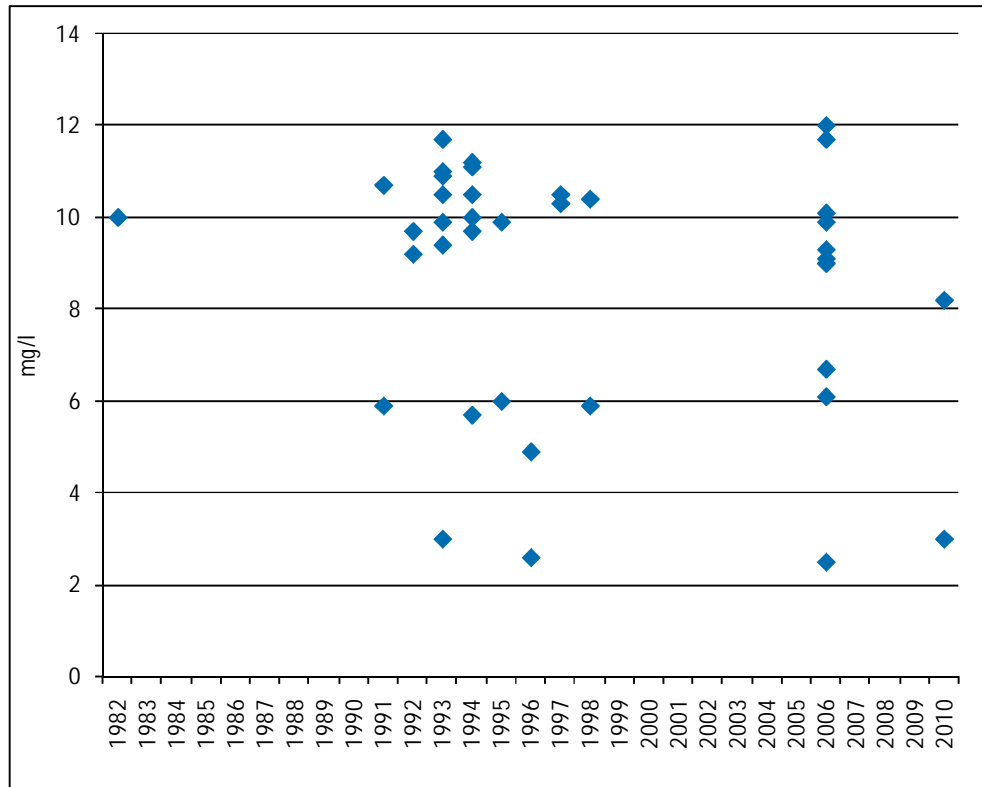
Kuva 5. Myllylammen klorofyllipitoisuus vuosina 1993, 1994, 2006 ja 2010.

Klorofylli-a-pitoisuuden ja kokonaisfosforipitoisuuden suhde on ollut keskimäärin 1,5 (taulukko 4). Vuonna 2006 elo- ja syyskuussa suhde oli peräti 1,7. Alimmillaan se oli vuonna 2010 elokuussa, ollen tällöin 0,38. Pääsääntöisesti suhdelukujen mukaan kalastolla on vaikutusta veden laatuun.

Taulukko 4. Myllylammen klorofylli-a- ja kokonaisfosforipitoisuus sekä niiden suhde.

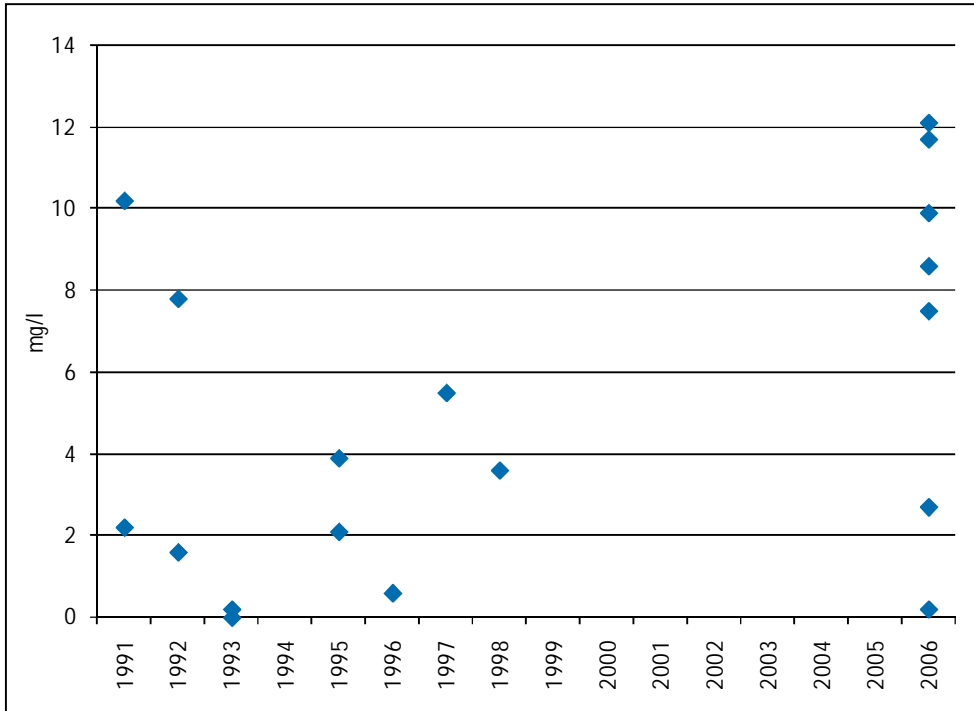
Aika	Klorofylli-a-pitoisuus µg/l	kokonaisfosforipitoisuus, µg/l	klorofylli-a- ja kokonaisfosforipitoisuuden suhde
31.5.1982	ei määritetty	41	-
3.11.1982	ei määritetty	67	-
6.3.1991	ei määritetty	26	-
20.8.1991	ei määritetty	44	-
18.2.1992	ei määritetty	17	-
30.7.1992	ei määritetty	190	-
27.5.1993	26,4	54	0,49
28.6.1993	37,8	63	0,60
27.7.1993	220	120	1,83
17.8.1993	170	110	1,55
14.9.1993	190	90	2,11
17.5.1994	24,5	48	0,51
7.6.1994	25	45	0,56
26.7.1994	101,5	86	1,18
24.8.1994	115	97	1,19
28.9.1994	46	63	0,73
15.6.2006	29	63	0,46
19.7.2006	170	112	1,52
15.8.2006	240	144	1,67
19.9.2006	280	167	1,68
23.10.2006	260	161	1,61
10.8.2010	27	72	0,38

Myllylammen happipitoisuus on ollut talvisin aika alhainen pinnanläheisessäkin vedessä. Kesällä pinnanläheisessä vedessä on esiintynyt kesällä leväkukintojen aiheuttama ylikyllästystila (kuva 6).



Kuva 6. Myllylammen happipitoisuus pintavedessä vuosina 1982, 1991 – 1998, 2006 ja 2010.

Happipitoisuus on ollut Myllylammen pohjanläheisessä vedessä loppupalvisin välillä erittäin alhainen (kuva 7). Kesäisin happitilanne on pysynyt hyvänä. Happipitoisuus oli maaliskuussa 2006 1,5 m:n syvyydessä ainoastaan 0,2 mg/l. Samana ajankohtana yhden metrin syvyydessä happea oli 2,5 mg/l. Erittäin suuri osuus järven pinta-alasta ja tilavuudesta on 1,5 m:n syvyydessä. Fosforia voi alkaa vapautua sedimentistä, kun happea on alle 2 mg/l. Kalojen kannalta happipitoisuuden pitäisi olla ainakin 4 mg/l. Maaliskuussa 2010 yhden metrin syvyydessä happea oli 3 mg/l.



Kuva 7. Myllylammens happipitoisuus pohjanläheisessä vedessä (1,5 ja 2 m:n syvyydessä) vuosina 1991 – 2006. Vuoden 2010 pitoisuudet ovat yhden metrin syvyydestä ja näkyvät edellisessä kuvassa.

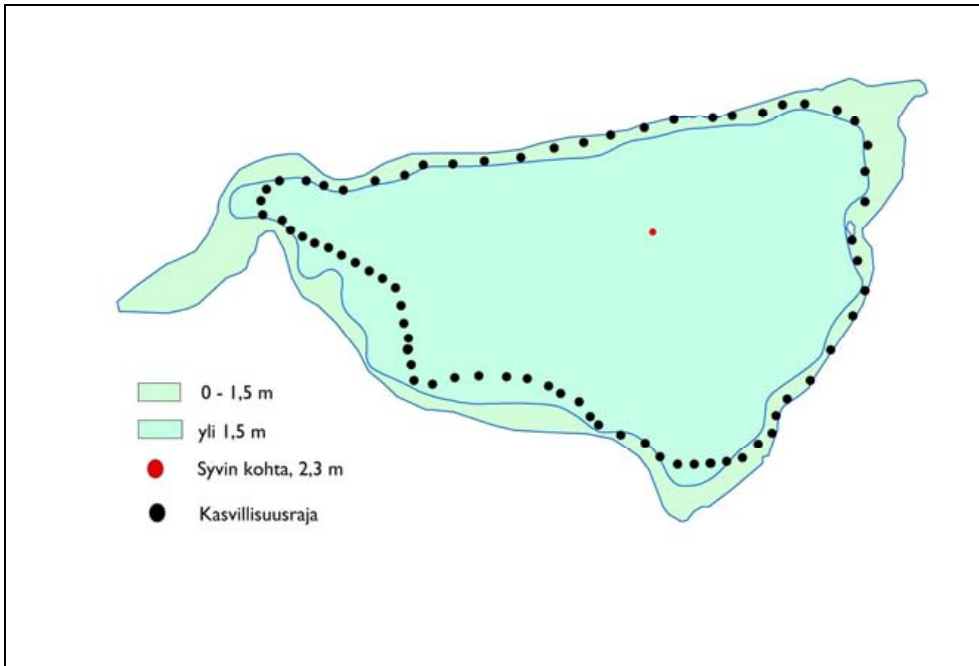
Talviaikaiset happikadot aiheuttavat sekä sisäistä kuormitusta että kalakuolemia. Myllylammessa ei ole ollut kuitenkaan suuria kalakuolemia, vain yksittäisiä kuolleita kaloja on havaittu. Siksi Myllylammelle esitetään tehtäväksi tarkempi hapetus/ilmastussuunnitelma, josta selviää järven hapetustarve ja parhaiten sopiva laite. Lisäksi suunnitelmasta selviää hapettimen / ilmastimen sijainti ja tarvittava hapetus aika. Toimenpiteen seurannasta annetaan myös ohjeita.

3.2 Kasvillisuus



Kuva 8. Myllylammen lummekasvustoa. Kuva: Anne-Marie Hagman

Myllylammen kasvillisuus koostuu pääosin ilmaversoisista ja kelluslehtisistä vesikasveista. Uposlehtisiä vesikasveja ei etsitty esimerkiksi haraamalla eikä niitä myöskään havaittu lainkaan. Myllylammen vesi on aika sameaa, minkä vuoksi uposlehtisten vesikasvien esiintyminen on hyvin epätodennäköistä. Ilmaversoisista vesikasveista Myllylammissa esiintyy järviruokoa (*Phragmites australis*), järvikaislaa (*Schoenoplectus lacustris*) ja järvikortetta (*Equisetum fluviatile*). Ilmaversoisten edessä on pääosin ulpukkaa (*Nuphar lutea*) ja lummetta (*Nymphaea candida*). Yhdellä rannalla oli myös vesitatarta (*Polygonum amphibium*). Ulpukka ja lumme muodostavat Myllylammissa laaja-alaisia kasvustoja. Kasvustot ovat myös hyvin tiheitä.



Kuva 9. Myllylammen syvyyskäyrät. Luvat SYKE ja Maanmittauslaitos lupanro 7/MLL/09.

3.3 Kalasto

Petri Savola

Koekalastuksen aikana vedessä oli havaittavissa runsaasti sinileviä. Pyynnissä olleiden verkkojen limoittuminen oli vähäistä. Sinilevien runsaus aiheutti pintave-teen melko suuren hapen ylikyllästystilan. Pohjan läheisessä alusvedessä hapen määrä oli jo selkeästi pudonnut pinnan lukemista. Koska Myllylampi on näin ma- tala, ei sinne muodostu lämpötilakerrostuneisuutta, vaan tuulen aiheuttamien virtausten vaikutuksesta pintavesi sekoittuu pohjaa myöten ja hapekasta vettä siirtyy lähelle pohjaa.

Koekalastuksen saaliissa oli edustettuna seitsemän yleisesti tavattavaa kalala- jia; särki, lahna, suutari, sorva, ahven, kiiski ja hauki (taulukko 5). Näiden lajien lisäksi järvestä on saatu aikaisempina vuosina ainakin ruutanaa, jota ei tässä koe- pyynnissä ollut saaliissa. Kahden kalastuskerran saalis oli yhteensä 24,5 kiloa ja lähes 850 kappaletta. Yksikkösaaliina, kun riimuverkon saaliit lasketaan mukaan, tämä tarkoittaa 4 700 grammaa ja 224 kappaletta verkkoa kohti. Pelkkien Nordic- verkkojen osalta saalis on vieläkin korkeampi.

Taulukko 5. Kvarnträskin verkkokoekalastuksen molempien koekalastuskertojen yhteissalais (Savola 2010).

	massa, g	massa, %	kpl	kpl, %
särki	20 850	44	549	25
lahna	3 755	8	4	0
sorva	849	2	11	0
suutari	1 272	3	1	0
ahven	16 145	34	1 624	73
kiiski	975	2	44	2
hauki	3 087	7	4	0
Yhteensä	46 933	100	2 237	100

Kokonaissaalista tarkastellessa huomaa kalaston olevan lievästi särkikalapainotteinen, särkikalajien osuus painosta on noin 57 %. Ahvenkalajien osuus saaliin painosta oli 36 %. Ahvenet olivat kuitenkin varsin pienikokoisia mutta runsaslukuisia. Ahven lasketaan petokalaksi, kun se on noin 15 sentin pituinen. Myllylammella alle petokalakokoisten ahventen keskipaino oli alle 9 grammaa.

Myllylammien verkkokoekalastuksen saaliin perusteella laskettu petokalaindeksi eli F/C-suhde on 7,5. F/C-suhde kuvaa sitä, mikä on petokalajoille syötäväksi kelpaavien kalojen osuus niiden ravintokalojen määrästä. Indeksien tulisi olla 3 – 6. Jos arvo on alle 3, petokaloja olisi järvestä liikaa. Myllylammella petokalaindeksi on näiden tulosten valossa liian korkea ja petokaloja olisi liian vähän. Koko saaliin painosta petokaloja oli noin 11 %, mutta yksilömäärästä petokaloja oli vain 0,5 %. Saaliissa oli kahdeksan selkeästi petokalaksi luettavaa ahventa ja neljä haukea. Hauista vain yksi oli iso ja painoi 3,3 kiloa. Muuta hauet olivat tämän vuoden poikasia.

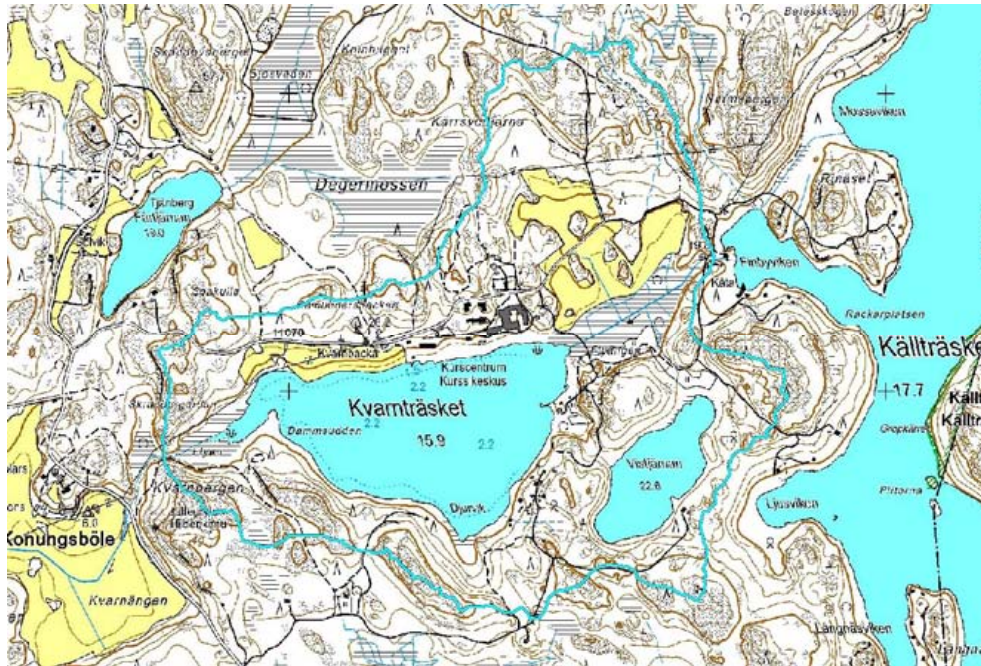
Myllylammesta aiemmin tehdyn koekalastuksen mukaan kalasto on ollut jo vuonna 1992 särkikalavaltainen (Ranta 1992).

3.4 Pohjaeläimet

Myllylammien pohjaeläimistöä ei ole tutkittu.

4 Kuormitus

Myllylammen oma lähivaluma-alue on pinta-alaltaan 225 ha eli 2,25 km². Yläpuolisen Källträskin valuma-alue on 430 ha eli 4,3 km². Koko valuma-alueen pinta-ala on siis näiden yhteenlaskettu summa eli 6,55 km². Valuma-alueella on peltoja yhteensä 23,4 ha eli vajaa 4 %. Valuma-alueella on jonkin verran asutusta (kuva 10). Myllylammen omalla lähivaluma-alueella on peltoja 9,3 ha.



Kuva 10. Myllylammen lähivaluma-alue, mittakaava 1 : 10 000. Maanmittauslaitos lupa nro 7/MML/10.

Källträskin valuma-alueen vedet purkavat Myllylampeen (kuva 11). Källträskin valuma-alueella on peltoja 14,1 ha. Järven ympärillä on asutusta.



Kuva 11. Källträskin valuma-alue (Ihalainen 2000).

4.1 Myllylammen ulkoinen kuormitus

Myllylampeen tulee ulkoista kuormitusta järven omalta lähivaluma-alueelta että Källträskin valuma-alueelta. Eniten kuormitusta tulee asumisjätevesinä ja maatalouden hajakuormituksena. Pistekuormitusta Myllylampeen ei tule. Järven rannalla sijaitseva kurssikeskus on viemäroity (taulukot 6 ja 7). Aiemmin kurssiopistolla oli oma puhdistamo, jonka jätevedet käsiteltiin rinnakkaissaostusperiaatteella. Sitä ennen jätevedet johdettiin puhdistamattomina Myllylammen valuma-alueen ulkopuolella sijaitsevaan Degermossen-nimiseen suohon. Puhdistamon rinnakkaissaostuslaitos valmistui vuonna 1976 ja sitä laajennettiin vuonna 1987. Puhdistetut jäte-

vedet johdettiin samaiseen suohon. Suo kuuluu soidensuojelun perusohjelmaan. Tästä puhdistutetut jätevedet valuivat suo- ja kosteikkoalueen kautta Grabbackanpuroon ja edelleen Kuninkaanjokea pitkin Raaseporinjokeen (KTV 1989). Vuonna 1994 suunniteltiin lisäksi imeytysojaston rakentamista paineviemärin päatekaivon yläpuolelle.

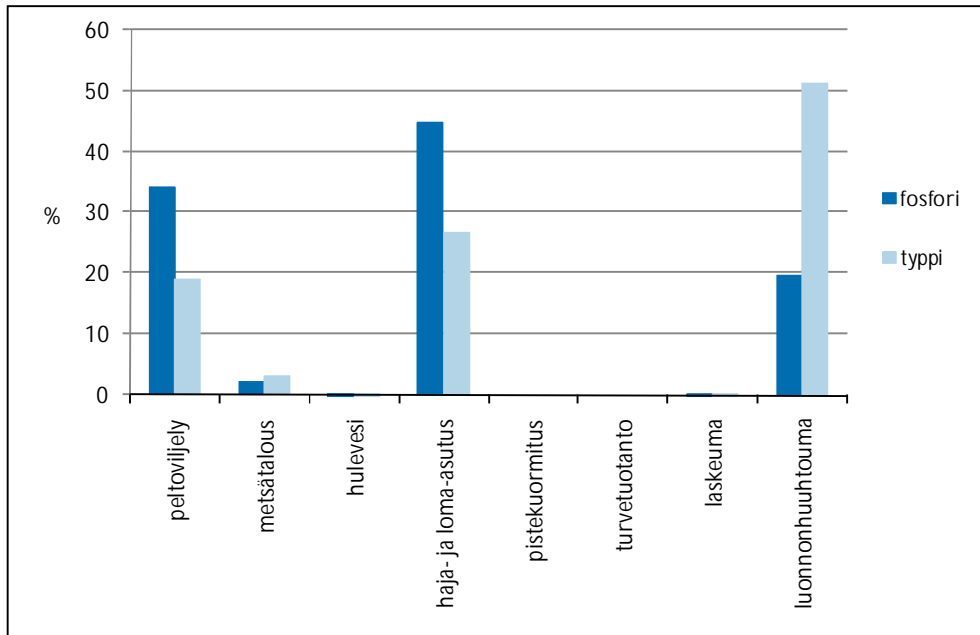
Taulukko 6. Myllylammen laskennallinen fosforikuormitus VEPS-tietojärjestelmän mukaan. Maatalouden, luonnonhuuhtouman, haja- ja loma-asutuksen, pistekuormituksen ja turvetuotannon keskiarvo on vuosilta 2000 – 2007, metsätalouden, laskeuman ja hulevesien keskiarvo vuosilta 2000 – 2002.

	Fosfori, kg/vuosi
Peltoviljely	67
Metsätalous	4
Laskeuma	0,03
Luonnonhuuhtouma	38
Hulevesi	0,02
Haja- ja loma-asutus	88
Pistekuormitus	0
Turvetuotanto	0
Yhteensä	197

Taulukko 7. Myllylammen laskennallinen typpikuormitus VEPS-tietojärjestelmän mukaan. Maatalouden, luonnonhuuhtouman, haja- ja loma-asutuksen, pistekuormituksen ja turvetuotannon keskiarvo on vuosilta 2000 – 2007, metsätalouden, laskeuman ja hulevesien keskiarvo vuosilta 2000 – 2002.

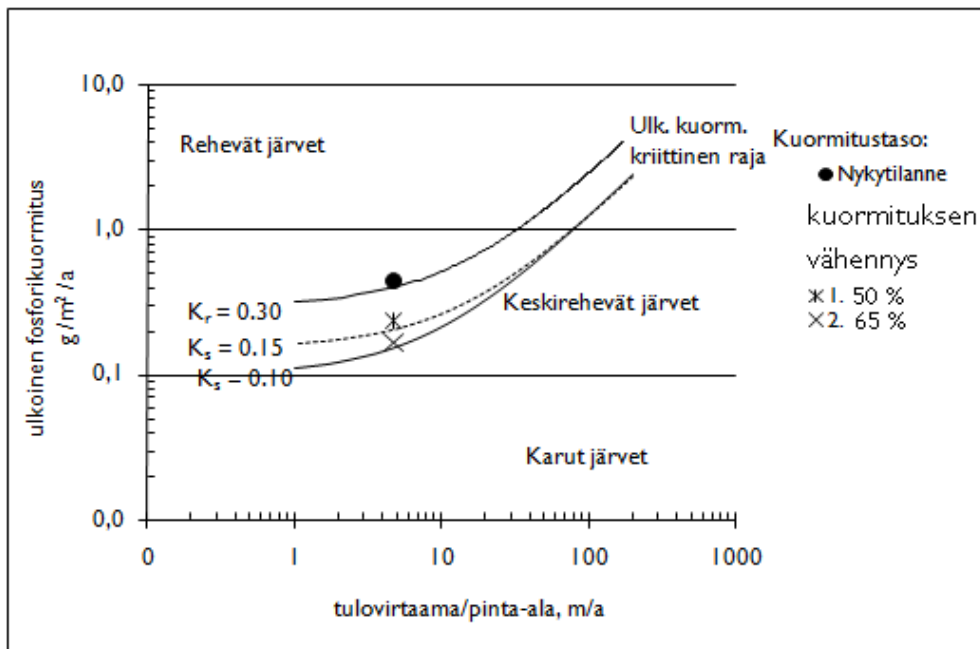
	Typpi, kg/vuosi
Peltoviljely	418
Metsätalous	65
Laskeuma	2
Luonnonhuuhtouma	1122
Hulevesi	1
Haja- ja loma-asutus	585
Pistekuormitus	0
Turvetuotanto	0
Yhteensä	2193

Myllylampeen tulee fosforia eniten haja- ja loma-asutuksesta (45 %) (kuva 12). Peltoviljelyn osuus on vajaa 35 %. Tyypeä tulee eniten luonnonhuuhtoumana (n. 50 %).



Kuva 12. Fosfori- ja typpikuormituksen lähteiden suhteet Myllylammen koko valuma-alueelta.

Vollenweiderin mallin mukaan Myllylammen koko valuma-alueelta tuleva laskeennallinen kuormitus ylittää järven sietokyvyn selvästi. Jos kuormitusta vähennetään 50 % (1.), ollaan aivan sallitun tason rajalla. Vähentämällä kuormitusta 65 % (2.) päästään jo alle sallitun tason (kuva 13).



Kuva 13. Myllylammen koko valuma-alueelta tuleva kuormitus ylittää järven sietokyvyn selvästi Vollenweiderin (1976) mallin mukaan. Jos kuormitusta vähennetään 50 % (1.), ollaan aivan sallitun tason rajalla. Vähentämällä kuormitusta 65 % (2.) päästään jo sallitun tason alapuolelle.

4.2 Myllylammen sisäinen kuormitus

Myllylampeen tulevan laskennallisen fosforikuormituksen avulla voidaan arvioida järven veden kokonaisfosforipitoisuutta. Keskimääräinen laskettu kokonaisfosfori on selvästi alle havaittujen pitoisuuksien (taulukko 8). Tämän mukaan järvestä on selvää sisäistä kuormitusta. Samoin vuoden 2006 kesäkauden havaituista tuloksista laskettu keskiarvo on paljon laskennallista kokonaisfosforipitoisuutta korkeampi.

Taulukko 8. Myllylammen ulkoisen kuormituksen perusteella laskettu fosforipitoisuus.

tuleva fosforikuormitus, kg/vuosi	keskimääräinen laskettu fosforipitoisuus, µg/l	havaittu fosforipitoisuus, µg/l
197	59	144 (elokuu 2006) 167 (syyskuu 2006)
		103 (keskiarvo vuoden 2006 toukokuu - lokakuu tuloksista)
		72 (elokuu 2010)
98,5 (50 % vähennys)	34	
69	26	

Jos verrataan havaitun kokonaisfosforipitoisuuden perusteella laskettuja klorofylli-a-pitoisuuksia ja havaittuja klorofylli-a-pitoisuuksia, huomataan, että havaitut pitoisuudet olivat moninkertaisia laskettuihin nähden vuonna 2006 (taulukko 9). Samoin kesäkauden havaituista tuloksista laskettu keskiarvo on huomattavasti laskennallisia arvoja suurempi. Levää on muodostunut järvestä selvästi enemmän kuin kyseisellä kokonaisfosforipitoisuudella mallin mukaan syntyisi. Tämä kertoo sisäisestä kuormituksesta. Vuonna 2010 elokuussa havaittu klorofylli-a-pitoisuus oli laskettua pitoisuutta alhaisempi. Tämä selittyy erittäin kuivalla ja kuumalla kesällä. Klorofylli-a- ja kokonaisfosforipitoisuuden suhde oli vuonna 2006 korkeimmillaan 1,67, mikä kertoo kalaston suuresta veden laatua heikentävästä vaikutuksesta. Koko kesän keskiarvo klorofylli-a- ja kokonaisfosforipitoisuuden suhteelle on 1,39. Vuonna 2010 suhde oli ainoastaan 0,38.

Taulukko 9. Myllylammen lasketut ja havaitut klorofylli-a-pitoisuudet vuonna 2006.

havaitun kokonaisfosforipitoisuuden perusteella lasketut klorofylli-a-pitoisuudet, µg/l	keskimääräisen kokonaisfosforipitoisuuden perusteella lasketut klorofylli-a-pitoisuudet, µg/l	havaitut klorofylli-a-pitoisuudet, µg/l
80 (elokuu 2006) 93 (syyskuu 2006)	32	240 (elokuu 2006) 280 (syyskuu 2006)
		196 (kesän 2006 mitausten keskiarvo kesäkuusta lokakuulle)
72 (elokuu 2010)	39	27 (elokuu 2010)

Myllylammen voidaan todeta kärsivän sisäisestä kuormituksesta etenkin loppukesäisin mallien perusteella. Leväkukintoja on ollut vielä lokakuussakin. Veden pH on ollut kesäisin emäksistä leväkukintojen takia. Happipitoisuudet ovat olleet talvisin alhaisia. Kaikki nämä seikat kertovat sisäisestä kuormituksesta.

5 Tavoitteet

Tavoitetilan määrittämiseksi Myllylammen rannalla sijaitsevaan Raasepori-opistoon lähetettiin kyselylomake kesällä 2010 (liite 2). Myllylammen parhaina ominaisuuksina pidettiin virkistysmahdollisuuksia, koska hotelli sijaitsee aivan järven rannalla. Myös kalakanta mainittiin hyvänä ominaisuutena. Huonoimpina ominaisuuksina nousi esille valuma-alueen osalta metsänhakkuun tuomat ravinteet ja humus. Myös virtauksen vähentyminen Källträskistä koettiin huonoksi ominaisuudeksi. Myllylammissa on lisäksi sameaa vettä ja ajoittaisesti esiintyy leväkukintoja. Kunnostuksen jälkeen Myllylammen vesi on kirkkaampaa ja leväkukinnat ovat harvinaisia. Kasvillisuudessa on vähemmän ruokoa ja ulpukkaa. Rapukanta on elpynyt.

Konkreettiset tavoitteet on tehty tekijän toimesta. Myllylampeen tulevan laskennallisen ulkoisen fosforikuormituksen vähentäminen on hyvin tärkeää. Fosforikuormitusta pitäisi vähentää järven valuma-alueelta 70 – 100 kg.

Myllylammissa esiintyy talvisin alusveden vähähappisuutta ja happikatoja. Alusveden happipitoisuuden pitäisi olla yli 2 mg/l.

Kokonaisfosforipitoisuus pitää saada alentumaan, jolloin myös klorofylli-pitoisuuden pitäisi vähentyä.

Ruovikot ovat paikoittain hyvinkin laajoja. Kasvillisuuden leviämistä on seurattava ja tarvittaessa sitä voidaan vähentää. Jotta ei syntyisi leväkukintoja, tulee mahdollisen poiston olla maltillista.

Lisäksi kyselyssä selvitettiin suhtautumista kunnostusmenetelmiin ja kunnostukseen yleensä (taulukko 10).

Taulukko 10. Suhtautuminen kunnostusmenetelmiin ja kunnostukseen yleensä koskien Myllylampea.

	Täysin samaa mieltä	Osittain samaa mieltä	En osaa sanoa	Osittain eri mieltä	Täysin eri mieltä
Tehokalastusta on syytä jatkaa, vaikka se ei parantaisi veden laatua.	X				
Vesikasvit häiritsevät virkistyskäyttöä enemmän kuin antavat maisemallista ilmettä.	X				
Toimenpiteitä voidaan kohdistaa pelkästään valuma-alueelle, jos ulkoinen kuormitus on liian suurta.				X	
Jos ulkoinen kuormitus on liian suurta, järveen kohdistuvat toimenpiteet eivät ole riittäviä.	X				
Kunnostuksen vaikutukset pitää nähdä nopeasti.		X			
Järvikunnostus on hidasta ja pitkäjänteistä toimintaa.		X			
Ennen kunnostusta on tärkeää selvittää järven tila.	X				
Myös uusia, kokeellisella asteella olevia kunnostusmenetelmiä voidaan käyttää.		X			

6 Myllylammen kunnostamiseen soveltuvat menetelmät

6.1 Ulkoisen kuormituksen vähentäminen

Myllylampeen tulevaa suurta laskennallista ulkoista kuormitusta pitäisi vähentää useilla toimenpiteillä. Suurin kuormituslähde fosforin osalta on haja- ja loma-asutus. Sen osuus laskennallisesta fosforikuormituksesta on noin 45 %. Peltoviljely tuottaa 35 % Myllylampeen tulevasta laskennallisesta ulkoisesta kuormituksesta. Myllylammen valuma-alueella ei ole kotieläimiä. Toimenpiteitä pitäisi kohdistaa asutuksesta ja peltoviljelystä tulevan ravinnekuormituksen vähentämiseen.

6.1.1 Haja-asutuksen aiheuttama kuormitus

Haja- ja loma-asutuksen osuus ulkoisesta fosforikuormituksesta on 45 %. Tämä vastaa noin 90 kg fosforia vuodessa. Tähän kuormituslähteeseen pitää kiinnittää erityisesti huomiota ja vähentää sitä. Haja-asutuksen jätevesien fosfori on suoraan leville käyttökelpoisessa muodossa, minkä vuoksi jätevesikuormitus rehevöittää järveä hyvin helposti.

Lainsäädäntö muuttui jätevesien käsittelyn osalta vuonna 2003. Tällöin annettiin asetus talousjätevesien käsittelystä vesihuoltolaitosten viemäriverkostojen ulkopuolisilla alueilla. Asetuksen mukaan jätevesistä on saatava puhdistettua 85 % fosforista ja 40 % typestä. Kunta voi lieventää tai tiukentaa kyseisiä määräyksiä. Vesiensuojelun kannalta tärkeälle alueelle voidaan myös antaa määräys jätevesien johtamisesta alueen ulkopuolelle tai kokonaan pois kuljettamisesta (Mattila 2005).

Kiinteistökohtaiset jätevedet on käsiteltävä nykyisen käsityksen mukaan maaperäkäsittelyllä tai laitepuhdistamoissa, joissa esikäsittelyä ovat saostussäiliöt. Saostussäiliöt on tyhjennettävä vähintään kaksi kertaa vuodessa. Vesiensuojelun kannalta kiinteistökohtaisten kuivakäymälöiden käyttö on erittäin suositeltavaa. Kuivakäymälä on käymälä, joka ei käytä vettä virtsan eikä ulosteiden kuljettamiseen. Kuivakäymälän on oltava tiiviillä pohjalla, eikä käymälästä saa valua nesteitä maahan (Hinkkanen 2006).

Paras tapa haja-asutuksen jätevesien käsittelylle on yleiseen viemäriverkoston liittyminen. Monissa kunnissa viemäriverkostoa laajennetaan jatkuvasti. Karjaan keskustaajama kuuluu viemäriverkoston, samoin järven rannalla oleva kursikeskus. Myllylammen valuma-alueelle ei ole tulossa viemäriverkoston laajentamista lähiaikoina. Pelkkä vesijohtoverkoston laajennus ei ole hyvä asia vesiensuojelulle vaan se kasvattaa vesistöön kohdistuvaa kuormitusta, jos vesijohdon lisäksi ei ole viemärintiä.

Haja-asutuksen jätevesien käsittelyä tulee tehostaa, koska ne aiheuttavat 45 % Myllylammen laskennallisesta kuormituksesta. Jätevesiä ei saa imeyttää maaperään lähempänä kuin 30 metriä rannasta. Tämä sääntö koskee myös saunavesiä.

6.1.2 Maatalouden ulkoinen ravinnekuormitus

Maatalouden aiheuttamaa kuormitusta voidaan estää sellaisilla toimenpiteillä, jotka estävät peltojen pintaeroosiota. Kuormituksen vähentämiseen tähtäävistä toimenpiteistä suositellaan järjestettävän neuvontaa. Etenkin kuormituksen syntymisen estäminen on tärkeää. Jo syntynyttä kuormitusta voidaan yrittää pidättää

muodostumisalueellaan erilaisten toimenpiteiden, kuten suojavyöhykkeiden tai kosteikoiden avulla. Ulkoisen kuormituksen vähentämiseen tähtääviin toimenpiteisiin voi saada ympäristötukea. Jotta järven kunnostus olisi pitkälläkin aikavälillä kannattavaa ja järven tilaa parantavaa täytyy ulkoinen kuormitus saada mahdollisimman pieneksi. Jos ulkoinen kuormitus on liian suurta, myös järven sisäinen kuormitus voimistuu. Myllylampeen kohdistuvaa laskennallisesti arvioitua fosforikuormitusta pitäisi vähentää 50 – 65 % eli n. 70 - 100 kg, jotta sallittu taso saavutettaisiin.

Myllylammen valuma-alueelle ei ole perustettu suojavyöhykkeitä. Suojavyöhykkeitä kannattaa perustaa, koska ne vähentävät sekä ravinne- että kiintoainekuormitusta vesistöihin. Kokonaisfosforivähennyksen on todettu olevan 30 %, kokonaistypen osalta vähennys on 40 – 50 % ja kiintoainevähennys 50 % (Uusi-Kämpä & Palojärvi 2006). Suojavyöhyke on peltomaille vesistön varteen perustettava vähintään 15 m leveä pysyvän heinämäisen kasvillisuuden peittämä alue. Suojavyöhykkeitä perustetaan erityisesti jyrkille ja kalteville pelloille. Samoin sortuvat tai helposti tulvivat pellot ovat suositeltavia kohteita. Toimiakseen kunnolla suojavyöhykettä tulee hoitaa. Hoito tapahtuu ensisijaisesti niittämällä tai mahdollisesti laiduntamalla. Vesiensuojelun kannalta laajat, useamman tilan yhteiset suojavyöhykkeet ovat parhaita kuormituksen vähentäjiä. Suojavyöhykkeen perustamista ja hoitoa olisikin hyvä suunnitella yhteistyössä naapurien kanssa. Tällöin saadaan yhtenäisinä suojavyöhykekokonaisuuksia, jolloin niiden vaikutus kuormituksen vähentämiseen kasvaa (Valpasvuo-Jaatinen 2003). Suojavyöhykkeiden tarkemmat paikat ja tarpeellisuus tulee varmistaa maastokäynnin. Raaseporinjoen valuma-alueelle kannattaisi laatia suojavyöhykkeiden ja kosteikoiden yleissuunnitelma.

Peltojen sisältämä fosforimäärä voidaan määrittää viljavuusanalyysin avulla. Lannoituksen vähentäminen on helpompaa, jos maan voidaan osoittaa olevan fosforikyllästeinen. Lannoitusmäärien saamiseksi oikealle tasolle voidaan laskea lohkokohtaisia ravinnetaseita. Ravinnetaseen avulla selvitetään maatalan ravinteiden käytön tehokkuutta ja saadaan tietoa ravinteiden vuotokohdista. Taselaskennalla voidaan tunnistaa hyvin menestyvät ja kehittämistä kaipaavat tuotannon osat ja toimenpiteet voidaan kohdistaa kriittisille alueille. Tällöin on mahdollista säästää kustannuksia ja parantaa tilan taloutta (Rajala 2001).

Pelto-ojien luiskien loiventamisessa uoman tulvatilavuus kasvaa (Mattila 2005). Tästä seuraa uomaerosion määrän vähentymistä. Myös luiskien vahvistaminen vähentää eroosiota. Pelto-ojien käsittelyssä pitäisi huomioida myös toimenpiteiden vaikutukset kalastoon. Myllylampeen johtavat valtaojat ja purot voivat toimia kalojen kutupaikkoina. Erityisesti hauki kutee tällaisissa ojissa, jos vain ojan veden laatu ja kasvillisuus mahdollistavat sen. Jos näiden varsille perustettaisiin suojavyöhykkeet, vähentyisi ravinteiden ja kiintoaineen kulkeutuminen vesistöön.

Kuormitusta voidaan vähentää myös viljelyteknisillä toimenpiteillä. Jos pelto kynnetään rantojen ja ojien suuntaisesti vähenee fosforikuormitus huomattavasti. Suorakylvössä eroosion määrä vähenee paljon pellon ollessa ympärivuotisesti kasvipeitteinen. Tällöin kasvusto kylvetään suoraan sänkipeltoon ilman erillistä muokkausta (Alakukku 2004 ref. Mattila 2005). Toisaalta kasvinsuojeluaineiden käyttö lisääntyy. Myös keinolannoitteiden tai karjanlannan annostelu suoraan maan pintakerroksen alle on mahdollista (Tulisalo 1998 ref. Mattila 2005).

Ennen pelto-ojien varsilla oli painanteita ja altaita, mutta nykyinen viljelykulttuuri on hävittänyt nämä luontaiset kosteikot. Kosteikoilla on tarkoitus estää veden joutuneen kiintoaineen ja ravinteiden kulkeutuminen alapuoliseen vesistöön. Kosteikoiden kasvillisuus poistaa myös vedessä liuenneina olevia ravinteita kiintoaineksen lisäksi (Puustinen & Jormola 2003).

Lisätietoa maatalouden ympäristötuista löytyy Maaseutuviraston Internet-sivuilta (www.mavi.fi) kohdasta viljelijätuet.

6.1.3 Metsätalouden aiheuttama kuormitus

Myllylammen valuma-alueella on tehty hakkuita vuosina 2008 ja 2009. Järven pohjoispuolella tehdyn ja järveä lähinnä olevan hakkuun ala on noin 3,8 ha. Myllylammen valuma-alueen hakkuuaukeita ei ole lannoitettu hakkuiden jälkeen (Tolonen 2010).

Metsätaloudessa kuormitusta aiheuttavat yleisesti ottaen ojitus, lannoitus, avohakkuu sekä maanpinnan käsittely hakkuiden jälkeen. Kun metsätaloustoimenpiteistä on kulunut 5 – 10 vuotta, kuormitus alkaa lähestyä luonnonhuuhtoumaa (Mattila 2005).

Metsätalouden kuormitusta voidaan vähentää erilaisin toimenpitein. Ojitusten haittoja vähennetään huomioimalla töiden jaksoituksella ja ajoituksella, tekemällä kaivu- ja perkauskatkoja, pohjapatoja, lietekuoppia ja laskeutusaltaita. Samoin suojavyyhykkeet vähentävät ojiin päätyvän kiintoaineen määrää. Keventämällä maan muokkausta ja vähentämällä lannoitusta myös kuormitus vähenee. Ohjaamalla valumavedet kasvipeitteisille pintavalutuskentille voidaan vesien laatua saada puhdistettua. Metsätaloudessa käytetään kemiallisia torjunta-aineita torjumaan ruoho- ja heinäkasvillisuus, joka haittaa taimien alkukehitystä. Torjunta-aineita ei saa joutua vesistöihin, sillä monet niistä ovat kaloille ja muille vesieliösköille myrkyllisiä ainakin lievästi. (Ympäristöhallinnon Internet-sivut koskien metsätalouden vesiensuojelua 2005.)

6.2 Sisäisen kuormituksen vähentäminen

6.2.1 Tehokalastus

Järven eliöyhteisön rakennetta on mahdollista muuttaa tehokalastamalla. Tällöin kasviplanktonin määrän pitäisi vähentyä. Yhteisön jäsenillä on keskinäisiä vuorovaikutuksia toisiinsa. Kun yhdestä tulee runsas, niin joku vähenee - ja päinvastoin. Tähän ajatukseen perustuu tehokalastus eli biomanipulaatio (Shapiro 1980).

Kasviplanktonin eli levän määrää kontrolloivat toisaalta vedessä olevat ravinteet ja valo, toisaalta eläinplankton laidunnuksensa kautta. Sellaiset kalat ja selkärangattomat pedot, jotka käyttävät eläinplanktonia ravinnokseen voivat säädellä eläinplanktonin määrää. Eläinplanktonin määrän pitäisi kasvaa, kun kalastetaan eläinplanktonia syöviä kaloja. Tällöin vastaavasti kasviplanktonin määrän pitäisi vähentyä. Tehokalastusta voidaan tukea istuttamalla petokaloja. Petokalat kontrolloivat eläinplanktonia syövien kalojen määrää. Menetelmällä voidaan myös vähentää järven sisäistä kuormitusta. Pohjalta ravintonsa hankkivat kalat pölyttävät pohjaa ja näin vapauttavat ravinteita yläpuoliseen vesimassaan (Sammalkorpi ja Horppila 2005). Pyynnin kohdistuessa näihin kaloihin, niiden aiheuttama pohjan pölytys vähenee ja kasviplanktonin käytettävissä olevat ravinnemäärät vähentyvät. Tehokalastuksen seurauksena vesi voi kirkastua ja siitä taas saattaa seurata vesikasvillisuuden voimakasta leviämistä. Jotteri järven kalasto ala muuttua uudelleen särkikalavaltaiseksi, tehokalastuksen on oltava tarpeeksi tehokasta ja sen jälkeen on jatkettava tarpeeksi tehokasta ja jatkuvaluonteista hoitokalastusta. Muutama lämmin kesä ilman kalastusta voi jo alkaa hivuttaa kalastoa särkien suuntaan. Petokalakannoissa muutosta ei välttämättä näy, jos niitä kalastetaan paljon. Peri-

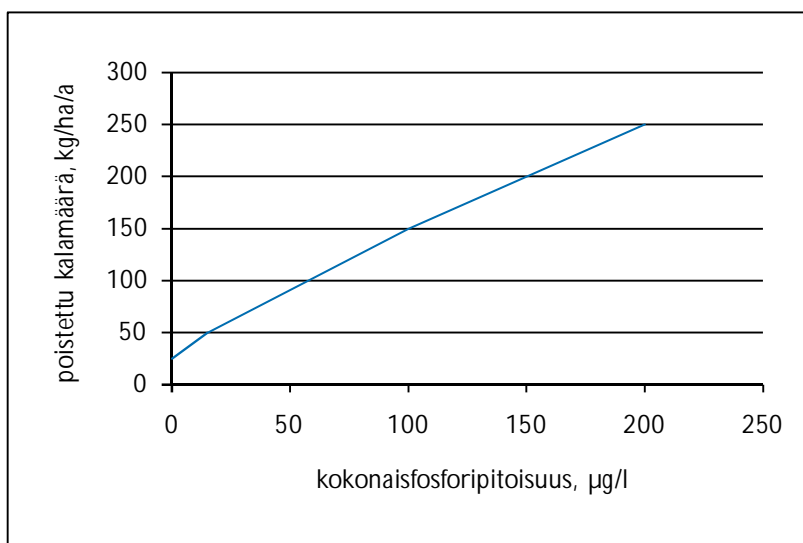
aatteessa petokalakantojen pitäisi vahvistua, kun niiden poikasilla ei olisi niin suurta ravintokilpailua särkikalojen poikasten kanssa. Tämä on usein pätenyt kujan poikasten kohdalla. Jos petokaloja kuitenkin kalastetaan paljon, ne eivät välttämättä kerkeä lisääntymään ennen poispyytämistään, minkä takia kannan koko ei pääse kasvamaan.

Tehokalastuksen tavoitteena voi olla veden laadun parantaminen tai pelkäämään sen huonontumisen pysäyttäminen. Samoin voidaan haluta parantaa ainoastaan kalaston rakennetta. Myllylammessa tehokalastuksella on tarkoitus sekä parantaa kalaston rakennetta että veden laatua, mistä johtuen seuraavaksi esitetyt saalistavoitteet ovat suuret.

Veden ravinnepitoisuuksien tai sinileväkukintojen määrää vähentävien vaikutusten aikaansaamiseksi tehokalastuksen on oltava tarpeeksi tehokasta (kts. alla) yhdistettynä samaan aikaan valuma-alueella tapahtuvaan ravinnehuuhtoutumia ehkäisevään toimintaan. Lisäksi järven sisäistä kuormitusta lisäävien hapettomuusjaksojen vähentäminen on tärkeää.

Kuinka paljon Myllylammesta on poistettava kaloja?

Veden kokonaisfosforipitoisuuden mukaan voidaan arvioida saalistavoitetta (kuva 14). Jos kokonaisfosforipitoisuus on alle 50 µg/l, sopiva saalistavoite on 50 - 100 kg/ha/a (Sammalkorpi ym. 1999). Vuoden 2006 kesäaikaisen kokonaisfosforipitoisuuden keskiarvon (103 µg/l) mukaan saalistavoitteeksi tulisi n. 150 kg/ha/a (kuva 14). Vuoden 2010 kokonaisfosforipitoisuuden (72 µg/l) mukaan saalistavoitteeksi tulisi 125 kg/ha/a.



Kuva 14. Poistettavan kalamäärä kokonaisfosforipitoisuuden perusteella (Sammalkorpi ym. 1999).

Jeppesenin ja Sammalkorven (2002) mukaan poistettavan kalabiomassan (kg/ha) voi laskea yhtälön $16,9 \cdot TP^{0,52}$ mukaan, jossa TP = kokonaisfosforipitoisuus µg/l. Poistettavaksi kalamääräksi tulee tämän laskukaavan mukaan n. 190 kg/ha, kun käytetään samaa keskiarvoa (103 µg/l) ja 155 kg/ha vuoden 2010 fosforipitoisuuden (72 µg/l) perusteella.

Koeverkkokalastuksen perusteella kalamäärästä on erittäin vaikea antaa tarkkaa arviota mutta Ulvin ym. (2005) Järvien kunnostus -kirjassa on esitetty kaava sivulla 179 veden fosforipitoisuuden ja kalamäärän suhteesta. Kvarnträskin kesä- ja talviajan kokonaisfosforipitoisuudet vaihtelevat erittäin paljon mutta näiden

keskiarvoilla laskettuna voidaan olettaa kalaa järvessä olevan 85 – 195 kg hehtaarilla. Tästä kalamäärästä tulisi poistaa vuosittain noin puolet 2 – 4 vuoden ajan, jotta vaikutuksia sekä kalastoon että vedenlaatuun olisi mahdollista saavuttaa. Vuosittain tämä tietäisi 3,5 – 8 tonnin kalamäärän poistoa.

Kvarnträsk soveltuu muotonsa ja syvyysuhteidensa perusteella hyvin nuotaukseen ja rysäpyyntiin. Ranta-asukkaat voivat myös osallistua kalastukseen joko rysillä tai katiskoilla. Tehokalastuksilla tulee keskittyä Kvarnträskin valtalajien särjen ja ahvenen poistoon. Särjet lähtevät syksyisin liikkeelle rannoilta ja kerääntyvät syvemmille alueille suuriksi parviksi, kun veden lämpötila on laskenut alle 10 asteen. Myös ahvenet kerääntyvät syksyisin hajanaisempiin parviin.

Ravintoketjukurannostus vaatii vesialueen omistajan luvan. Samoin tehokalastusta tekevillä talkoolaisilla tulee olla valtion kalastuksenhoitomaksu suoritettuna.

Ravintoketjukurannostus maksaa noin 1,5 – 2,5 euroa/ poistettu kalakilo.

Yhteenveto: Mallit antavat eriäviä arvioita poistettavista kalamääristä. Kaloja voisi poistaa aluksi Myllylammesta vähemmän ja nostaa saalismäärää tarvittaessa. Nuottauksen perusteella on helpompi arvioida myös poistettavaa kalamäärää. Kaloja voisi poistaa 50 – 80 kg/ha/a ensimmäisenä nuottauskertana.

6.2.1.1 Myllylampeen johtavien ojien kunnostus

Myllylampeen johtavat ojat voivat toimia kalojen kutu- ja elinpaikkoina. Ojat ovat useimmiten suoria, leveitä ja matalia. Virtausolosuhteista tulee monipuolisempia, kun uomaan lisätään mutkaisuutta ja syvyysuhteiden vaihtelua. Mataluus aiheuttaa uoman umpeenkasvua. Kasvillisuus ei saisi olla liian tiheää, jolloin vesi ei pääse virtaamaan riittävästi. Ojassa oleva kasvillisuus antaa suojaa ja ravintoa kalapoikasille. Jos kasvillisuus on liian tiheää, veden virtaus estyy ja tämä aiheuttaa veden laadun heikentymistä. Tällöin voi esiintyä happikatoja tai veden lämpötilan liiallista nousua. Kasvillisuutta ei saa kuitenkaan poistaa kokonaan vaan tehdä kasvuston sekaan kasvillisuudesta vapaa kapea uoma. Tällöin kapeassa uomassa virtaus pysyy hyvänä, vaikka ajankohtaan nähden virtaama olisi alhainen. Kasvillisuutta voidaan myös poistaa laikuittain. Niittojätteet on kerättävä aina tarkasti pois vesistöistä. Valtaojien ja purojen uomiin voidaan myös lisätä soraa, kiviä ja puuainesta, jotta uomasta tulisi parempi ja monipuolisempi elinympäristö niin kaloille kuin muillekin eliöille. (Aulaskari ym. 2003).

6.2.1.2 Kalastuksen järjestäminen ja säätely

Petokaloja tulisi suosia käyttämällä hyväksi pyyntirajoituksia, kutualue ja -aika rauhoituksia ja istutuksia. Myös kutualueita voidaan kunnostaa. Näillä toimenpiteillä on myönteistä vaikutusta järven kuhien ja haukien kasvuun ja määrään.

6.2.1.3 Kalaston rakenteen seuranta

Tehokalastuksen vaikutuksia tulee seurata vuosittain tai joka toinen vuosi koekalastuksin. Samoin tehokalastuksen saalistiedot tulee kirjata ylös. Näistä saa paljon tietoa kalamäärästä, kun taas koekalastukset kertovat enemmän kalojen lajisuhteista. Koekalastuksessa suositellaan käytettävän Nordic-yleiskatsausverkkoja tai kurenuottausta. Nordic-verkkojen avulla on mahdollista havaita pienten, 5 – 10 cm mittaisten särkikaloiden osuus kalayhteisössä. Verkkokoekalastuksen tuloksiin pitää suhtautua tietyllä varauksella pyydyksen valikoivuuden takia. Isokokoiset särkikalat jäävät usein kokonaan huomaamatta, niin kuin hauetkin. Ahventen määrä taas

voi korostua, koska ne jäävät piikkisten eviensä takia verkkoihin helpommin kiinni. Kurenuottaus on vähemmän valikoiva ja antaa paremman käsityksen kalaston rakenteesta. Paras ajankohta koekalastukselle on loppukesä, jolloin järven olosuhteet ja kalojen käyttäytyminen ovat vakaita. Tällöin on erittäin tärkeää kirjoittaa ylös veden lämpötila, verkkojen lukumäärä ja pyyntiaika. Koekalastamalla voidaan arvioida vesistön kalakannan kokoa, kalayhteisön rakennetta ja eri kalalajien runsaussuhteita. Näissä tapahtuvia muutoksia on mahdollista seurata, kun verrataan eri koekalastusten yksikkösaaliita toisiinsa. Yksikkösaaliit ilmoitetaan joko kalojen lukumääränä tai massana verkkoa kohden. Yksikkösaaliissa tapahtuvien muutosten perusteella voidaan arvioida kalakannan suhteellista runsautta. Saaliin keskipaino otetaan ylös lajikohtaisesti. Myös poistopyynnin yksikkö- tai päiväsaaliista on hyvä pitää kirjaa ja tehdä tarkat saalisotannot (Kurkilahti & Rask 1999).

Tehokalastusten yhteydessä tulee seurata saaliin määrää ja lajikoostumusta. Kun yhdistetään nuottauksen ja mahdollisten rysä- ja katiskapyyntien saalistiedot, voidaan tarkentaa sekä käsitystä järvestä olevan kalan määrästä että hoitokalastuksen tarpeesta ja poistettavasta kalamäärästä. Nuottasaaliista otettujen saalisnäytteiden avulla saadaan selville eri lajien osuudet kokonaissaalista. Näin voidaan tarkentaa verkkokoekalastuksen antamaa tietoa järven kalastosta.

6.2.2 Happipitoisuuden lisääminen

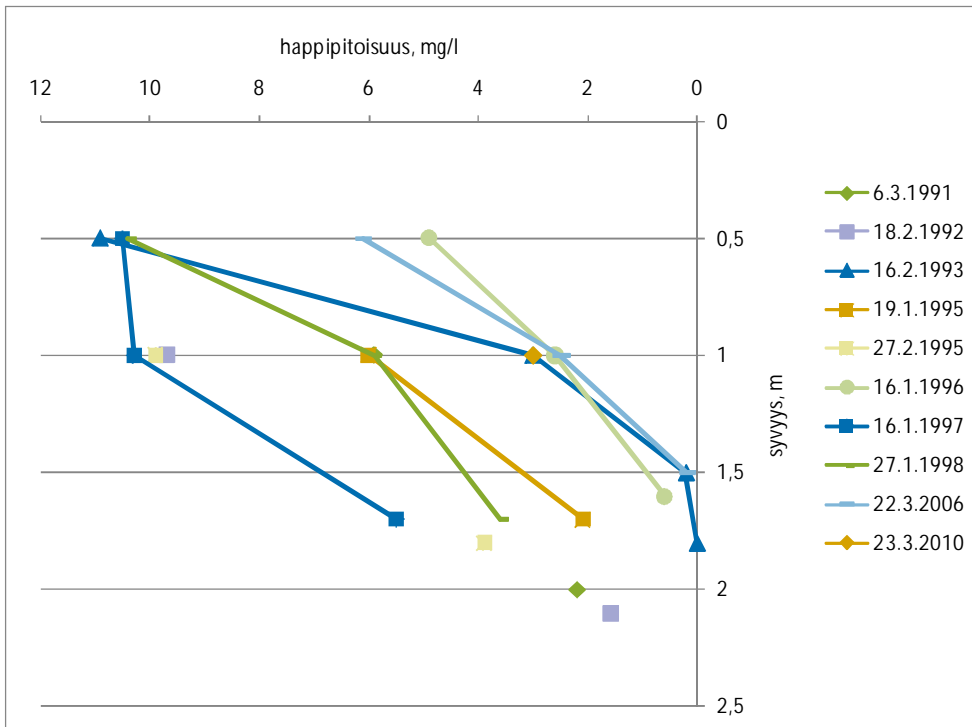
Hapettaminen voi vähentää sisäistä kuormitusta ja tätä kautta fosforin vapautumista sedimentistä. Fosfori sitoutuu rauta- ja mangaaniyhdisteisiin hapellisissa olosuhteissa (Lappalainen & Lakso 2005). Hapetuksella voidaan rikkoa järven lämpötilakerrostuneisuus joko tarkoituksella tai tahattomasti. Myllylampi ei kerrostu kesäisin mataluutensa takia. Kerrostumattomassa järvestä koko vesimassa voi sekoittua jatkuvasti, jolloin myös resuspensio kasvaa (Evans 1994). Resuspensiolle tarkoitetaan sedimentin sekoittumista vesimassaan eli järven pohjaan sedimentoituneet ainekset tulevat käyttöön uudelleen.

Hapetuksella on vaikutuksia eliöyhteisön rakenteeseen. Kerrostuvissa järvestä alusvedessä voi olla selvästi pintakerrosta alhaisempi happipitoisuus. Myös matalissa järvestä voi esiintyä selvästi alhaisempia happipitoisuuksia pohjanläheisissä vesissä, vaikka kerrostuneisuus olisikin heikko. Osa vesikirpuista voi hakea suojaa vähähappisuudesta. Toisaalta hapetus on lisännyt vesikirppujen määriä selvästi toisissa tutkimuksissa (Cooke ym. 2005). Näiden tutkimusten mukaan alusveden hapellisuus mahdollistaa eläinplanktonin vaeltamisen syvemmälle suojaan saalistusta.

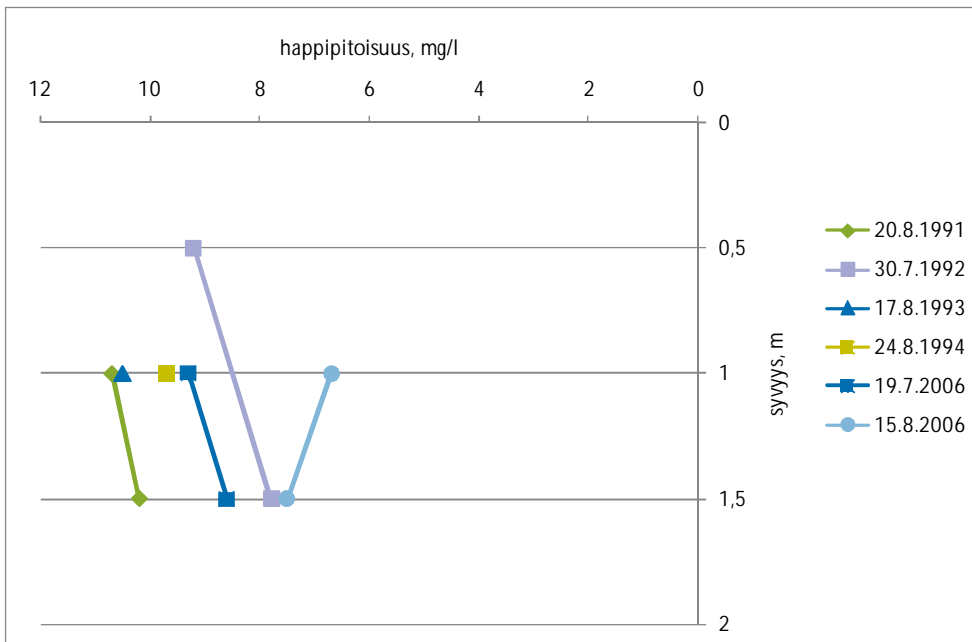
Jungon ym. (2001) mukaan sekoittumisella voidaan vaikuttaa kasviplanktonin koostumukseen, jos kasviplanktonilajien esiintymistä rajoittaa valon puute. Jos ravinteet ovat rajoittavana tekijänä kasviplanktonille, niin sekoittuminen voi lisätä levien määriä, jos ravinnepitoisuus kasvaa sekoittumisen myötä. Kerrostuneessa järvestä päällysvedessä yhteyttäminen johtaa alhaiseen hiilidioksidipitoisuuteen ja sitä kautta korkeaan pH-arvoon. Alusvedessä on vastaavasti korkea hiilidioksidipitoisuus ja alhainen pH-arvo. Sekoittumisen myötä alusveden pH-arvo voi nousta, jolloin fosforia saattaa alkaa vapautua sedimentistä. Tämä tapahtuu helposti kerrostumattomassa järvestä.

Myllylammen happipitoisuus on ollut talvisin välillä hyvinkin alhainen (kuva 15). Maaliskuussa 2006 hapetta oli yhden metrin syvyydessä 2,5 mg/l ja puolentoista metrin syvyydessä vain 0,2 mg/l. Vuonna 2010 mittaus otettiin ainoastaan yhden metrin syvyydestä, jossa happipitoisuus oli 3 mg/l. Fosforia voi alkaa vapautua sedimentistä, kun happipitoisuus laskee alle 2 mg/l. Puolentoista metrin syvyinen

alue kattaa järvestä hyvin suuren osan. Loppukesäisin Myllylammen happipitoisuus on pysynyt hyvänä (kuva 16).



Kuva 15. Myllylammen happiprofiilit eri vuosina loppupalvisin.



Kuva 16. Myllylammen happiprofiilit vuosina 2001 – 2007 loppukesäisin.

Myllylammissa on esiintynyt loppupalvisin hapettomuutta useina vuosina. Myllylammen pohjanläheisestä vedestä ei ole mitattu kokonaisfosforipitoisuutta, vaan mittaukset on tehty pääsääntöisesti metrin syvyydestä. Siksi ei voida havaita, onko

hapettomuus aiheuttanut ravinteiden vapautumista. Kalakuolemien esiintymisen todennäköisyys on suurta, jos happikatoja esiintyy säännöllisesti talvisin.

Talvisten happikatojen ehkäisemiseksi ehdotetaan Myllylammelle tehtäväksi tarkempaa hapetus/ilmastussuunnitelmaa. Suunnitelmassa lasketaan järven hapentarve ja valitaan järvelle parhaiten sopiva laitteisto.

6.3 Virkistyskäytön parantaminen

6.3.1 Vesikasvien poisto

Vesikasvien poistamisella ei yleensä paranneta veden laatua vaan tarkoituksena on lisätä avointa vesialaa ja näin helpottaa uimista, veneilyä ja kalastusta. Veden laatu voi kuitenkin parantua, jos veden virtaus alueella paranee vesikasvien poiston jälkeen. Tällöin esim. tiiviissä kasvustossa esiintyvät happikadot saattavat vähentyä. Vesikasveja voidaan myös poistaa maisemallisista syistä siten, että avovesi ja kasvillisuus muodostavat mosaiikkimaisen kuvion. Vesikasveilla on suuri merkitys eläinplanktonille, koska ne tarjoavat suojapaikkoja niille kalojen saalistusta vastaan (Perrow ym. 1999; Hagman 2005). Eläinplankton koostuu mm. vesikirpuisista, jotka syövät leviä. Jos eläinplanktoniin kohdistuu suurta saalistusta, kasviplanktonin eli levien määrä voi kasvaa. Lisäksi vesikasvien pinnoilla on kiinnittyneinä epifyyttisiä leviä, jotka käyttävät vedestä ravinteita. Jos vesikasveja poistetaan, ravinteita jää enemmän esimerkiksi sinilevien käyttöön. Vesikasvit tarjoavat myös suojaa ja ravinnonhankintapaikkoja kalanpoikasille ja kutupaikkoja aikuisille kaloille. Samoin vesikasvien merkitys vesilinnuille on ilmeinen. Ylitiheän kasvillisuuden harvennus on usein tärkeää kalaston ja linnuston elinolojen kannalta. Järveen laskevien ojien suissa vesikasvillisuus on tärkeä ravinteiden pidättäjä. Etenkin peltovaltaisilla rannoilla ja ojien suistoissa tulee liiallista vesikasvien poistoa varoa. Vesikasvien niitossa on erittäin tärkeää kerätä kasvijätteet järvestä, jottei järveen jää hajoavaa ainesta, joka kuluttaa happea ja vapauttaa ravinteita.

Vesikasveista uposlehtiset ottavat osan ravinteistaan vedestä lehdillään, kun taas ilmaversoiset ja kelluslehtiset ottavat ravinteet sedimentistä (Wetzel 2001). Kaikki vesikasvit tarvitsevat valoa yhteyttämiseensä. Sameissa vesissä ei yleensä tästä syystä ole uposlehtisiä (Hyytiäinen 2000). Uposlehtisiin kuuluvien vesikasvien häviäminen kertookin veden laadun huonontumisesta.

Myllylammien kasvillisuus koostuu suurimmaksi osaksi ilmaversoisista ja kelluslehtisistä vesikasveista. Ilmaversoisista esiintyy järviruokoa, järvikaislaa ja järvikortetta. Etenkin ulpukka- ja lummekasvustot ovat laajoja ja tiheitä. Lounaisrannalla oli myös vähän vesitatarta. Järviruoko on täyttänyt Källträskistä järveen tulevan tulo-ojan suun. Tämän kasvuston edessä on myös hyvin paljon kelluslehtisiä. Järviruoko'n poisto on tuloksellista, kunhan niitetään tarpeeksi usein. Paras ruovikon niitto-ajankohta on heinäkuun puolestävälisestä elokuun puoleenväliin. Jos niitetään useammin kuin kerran kesässä, ensimmäinen niittokerta voi olla kesäkuun lopulla (Kääriäinen & Rajala 2005).

Ulpukalla ja lumpeella on hyvin paksu juurakko, josta versoaa uusia lehtiä. Tämän vuoksi niitä ei suositella niitettävän (Kääriäinen & Rajala 2005). Ulpukka ja lumpeita kannattaisi poistaa juurakoineen eräänlaisen harauslaitteen avulla. Koska menetelmä aiheuttaa pohjan pölyämistä, sitä ei voi tehdä kesäaikaan. Paras ajankohta ulpukoiden ja lumpeiden poisharaukselle on syys – lokakuu, jolloin järven virkistyskäyttö on vähäisempää. Tällöin ravinteita on myös enemmän kasvien juurakoissa. Poiston aiheuttama veden samentuminen on yleensä ohimene-

vää, mutta työnaikaisia veden laadun ja näkösyvyyden muutoksia kannattaa seurata. Järvessä esiintyy myös järvikortetta, jota voidaan niittää, mutta kaikki leikkuujätteet pitää kerätä huolellisesti pois järvestä. Korte pystyy lisääntymään edellisenä vuonna leikattujen versojen jokaisesta nivelestä, jolloin sen leviäminen tehostuu, jos leikkuujätteitä jää järveen. (Kääriäinen & Rajala 2005).

Vesikasvien poistosta voi aiheutua leväkukintoja. Tämä johtuu siitä että, niittäminen saattaa jättää ravinteita kasviplanktonin käyttöön, kun kasvien pinnoilla kiinnittyneinä olleet epifyytiset levät poistuvat niittojätteen mukana. Leviä kontrolloiva eläinplankton saattaa myös menettää suojapaikkansa ja altistuu kalojen saalistukselle, minkä seurauksena leviien määrä voi kasvaa. Vesikasvillisuus saattaa myös korvautua toisilla, vaikeammin poistettavilla lajeilla.

Vesikasvien niiton laajuus vaikuttaa luvantarpeeseen. Pienimuotoinen niitto ei vaadi lupia, vähäistä suuremmasta niitosta on tehtävä ilmoitus kuukautta ennen toimenpiteeseen ryhtymistä vesialueen omistajalle ja ympäristökeskukselle. Vesikasvien poistolle arvioidaan kustannuksiksi 85 – 500 euroa niitettyä hehtaaria kohden vuodessa (Airaksinen 2004).

Vesikasvien vähäistä suuremmasta poistosta tulisi tehdä tekninen suunnitelma, josta ilmenee mistä kasveja on poistettu, mitä kasveja poistetut kasvit ovat lajiltaan ja kuinka paljon niitä on poistettu. Vesikasvien poiston vaikutuksia tulee seurata vuosittain. Tärkeää olisi seurata, miten kasvillisuuden levinneisyys muuttuu. Tämä kannattaa tehdä piirtämällä karttaan kasvillisuusrajat. Seuranta tulee tehdä aina samaan vuoden aikaan. Seurannassa tulee myös kirjata ylös havainnot kasvilajien korvautumisista toisilla lajeilla.

Yhteenveto: Myllylammen veden vaihtuvuutta voidaan parantaa niittämällä väylä sekä järven koillisosaan että luusuaan. Ulpukoita ja lumpeita ei kannata pelkää niittää, vaan niitä voidaan poistaa juurakoineen syksyllä haraamalla.



Kuva 17. Myllylammen järviruoko ja -kortekasvustoa kesällä 2010. Kuva: Anne-Marie Hagman

7 Huonosti soveltuvat kunnostusmenetelmät

7.1 Ruoppaus

Ruoppauksella tarkoitetaan pohjasedimentin poistamista järvestä. Yleensä menetelmän tavoitteena on järven vesisyvyyden ja -tilavuuden lisääminen, ravinnekierroksen vähentäminen veden ja sedimentin välillä, kasvillisuuden vähentäminen ja saastuneiden tai myrkyllisten aineiden poistaminen järvestä. Lisäksi ruoppauksilla voidaan parantaa esim. uimarantojen käyttökelpoisuutta (Viinikkala ym. 2005).

Myllylampi on matala järvi, jossa sisäinen kuormitus ylläpitää järven suurta rehevyytasoa. Järvi on pinta-alaltaan 41,8 ha. Vaikka Myllylampi on matala, koko järven ruoppaus ei ole perusteltua. Menetelmä on kallis toteuttaa, eikä siihen kannata käyttää resursseja ennen kuin ulkoinen kuormitus on saatu hallintaan.

Laskuojan ja Källträskistä tulevan ojan edustat ovat umpeenkasvaneita. Näihin on mahdollista ruopata tai niittää vesikasveja vapaampi väylä. Tällainen toimenpide kannattaa suunnitella huolella ja teettää tarkempi ruoppausuunnitelma.

7.2 Vedenpinnan nosto

Myllylampi on matala järvi, sen keskisyvyys on 1,8 m ja suurin syvyys vain 2,3 m. Kasvillisuus pystyy leviämään hyvinkin laajalle alalle järveä. Vedenpinnan nostolla voitaisiin vähentää kasvustojen leviämistä. Kuitenkin järven rantaan ulottuu peltoja ja asutusta, minkä takia vedenpinnan nosto olisi hankala toteuttaa. Toisaalta osa rannoista on jyrkkää kalliota. Vedenpinnan nostoa ei nähdä järkeväenä kunnostusmenetelmänä Myllylammen kunnostuksessa.

7.3 Fosforin kemiallinen saostaminen

Myllylammessa esiintyy selvää sisäistä kuormitusta. Järveen tuleva ulkoinen kuormitus ylittää kriittistä tason. Järven koko valuma-alueelta laskettu viipymä on 142 päivää eli 0,39 vuotta. Fosforin kemiallista saostamista ei kannata tehdä lyhytviipymäisissä järvissä. Oravaisen (2005) mukaan veden viipymän ollessa alle 1 – 2 vuotta, korvautuu järvessä oleva vesi nopeasti uudella valumavedellä, joka voi olla ravinteikasta ja josta saostuskemikaali puuttuu. Myllylammelle ei suositella fosforin kemiallista saostamista, koska siihen tulee liikaa ulkoista kuormitusta ja sen viipymä on liian lyhyt.

7.3.1 Rauta- tai alumiiniyhdisteet

Fosforin kemiallisella saostamisella alennetaan veden kokonaisfosforipitoisuutta ja fosforin vapautumista sedimentistä. Saostuksessa käytetään rauta- tai alumiiniyhdisteitä. Rautayhdisteet vaativat toimiakseen hapelliset olot, alumiiniyhdisteet toimivat hapettomissakin olosuhteissa. Alumiiniyhdisteiden haittana on niiden voimakas happamoittava vaikutus, mistä saattaa seurata kalakuolemia. Veden fosforipitoisuuden alenemisen myötä kasviplanktonin määrä vähenee ja vesi kirkahtuu. Tämän seurauksena vesikasvillisuus saattaa levitä voimakkaasti. Etenkin

uposlehtiset vesikasvit voivat muodostaa tiheitä kasvustoja. Saostuksen vaikutukset ovat lyhytaikaisia, minkä takia käsittely saatetaan joutua uusimaan muutaman vuoden välein (Oravainen 2005).

7.3.2 Happikalkki eli kalsiumperoksidi

Happikalkki on kokeellisella asteella oleva menetelmä, jonka vaikutuksia selvitelään parhaillaan yhdessä pienessä lampikoekohteessa. Tuloksia tästä kokeilusta ei ole vielä julkaistu, joten kyseisen menetelmän toimivuuteen on erittäin vaikea ottaa kantaa.

Kalsiumperoksidia (CaO_2) voidaan levittää järveen esimerkiksi veneestä käsin, jolloin se uppoaa sedimentin pintakerrokseen. CaO_2 hajoaa hitaasti reagoiessaan veden kanssa, jolloin vapautuu happea ja kalsiumhydroksidia. Tällöin sedimentin ja veden happipitoisuuden pitäisi nousta ja aerobisten mikrobien määrä kasvaa. Samoin hajotustoiminnan pitäisi vilkastua (Nykänen 2009).

Menetelmän etuja on muutamia. Happikalkki luovuttaa happea pitkän aikaa. Veden pH-arvon nousu ei ole kovin suurta. Menetelmä ei muuta sedimentin rakenteellisia olosuhteita, koska sedimenttiä ei tarvitse pöyhiä koneellisesti. Työkustannukset ovat pieniä, eikä menetelmään liity huoltokustannuksia (Nykänen 2009).

Happikalkin toimivuutta on kokeiltu Suomessa Lappajärven kunnostushankkeen yhteydessä laboratoriossa. Happikalkki nosti veden happipitoisuutta aivan sedimentin pinnalla, mutta korkea pH-arvo mitätöi positiiviset vaikutukset (Rautio & Savola 2003). Happikalkkia on käytetty pienen (2,3 ha) Likolammen kunnostuksessa yhdistettynä pohjan pöyhintään. Käsittelyn jälkeen veden pH-arvo oli aiempaa korkeampi ja fosforipitoisuus alhaisempi (Väisänen 2009). Velox-annos oli Likolammella 35 t/ha ja kemikaalikustannus 1 000 – 2 000 €/ha ja työkustannus oli samaa luokkaa (Keto 2009).

Näyttäisi siltä, että happikalkki toimii parhaiten pienten, ylirehevien ja huonokuntoisten lampien kunnostuksessa. Jotta menetelmä toimisi Myllylammessa, pitäisi ulkoisen kuormituksen olla sallitulla tasolla ja järven viipymän pidempi. Koska Myllylammen viipymä on vain 142 päivää, järveen tuleva ravinteikas vesi voi peittää kemikaalin vaikutukset nopeasti. Ravinteikas vesi ylläpitää järven korkeaa perustuotantoa ja synnyttää voimakasta sedimentaatiota. Pohjaan levitetty kemikaali voi peittyä lyhyessä ajassa, jolloin sen vaikutus loppuu. Myllylammen kunnostukseen ei suositella happikalkkia.

7.3.3 Phoslock

Phoslock on hyvin kokeellisella asteella oleva uusi kunnostusmenetelmä kemiallisten menetelmien joukossa. Menetelmää on testattu Suomessa kenttäolosuhteissa yhdellä Uudellamaalla sijaitsevalla järvellä. Phoslock (LaCl_3) on savituote, jossa bentoniittisavea ja lantaniumia (La^{3+}). Lantanium sitoo fosforia (LaPO_4). Ainetta käytetään pääosin sinileväkukintojen vähentämiseen. Phoslockin pH-arvo on välillä 7,0 -7,5. Lantanium ei kerääny kalojen lihaksiin. Mutta sillä voi olla toksisia vaikutuksia eliöstöön (esim. *Daphnia*-vesikirput); jos veden alkaniteetti alhainen. Myös veden kovuus ja pH-arvo ovat tärkeitä. Annostelu laskettava vesistökohtaisesti, jotta toksisuusvaikutuksilta vältyttäisiin. Aineen levityksessä on käytettävä suojarusteita, jotka estävät aineen joutumista silmiin, iholle ja hengitysteihin.

Kenttäkokeessa selvisi, että Phoslock sitoo fosforia vedestä. Se vähensi selvästi vesiruton kasvua. Toisaalta myös tavallinen alumiinikloridikäsitteily aiheutti kasvuston vähentymistä. Molemmissa menetelmissä näkyi levämäärän kasvua verrattuna käsittelemättömään järviveteen (Mäkelä 2010). Menetelmää ei ainakaan kan-

nata käyttää järvissä, joissa on uroslehtistä kasvillisuutta. Jos aine vähentää näiden kasvua, saavat levät kilpailuedun.

Myllylammen viipymä on lyhyt ja siihen tulee liian paljon ulkoista kuormitusta. Phoslock-menetelmää ei suositella tiedon vähyiden ja edellä mainittujen seikkojen takia Myllylammen kunnostukseen. Järvessä oleva vesi korvautuu nopeasti uudella valumavedellä, joka voi olla ravinteikasta ja josta saostuskemikaali puuttuu.

8 Seuranta

Järvistä kannattaa ottaa mielellään kolme kertaa kesässä vesinäytteet. Paras aika näytteiden ottamiselle on loppukesä ja loppupalvi. Talviaikana riittää yksi analyysi (maaliskuu), mutta happipitoisuutta kannattaisi seurata useammin. Joka toinenkin vuosi tehtävä näytteenotto antaa paljon tietoa vesistön tilasta. Järven luokittelua varten olisi erittäin hyödyllistä ottaa vesinäytteitä intensiivisemmin. Kesällä vedestä kannatta määrittää ainakin kokonaisfosfori- ja kokonaistyyppipitoisuus, klorofylli-a-pitoisuus ja happipitoisuus. Myös veden pH, väri ja sameus kannattaa selvittää. Talvella näytteestä kannattaa analysoida ainakin kokonaisfosfori- ja kokonaistyyppipitoisuus ja happipitoisuus. Happipitoisuuden seuranta varten voidaan hankkia happimittari. Samoin näkösyvyyden seuranta kertoo helposti järven veden laadun muutoksista.

Vesikasvillisuuden leviämistä on tarpeen seurata, vaikka kasvillisuutta ei poistettaisikaan. Paikalliset asukkaat voisivat seurata kasvillisuuden leviämisestä. Etenkin tehokalastuksen jälkeen on hyvä tarkkailla muutoksia kasvillisuudessa. Usein onnistuneen tehokalastuksen jälkeen vesi kirkastuu ja uposlehtiset vesikasvit alkavat vallata tilaa. Tärkeää olisi merkitä vuosittain karttaan kasvillisuusrajat ja kasvilajit ja tarvittaessa tehdä tarkempia kasvillisuuskartoituksia 2 – 3 vuoden välein.

Tehokalastuksen tuloksellisuutta tulisi seurata jatkuvilla saalisotoksilla sekä määrääjain tehtävin koekalastuksin.

9 Yhteenvedo

Myllylampeen tulee liian paljon ulkoista kuormitusta sekä siellä syntyy paljon sisäistä kuormitusta. Ulkoista kuormitusta olisi tärkeää saada vähennettyä. Laskennallinen fosforikuormitus ylittää järven sietokyvyn selvästi. Valuma-alueelta tulevaa kuormitusta pitäisi saada vähennettyä 50 – 65 % eli 70 – 100 kg. Maatalouden aiheuttaman kuormituksen vähentämiseksi ehdotetaan suojavyöhykkeiden perustamista ja mahdollisten kosteikkopaikkojen kartoittamista. Haja-asutuksen jätevesien käsittelyä tulee tehostaa.

Talviaikaisia happikatoja voidaan estää ilmastuksella. Toimenpiteen myötä järven sisäisen kuormituksen pitäisi vähentyä ja järven tilan parantua tätä kautta. Myllylammelle ehdotetaan tehtäväksi hapetussuunnitelmaa, josta ilmenee järven hapetustarve. Suunnitelmassa valitaan järvelle parhaiten sopiva laite ja määritetään hapetusaika sekä laitteen sijainti järvessä.

Kalaston rakennetta on muutettava vähemmän särkikalavaltaiseen suuntaan. Kalaston vinoutunut rakenne sekä sen suuri määrä aiheuttanevat hyvin todennäköisesti suuria leväkukintoja. Myllylammesta tulisi poistaa pienikokoista kalaa ainakin kolmen seuraavan vuoden ajan tehokkaasti. Sen jälkeen on ehkä mahdollista siirtyä pienempään pyyntiponnistukseen.

Myllylammien kasvillisuus koostuu suurimmaksi osaksi ilmaversoisista ja keltuslehtisistä vesikasveista. Ilmaversoisista esiintyy järviruokoa, järvikaislaa ja järvikortetta. Etenkin ulpukka- ja lummekasvustot ovat laajoja ja tiheitä. Myllylammien veden vaihtuvuutta voidaan parantaa niittämällä väylä sekä järven koillisosaan että luusuaan. Ulpukoita ja lumpeita ei kannata pelkästään niittää, vaan niitä voidaan poistaa juurakoineen syksyllä haraamalla. Vesikasvien poistossa tulee huomioida toimenpiteen mahdolliset haittavaikutukset. Tämä tarkoittaa, että kerrallaan tehtävät poistot ovat laajuudeltaan vähäisiä.

Veden laatua pitää seurata, jotta kunnostusten vaikutukset nähdään ajoissa. Tällöin voidaan ohjata toimenpiteitä oikeaan suuntaan, jos veden laadussa näkyy muutoksia.

LÄHTEET

- Alakukku L. 2004. Suorakylvö. *Vesitalous* 45 (3): 31 – 32.
- Aulaskari H., Lempinen P. & Yrjänä T. 2003. Kalataloudelliset kunnostukset. Julkaisussa Jormola J., Harjula H. & Sarvilinna A. (toim.) *Luonnonmukainen vesirakentaminen*. Suomen ympäristökeskus. Helsinki. Suomen ympäristö nro 631. s. 72 – 87. ISBN 952-11-1424-X.
- Bärlund I. & Tattari S. 2001. Ranking of parameters on the basis of their contribution to model uncertainty. *Ecological Modelling*, 142 (1-2): 11 – 23.
- Cooke G. D., Welch E. B., Peterson S. A. & Nichols S. A. 2005. Restoration and management of lakes and reservoirs. Kolmas painos, Lewis Publishers. 591 s. ISBN 1-56670-625-4.
- Evans R. D. 1994. Empirical evidence of the importance of sediment resuspension in lakes. *Hydrobiologia* 284 (1) : 5–12.
- Frisk T. 1978. Järvien fosforimallit. *Vesihallitus. Vesihallituksen tiedotus* 146, Helsinki. 114 s. ISBN 951-46-3412-8.
- Granlund K., Rekolainen S., Grönroos J., Nikander A. & Laine Y. 2000. Estimation of the impact of fertilisation rate on nitrate leaching in Finland using a mathematical simulation model. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 80 (1-2): 1 – 13.
- Hagman A.-M. 2005. *Sida crystallinan* kesänaikainen sukkessio - kelluslehtikasvuston ja veden laadun merkitys vesikirppupopulaatiolle. Pro gradu -työ. Helsingin yliopisto. 50 s.
- Hagman A.-M. 2009. Källträskin kunnostus fosforia saostamalla. Uudenmaan ympäristökeskuksen raportteja 16/2009. Uudenmaan ympäristökeskus, Helsinki. 124 s. ISBN 978-952-11-3606-1.
- Hertta 2010a. Ympäristöhallinnon tietojärjestelmä Hertta. Myllylammen vedenlaatutiedot.
- Hertta 2010b. Ympäristöhallinnon tietojärjestelmä Hertta. Vesimuodostumakohtainen asiantuntija-arvio koskien Myllylampea.
- Hinkkanen K. 2006. Kuivakäymälän hoito ja käymäläjätteen käsittely. Käymäläseura Huussi ry, Tampere. ISBN 952-91-9985-6.
- Hyytiäinen U-M. 2000. Tarkkaile kotijärveäsi. Havaitse ajoissa haitallinen rehevöityminen. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. 9 s. [Julkaisematon moniste].
- Ihalainen P. 2006. Källträsk, hajakuormitus selvitys 2005 – 2006. Valuma-alueanalyysi. Länsi-Uudenmaan vesi ja ympäristö ry. 6 s. [Julkaisematon raportti].
- Jeppesen E. & Sarmalkorpi I. 2002. Lakes. Julkaisussa: Perrow M. R. & Davy A. J. (toim.). *Handbook of ecological restoration*. Cambridge University Press, New York. s. 297 – 324. ISBN 0-521-79129-4.
- Jungo E., Visser P. M., Stroom J. & Mur L. R. 2001. Artificial mixing to reduce growth of the blue-green alga *Microcystis* in Lake Nieuwe Meer, Amsterdam: an evaluation of 7 years of experience. *Water Science and Technology: Water Supply* 1 (1): 17 – 23.
- Keto J. 2009. Esitys 4.3.2009 Suomen ympäristökeskuksen innovaatiofoorumissa koskien Likolammen kunnostusta. Suomen ympäristökeskuksen internet-sivut, www.ymparisto.fi > Vesivarojen käyttö > Vesistöjen kunnostus. > Järvien kunnostus ja hoito > Järvien kunnostukseen liittyviä videoita ja esityksiä. Päivitetty 13.5.2009, viitattu 19.2.2010.
- Kurkilahti M. & Rask M. 1999. Verkkokoekalastukset. Julkaisussa: Böhling P. & Rahikainen M. (toim.), *Kalataloustarkkailu, periaatteet ja menetelmät*. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Helsinki, s. 151 – 161. ISBN 951-776-187-2.
- KTV. 1989. KTV-opiston jätevesien johtaminen. [Toimitetut asiakirjat / D. Forsell]
- Kääriäinen S. & Rajala L. 2005. Vesikasvillisuuden poistaminen. Julkaisussa: Ulvi T. & Lakso E. (toim.), *Järvien kunnostus*. Ympäristöopas 114. Suomen ympäristökeskus. Helsinki. s. 249 – 270. ISBN 951-37-4337-3.
- Lappalainen K. M. 1990. Kunnostuksen ja hoidon ekologiset perusteet. Julkaisussa: Ilmavirta V. (toim.), *Järvien kunnostuksen ja hoidon perusteet*. Yliopistopaino, Helsinki. s. 45 – 53. ISBN 951-570-051-5.
- Lappalainen K. M. & Lakso E. 2005. Järvien hapetus. Julkaisussa: Ulvi T. & Lakso E. (toim.), *Järvien kunnostus*. Suomen ympäristökeskus. Helsinki. Ympäristöopas 114. s.151 – 168. ISBN 951-37-4337-3.
- Lempinen P. 2001. Suomenlahden meritaimenkantojen suojelu- ja käyttösuunnitelma. Uudenmaan työvoima- ja elinkeinokeskuksen kalatalousyksikkö, Helsinki. Kala- ja riistahallinnon julkaisuja 52/2001. 142 s. ISBN 952-453-040-6.

- Levähaittarekisteri 2010. Myllylampea koskevat tiedot. Haettu 17.8.2010.
- Mattila H. 2005. Ulkoisen kuormituksen vähentäminen. Julkaisussa: Ulvi T. & Lakso E. (toim.), Järvien kunnostus. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. Ympäristöopas 114. s. 137 – 150. ISBN 951-37-4337-3.
- Mattsson T., Finér L., Kortelainen P. & Sallantausta T. 2003. Brook water quality and background leaching from unmanaged forested catchments in Finland. *Water, Air and Soil Pollution* 147 (1 – 4): 275 – 297.
- Mäkelä A. 2010. Raportti koetoiminnasta v. 2010. 6 s. [Julkaisematon raportti]
- Nykänen A. Järvien sedimentin ja veden hapellisuuden nostaminen kalsiumperoksidin avulla. Esitys 4.3.2009 Suomen ympäristökeskuksessa innovaatiofoorumissa. Ympäristöekologian laitos, Helsingin yliopisto. www.ymparisto.fi > Vesivarojen käyttö > Vesistöjen kunnostus > Järvien kunnostus ja hoito > SYKE:n Innovaatioseminaari 4.3.2009. Viitattu 9.6.2010, päivitetty 20.7.2009.
- Oravainen R. 2005. Fosforin kemiallinen saostus. Julkaisussa: Ulvi T. & Lakso E. (toim.), Järvien kunnostus. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. Ympäristöopas 114. s.191 – 202. ISBN 951-37-4337-3.
- Perrow M. R., Jowitt A. D. J., Stansfield J. H. & Phillips G. L. 1999. The practical importance of the interactions between fish, zooplankton and macrophytes in shallow lake restoration. *Hydrobiologia* 395–396: 199 – 210.
- Pietiläinen O-P. & Räike A. 1999. Typpi ja fosfori Suomen sisävesien minimiravinteina. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. Suomen ympäristö 313. 64 s. ISBN 952-11-0503-8.
- Puustinen M. & Jormola J. 2003. Kosteikot ja laskeutusaltaat. Maatalouden ympäristötuen erityistuet. Maa- ja metsätalousministeriö, Helsinki. 11 s.
- Ranta E., Jokinen O. & Palomäki A. 2007. Hiidenveden pistekuormittajien yhteistarkkailun yhteenveto vuodelta 2006. Julkaisu 168. Länsi-Uudenmaan vesi ja ympäristö ry.
- Rautio L. M. & Savola E.-M. 2003. Yhteistyöllä vesitöt kuntoon. Lappajärvi Life-projektin tuloksia. Länsi-Suomen ympäristökeskus. [Julkaisematon esite].
- Rekolainen S., Pitkänen H., Bleeker A. & Siettske F. 1995. Nitrogen and phosphorus fluxes from Finnish Agricultural Areas to the Baltic Sea. *Nordic Hydrology* 26 (1): 55 – 72.
- Sammalkorpi I., Horppila J. & Ruuhijärvi J. 1999. Levähaitta vai kala-aitta? Kotijärvi kuntoon hoitokalastuksella. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. 15 s. [Julkaisematon moniste].
- Sammalkorpi I. & Horppila J. 2005. Ravintoketjukunnostus. Julkaisussa: Ulvi T. & Lakso E. (toim.), Järvien kunnostus. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. Ympäristöopas 114. s.169 – 189. ISBN 951-37-4337-3.
- Shapiro J. 1980. The importance of trophic-level interactions to the abundance and species composition of algae in lakes. Julkaisussa: Barica J. & Mur L. R. (toim.), Hypertrophic ecosystems. Dr. W. Junk Publishers, s. 105-116. ISBN 90-6193-752-3.
- Tattari S., Bärlund I., Rekolainen S., Posch M., Siimes K., Tuhkanen H-R. & Yli-Halla M. 2001. Modeling field scale sediment yield and phosphorus transport in Finnish clayey soils. *Transactions of the ASAE* 44 (2): 297 – 307.
- Tolonen Marja. 2010. Suullinen tiedonanto koskien Myllylammen valuma-alueilla tehtyjä hakkuuita. Metsänhoitoyhdistys Eteläinen metsäreviiri ry.
- Tulisalo U. 1998. Taloudellisesti ja ekologisesti kestävään lannoitukseen. *Käytännön Maamies* 47 (2): 4-7.
- Uusikämpä, J. & Palojärvi, A. 2006. Suojakaistojen tehokkuus kevätiljajamaalla ja laiturilla. Julkaisussa: Virkajärvi, P. & Uusikämpä, J. (toim.). Laitumen ja suojavyyhykkeiden ravinnekierto ja ympäristökuormitus. Maa- ja elintarviketalous 76. MTT, Jokioinen. s.101-137.
- Valpasvuo-Jaatinen P. 2003. Suojavyöhykkeiden perustaminen ja hoito. Maatalouden ympäristötuen erityistuet. Maa- ja metsätalousministeriö, Helsinki. 11 s.
- VEPS-järjestelmä: 22.5.2006 (päivitetty) www.ymparisto.fi/palvelut >Tietojärjestelmät ja aineistot > Vesistökuormituksen arviointi- ja hallintajärjestelmä VEPS. [viitattu 16.8.2010]
- Vesientila-internet-sivut. 2010. www.vesientila.fi -> Länsi-Uudenmaan veistöjen tila -> Raasepori -> Myllylampi. [viitattu 23.9.2010]
- Viinikkala J., Mykkänen E. & Ulvi T. 2005. Ruoppaus. Julkaisussa: Ulvi T. & Lakso E (toim.), Järvien kunnostus. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. Ympäristöopas 114. s.211 – 226. ISBN 951-37-4337-3.

- Vollenweider R. A. 1976. Advances in defining critical loading levels for phosphorus in lake eutrophication. *Memorie dell'istituto italiano di idrobiologia* 33 (2): 53 – 83.
- Väisänen T. 2009. Sedimentin kemikalointikäsitteily. Tutkimus rehevän ja sisäkuormitteen järven kunnostusmenetelmän mitoituksista sekä sen tuloksellisuuden mittaamisesta. Väitöskirja. Teknillinen tiedekunta, prosessi- ja ympäristötekniikan osasto, Oulun yliopisto. 208 s. Wetzel R. G. 2001. *Limnology. Lake and river ecosystems*. Academic Press. 1006 s. ISBN 0-12-744760-1.
- Ympäristöhallinnon Internet-sivut koskien metsätalouden vesiensuojelua. 13.1.2005 (päivitetty). www.ymparisto.fi > RiverLife-jokitietopaketti > Menetelmiä jokien hoitoon > Maankäytön vesiensuojelumenetelmiä > Metsätalouden vesiensuojelu. [viitattu 25.10.2010]

Liite 1. VEPS-järjestelmä

teksti lainattu VEPS:istä

Suomen ympäristökeskuksessa on kehitetty vesistökuormituksen arviointiin VEPS-järjestelmä (<http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=185329&lan=FI>), jonka avulla voidaan arvioida 3. jakovaiheen vesistöalueilla eri kuormituslähteiden suuruutta. Vesistöt on jaettu Suomessa 74 päävesistöalueeseen, jotka jakautuvat osa-alueiksi (1. jakovaihe). Nämä taas jakautuvat yhä pienemmiksi (2. jakovaihe) ja pienemmiksi (3. jakovaihe). Neljäs jakovaihe vastaa järven omaa valuma-aluetta.

VEPS-järjestelmä arvioi pistekuormituksen, maatalouden, metsätalouden, luonnonhuuhtouman, laskeuman ja haja-asutuksen aiheuttaman kuormituksen. VEPS:llä voidaan arvioida kokonaistypen ja -fosforin kuormat vuositasolla (kg/km² /a).

Erittäin tärkeää on muistaa, että VEPS-järjestelmä pystyy tuottamaan ainoastaan suuntaa-antavaa tietoa eri hajakuormituslähteiden suuruudesta. Maankäyttömuodot saadaan 3. jakovaiheen vesistöalueiden tarkkuudella, kun taas useimmat käytetyt laskentamenetelmät on arvioitu suurempien alueiden aineistojen (esim. metsätilastolliset toimenpiteet) perusteella. Laskennoissa käytetyt regressiokaavat (esim. luonnonhuuhtouma), suorat mitaushavainnot (esim. laskeuma) sekä mallinnustulokset (esim. maatalous) perustuvat suhteellisen suppeaan aineistoon, joka on alueellistettu kattamaan kaikki 3. jakovaiheen vesistöalueet. VEPS ei huomioi ravinteiden sedimentoitumista vesistöihin. Tuloksiin on syytä suhtautua kriittisesti ja hyödyntää tulosten tulokinnassa paikallista asiantuntemusta, Herttatietojärjestelmän vedenlaatutietoa ja karttapohjaista tausta-aineistoa alueen hydrologisista ja morfologisista tekijöistä. Vertailu muiden mallityökalujen antamiin tuloksiin on erittäin suotavaa.

Pistekuormituksen osalta VEPS-järjestelmän lähtötiedot perustuvat Valvonta ja kuormitustietojärjestelmän (VAHTI) tuottamiin laitoskohtaisiin tietoihin. VAHTI on osa Ympäristönsuojelun tietojärjestelmää (YSL 27§) ja siihen tallennetaan tietoja mm. ympäristölupavelvollisten luvista ja päästöistä vesiin ja ilmaan sekä jätteistä. Tietojärjestelmä tuottaa perustiedot valtakunnantason ympäristökuormituksesta ilmaan ja vesiin sekä jätetiedot. Tietojärjestelmä sisältää ympäristökuormitustietoja 1970-luvulta lähtien. Sektori-(jätevesi, ilma, jäte) ja parametrikohtaisesti tietojen esiintyminen vaihtelee runsaasti. Tietojen luotettavuus aikasarjoissa vaihtelee. Ympäristökuormitustiedot ilmoitetaan yleisesti vuosiarvoina, eräiden tietojen osalta kuitenkin kuukausiarvoina. Toimialoja ovat: asutus, jätteenkäsittely, kalankasvatus, saastuneet maa-alueet, teollisuus ja liikenne. Liikenteellä tarkoitetaan lentokenttien jätevesiä. VAHTI-järjestelmään ei ole kattavasti tallennettu vuosikuormituksia turvetuotantoalueista, kaatopaikoista, turkistarhoista ja karjasuojista.

Peltoviljelyn aiheuttaman fosforikuormituksen laskenta perustuu matemaattisella ICECREAM-mallilla (Tattari et al., 2001; Bärlund ja Tattari, 2001) laskettuihin kuormituslukuihin. Kokonaistyyppikuorma perustuu VEPS1-version SOIL-N simulointituloksiin (Granlund et al., 2000). ICECREAM-simulointiajot on tehty viiden, eri puolella Suomea sijaitsevan ilmastoaseman vuosien 1990-2000 meteorologisten havaintojen perusteella. Vesistöalueen kuormituksen laskennassa käytetty ilmasto-asema on valittu lähinnä aseman läheisyyden perusteella. Kuormitustulokset edus-tavat pitkäaikaista (10 v.) keskimääräistä kuormitusta, eikä tuloksia voida käyttää esim. hydrologisesti erilaisten vuosien kuormitusarviointiin.

Peltojen kasvilajitietona on käytetty TIKEn v. 2002 kuntatiloista saatuja kasvitietoa ja maalajitieto perustuu Viljavuuspalvelun peltojen pintamaan maalaji-tietoon. Kullekin kunnalle on määritetty aineiston perusteella vallitseva maalaji, kun taas kasvitiedoista on

laskettu kunkin kasvilajin prosenttiosuuden mukaan ns. alueella kasvava keskimääräinen kasvi. Näiden tietojen perusteella on laskettu peltojen kaltevuustiedon avulla (DEM, 25 x 25 m) kullekin 3. jakovaiheen vesistöalueelle ominaiskuormitusarvio hyödyntäen edellä mainittuja mallituloksia. Pitkäaikaisista seurantaprojekteista ja maatalouskoekenttien tuloksista on laskettu suhteellisen laajat vaihteluvälit sekä fosforin että typen kuormitukselle ja simuloitunut kuormitusarviot on skaalattu tähän vaihteluväliin (Rekolainen et al, 1995).

Metsätaloustoimenpiteiden vesistökuormitus lasketaan VEPS-järjestelmässä metsätalustojen ja eri tutkimuksista saatujen metsätalouden toimenpiteiden ominaishuuhtoutumarvojen avulla. Vuotuiset metsätalouden toimenpidetiedot on saatu Metsäntutkimuslaitokselta. Kuormituslaskelmat tehtiin erikseen ojituksen, kunnostusojituksen, raskaasti muokattujen uudistushakkuiden, kevyemmin muokattujen uudistushakkuiden, kivennäismaiden typpilannoituksen ja turvemaiden fosforilannoituksen fosfori- ja typpihuuhtoutumista. Vaikka myös muista toimenpiteistä, kuten muokkaamattomista uudistushakkuista ja metsäteiden rakentamisesta voi tulla kuormitusta, katsottiin se tässä tarkastelussa merkityksettömäksi valuma-alueittakaavassa. Metsäkeskuksittain ilmoitettu metsätilastotieto on muunnettu koskemaan kuutta pää-vesistöaluetta: 4= Vuoksen vesistöalue, 14= Kymijoen vesistöalue, 35= Kokemäenjoen vesistöalue, 59= Oulu-joen vesistöalue, 65= Kemijoen vesistöalue ja 67= Tornionjoen- ja Muonionjoen vesistöalue. Tämän lisäksi laskettiin erikseen Suomenlahteen, Saaristomereen, Selkämereen, Perämereen, Vienanmereen ja Jäämereen laskevien pienempien vesistöjen kuormitus. Toimenpiteiden määrien oletettiin jakautuvan tasaisesti koko metsäkeskuksen maapinta-alalle. Vesistöalueen tai vesistöaluejoukon (esim. Suomenlahteen laskevat pienet vesistöalueet) kokonaiskuormitus metsätaloudesta jaetaan tasaisesti koko vesistöalueen metsätalousmaalle. VEPS-järjestelmä käyttää tätä lukua osaluokkien kuormituksena. Yksittäisen kuormittavan tapahtuman vaikutuksen oletettiin eräin poikkeuksin kestävän 10 vuotta.

Luonnonhuuhtoumalla ymmärretään metsämaaperästä, soilta ja pelloilta luonnontilassa vesistöihin joutuvaa kuormitusta. VEPSissä kokonaisravinteiden luonnonhuuhtouma arvioidaan perustuen 42 luonnontilaiselta, pieneltä valuma-alueelta mitattuun keskimääräiseen huuhtoumaan Suomen eri osissa (Mattson et al., 2003 ja Kortelainen et al., in prep.). Tässä tehtävä yleistys perustuu siihen, että kokonaisravinteiden huuhtoutuminen riippuu turvemaiden osuudesta valuma-alueilla.

Erityisesti kivennäismaavaltaisilla alueilla (joilla turvemaiden osuus < 30 %) luonnonhuuhtoumassa Etelä- ja Pohjois-Suomen välillä on tasoero. Etelä-Suomessa typen luonnonhuuhtoumaa lisää mm. viljavampi maaperä ja korkeampi typpilaskeuma. Turve- maavaltaisilla alueilla (> 30 %) aineiston hajonta on merkittävää eikä selkeää eroa maan eri osien välillä voitu havaita. Turvemaiden/kivennäismaiden osuutta valuma-alueesta käytetään laskennassa siis indeksinä, johon integroituu monien muidenkin tekijöiden, mm. ilmaston ja hydrologian osuutta alueellisesta vaihtelusta.

Suomen ympäristökeskus (SYKE) mittaa kansallisena seurantaohjelmassa sadeveden ainepitoisuuksia ja kokonaislaskeumaa (ns. bulk-laskeuma), joka koostuu sateen mukana tulevasta märkälaskeumasta sekä keräimeen laskeutuvista leijuvista hiukkasista eli kuivalaskeumasta. Suurin osa laskeumanäytteen ilmaperäisistä epäpuhtauksista on yleensä märkälaskeumasta peräisin. Koko maan kattavassa asemaverkossa mittausasemat on pääosin sijoitettu haja-asutusalueille. Näillä mittausalueilla ei ole merkittäviä pistemäisiä ilman epäpuhtauksien päästölähteitä, joten mittauksilla on pyritty havainnoimaan ns. taustaluokille sateen mukana tulevan ainekuormituksen perustasoa. SYKE mittaa tällä hetkellä kokonaislaskeumaa 14 havaintoasemalla. VEPSin laskeumatiedot perustuvat näihin mittauksiin. VEPS:ssä kullekin aluekeskukselle on määritetty ominaislaskeuma perustuen alueella sijaitsevien laskeumaseuranta-asemien vuotuisiin laskeumakeskiarvoihin. Kunkin 3. jakovaiheen vesistöalueen ominaiskuormitusarvo on arvioitu näiden tietojen perusteella.

Laskeuman vuotuiset vaihtelut sekä alueelliset erot voivat olla suuria, kokonaistypen laskeuma-arvot vaihtelevat 188 – 1042 mg /m² /a ja kokonaisfosforin 4 – 25 mg /m² /a. Vaihtelua voi aiheuttaa sadannan vuosien väliset ja vuoden sisäiset vaihtelut sekä typen osalta myös päästöjen vähentyminen viimeisen 10 – 15 vuoden aikana. Korkeimmat laskeuma-arvot mitataan Etelä- ja Länsi-Suomessa, missä Suomen omien päästöjen ja kaukokulkeuman vaikutus on suurin. Laskeuma-arvot, erityisen typen osalta, pienenevät pohjoista kohti mentäessä kun etäisyys suurempiin päästöalueisiin kasvaa.

Turvetuotantolaitosten perustiedot löytyvät VAHTI-tietojärjestelmästä, mutta toistaiseksi päästötiedot puuttuvat järjestelmästä. Kuormitustiedot on tarkoitus päivittää VAHTI-tietojärjestelmään v. 2004 aikana. Toistaiseksi, tietojen puuttuessa, kuormitus on VEPS:ssä arvioitu laskennallisesti ominaiskuormitusarvioiden avulla. Nykyisessä VEPS-järjestelmässä turvetuotantoalueiden sijainti ja laajuus arvioidaan satelliittikuviin pohjautuvasta maankäyttö- ja puustotulkinnasta. Kuormituksen laskennassa käytetään turvetuotannon ominaiskuormituksen oletusarvona 0,27 kg/ha/a fosforille ja 10 kg/ha/a typelle. Turvetuotannon aiheuttamalle vesistökuormitukselle on ominaista suuret vuotuiset vaihtelut johtuen tuotannon vaiheesta ja valunolosuhteista. Turpeen erilainen laatu ja kuivatusvesien erilaiset käsittelymenetelmät aiheuttavat myös eroja kuormituksessa.

Uudessa VEPS:ssä haja-asutustiedot perustuvat vuoden 2000 tilastoihin (Rakennus- ja huoneistorekisteri 2000). Tilastoista ilmenee viemäriverkostoon liittymättömien asukkaiden ja asuinhuoneistojen määrä haja-asutusalueilla ja taajamissa. Haja-asutuksen ominaiskuormitusarvio perustuu tutkimustuloksiin varustetasoltaan erilaisten haja-asutusten kuormituksesta. Vesistökuormitusta vähentävänä tekijänä luvuissa on lisäksi jo otettu huomioon arvioitu keskimääräinen jäteveden purkupaikan etäisyys vesistöstä. Käytetyistä yleistyksistä johtuen näitä ominaiskuormituslukuja on käytettävä varoen, erityisesti kun arvioidaan vesistökuormitusta pienillä, 3. jakovaiheen vesistöalueilla.

Rakennettu ympäristö muuttaa vesistöjä ja lähiympäristön vesiolosuhteita merkittävästi. Kaupunkiympäristössä kadut, pihat ja katot estävät veden imeytymisen maahan ja syntynyt hulevesi aiheuttaa maa-aineksen, ravinteiden, metallien ja haitallisten aineiden huuhtoutumista. VEPS:ssä hulevesien aiheuttamaa ravinnekuormaa arvioidaan havaittujen laskeumatietojen perusteella. Järjestelmässä oletetaan, että 20 %:ia laskeuman typpi- ja fosforikuormasta kulkeutuu vesistöihin hulevesien mukana. VEPS-järjestelmän hulevesien ravinnepäästöjen laskentamenetelmä on epätarkka ja tuloksiin on syytä suhtautua varauksella.

Liite 2.
Kysely Myllylammen tavoitetilan määrittämiseksi

Vastaaja taho: Raseborg-opisto

Vastaajat: Pekka Valta ja Henri Heikkinen / kiinteistöhuolto

Nykytila:

Aluksi toivomme teidän miettivän Myllylammen ominaisuuksia. Millaisia ne ovat nyt?

Myllylammen parhaat ominaisuudet:

1. Mitkä asiat tekevät kotijärvestänne ainutlaatuisen ja/tai tärkeän?

- kalakanta (hauki, ahven)
- virkistysmahdollisuudet, koska hotelli sijaitsee aivan järven vieressä

Myllylammen huonoimmat ominaisuudet:

2. Mitä asioita pitäisi muuttaa järven valuma-alueella ja itse järvessä (esim. järven käytön ja järven "itseisarvon" kannalta)? Laittakaa muutettavat asiat tärkeysjärjestykseen.

Valuma-alue:

- Hakkuualue tuo humusta ja ravinteita järveen.
- Veden virtaus Källträskistä huonontunut puronsuun "umpeen kasvamisen myötä".

Järvi:

- Samea vesi.
- Ajoittaiset leväsiintymät.

Tavoitetila:

Kuvitelkaa, että järven kunnostukseen olisi käytettävissä rajattomasti niin taloudellisia kuin henkilöresursseja. Toimenpiteitä voitaisiin käyttää vapaasti eikä niiden toteuttamisen esteenä olisi asianosaisten vastustus tai lainsäädäntö. Tarvittaessa voitaisiin myös kehittää uusia kunnostusmenetelmiä.

3. Millainen olisi Myllylampi kunnostuksen jälkeen vuonna 2025?

Miettikää ainakin seuraavia tekijöitä: maisemaa, vesikasvillisuutta, kalastoa, vedenlaatua ja valuma-alueen ominaisuuksia, järven arvoa nykyään ja tulevaisuudessa ja sen itseisarvoa.

Maisema:

- Ranta-alueella lehtipuiden lisääntyminen metsähakkuista johtuen.

Vesikasvillisuus:

- Järviruo'on väheneminen, kaislan lisääntyminen sekä ulpukan väheneminen

Kalasto:

- Päälajit vuonna 2025: hauki, ahven, särki.
- Rapukanta elpyy

Vedenlaatu:

- Vesi kirkkaampaa, leväsiintymät harvinaisia.

Valuma-alueen ominaisuudet:

- Veden virtaus parempi kuin nykyään Källträsketistä.

Järven arvo nykyään:

- Käyttöarvo: kalastus, soutelu, uiminen, maisemallinen.
- Eliöstölle tärkeä järvi, kuten linnut, kalat ja nisäkkäät (kasvinsyöjät, pedot)

Järven arvo tulevaisuudessa:

- Nykyisen kaltainen, mutta virkistyskäytön tuntuva lisääntyminen.

Järven itseisarvo (siis sen oma arvo, ei ihmisten kannalta):

- Tärkeä järvi eliöstölle (linnut ym.) ja kasvistolle.

Julkaisusarjan nimi ja numero Uudenmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen julkaisuja 20/2010				
Vastuualue Ympäristö ja luonnonvarat				
Tekijät Anne-Marie Hagman		Julkaisuaika Marraskuu 2010		
		Julkaisija Uudenmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus		
		Hankkeen rahoittaja/toimeksiantaja Raaseporin kaupunki ja Uudenmaan ELY-keskus		
Julkaisun nimi Raaseporin Karjaan kaupunginosan Myllylammen eli Kvarnträskin kunnostussuunnitelma				
Tiivistelmä Karjaa, Tammisaari ja Pohja yhdistyivät vuoden 2009 alusta Raaseporin kaupungiksi. Karjaan kaupungin ja Uudenmaan ympäristökeskuksen yhteistyöprojektina on tehty kunnostussuunnitelmat Kaskimaalle ja Kolijärvelle. Vuonna 2010 ohjelmaa jatkettiin tekemällä Uudenmaan elinkeino-, liikenne-, ja ympäristökeskuksen ympäristö ja luonnonvarat -vastuualueen ja Raaseporin kaupungin kanssa Karjaan kaupunginosan Myllylammelle kunnostussuunnitelma. Myllylammen pinta-ala on 42 hehtaaria ja sen suurin syvyys on 2,3 m. Keskisyvyys on 1,8 m. Myllylampi on rehevä järvi. Valuma-alue koostuu järven omasta ja yläpuolisen Källträskin valuma-alueesta. Myllylampeen tulee liikaa ulkoista fosforikuormitusta, joka ylittää järven sietokyvyn. Ulkoista kuormitusta pitäisi saada vähennettyä 50 – 65 % eli 70 – 100 kg. Periaatteessa tämä toteutuu, jos haja-asutuksen kuormitus saadaan poistettua. Myllylammessa on myös sisäistä kuormitusta. Kalasto on rakenteeltaan vinoutunut ja kalamäärä on luultavasti suuri. Kalakantaa tulisi muuttaa vähemmän särkikalavaltaiseen suuntaan poistamalla pienikokoista kalaa kolmen seuraavan vuoden ajan tehokkaasti. Sen jälkeen voidaan ehkä siirtyä pienempään pyyntiponnistukseen. Talviaikaisia happikatoja voidaan estää ilmastuksella. Tällöin sisäisen kuormituksen pitäisi vähentyä ja järven tilan parantua. Myllylammelle ehdotetaan tehtäväksi hapetusuunnitelma, josta ilmenee hapetustarve, parhaiten sopiva laite, laitteen sijainti sekä hapetusaika. Kasvillisuus koostuu suurimmaksi osaksi ilmaversoisista ja kelluslehtisistä vesikasveista. Ilmaversoisista esiintyy järviruokoa, järvikaislaa ja järvikortetta. Etenkin ulpukka- ja lummekasvustot ovat laajoja ja tiheitä. Veden vaihtuvuutta voidaan parantaa niittämällä väylä sekä järven koillisosaan että luusuaan. Ulpukoita ja lumpeita ei kannata pelkästään niittää, vaan niitä voidaan poistaa juurakoineen syksyllä haraamalla. Veden laatua pitää seurata, jotta kunnostusten vaikutukset nähdään ajoissa. Tällöin toimenpiteitä voidaan ohjata oikeaan suuntaan, jos veden laadussa näkyy muutoksia.				
Asiasanat Raasepori, järvet, vesistön kuormitus, seuranta, rehevöityminen				
ISBN (painettu)	ISBN (PDF) 978-952-257-139-7	ISSN-L	ISSN (painettu)	ISSN (verkkopainettu) 1798-8071
Kokonaissivumäärä 48		Kieli Suomi		Hinta (sis. alv 8 %)
Julkaisun myynti/jakaja Julkaisu on saatavana vain verkossa: www.ely-keskus.fi/uusimaa/julkaisut				
Julkaisun kustantaja				
Painopaikka ja -aika				

Publikationens serie och nummer Närings-, trafik- och miljöcentralen i Nylands publikationer 20/2010				
Ansvarsområde Miljö och naturresurser				
Författare Anne-Marie Hagman		Publiceringsdatum November 2010		
		Utgivare Närings-, trafik- och miljöcentralen i Nyland		
		Projektets finansör/uppdragsgivare Raseborgs stad och Närings-, trafik- och miljöcentralen i Nyland		
Publikationens titel Raaseporin Karjaan kaupunginosan Myllylammen eli Kvarnträskin kunnostussuunnitelma (Istandsättningsplan för Kvarnträsket i Karis stadsdel i Raseborg)				
Sammandrag I början av 2009 gick kommunerna Karis, Ekenäs och Pojo samman och bildade Raseborgs stad. Karis kommun har tidigare tillsammans med Nylands miljöcentral utarbetat istandsättningsplaner för sjön Svedja och Gålisjön. Samarbetet fortsatte 2010 då Nylands närings-, trafik- och miljöcentral tillsammans med stadsdelen Karis i Raseborgs stad utarbetade en istandsättningsplan för Kvarnträsket. Kvarnträsket har en areal om 43 ha och dess största djup är 2,3 m, medan medeldjupet är 1,8 m. Kvarnträsket är en eutrof sjö. Hela tillrinningsområdet består av Kvarnträskets eget och det ovanliggande Källträskets tillrinningsområden. Den yttre fosforbelastningen på Kvarnträsket är för stor och överskrider träskets buffertförmåga. Den yttre belastningen borde minskas med 50 – 65 %, dvs med 70 -100 kg. En sådan minskning kan man i princip uppnå genom att åtgärda belastningen från glesbebyggelsen. Kvarnträsket lider också av inre belastning. Fiskbeståndet är snedvridet och fiskmängden troligtvis stor. Fiskbeståndet bör ändras så, att mörtdominansen minskar. Under de tre följande åren rekommenderas ett effektivt reduktionsfiske, i synnerhet av småfisk. Efter det behövs eventuellt inte längre ett lika aktivt reduktionsfiske. Under vinterhalvåret kan syrebrist förhindras genom luftning. Då borde även den inre belastningen minska och det förbättrar tillståndet i sjön. Syrsättningsbehovet bör därför klarläggas och en noggrannare plan för syrsättning utarbetas. Planen ska utreda lämplig syrsättningsanläggning samt lämplig plats och tidpunkt för syrsättningen. Vattenvegetationen i Kvarnträsket utgörs till största del av övervattens- och flytbladsväxter. Typiska övervattensarter är vass, säv och sjöfräken. Bestånden av vit- och gul näckros är särskilt vidsträckta och täta. Vattenutbytet i träsket kan förbättras om passager mejas i växtligheten såväl i nordost som vid utloppet. Det är inte lönt att enbart meja de vita och gula näckrosorna, utan även rötterna bör avlägsnas, räfsas upp på hösten. Vattenkvaliteten bör följas upp så att istandsättningens påverkan noteras i tid. Om vattenkvaliteten förändras kan man utifrån mätresultaten styra åtgärderna i rätt riktning.				
Nyckelord Raseborg, sjöar, belastning av vattendrag, uppföljning, eutrofiering				
ISBN (tryckt)	ISBN (PDF) 978-952-257-139-7	ISSN-L	ISSN (tryckt)	ISSN (webbpublikation) 1798-8071
Sidantal 48	Språk Suomi		Pris (inneh. moms 8%)	
Beställningar/distribution Publikationen finns också/endast på webben: www.ely-centralen.fi/nyland/publikationer				
Förläggare				
Tryckeri, ort och tidpunkt				

Uudenmaan elinkeino-, liikenne-
ja ympäristökeskus
Asemapäällikönkatu 14
PL 36, 00521 Helsinki
puh. 020 63 60070
www.ely-keskus.fi/uusimaa

ISSN 1798-8071 (verkkojulkaisu)
ISBN 978-952-257-139-7 (verkkojulkaisu)