



Elinkeino-, liikenne- ja
ympäristökeskus

Uusimaa

Kalljärven kuormitus selvitys ja kunnostussuunnitelma

7/2010

Uudenmaan elinkeino-, liikenne ja ympäristökeskuksen julkaisu

UUDENMAAN ELINKEINO-, LIIKENNE- JA YMPÄRISTÖKESKUKSEN
JULKAISUJA 7 | 2010

Kalljärven kuormitus selvitys ja kunnostussuunnitelma

Anne-Marie Hagman

Helsinki 2010

Uudenmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus



UUDENMAAN ELINKEINO-, LIIKENNE- JA YMPÄRISTÖKESKUKSEN JULKAISUJA 7 | 2010
Uudenmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus

Kannen taitto: Anne-Marie Hagman

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

ISBN 978-952-257-056-7 (PDF)
ISSN 1798-8071 (verkkokoj.)

SISÄLLYS

1	Johdanto.....	5
2	Aineisto ja menetelmät.....	7
2.1	Veden laadun perusteella tehdyt luokitukset	7
2.2	Kuormituksen laskeminen Kalljärvelle	7
2.2.1	VEPS-tietojärjestelmä.....	7
2.2.2	Vesistömalli	8
2.3	Ulkoisen kuormituksen sietokyvyn arviointi	9
2.4	Sisäisen kuormituksen arviointi.....	10
3	Kalljärven perustila.....	12
4	Kalljärven kuormitusselvitys	14
4.1	Valuma-alueen maankäyttö.....	14
4.2	Kalljärven ulkoinen kuormitus.....	15
4.2.1	Kuormituslaskenta VEPSiin ja karttatarkasteluun perustuen	15
4.2.2	Kuormituksen arviointi vesistömallilla	16
4.2.3	Kuormituksen sietokyvyn arviointi.....	17
4.3	Kalljärven sisäinen kuormitus	18
5	Tavoitteet.....	20
6	Kalljärven kunnostukseen käytettäviä menetelmiä	21
6.1	Ulkoisen kuormituksen vähentäminen.....	21
6.1.1	Peltoviljelyn aiheuttama ulkoinen ravinnekuormitus.....	21
6.1.2	Kotieläinten aiheuttama kuormitus.....	22
6.1.3	Hulevesien aiheuttama kuormitus	23
6.1.4	Asumisjätevesien ylivuodot	23
6.1.5	Haja-asutuksen aiheuttama kuormitus	25
6.2	Vesikasvien niitto	26
6.3	Sisäisen kuormituksen vähentäminen.....	27
6.3.1	Kalaston hoito	28
6.3.1.1	Tehokalastus.....	28
6.3.1.2	Kalljärveen johtavien ojien kunnostus kevätkutuisten kalojen kutupaikoiksi.....	30
6.3.1.3	Kalaistutukset.....	31
6.3.1.4	Kalastuksen järjestäminen ja säätely.....	31
6.3.1.5	Kalaston rakenteen seuranta	31
6.3.2	Hapetus.....	32
7	Heikosti soveltuvat menetelmät.....	35
7.1	Ruoppaus	35
7.2	Kemialliset menetelmät	35
7.2.1	Fosforin kemiallinen saostaminen rauta- tai alumiiniyhdisteillä	35
7.2.2	Happikalkki eli kalsiumperoksidi	36
7.2.3	Phoslock.....	36
8	Seuranta.....	37

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

1 Johdanto

Uudenmaan ympäristökeskus teki yhteistyössä Kirkkonummen kunnan kanssa Kalljärven perustilan selvityksen vuonna 2007. Projektia jatkettiin vuonna 2009 tekemällä kuormitus selvitys sekä siihen ja perustilan selvitykseen pohjautuva kunnostussuunnitelma.

Kalljärven perustila on selvitetty vuonna 2007 (Hagman 2008). Raportin mukaan Kalljärvi on pinta-alaltaan 62,6 ha ja kuuluu Mankinjoen vesistöalueeseen. Järven keskisyvyys on 1,9 m ja suurin syvyys 3,5 m (taulukko 1). Kalljärven keskivirtaama on 0,130 m³/s ja viipymä 106 päivää. Valuma-alue on pinta-alaltaan 13,7 km². Valuma-alueella on taajama-asutusta, peltoja, hevostalleja ja jonkin verran haja-asutusta (kuva 1).

Taulukko 1. Kalljärven hydrologisia suureita.

järven pinta-ala	62,6 ha
valuma-alueen pinta-ala	13,7 km ²
keskisyvyys	1,9 m
suurin syvyys	3,5 m
tilavuus	1 198,1 *10 ³ m ³
viipymä	52 d
keskivirtaama	0,130 m ³ /s
rantaviiva	5,0 km
saaria	0



Kuva 1. Kalljärven valuma-alue, mittakaava 1 : 35 000. Luvat Maanmittauslaitos (lupa nro 7/MYY/07) ja Genimap (lupa L4659/02).

Tavoitteena Kalljärven kunnostukselle on puhtaampi vesi, jonka ravinnepitoisuus on alhaisempi. Kalaston rakenne on vähemmän särkikalavaltainen. Vesikasvillisuus ei aiheuta umpeenkasvua. Talviaikaisia happikatoja ei esiinny. Järven sisäinen kuormitus on saatu vähentymään.

Työtä ovat kommentoineet Erkki Selin, Merja Puromies ja Paula Muukkonen (Kirkkonummen kunta), Jarmo Vääriskoski, Sirpa Penttilä, Petri Savola, Ilkka Juva, Kari Vaitomaa ja Jarmo Kosunen (Uudenmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus) ja Anna Arosilta (Kirkkonummen vesihuoltolaitos). Myös Kirkkonummen Veikkolan vesiensuojeluyhdistys ry:n Pro Kalljärvi -jaos on kommentoinut raporttia.



Kuva 2. Kalljärven uutta asuinalueita vuonna 2007 (Anne-Marie Hagman)

2 Aineisto ja menetelmät

2.1 Veden laadun perusteella tehdyt luokitukset

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 Kuormituksen laskeminen Kalljärvelle

2.2.1 VEPS-tietojärjestelmä

VEPS-tietojärjestelmä antaa tiedot kolmannen jakovaiheen vesistöalueen tarkkuudella. Tarkempia tietoja VEPS-tietojärjestelmästä löytyy liitteestä 2. VEPS-tietojärjestelmän tietoja on tarkennettu Kalljärven osalta erikseen. Kuormituksen laskemista varten haettiin VEPSistä ominaiskuormitusluvut (Hertta2009) sekä fosforille että typelle (taulukko 2).

Taulukko2. Kalljärven kuormituksen laskemisen pohjana käytetyt ominaiskuormitusluvut fosforin ja typen osalta. Keskiarvot maataloudelle, luonnonhuuhtoumalle ja haja-asutukselle on laskettu vuosista 2000 – 2007, metsätalouden keskiarvo on laskettu vuosista 2000 – 2005 ja laskeumalle ja hulevedelle vuosista 2000 – 2002.

	Fosfori	Typpi
Peltoviljely	250 kg/km ²	1 363 kg/km ²
Metsätalous	0,81 kg/km ²	13,27 kg/km ²
Laskeuma	8,05 kg/km ²	580 kg/km ²
Luonnonhuuhtouma	6,18 kg/km ²	181 kg/km ²
Hulevesi	1,61 kg/km ²	116 kg/km ²
Haja- ja loma-asutus	0,32 kg/as	1,98 kg/as
Pistekuormitus	0 kg/km ²	0 kg/km ²
Turvetuotanto	0 kg/km ²	0 kg/km ²

Peltoviljelyn ja metsätalouden osuus Kalljärven valuma-alueella arvioitiin Arc Gis-karttaohjelmalla. Osuudet kerrottiin valuma-aluekohtaisella VEPS-tietojärjestelmästä saadulla ominaiskuormitusluvulla.

Haja-asutuksen aiheuttaman kuormituksen arvioinnissa käytettiin Kirkkonummen kunnalta joulukuussa 2009 saatua arviota asukkaiden lukumääristä. Saatu asukasluku kerrottiin VEPSistä saadulla ominaiskuormitusluvulla.

Myös luonnonhuuhtoumalle ja laskeumalle haettiin VEPSistä ominaiskuormituslukuarvot. Luontaisella huuhtoutumisella eli luonnonhuuhtoumalla tarkoitetaan maa-alueilta vesistöön kulkeutuvia ainemääriä, joihin ihmisen toiminta ei ole vaikuttanut. Käytännössä ihmisen toiminta vaikuttaa ilmasta tulevan kuormituksen eli laskeuman muodossa niilläkin valuma-alueilla, joiden maaperä on koskematon. Koska Kalljärven valuma-alue on VEPSin vastaavaa pienempi, kuormitus

suhteutettiin järven valuma-alueelle. Luonnonhuuhtoumaa laskettaessa valuma-alueesta vähennettiin järven ala. Laskeuman katsottiin kohdistuvan vain vesialueelle.

Karjatalouden aiheuttaman kuormituksen arvioimiseksi käytettiin Kirkkonummen kunnalta saatuja tietoja eläinyksiköiden määristä. Karjatalouden fosforikuormitusta arvioitiin laskemalla eläinyksikköä kohden niiden lannassaan tuottama fosforimäärä (taulukko 3). Kalljärven valuma-alueella on tällä hetkellä yhteensä 33 hevosta ja 7 ponia. Näiden kohdalla oletettiin, että laitumelle jää 20 % lannasta. Tällöin laskenta kohdistetaan loppuun 80 %:iin. Tästä on arvioitu huuhtoutuvan n. 6 %. Tyypestä ei ollut samanlaista taulukkoa käytettävissä. Erästä arviosta saadaan laskettua typen osuus verrannolla. Kyseinen arvio antaa karjatalouden kuormitukseksi 12 kg fosforia ja 80 kg typpeä eläinyksikköä kohden vuodessa. Tästä saadaan näiden väliseksi kertoimeksi 6,67. Saadut fosforikuormitukset kerrottiin siis tällä luvulla.

Taulukko 3. Kotieläinten vuosittain lannassaan tuottama fosforimäärä (Ympäristöministeriö 2009).

Eläin	Tuotto (kg P / a)
Lypsylehmä	17
Emolehmä, sonni > 2 v	8,5
Vasikka < 6 kk	1,5
Lehmävasikka 6 -12 kk	3,5
Sonnivasikka 6 -12 kk	4,5
Hieho 12 -24 kk	5
Sonni 12 -24 kk	6
Hevonen 2 v -	12
Poni 2 v-, hevonen 1 v	7
Pienponi 2 v-, poni, hevonen <1 v	5
Pienponi 1 v, poni <1 v	3
Pienponi <1 v	2
Uuhi karitsoineen; kuttu kileineen	2,5
Emakko porsaineen	8,5
Lihäsika, siitossika, karju, joutilas emakko	2,5
Vieroitettu porsas	1,0
Kana, broileremo, emokalkkuna, emoankka, emohanhi, emosorsa, emofasaani	0,2
Kukko, lihakalkkuna, lihahanhi, liha-ankka, lihasorsa, lihafasaani	0,1
Broileri, kananuorikko	0,05

2.2.2 Vesistömalli

Suomen ympäristökeskuksessa on kehitetty vesistömallijärjestelmä, jolla on mahdollista arvioida yksittäiseen järveen kohdistuvaa kuormitusta. Kyseinen malli ottaa huomioon sääolot. Nämä vaikuttavat järviin kohdistuvaan kuormitukseen merkittävästi. Mallissa on takana meteorologista ja hydrologista dataa (Vehviläinen & Huttunen 2001). Vesistömallikoulutuksessa (Huttunen ym. 2008) kerrottiin mallista seuraavaa:

"Vesistömallijärjestelmään liitetty vedenlaatuosio laskee kokonaisfosforin, kokonaistypen ja kiintoaineksen kuormitusta vesistöihin maa-alueilta ja aineiden kulkeutumista vesis-

töissä. Jokaiselle järvelle on jaettu oma valuma-alue, joka on jaettu edelleen peltoalueeseen, vesialueeseen ja muuhun maa-alueeseen.

Mallissa on määritetty järvien hierarkia, eli mistä mihin järveen vedet menevät. Malli sisältää lähes kaikki yli 1 ha järvet, yhteensä hiukan yli 58 000 järveä. Mallissa lasketaan ensin maa-alueelta päivittäin syntyvä kuormitus. Kuormitus lasketaan erikseen peltoalueelle ja muulle maa-alueelle. Muodostuvan valunnan pitoisuus riippuu valunnan määrästä (mm/vrk) ja vuodenajasta. Valunta on jaettu luokkiin alle 1 mm/vrk, 1-3 mm/vrk, 3-6 mm/vrk, 6-10 mm/vrk ja yli 10 mm/vrk. Vuosi on jaettu kausiin: lumipeitteinen aika, lumipeitteetön aika enne kasvukauden alkua, kasvukausi, lumipeitteetön aika kasvukauden jälkeen. Mallissa on kalibroidut parametrit, jotka määräävät valunnan pitoisuuden jokaisella valuntaluokalla ja vuodenajalle. Nämä parametrit kalibroidaan vesistön vedenlaatuhavaintojen perusteella.

Kun maa-alueelta muodostuva kuormitus on laskettu, lasketaan vesistöalueen järvet yläjuoksulta alkaen, niin että lasketaan jokaiseen järveen tuleva kuormitus, pitoisuus järvestä, sedimentaatio, sisäinen kuormitus ja lopulta lähtevä kuormitus. Kokonaistypen las kennassa lasketaan lisäksi denitrifikaatio vesipinnasta ja kiintoaineen las kennassa sedimentaatio ja eroosio jokiuomassa.

Vedenlaatulaskennan kalibroinnissa mallin laskemia pitoisuuksia verrataan havaittuihin kaikissa vedenlaatuhavaintopisteissä. Siten malli simuloi pitoisuuksia kaikissa havaintopisteissä."

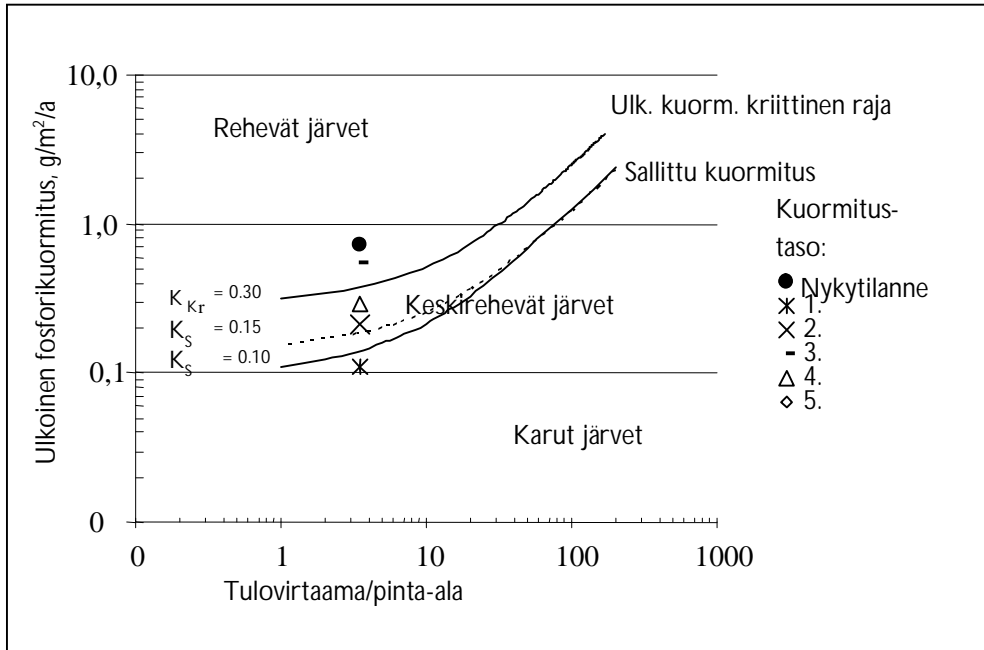
2.3 Ulkoisen kuormituksen sietokyvyn arviointi

Edellä mainittujen mallien avulla saadaan yhteenlaskettua järveen kohdistuva fosforin kokonaiskuormitus. Kalljärven kuormituksen sietokykyä arvioitiin Vollenweiderin (1976) mallin avulla. Laskennassa käytettiin Vesi-Ekon Erkki Saarijärveltä saatua Excel-tiedostoa.

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 pienissä uomissa hajakuormituksena. Lähivaluma-alueella on tyypillistä pitoisuuksien suuri vaihtelu (Lappalainen 1990).

Ulkoisen kuormituksen sietokyvyn arviointiin voidaan käyttää Vollenweiderin (1976) mallia (esimerkki, kuva 3). 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 g/m²/a (esimerkki, kuva 3). Mallin käytössä on huomioitava sen suuntaa-antavuus ja yleistettävyyys, se ei ota huomioon järven yksilöllisiä ominaisuuksia. Vollenweiderin mallin avulla arvioitu Kalljärven kuormitus on järven sietokykyä suurempi (kts. s. 11)



Kuva 3. Vollenweiderin mallin mukainen ulkoisen fosforikuormituksen arviointi. Sallittu kuormitus voidaan ajatella sijaitsevan kohtaan $K_S=0,15$. Numeroilla 1 – 5 arvioidaan erisuuruisten vähennysten vaikutusta järven sietokykyyn.

2.4 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 pohjan sedimentistä alkaa vapautua sinne sitoutunutta fosforia. Sedimentistä voi myös vapautua ravinteita, kun kalat etsivät ruokaa pohjalta. Tällaisia pohjasta ruokaa etsiviä kaloja ovat erityisesti 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. Kyseiset tiedot voidaan selvittää mittaamalla. Mittaamiseen liittyy kuitenkin epävarmuutta. Usein sedimentoituva aines lähtee uudelleen kiertoon; myös mittausputkessa, ja sotkee näin tulokset. Sisäistä kuormitusta on kuitenkin mahdollista arvioida välillisesti. Järveen tulevan kuormituksen perusteella voidaan laskea vesipatsaan keskimääräinen fosforipitoisuus. Friskin (1978) mukaan tämä lasketaan kaavalla:

$$C = (1-R) * I / Q, \text{ jossa}$$

C = keskimääräinen fosforipitoisuus, mg/m^3

R = pidättymiskerroin = 0,370

I = tuleva kuormitus, mg/s ja

Q = virtaama, m^3/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 pysyvämmiin.

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

$$y = 0,5655x - 1,9312, \text{ jossa}$$

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 kertovat kalaston vaikutuksesta leväkukintojen muodostumiseen. Tällaisessa tapauksessa kunnostustoimenpiteeksi voidaan suositella mm. ravintoketjukunnostusta olettaen, että koekalastustulokset osoittavat kalaston rakenteen olevan vinoutunut.



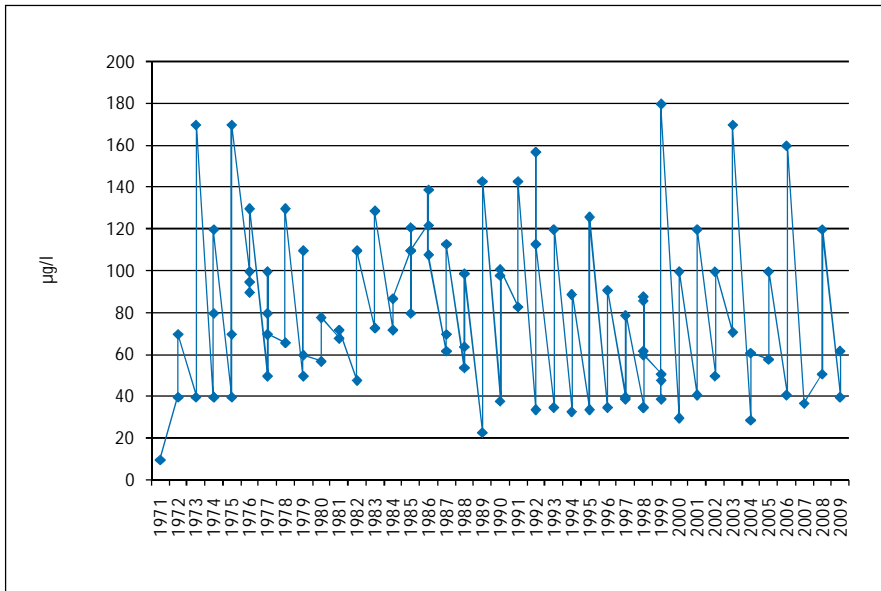
Kuva 4. Kalljärven kalliorantaa vuonna 2007 (Anne-Marie Hagman).

3 Kalljärven perustila

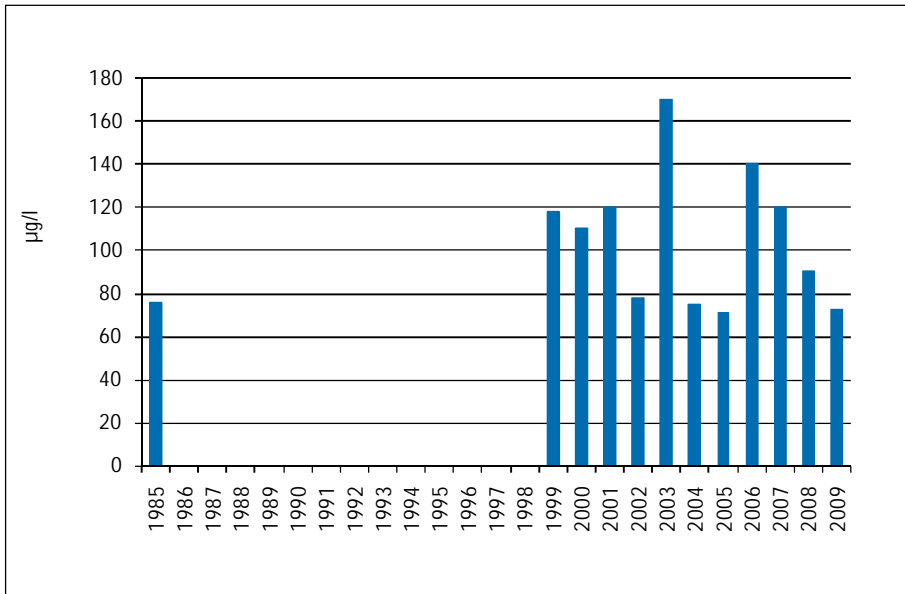
Kirkkonummen kunta tarkkailee Kalljärven tilaa velvoitetarkkailussa. Kalljärven tarkkailu perustuu vuonna 1991 lakkautetun Veikkolan jäteveden puhdistamon vesistö tarkkailuvelvoitteeseen. Puhdistamon toiminnan loppumisen jälkeen tarkkailu on ollut jälkitarkkailua (Karell ja Ojala 2008).

Kalljärvestä tehdyn asiantuntija-arvion mukaan järven ekologinen tila olisi huonolla tasolla (Hertta 2010a). Kalljärvi kuuluu runsasravinteiset ja runsaskalkkiset järvet (RrRk) – runsasravinteiset -tyyppiin. Vanhemman käyttökelpoisuusluokituksen mukaan Kalljärvi on ollut tilaltaan välttävä vuosina 1984 – 1986, 1989 – 1992, 1994 – 1997 ja huono vuosina 2000 – 2003.

Kalljärven veden laadun (Hertta 2010b) perusteella järven voidaan todeta olevan hyvin rehevöitynyt. Vuonna 2009 heinäkuussa kokonaisfosforipitoisuus oli toisella näytteenotto paikalla 62 µg/l (kuva 5) ja toisella 68 µg/l. samaan aikaan klorofylli-a-pitoisuus oli 73 µg/l (kuva 6) ja 67 µg/l. Pitoisuudet kertovat selvästi rehevyydestä. Happipitoisuudet olivat kesällä hyviä. Maaliskuussa 2009 happea oli 1,5 m:n syvyydessä enää 3,2 mg/l. Vesisyvyys oli kuitenkin 2,5 m, joten on hyvin todennäköistä, että pohjan lähellä on ollut happea vähemmän.



Kuva 5. Kalljärven veden pinnanläheinen kokonaisfosforipitoisuus vuosina 1971 – 2009.



Kuva 6. Kalljärven veden klorofyllipitoisuus eri vuosina.

Kalasto on särkikalavaltainen ja sen rakennetta on pyritty muuttamaan nuottauksin vuodesta 1998 lähtien. Vuonna 2002 Kalljärven veden laadusta ei otettu näytteitä. Kalalajeista Kalljärven veden laadusta esiintyy ahventa, kiiskeä, särkeä, lahnaa, pasuria ja salakkaa. Lisäksi esiintyy haukea, kuhaa, toutainta ja ankeriasta. Kalljärven veden laadusta oli talvella 2002 – 2003 suuri kalakuolema.

Kasvillisuus on paikoitellen erittäin runsasta. Järven eteläpää on osittain umpeenkasvanut, samoin pohjoispäässä on paljon kasvillisuutta. Ilmaversoisista vesikasveista Kalljärven veden laadusta esiintyy leveälehtistä osmankäämiä, saroja, järviruokoa, järvikortetta ja järvikaislaa. Kelluslehtisistä esiintyy ulpukkaa, uistinvitaa, pystykeiholehteä ja palpakkoja. Kalljärven pohjoisosassa oli myös pikkuvitaa.

Sedimenttiä on tutkittu vuonna 2007 (Palomäki 2007). Kuiva-ainepitoisuus oli 22,4 % ja heikutushäviö 12,5 %. Raskasmetallipitoisuudet olivat yleensä pieniä. Sinkki, nikkeli, koboltti ja lyijypitoisuudet olivat hieman maaperän taustapitoisuuksia suurempia. Tutkittujen aineiden pitoisuuksien puolesta sedimentin ruoppaus ja läjitys todetaan tutkimuksessa mahdolliseksi. Kalljärven sedimentin kokonaisfosforipitoisuus on tutkimuksen mukaan kohtalaisen pieni. Tämän ajatellaan johtuvan huonon happitilanteen aiheuttamaan fosforin liukenemiseen sedimentistä tai järven mataluuden aiheuttamaan vähäiseen sedimentaatioon.

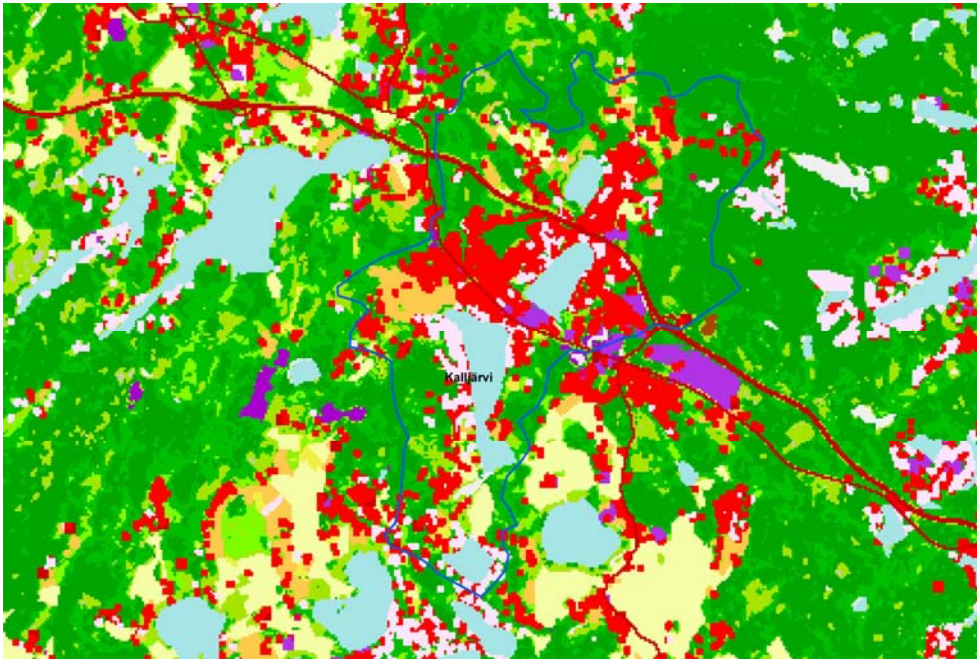
4 Kalljärven kuormituselvitys

4.1 Valuma-alueen maankäyttö

Kalljärven valuma-alueella on jonkin verran peltoja (n. 5,6 %), mutta ne rajautuvat järveen hyvin pieneltä osin (kuva 7). Peltopinta-ala on vähentynyt vuodesta 1987, jolloin se oli tutkimuksen mukaan 14 % (Virokannas 1987). Järven pohjoisosassa on hieman suurempi yhtenäinen peltoalue, jonka keskellä kulkee järveen johtava oja (Nedergårdinoja). Tämän ojan kunto kannattaisi selvittää. Paikallisten mukaan Nedergårdinojan varrelle on perustettu vapaaehtoisia suojavyöhykkeitä. Pohjoisosaan tulee vesiä myös Veikkolanojasta ja Lamminjärvestä Lamminojaa pitkin. Ojista löytyy mittaustuloksia vuodelta 1996. Asutusta on Kalljärven valuma-alueella aika paljon, suuri osa on liittynyt viemäriverkostoon, mutta myös haja-asutusta on (liite 3).

Kalljärveen on kohdistunut pistekuormitusta Veikkolan jätevedenpuhdistamosta vuoteen 1991 asti. Toiminta lakkautettiin 20.6.1991 ja tämän jälkeen jätevedet on johdettu Espoon Suomenojan puhdistamolle. Kun Veikkolan puhdistamo oli toiminnassa, puhdistetut jätevedet johdettiin Lamminojaan, joka laski Kalljärven koillispuolelle (Virtanen 2007).

Lamminjärvi ja Perälänjärvi laskevat Kalljärveen. Molemmat järvet ovat reheviä kuten Kalljärvin. Yläpuoliset järvet voivat vähentää valuma-alueelta tulevaa ulkoista kuormitusta, jos ne toimivat sedimentaatioaltaina. Tällöin niihin tulevasta kuormituksesta suurin osa päätyisi järven pohjalle eikä lähtisi Kalljärveen. Toisaalta koska molemmat järvet ovat reheviä, voi niistä vapautua ravinteita sisäisen kuormituksen vuoksi. Tällöin ne saattavat toimia jopa suurempina kuormituslähteinä. Vedenlaatutietojen perusteella näyttäisi, ettei kummassakaan järvessä ole esiintynyt jatkuvasti happikatoja. Tosin näytteitä ei ole otettu aivan pohjasta. Lamminojan virtaama oli selvästi suurin vuonna 1996 tehtyjen mittausten perusteella. Lamminjärven vesi on laadultaan Kalljärven vettä parempaa, mutta hyvin ravinteikasta. Lamminjärven tilan parantuminen ja ravinnepitoisuuksien laskeminen auttaisi myös Kalljärven tilaan.



Kuva 7. Kalljärven valuma-alueen maankäyttö. Mittakaava 1 : 35 000. Tulkinta-avain löytyy liitteestä 4. Luvat SYKE, Maanmittauslaitos lupa nro 7/MML/8 ja Genimap Oy, Lupa L4659/02 SYKE (osittain © MMM, MML, VRK).

4.2 Kalljärven ulkoinen kuormitus

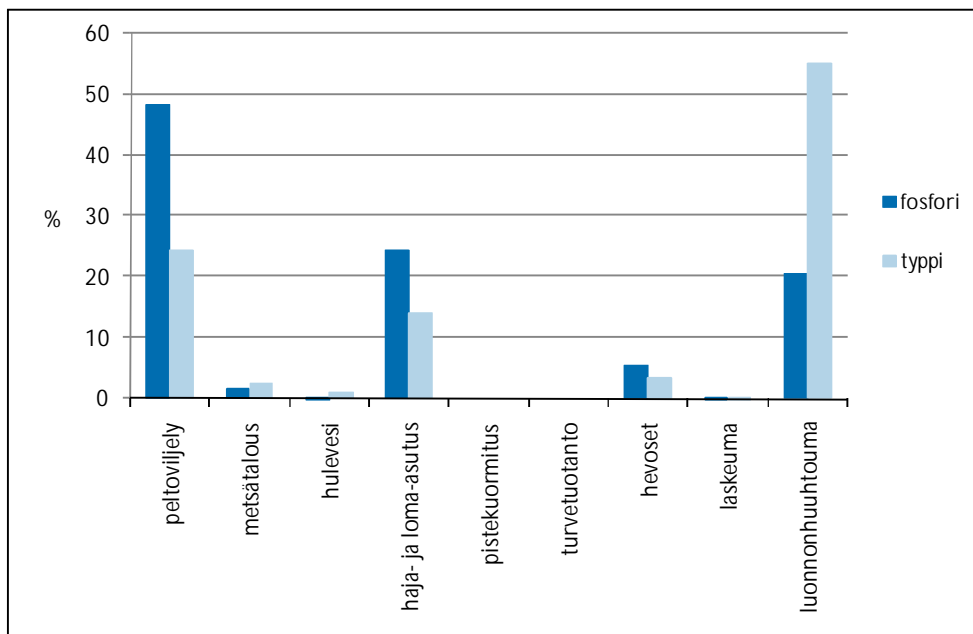
4.2.1 Kuormituslaskenta VEPSiin ja karttatarkasteluun perustuen

Peltoviljely aiheuttaa lähes 200 kg:n fosforikuormituksen Kalljärveen. Typpeä tulee peltoviljelystä noin 1 000 kg. Luonnonhuuhtoumana typpeä tulee peltoviljelyyn verrattuna yli kaksinkertainen määrä. Haja- ja loma-asutuksesta tulee fosforia vajaa 100 kg vuodessa. Typpeä tulee asutuksesta vajaa 600 kg (taulukko 4).

Taulukko 4. Kalljärven laskennallinen ulkoinen fosforikuormitus jaettuna eri lähteisiin.

	Fosfori, kg/a	Typpi, kg/a
Peltoviljely	191	1 043
Metsätalous	6,3	103
Laskeuma	0,1	4
Luonnonhuuhtouma	81	2 359
Hulevesi	0,6	42
Haja- ja loma-asutus	96	594
Pistekuormitus	0	0
Turvetuotanto	0	0
Hevoset	21	142
Yhteensä	396	4 287

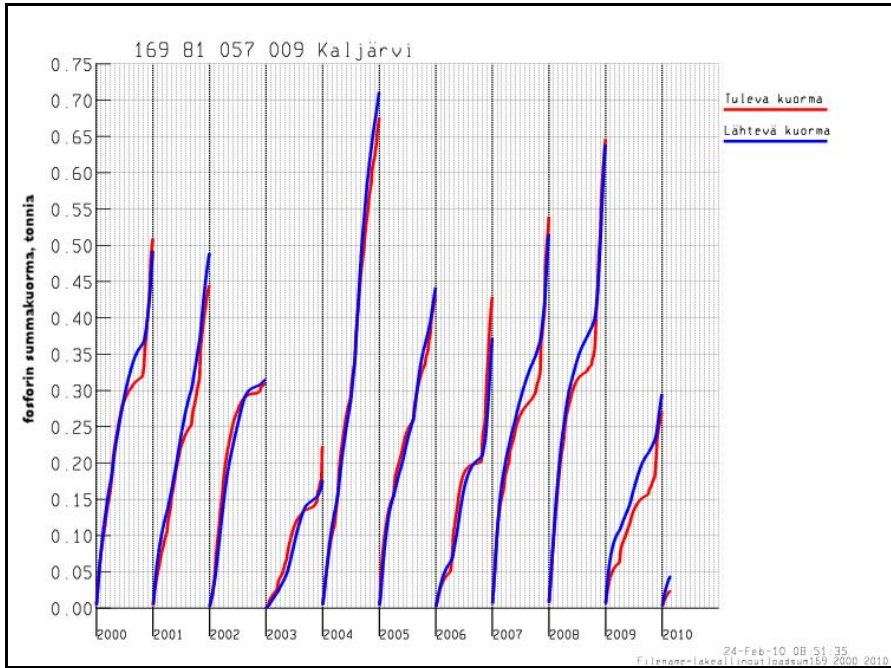
Peltoviljelyn osuus on noin puolet laskennallisesta fosforikuormituksesta ja noin 15 % typpikuormituksesta. Typpikuormituksesta suurin osa (55 %) tulee luonnonhuuhtoumana. Haja- ja loma-asutuksen osuus Kalljärveen tulevasta ulkoisesta laskennallisesta fosforikuormituksesta on vajaa 25 % ja typpikuormituksesta vajaa 15 % (kuva 8).



Kuva 8. Kalljärven laskennallinen ulkoinen kuormitus jaettuna eri kuormituslähteisiin.

4.2.2 Kuormituksen arviointi vesistömallilla

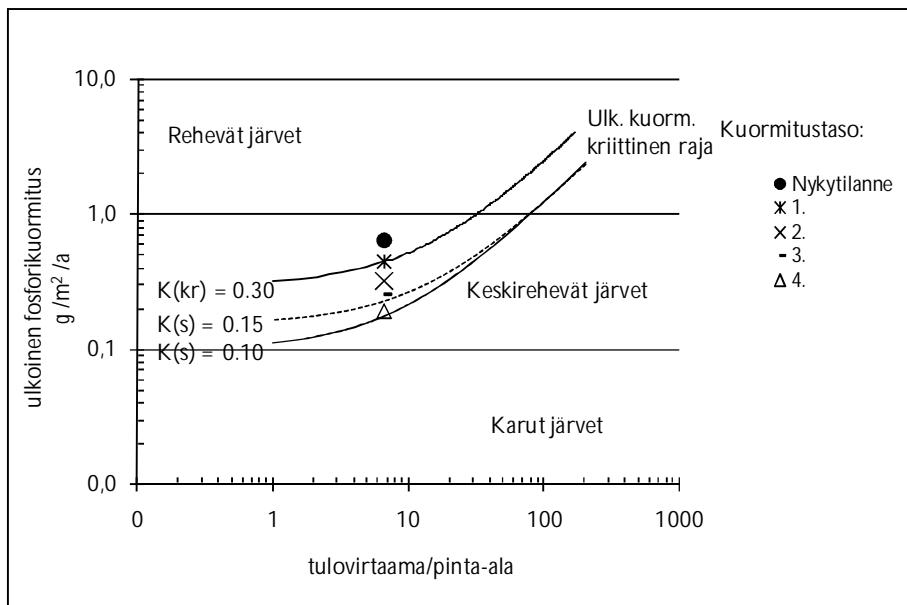
Kalljärveen on tullut keskimäärin 450 kg fosforia vuodessa mallin mukaan simuloituna, kun tarkastellaan vuosia 2000 – 2009 (kuva 9). Jos katsotaan aiempia vuosia, niin eniten kuormitusta on tullut vuosina 2004 ja 2008. Tällöin laskennallisesti simuloitu kuormitus on ollut noin 700 kg fosforia vuodessa. Vuosien väliset erot selittynevät pääosin sääolosuhteilla. Esimerkiksi vuosi 2004 oli erittäin sateinen.



Kuva 9. Kalljärven simuloitu ulkoinen fosforikuormitus (Vesistömallijärjestelmä 2010).

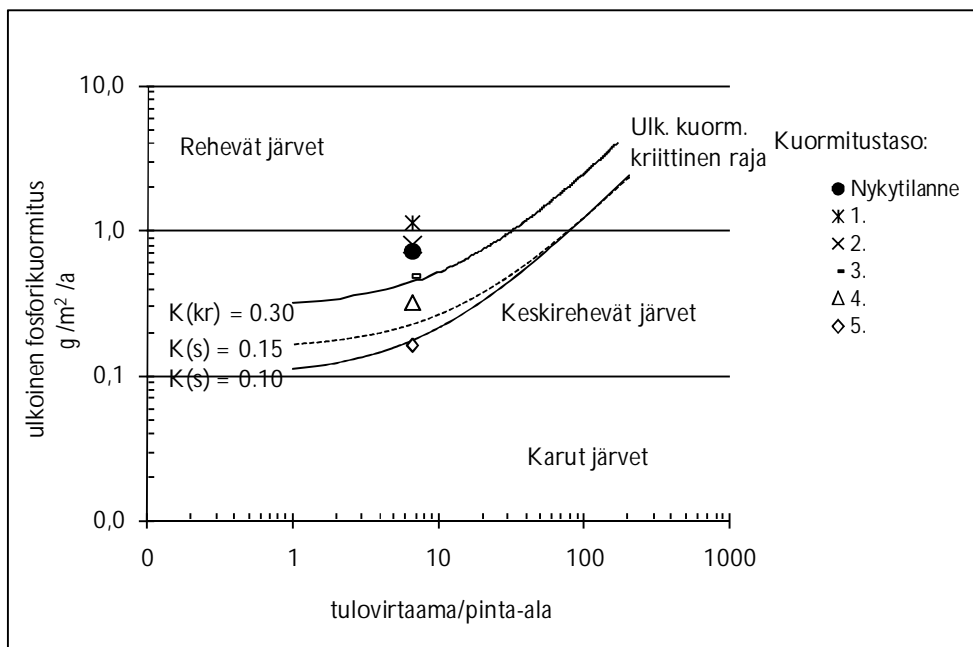
4.2.3 Kuormituksen sietokyvyn arviointi

Vollenweiderin mallin mukaan Kalljärveen VEPS:iin pohjautuva tuleva laskennallinen fosforikuormitus ylittää sekä sallitun että kriittisen kuormituksen. Jos kuormitusta vähennetään 30 % (1), päästään kriittisen tason rajalle. Vähentämällä kuormitusta puoleen (2.) ollaan vielä yli sallitun mutta alle kriittisen tason. Jos kuormitusta vähennetään 60 % (3.), ollaan vielä hieman yli sallitun tason. Vähentämällä kuormitusta 70 % (4.) päästään selvästi alle sallitun (kuva 10).



Kuva 10. Kalljärven ulkoinen fosforikuormitus ylittää nykytilanteessa sekä järven sallitun että kriittisen kuormituksen Vollenweiderin (1976) mallilla arvioituna. Jos kuormitusta vähennetään 30 % (1.), ollaan juuri kriittisellä tasolla, 50 % (2.) kuormitusvähennys tuo tilanteen yli sallitun mutta alle kriittisen tason, 60 % (3.) kuormituksen vähennyksellä hieman yli sallitun, vasta 70 % (4.) vähennys tuo tilanteen alle sallitun tason.

Jos tarkastellaan 2000-luvun simuloituja fosforin kuormitussummia kuormituksen sietokykyssä, huomataan, että ulkoinen kuormitus on ollut välillä selvästi yli kriittisen tason (kuva 11). Nykytilanne vastaa 450 kg kuormitusta. Kriittinen taso ylittyy 700 kg:n (1.), 500 kg:n (2.), 300 kg:n (3.) ja nykytilanteen kuormituksilla. 200 kg:n (4.) kuormitus on jo yli sallitun, mutta alle kriittisen. Sallittu taso alittuu selvästi 100 kg:n (5.) kuormituksella.



Kuva 11. Kuormituksen sietokyvyn arviointi Vollenweiderin mallin mukaan 700 kg:n (1.), 500 kg:n (2.), 300 kg:n (3.), 200 kg:n (4.) ja 100 kg:n (5.) kuormituksilla. Nykytilanne edustaa simuloitua keskiarvoa (450 kg) vuosilta 2000 – 2009.

Yhteenveto: Kalljärveen kohdistuu liikaa ulkoista kuormitusta. Verrattaessa kahta eri arviointitapaa toisiinsa, voidaan todeta, että mallit antavat samaa suuruusluokkaa olevat kuormitukset. Suuruudeltaan noin 400 kg:n kuormitus edustanee nykytilannetta. Tilanne voi muuttua huonommaksi sääoloista johtuen tai parantua, jos kuormituslähteet valuma-alueella vähenevät.

4.3 Kalljärven sisäinen kuormitus

Kalljärven tulevan laskennallisen fosforikuormituksen perusteella laskettu järven keskimääräinen kokonaisfosforipitoisuus on noin puolet vuoden 2008 syyskuussa mitatusta. Vuoden 2009 heinäkuun mitattu kokonaisfosforipitoisuus vastaa mallin antamaa pitoisuutta. Näiden havaintojen pohjalta voidaan todeta, että Kalljärvessä on ollut mallin mukaan selvästi sisäistä kuormitusta syyskuussa (taulukko 5).

Taulukko 5. Kalljärven lasketut keskimääräiset ja mitatut fosforipitoisuudet..

Tuleva fosforikuormitus, kg/a	Keskimääräinen laskettu fosforipitoisuus, µg/l	Mitattu fosforipitoisuus, µg/l
396	60	120 (syyskuu vuonna 2008) 62 (heinäkuu vuonna 2009)
198 (50 % vähennys)	30	
158 (60 % vähennys)	24	
119 (70 % vähennys)	18	

Kalljärven keskimääräisten laskettujen kokonaisfosforipitoisuuksien perusteella lasketut klorofylli-a-pitoisuudet olivat havaittuja klorofylli-a-pitoisuuksia selvästi alhaisempia. Havaitun kokonaisfosforipitoisuuden mukaan lasketut klorofyllipitoisuudet olivat myös selvästi havaittuja pitoisuuksia alhaisempia. Klorofyllipitoisuuden ja kokonaisfosforipitoisuuden suhteeksi tuli 0,75 vuonna 2008 ja 1,17 vuonna 2009. Jos arvo on yli 0,4, alkaa kalastolla olla veden laatua heikentävä vaikutus. Arvon ollessa lähellä yhtä vaikutus on jo hyvin selvä. Kalljärven molemmat lasketut arvot kertovat kalaston vahvasta veden laatua huonontavasta vaikutuksesta (taulukko 6). Jos levää syntyy selvästi enemmän kuin tietyllä ravinnemäärällä yleisesti syntyisi, voidaan ajatella, että levämäärää kontrolloiva eläinplankton ei jostain syystä pysty säätelemään sen määrää. Tämä selittyy usein kalaston vaikutuksella. Kalat syövät eläinplanktonia, jolloin sen määrä vähenee. Tällöin levien määrä voi kasvaa.

Taulukko 6. Kalljärven lasketut ja havaitut klorofylli-a-pitoisuudet.

Havaitun kokonaisfosforipitoisuuden perusteella lasketut klorofylli-a-pitoisuudet, µg/l	Keskimääräisen kokonaisfosforipitoisuuden perusteella lasketut klorofylli-a-pitoisuudet, µg/l	Havaitut klorofylli-a-pitoisuudet, µg/l
66 (vuonna 2008) 33 (vuonna 2009)	33 (nykyinen kuormitus)	90 (vuonna 2008) 73 (vuonna 2009)
	15 (50 % vähennys)	
	12 (60 % vähennys)	
	8,4 (70 % vähennys)	

5 Tavoitteet

Kalljärven tavoitetilan määrittämiseksi lähetettiin Kirkkonummen Veikkolan vesien-suojeluyhdistys ry:n Pro Kalljärvi -jaokselle tavoitetilakysely (liite 1). Konkreettiset tavoitteet on kirjoitettu tekijän toimesta kyselyn vastausten ja eri tutkimusten ja selvitysten pohjalta.

Kalljärven parhaina ominaisuuksina mainittiin sen upeat maisemat, mahdollisuus virkistyskäyttöön ja uimiseen. Huonoja ominaisuuksia ovat veden laatu, väri, haju ja leväkukinnat.

Tavoitteena Kalljärven kunnostukselle on puhtaampi vesi, jonka ravinnepitoisuus on alhaisempi. Kalaston rakenne on vähemmän särkikalavaltainen. Vesikasvillisuus ei aiheuta umpeenkasvua. Talviaikaisia happikatoja ei esiinny. Järven sisäinen kuormitus on saatu vähentymään.

Kunnostuksen jälkeen Kalljärven vesi on kirkkaampaa, leväkukinnoista vapaata ja sen rannat olisivat hoidettuja. Kalaston rakenne on vähemmän särkikalavaltainen, järvessä on hyvä rapukanta ja ehkä myös arvokalaa. Särkikalojen osuus on alle 60 %. Vesikasvillisuus olisi nykyistä niukempaa.

Kalljärveen kohdistuvaa laskennallista ulkoista fosforikuormitusta tulee vähentää 60 – 70 % eli noin 240 – 280 kg. Jäljelle jäävällä kuormituksella Kalljärven veden kokonaisfosforipitoisuuden pitäisi laskea ollen 30 µg/l. Kalljärven kokonaisfosforipitoisuus oli 62 µg/l vuonna 2009. Happipitoisuus pysyisi hyvänä sekä kesäisin että talvisin. Alusveden happipitoisuuden pitää olla yli 2 mg/l, jolloin sedimentistä ei pääse vapautumaan fosforia.

6 Kalljärven kunnostukseen käytettäviä menetelmiä

6.1 Ulkoisen kuormituksen vähentäminen

Kalljärveen kohdistuva ulkoinen kuormitus on liian suurta ja sen vähentämiseksi pitää tehdä erilaisia toimenpiteitä. Fosforikuormituksesta suurin osa aiheutuu laskennallisesti arvioiden peltoviljelystä. Ulkoisen kuormituksen on oltava mahdollisimman pieni, jotta järven kunnostus tuottaa pitkällä aikavälilläkin toivotun tuloksen. Liian suuri ulkoinen kuormitus on myös yksi sisäistä kuormitusta voimistava tekijä. Mallin mukaan Kalljärveen tulevaa fosforikuormitusta pitäisi vähentää noin 60 – 70 % eli noin 240 – 280 kg, jotta sallittu taso saavutettaisiin. Tällöin Kalljärveen tulisi enää 120 – 140 kg ulkoista fosforikuormitusta. Osa tästä vähennyksestä voidaan saavuttaa, kun viemäriverkosto laajenee ja toisaalta paikallisten mukaan peltoja tullaan kaavoittamaan pois maanviljelyksestä. Jos peltojen ja haja-asutuksen määrä puolittuisi, tulisi ulkoista fosforikuormitusta laskennallisesti arvioiden noin 250 kg. Noin 200 kg:n kuormitukseen päästään, jos haja-asutus poistuu kokonaan ja peltojen määrä puolittuu. Jos peltoja jää viljelykseen neljännes ja haja-asutus poistuu kokonaan, tulee Kalljärveen noin 155 kg ulkoista fosforikuormitusta.

6.1.1 Peltoviljelyn aiheuttama ulkoinen ravinnekuormitus

Maatalouden aiheuttamaa kuormitusta voidaan vähentää sellaisilla toimenpiteillä, jotka estävät peltojen pintaeroosiota. Etenkin kuormituksen syntymisen estäminen on tärkeää. Jo syntynyttä kuormitusta voidaan yrittää pidättää muodostumisalueellaan erilaisten toimenpiteiden, kuten suojavyöhykkeiden 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.

Kalljärven valuma-alueelle ei ole perustettu erityisympäristötuella suojavyöhykkeitä, mutta niitä olisi kannattavaa perustaa. Paikallisten mukaan viljelijät ovat perustaneet vapaaehtoisia suojavyöhykkeitä. Suojavyöhykkeet vähentävät sekä ravinne- että kiinto-ainekuormitusta 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 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. Mankinjoelle 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 omaeroosion määrän vähentymistä. Myös luiskien vahvistaminen vähentää eroosiota. Pelto-ojien käsittelyssä pitäisi huomioida myös toimenpiteiden vaikutukset kalastoon. Monet kalalajit käyttävät järveen laskevia ojia kutupaikkoinaan. Erityisesti hauki kutee tällaisissa ojissa, jos vain ojan veden laatu ja kasvillisuus mahdollistavat sen. Tämän takia suojavyöhykkeen perustaminen ja kalastolliset kunnostukset tukevat toisiaan. Ojassa oleva kasvillisuus antaa suojaa ja ravintoa kalanpoikasille. Jos kasvillisuus on liian tiheää, veden virtaus estyy ja tämä aiheuttaa veden laadun heikentymistä. Tällöin voi esiintyä happikatoja tai veden lämpötilan liiallista nousua. (Aulaskari ym. 2003)

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 kiintoaineen lisäksi (Puustinen & Jormola 2003). Kalljärven valuma-alueella on kaksi mahdollista kosteikkopaikkaa, joiden sopivuus pitää tarkistaa maastokäynnillä. Järveen tulee vesiä peltoalueelta järven pohjois/luoteispuolelta Nedergårdin oja pitkin. Kyseisen ojan suulle voitaisiin harkita kosteikon rakentamista. Toinen selvittävä kosteikkopaikka sijaitsee Perälänjärven luoteispuolella. Molempien kosteikkojen kohdalla edellytetään tarkempaa kosteikkosuunnittelua.

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 (Mattila 2005 ref. Alakukku 2004). Toisaalta kasvinsuojeluaineiden käyttö lisääntyy. Samoin suorakylvössä saattaa tulla ongelmia liukoisen fosforin kanssa. Myös keinolannoitteiden tai karjanlannan annostelu suoraan maan pintakerroksen alle on mahdollista (Mattila 2005 ref. Tulisalo 1998).

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

6.1.2 Kotieläinten aiheuttama kuormitus

Kalljärven valuma-alueella on 33 hevosta ja seitsemän ponia. Hevosten määrä tulee luultavasti lisääntymään noin viidellätoista hevosella.

"Kotieläintalouden vesistökuormitusta vähennetään käyttämällä ympäristönsuojelullisesti tehokkaita lannan käsittely-, varastointi- ja levitystapoja. Hevostallella syntyy paljon lantaa, joka kuivutetaan sahanpuruun, turpeeseen, olkeen tai kutterinlastuun. Lanta on varastoitava tiivispohjaisessa lantalassa, joka on mitoitettu 12 kuukauden aikana kertyvälle lantamäärälle. Nitraattiasetus kieltää lannan levityksen 15.10. - 15.4. välisenä aikana. Jos maa on sula ja kuiva, lantaa voidaan levittää 15.11. asti ja lannan levitys voidaan aloittaa keväällä aikaisintaan 1.4. Lantaa ei saa levittää routaantuneeseen tai lumipeitteeseen eikä veden kyllästämään maahan. Lannan levitys on kielletty viisi metriä lähempänä vesistöä. Seuraavan viiden metrin leveydellä lannan pintalevitys on kielletty, jos pellon kaltevuus ylittää kaksi prosenttia. Lannan pintalevitys on aina kielletty pellolla, jonka keskimääräinen kaltevuus ylittää 10 prosenttia" (Ympäristöministeriö 2009). "Syksyllä pelto on lannan levityksen jälkeen välittömästi, viimeistään vuorokauden kuluessa, mul-

lattava tai kynnettävä. Suosituksena on mullata pelto noin neljän tunnin kuluessa levityksestä. Tärkeätä on poistaa hevosten sonta kasvipeitteettömistä ulkotarhoista ja tarvittaessa myös muilta ulkoilualueilta riittävän usein. Mitä enemmän hevonen oleskelee ulkona, sitä enemmän ulosteita ja niiden mukana ravinteita jää maastoon. Hevosten jaloitellessa ympärivuotisesti on vaarana erityisesti kasvipeitteettömillä alueilla, että ravinteita huuhtoutuu vesi-uomiin sade- ja sulamisvesien mukana" (Ympäristöministeriö 2003).

"Eläinsuojan toimintaan kuuluvat maitohuoneen ja eläintilojen pesuvesien varastointi, käsittely ja hyödyntäminen (YSA 11 §). Eläinsuojassa syntyvät pesu- ja jätevedet on johdettava ja käsiteltävä siten, ettei niiden johtamisesta aiheudu ympäristön pilaantumista" (Ympäristöministeriö 2009). "Talleilla jätevesiä syntyy tallitilojen pesusta ja mahdollisesta hevosten pesupaikasta sekä henkilökunnan pesu- ja käymälävesistä. Tallin jätevedet voidaan johtaa joko yhteiskäsittelyyn asuinrakennuksen jätevesien kanssa tai vaihtoehtoisesti erilliseen järjestelmään. Asetuksen mukaan pelkkä sakokaivokäsittely ei ole enää riittävän tehokas jätevesien puhdistusmenetelmä. Hyväksyttävä käsittely silloin, kun järjestelmään johdetaan myös vesikäymälän jätevesiä, on olosuhteista ja jäteveden laadusta riippuen esimerkiksi maasuodatin tehostettuna fosforin poistolla tai vastaava pienpuhdistamo. Mikäli rakennuksessa on kuivakäymälä tai kompostoiva käymälä, muille jätevesille riittää esimerkiksi pelkkä maasuodatin" (Ympäristöministeriö 2003).

6.1.3 Hulevesien aiheuttama kuormitus

Tiivis kaupunkirakentaminen muuttaa merkittävästi veden luontaista kiertoa. Pintavalunnan osuus kasvaa päällystettyjen pintojen lisääntyessä. Sade- ja sulamisvedet eivät pääse imeytymään maaperään, vaan valuvat sadevesiviemäriin ja niistä useimmiten käsittelemättöminä vesistöihin. Vesistöissä veden laatu heikkenee, koska vesi huuhtoo mukaansa pinnoilta ravinteita, kiintoainetta, raskasmetalleja ja muita haitta-aineita (Tornivaara-Ruikka 2006).

Asemakaava-alueilla olisi hyvä pyrkiä siihen, ettei niillä aiheutettaisi virtaamien kasvua. Tämän seurauksena kaavoitettavien alueiden selvitysten määrät kasvaisivat. Maaperäselvitysten avulla saadaan tietoa maaperän imemiskyvystä ja voidaan suunnitella tarvittavat viivytysaltaat ja kosteikot. Kunnan kannalta hulevesien imeyttäminen tai huleveden johtaminen viherpainanteisiin voi pienentää hulevesiviemäreiden mitoituksia ja lisärakentamisia (Tornivaara-Ruikka 2006).

Kalljärven valuma-alueen kaava-alueelle pitää laatia hulevesien hallintasuunnitelma. Suunnitelmassa selvitetään hulevesien määrä ja valumareitit ja esitetään näiden hallintamenetelmät.

6.1.4 Asumisjätevesien ylivuodot

Kalljärven on päässyt valumaan jätevesiä ylivuotojen takia uimarannan lähistöllä. Paikalliset kokevat ylivuodot hyvin vakaviksi ongelmiksi. Vuonna 2007 elokuun 15. päivä valui Veikkolan Kaivotien päässä sijaitsevasta viemärikaivosta jätevettä Kalljärveen. Ylivuotaminen aiheutui viemäristä löytyneestä virvoitusjuomapullosta, joka tukki jätevesiviemärin (Selvitys ylivuodoista 2008). Vuonna 2008 tapahtui kaksi ylivuotoa, 19.1. ja 19.11. Molemmilla kerroilla Kalljärveen päätyi noin 50 m³ jätevettä (Kamppi & Ojala 2009). Tammikuun ylivuoto johtui pumppaamon syöttökaapelin toimintahäiriöstä. Marraskuussa rasvaklimppi ja putkesta löytynyt muovipullo tukkivat viemärin Kaivotiellä, mistä seurasi ylivuoto Kalljärveen.

Molemmat ylivuotopaikat kohdistuvat Kalljärven koillisosaan. Paikat viettävät suoraan järveen. Vaikka molemmilla kerroilla vuodon aiheuttamat päästöt on korjattu nopeasti pois, ei järven kunnostuksen kannalta ole toivottavaa, että vuoto-

ja tapahtuu. Pumppaamon toimintahäiriö aiheutti yhden ylivuodoista. Toimintavarmuutta on aina hyvä parantaa. Kyseisellä kerralla kuitenkin tieto tapahtuneesta saavutti päivystäjän heti ja hän hoiti paikalle imuauton. Toisilla kerroilla ylivuoto on aiheutunut viemäriin kuulumattomasta tavarasta. Ihmisiä pitäisikin valistaa siitä, mitä viemäriin saa laittaa (lisätietoja esimerkiksi www.pytty.fi -sivuilta). Pumppaamoiden kaukovalvonta tulee varmistaa käymällä paikan päällä.

Veikkolan asukasmäärät kasvavat jatkuvasti ja viemäriverkkoon liittyy uusia osuuskuntia. Ilmastonmuutoksen myötä vesimäärät kasvavat rankkasateiden aiheuttaessa kaupunkitulvia. Kalljärven valuma-alueella on Veikkolan uudella asuinalueella erillinen sadevesiviemärointi. Sekaviemärointiä ei ole. Pääosin sadevedet johdetaan avo-ojiin tai imeytetään maaperään. Vanhoillekaan kiinteistöille ei ole annettu määräystä johtaa sadevesiä viemäriverkkoon. Niissäkin sadevedet johdetaan maahan tai avo-ojiin. Rankkasateiden lisääntyessä myös ylivuodot lisääntyvät, koska viemäriin pääsee aina jonkin verran sade- ja muita vuotovesiä. Hetkessä syntyvä suuri vesimäärä ei välttämättä mahdu verkostoon, jolloin jätevesi purkautuu ylivuotoina. Tätä ongelmaa on vaikea ratkaista nopealla aikataululla. Kirkkonummen vesihuoltolaitoksella on investointiohjelmassa varoaltoa vuodelle 2010 ja siirtopumppaamoiden uusiminen vuoden 2010 jälkeen. Purkuviemäriin todellisen mitoituksen riittävyttä tulee seurata säännöllisesti.

Siirtoviemärihankkeissa naapurikunnat ovat merkittävässä asemassa, jotta saadaan riittävästi resursseja investointeihin. Suuret viemärihankkeet ottavat huomioon myös esimerkiksi Vihdin, Lohjan ja Karkkilankin mahdollisten jätevesien siirron. Kirkkonummi on ilmaissut alustavasti halukkuutensa olla mukana mahdollisessa siirtoviemärihankkeessa. Vesihuoltolaitos seuraa asian edistymistä. Kestää jonkin aikaa ennen kuin suurempi alueellinen suunnittelu toteutuu. Tällöin viemäri meni Espoon Blominmäkeen, joka valmistuu noin vuonna 2020. Tämän vuoksi yhtenä vaihtoehtona on esitetty, että vanhan jätevedenpuhdistamon tasausaltaat otettaisiin uudelleen käyttöön (Metsälä 2008). Tämä vaihtoehto mahdollistaa jätevesien johtamisen altaisiin häiriötilanteissa sekä silloin, kun jätevesivirtaamat ovat hyvin suuria. Jätevedet pumpataan altaista takaisin verkostoon, kun virtaamat ovat laskeneet. Tasausaltailla on siis tarkoitus estää jätevesien pääsy järveen. Toinen vaihtoehto on, että pumppaamoiden pumppuja suurennetaan (Metsälä 2008). Pumppaamot on uusittava tässä vaihtoehdossa kokonaisuudessaan, pelkkä pumppujen koon nostaminen ei riitä. Tämä tulee ajankohtaiseksi, kun jätevesivirtaama kasvaa nykyisten pumppaamoiden toimintapisteeseen. Tässä vaihtoehdossa on otettava huomioon vastaanottavan verkoston kapasiteetti. Suuret pumput eivät auta, jos purkuviemäriin ei mahdu enempää jätevettä.

Vesihuoltolaitoksen johtokunta käsitteli marraskuussa 2009 kuntalaisaloitteen koskien Kalljärven ranta-alueen viemäriverkoston saneerausta ja järven tilan ennallistamista (Vesihuoltolaitos 2009). Päätöksessään vesihuoltolaitoksen johtokunta toteaa seuraavaa: "1. ylivuodot eivät ole aiheutuneet vesihuoltolaitoksen putkistojen tai jäteveden pumppaamoiden kapasiteetin riittämättömyydestä tai kunnossapidon laiminlyönneistä. Jätevesiviemäreiden vuotovesien vähentämiseksi laaditaan saneerausohjelma vuoden 2010 aikana. 2. Veikkolan vanhalle puhdistamontille toteutetaan ylivuotosäiliö jätevesien pääsyn estämiseksi poikkeustilanteessa; valtuusto on myöntänyt hankkeelle rahat vuoden 2010 talousarvioissa."

Tasausaltaiden pitäisi vähentää yleensä ylivuotoja, johtuvat ne sitten tukkeumista tai rankkasateista. Tasausaltaat eivät olisi vähentäneet jo tapahtuneita ylivuotoja, koska ne tapahtuivat eri pumppaamon alueella. Tasausaltaat voivat vähentää tulevaisuudessa syntyviä esimerkiksi rankkasateista aiheutuvia ylivuotoja. Tällöin voitaisiin olettaa, että Kalljärveen kohdistuva ylivuodoista aiheutuva jätevesikuormitus vähenisi, mikä olisi erittäin hyvä asia järven kannalta. Hajuhaittoja

ehkäistään kattamalla altaat ja ottamalla altaiden ilmanvaihto suunnittelussa huomioon.

Veikkolan ensimmäisen luokan pohjavesialueen halki kulkee viemäreitä. Vuonna 1999 tehdyn pohjavesien suojelusuunnitelman mukaan paineviemäriässä on ollut repeämiä ja vuoto-ongelmia (Hintikainen ja Ikäheimo 1999). Jätevesi voi aiheuttaa hygieenistä haittaa pohjavedelle. Samoin sadevesien epäasianmukainen johtaminen voi heikentää pohjaveden laatua. Suojelusuunnitelmassa opastettiin kohdentamaan vuototarkastelut ensisijaisesti pohjavesialueen poikki kulkevalle viemäriinjoelle ja tarkkailemaan vanhimpien viemäriinjojen kuntoa videokuvauksin. Kirkkonummen vesihuoltolaitos on toteuttanut esitetyt toimenpiteet. Tarkkailua ja kuntokartoituksia suoritetaan jatkossa saneerausohjelman puitteissa. Esille tulevat kunnostusta vaativat viemäriinjoet tulee ottaa huomioon saneerausinvestoinneista päätettäessä. Veikkolan verkostosta noin 90 % on muoviputkia.

Maankäytön suunnittelussa on tarkoituksenmukaista huomioida vesihuoltoasiat nykyistä paremmin. Siirtoviemäriin pumppaamoiden saneeraus tulee ottaa investointiohjelmaan mahdollisimman pian. Kasvava asukasmäärä ja ilmastonmuutoksen tuomat suuret vesimäärät sekä ensimmäisen luokan pohjavesialue ovat erittäin hyviä perusteluita saneerauksen aloittamiselle mahdollisimman pian. Koska sademäärät lisäävät vuotovesiä, on vuotovesien hallintaa tehostettava. Samoin pitää varmistaa, että saneerausohjelman toimenpiteitä aletaan myös toteuttaa.

6.1.5 Haja-asutuksen aiheuttama kuormitus

Valuma-alueella sijaitsevat verkostoon tai osuuskuntaan kuulumattomat kiinteistöt olisi hyvä saada liitettyä keskitettyyn viemäriin mahdollisimman pian. Haja-asutuksen jätevedet ovat ongelmallisia mm. siksi, että niiden sisältämä fosfori on suoraan leville käyttökelpoisessa muodossa. Lisäksi ne aiheuttavat hygieenistä haittaa sisältämiensä taudinaiheuttajien vuoksi sekä pinta- että pohjavesille.

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 halutessaan joko 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 esikäsitteilyä ovat saostussäiliöt. Saostussäiliöt tulee tyhjentää 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 ainakaan käsittelemättä (Hinkkanen 2006).

Paras tapa haja-asutuksen jätevesien käsittelylle on tietysti yleiseen viemäriverkostoon liittyminen. Viemäriverkostot ovat laajenemassa. Kalljärven valuma-alueella toimivat Kalljärven ja Solbackan osuuskunnat. Kalljärven osuuskunta valmistui vuonna 2005 ja Solbackan osuuskunta vuonna 2009. Lisäksi Veikkolan taajama, joka sijaitsee järven pohjoispuolella, on kunnan viemäriässä. Veikkolan verkosto täydentyy vuoden 2010 aikana (liite 3). Osuuskuntien toiminnan tulee olla ammattimaista. Vesihuoltolaki edellyttää, että noin 50 henkilöä palvelevat tai yli 10 m³ vettä toimittavat/vastaanottavat osuuskunnat joutuvat vahvistuttamaan toiminta-alueen kunnalta. Verkostoa pitää ylläpitää ja huoltaa. Toimintavarmuus on saatava korkeaksi. Häiriötilanteita varten on tehtävä ohjeet ja päivystys on järjestettävä.

6.2 Vesikasvien niitto

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. vesikirpusta, jotka syövät leviä. Jos eläinplanktoniin kohdistuu suurta saalistusta, kasviplanktonin eli levien määrä voi kasvaa. Lisäksi vesikasvien pinnoilla on kiinnittyneinä epifyyttisiä leviä, joiden käyttämät ravinteet jäävät poiston jälkeen kasviplanktonille. 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 kertoo veden laadun huonontumisesta.

Kalljärven kasvillisuus koostuu leveälehtisestä osmankäämistä, järviruo'osta, järvikaislasta, järvikortteesta ja saroista. Kelluslehtisistä esiintyy ulpukkaa, uistinvitaa, palpakkoja ja pystykeiholehteä. Lisäksi pohjoisosassa oli myös vähän pikkuvitaa. Sekä järven etelä- että pohjoisosassa on paikoitellen erittäin runsasta kasvillisuutta. Kalljärven luusua sijaitsee järven eteläosassa. Pohjoiseen taas tulee ravinteita pelloilta.

Järviruo'on ja järvikaislan poisto on tuloksellista, kunhan niitetään tarpeeksi usein. Paras ruovikon niitto-ajankohta on heinäkuun puolestavalista elokuun puoleenväliin. Jos niitetään useammin kuin kerran kesässä, ensimmäinen niittokerta voi olla kesäkuun lopulla (Kääriäinen & Rajala 2005). Jotta osmankäämin vähentäminen onnistuisi, täytyy niitto toistaa muutamaan kertaan. Maalla kasvavien osmankäämien poistossa täytyy käyttää muita menetelmiä. Ajelehtivien, irronneiden osmankäämilautojen poisto vaatii usein kaivinkonetta, jotta ne saadaan nostettua ylös järvestä. (Kääriäinen & Rajala 2005). Uistinvidan niitosta on sekä huonoja että hyviä kokemuksia. Uistinvidan poisto vaatii useita niittokertoja, koska kasvi on hyvin sitkeä. Sen pehmeä varsi vaikeuttaa niittoa, koska se taipuu helposti niitoterän edessä ja sotkeutuu siihen (Kääriäinen & Rajala 2005). Siimapalpakon niittäminen on uistinvidan niittoa vaikeampaa. Erittäin pitkät versot sotkeutuvat niitoterän ympärille ja potkuriin. Parin onnistuneen niiton kuitenkin pitäisi riittää. Lisäksi on huomattu, että virtauksen kasvaminen saattaa vähentää siimapalpakon esiintymistä (Kääriäinen ja Rajala 2005). Ulpukalla ja lumpeella on hyvin paksu juurakko, josta versoaa uusia lehtiä. Tämän vuoksi niitä ei suositella niitettävän (Kääriäinen & Rajala 2005). Ulpukkaa kannattaisi poistaa juurakoineen eräänlaisen harauslaitteen avulla. Koska menetelmä aiheuttaa pohjan pölyämistä, sitä ei voi tehdä kesäaikaan. Paras ajankohta ulpukoiden poisharaukselle on syys – lokakuu, jolloin järven virkistyskäyttö on vähäisempää. Tällöin ravinteita on myös enemmän kasvien juurakoissa. Poiston aiheuttama veden samentuminen on yleensä

ohimenevää, 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 niitossa suojapaikkansa ja altistuu kalojen saalistukselle, minkä seurauksena levien 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 poistettava, 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: Kalljärvestä voidaan poistaa selvästi virkistyskäyttöä haittaavia vesikasveja yllä mainittujen lajikohtaisten ohjeiden mukaisesti. Liiallinen vesikasvien poisto ei kuitenkaan ole suositeltavaa, koska kasvit vähentävät aallokon sedimenttiä pölyyttävää vaikutusta. Etenkin matalassa Kalljärvessä tuulen sekoittava vaikutus voi olla osasy sisäiseen kuormitukseen. Vesikasveilla on suuri veden laatua kirkastava merkitys, minkä vuoksi niiden poistoa kannattaa harkita tarkoin.

6.3 Sisäisen kuormituksen vähentäminen

Kalljärvessä on mallin mukaan selvää sisäistä kuormitusta. Järven aikaisempi kuormitushistoria on vaikuttanut tähän, ulkoinen kuormitus on muuttunut sedimentistä vapautuvaksi sisäiseksi kuormitukseksi. Sisäiseen kuormitukseen on tärkeää puuttua, kun ulkoinen kuormitus saadaan vähentymään. Ulkoinen kuormitus vähenee luultavasti viemäriverkoston laajentumisen ja peltojen mahdollisten kaavoittamisen myötä.

Sisäistä kuormitusta voidaan vähentää Kalljärven tapauksessa tehokalastuksella ja hapetuksella. Lisäksi vesikasvit vähentävät sisäistä kuormitusta pienentämällä tuulen ja aallokon pohjaa sekoittavaa vaikutusta. Etenkin uposlehtisissä vesikasvustoissa vesi on yleensä avointa vesialuetta kirkkaampaa. Jotta Kalljärvessä alkaisi esiintyä enemmän uposlehtisiä vesikasveja, täytyisi vesi saada kirkkaammaksi. Tähän voidaan päästä tehokalastuksella.

6.3.1 Kalaston hoito

6.3.1.1 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 pölytytys vähenee ja kasviplanktonin käytettävissä olevat ravinne määrät vähenevät. Tehokalastuksen seurauksena vesi voi kirkastua levämäärän vähentyessä ja siitä taas saattaa seurata vesikasvillisuuden voimakasta leviämistä. Jottei 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. Periaatteessa petokalakantojen pitäisi vahvistua, kun niiden poikasilla ei olisi niin suurta ravintokilpailua särkikalojen poikasten kanssa. Tämä on usein pätenyt kuhan 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. Kalljärven kalasto on särkikalavaltainen eli kalaston rakenne on vääristynyt. Rakennetta on yritetty muuttaa nuottaamalla vuodesta 1998 lähtien; ainoastaan vuonna 2002 ei nuottausta tehty. Kalljärvellä tehokalastuksella olisi tavoitteena sekä parantaa kalaston rakennetta että veden laatua.

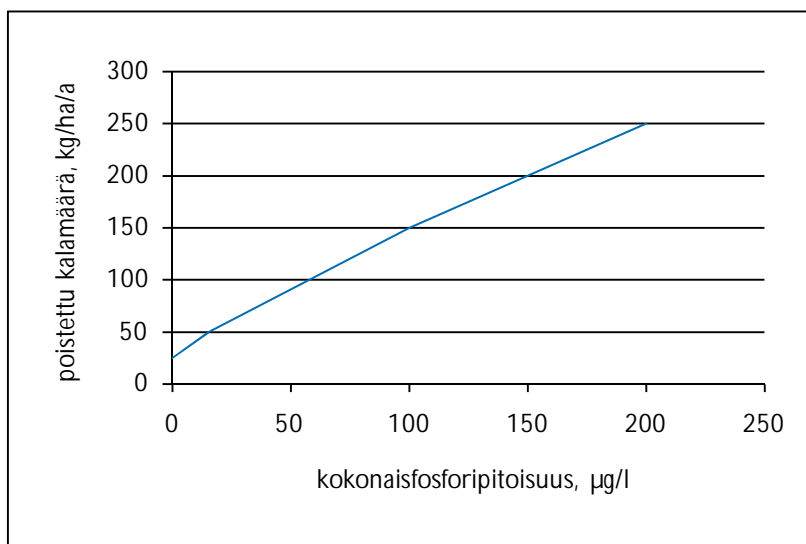
Kalljärvellä on nuotattu vuoteen 2009 mennessä 52 nuotta-apajaa, joiden pinta-ala on yhteensä 308 hehtaaria (taulukko 7). Kalaa on poistettu 25,8 tonnia ja yli 2,2 miljoonaa kappaletta. Nuotatun alueen yksikkösaalis on siis noin 84 kiloa ja 7 300 kappaletta hehtaarilta. Koko järven pinta-alaan suhteutettuna saalis on 437 kiloa ja 38 000 kappaletta hehtaarille. Keskimäärin saalis on ollut 84 kiloa ja 7 300 kappaletta nuotatulta alueelta ja 44 kiloa ja 3 800 kappaletta koko järven alalta.

Taulukko 7. Kalljärven vuosittaiset nuottausmäärät.

	nuotatu pinta-ala	apajia	saalis nuotatulta alalta		saalis koko järven pinta-alalta		saalis apajasta	
	ha		kg/ha	kpl/ha	kg/ha	kpl/ha	kg	kpl
1998	35	6	163	871	97	2 405	950	23 647
1999	35	5	70	3 559	42	4 222	490	49 822
2000	61	7	51	4 492	53	3 869	443	32 609
2001	36	7	65	8 891	40	5 425	336	45 727
2003	19	3	63	6 259	20	2 016	400	39 642
2004	22	4	105	29 149	39	10 869	575	160 321
2005	34	6	36	6 121	20	3 507	200	7 292
2006	14	2	253	1 118	60	265	1 768	7 825
2008	32	8	79	7 764	43	4 172	315	30 766
2009	21	4	69	4 551	24	1 606	358	23 689
Yhteensä	308	52	84	7 340	437	38 355	496	43 519

Kuinka paljon Kalljärvestä on poistettava kaloja?

Veden kokonaisfosforipitoisuuden mukaan voidaan arvioida saalistavoitetta (kuva 12). Jos kokonaisfosforipitoisuus on alle 50 µg/l, sopiva saalistavoite on 50 – 100 kg/ha/a (Sammalkorpi ym. 1999). Vuoden 2009 kesäaikaisen kokonaisfosforipitoisuuden keskiarvon (65 µg/l) mukaan saalistavoitteeksi tulisi n. 120 kg/ha/a (kuva 12).

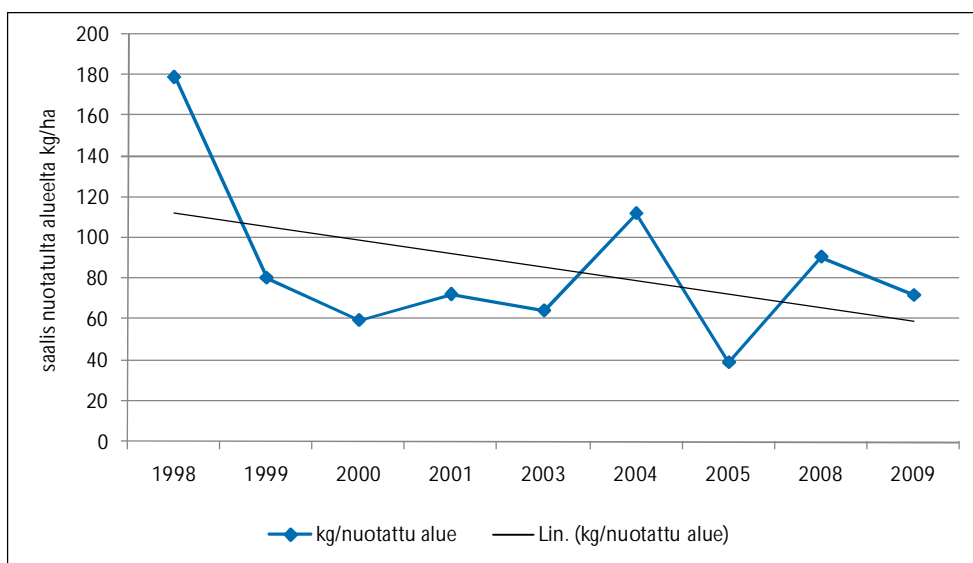


Kuva 12. Poistettava kalamäärä kokonaisfosforipitoisuuden perusteella (Sammalkorpi ym. 1999).

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. 150 kg/ha, kun käytetään samaa keskiarvoa (65 µg/l).

Kalljärven kalamäärää voidaan nykyisten tulosten perusteella parhaiten arvioida avovesiajan nuottausten yksikkösaaliiden perusteella (kuva 13). Koska täysti-

heä hoitokalastusnuotta pyytää käytännössä lähes kaikki kalat nuotattavalta alueelta, voidaan tämän perusteella arvioida järvessä ollutta kalamäärää. Nuottaukset ovat kohdistuneet Kalljärvellä lähes koko avoveden alueelle. Kalljärven saalismäärät ovat vähentyneet, siitä kun nuottaukset aloitettiin vuonna 1998 lähes 180 kilon hehtaarisasta, noin 80 kilon hehtaariin. Nuotatulta alueelta pyydetyn kalamäärän mukaan Kalljärvessä näyttäisi olevan kalaa noin 100 kiloa hehtaarilla. Näin ollen näyttäisi siltä että pelkästään järven fosforitason mukaan laskettu kalojen poistoarvio olisi Kalljärven nykytilassa liian suuri. Yksikkösaaliiseen perustuvan arvion perusteella vuosittain poistettava kalamäärä olisi 50 – 60 kg hehtaarilta eli kokonaissaaliina 3 – 3,5 tonnia vuodessa. Kalljärven sisäiseen kuormitukseen vaikuttaa kalojen lisäksi myös tuulen aiheuttama pohjasedimentin sekoittuminen sekä ajoittaisten alusveden hapettomuudesta ja korkeista pH-arvoista johtuva fosforin liukeneminen takaisin veteen.



Kuva 13. Kalljärven yksikkösaaliit eri nuottausvuosina.

Ravintoketjukurinnotus vaatii vesialueen omistajan luvan. Samoin tehokalastusta tekevilla talkoolaisilla tulee olla valtion kalastushoitomaksu suoritettuna.

Ravintoketjukurinnotus maksaa noin 1,5 – 2,5 euroa/ poistettu kalakilo. Kalljärvellä tehokalastus on maksanut noin 0,5 euroa poistettua kalakiloa kohden.

6.3.1.2 Kalljärveen johtavien ojien kunnostus kevätkutuisten kalojen kutupaikoiksi

Kalljärveen johtavat valtaojat ja purot voivat toimia kalojen kutupaikkoina. Jos näiden varsille perustettaisiin suojavyöhykkeet, vähentyisi ravinteiden ja kiintoaineen kulkeutuminen vesistöön. 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. 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 vesistöstä. 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).

6.3.1.3 Kalaistutukset

Vuoden 2002 – 2003 ankaran talven aiheuttama kalakuolema verotti suuresti Kalljärven petokalakantaa. Vahvassa nousussa ollut kuha hävisi järvestä kokonaan ja myös haukien määrä romahti murto-osaan edellisvuosien tasosta. Järveen istutettiin hauen poikasia heti 2003 vuoden keväällä. Kuhia Kalljärveen ei tiettävästi kalakuoleman jälkeen ole istutettu. Yläpuolisessa Lamminjärvessä on kuitenkin luontaisesti lisääntyvä kuhakanta, jota tuetaan istutuksin ja sieltä on jonkin verran poikasia vaeltanut alapuoliseen Kalljärveen. Petokalojen määrän arviointi perustuu tehokalastusten yhteydessä nuottasaaliista takaisin järveen vapautettujen kalojen laskettuihin lukumääriin. Ennen kalakuolemaa Kalljärven tehokalastusten saaliissa esiintyi myös satunnaisesti ankerias, joka myös hävisi ja toutain, joita on saatu vielä viime vuosinakin muutamia yksilöitä. Nämä toutaimet ovat vaeltaneet joko yläpuolisesta Lamminjärvestä tai sitten alapuolisesta Haapajärvestä. Ainoastaan petokalakokoinen ahven näyttäisi runsastuneen kalakuoleman jälkeisenä aikana.

Petokalojen määrä Kalljärvessä on tällä hetkellä liian alhainen. Hauen osalta tilanne näyttäisi kuitenkin olevan korjaantumassa luontaisen lisääntymisen kautta hitaasti parempaan suuntaan. Kuhan osalta tilanne on kuitenkin se, että pelkästään Lamminjärvestä tulevien poikasten määrällä kuhakannan runsastuminen on hidasta. Kuhakannan elvyttämiseksi tulisi Kalljärveen istuttaa 2 – 3 vuoden aikana vuosittain noin 2 000 – 3 000 yksikesäistä kuhanpoikasta. Hauen osalta luontainen lisääntyminen näyttäisi onnistuvan jo nyt niin hyvin, että lisääistutuksille ei tuntuisi olevan tarvetta.

6.3.1.4 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.

Kuhan verkkokalastuksessa ehkä kaikkein kriittisin ajankohta on talvi, jolloin kuhat kerääntyvät melko pienille alueille ja ovat helpoimmin verkoilla pyydyttävissä. Verkkojen solmuväliksi suositellaan 55 mm ja kuhan alimitaksi 50 cm.

6.3.1.5 Kalaston rakenteen seuranta

Tehokalastuksen vaikutuksia tulee seurata noin joka toinen vuosi koekalastuksin. Samoin tehokalastuksen saalistiedot tulee kirjata ylös. Näistä saa paljon tietoa kalamääristä, kun taas koekalastukset kertovat enemmän kalojen lajisuhteista. Koekalastuksessa suositellaan käytettävän Nordic-yleiskatsausverkkoja tai kurenuottoausta. Nordic-verkkojen avulla on mahdollista havaita pienten, 5 – 10 cm mittaisten särkikalojen 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. Kurenuotto 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 runsaus-suhteita. 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).

Yhteenveto: Kalljärven tehokalastusta tulee jatkaa. Mallit suosittavat 120 – 150 kg/ha/a poistomäärää. Yksikkösaaliiseen perustuvan arvion perusteella vuosittain poistettava kalamäärä olisi 50 – 60 kg hehtaarilta eli kokonaissaaliina 3 – 3,5 tonnia vuodessa. Todellinen poistomäärä on luultavasti jotain näiden kahden arvion välillä. Kuhan vuoksi verkkojen solmuväliksi suositetaan 55 mm ja kuhan alimitaksi 50 cm. Yksikesäisiä kuhia voidaan istuttaa 2 – 3 vuoden aikana vuosittain noin 2 000 – 3 000.

6.3.2 Hapetus

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. Kesäaikana tästä saattaa seurata sekä hyviä että huonoja vaikutuksia veden laatuun. Voimakas kerrostuneisuus estää ravinteiden siirtymisen alusvedestä pintaveteen, jolloin esimerkiksi leväkukintojen syntyminen on epätodennäköisempää. Kerrostumattomassa järvessä koko vesimassa voi sekoittua jatkuvasti, jolloin myös resuspensio kasvaa (Evans 1994). Resuspensiolla tarkoitetaan sedimentin sekoittumista vesimassaan eli järven pohjaan sedimentoituneet ainekset tulevat käyttöön uudelleen. Kerrostuneessa järvessä tyyni sää voi johtaa vesimassan vakauden kautta sinilevien parempaan kilpailukykyyn (Cooke ym. 2005). Sinilevät voivat säädellä esiintymissyvyyttään kaasuvakuoliensa avulla. Kaasuvakuoli on sinileväsolun sisällä oleva kaasurakkula. Kerrostuneisuuden purkautuminen lisää veden sekoittumista ja nopeasti vajoavat kasviplanktonilajit (esim. piilevät) tulevat kilpailukykyisemmiksi (Cooke ym. 2005).

Hapetuksella on vaikutuksia eliöyhteisön rakenteeseen. Sillä voidaan vaikuttaa kalakannan rakenteeseen estämällä kalakuolemia. Yleensä happikadoissa kuolee etenkin suuria petokaloja. Happikadosta selviävät parhaiten särkikalat ja niistä erityisesti ruutanat ja suutarit. Happikatojen jälkeen järveen syntyy usein runsas näistä kaloista koostuva kalasto. Hapettamalla voidaan ehkäistä tällaisen tilanteen syntymistä. Kerrostuvissa järvissä alusvedessä voi olla selvästi pintakerrosta alhaisempi happipitoisuus. Myös matalissa järvissä 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 järvessä 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.

Kalljärven happipitoisuus on ollut alhainen loppupalvisin. Usein happea on ollut alle 1 mg/l kahden metrin syvyydessä. Tässä syvyydessä ja sitä syvemmällä on 12 % koko järven tilavuudesta ja noin puolet pinta-alasta (taulukot 8 ja 9). Tältä alalta voi siis vapautua fosforia. 2000-luvulla alimmat vesinäytteet on otettu selvästi aikaisempia vuosia matalammalta, minkä vuoksi suoranaista happikatoa ei voida havaita. On vaikea arvioida, kuinka hapetonta vesi on aivan pohjan lähellä. Luultavasti happipitoisuus alenee edelleen ja ravinteiden vapautuminen on todennäköisempää. Kuitenkin myös 2000-luvulla esiintyy alhaisia happipitoisuuksia, joten on luultavaa, että aivan pohjan lähellä on esiintynyt vastaavanlaisia happikatoja kuin aiempinakin vuosina. Maaliskuussa 2000 happea oli vain 1,2 mg/l kahden metrin syvyydessä. Maaliskuussa 2006 vain 1,3 metrin syvyydessä happea oli 2,1 mg/l eli on hyvin todennäköistä, että hiukan syvemmällä oli selvää happikatoa. Ainoastaan yhden kerran Kalljärvessä on ollut kesällä vähähappisuutta. Elokuussa 2004 1,8 m:n syvyydessä on ollut happea 2 mg/l. Nuottauksissa on kuitenkin havaittu pohjasta nousevan kaasukuplia loppukesällä / alkusyksyllä, mikä kertoo alusveden senhetkisestä hapettomuudesta.

Taulukko 8. Kalljärven tilavuudet ja niiden osuudet syvyysluokittain.

Syvyysluokka, m	Tilavuus, m ³ 10 ³	%
0 – 1	592,36	49
1 – 2	459,35	38
2 – 3	145,85	12
3 – 4	0,54	0,04
Yhteensä	1198,10	100

Taulukko 9. Kalljärven pinta-ala eri syvyyksissä.

Syvyys, m	Pinta-ala, ha	%
0	62,557	100
1	55,75	89
2	32,24	52
3	0,36	1

Kalljärven loppupalvinen happitilanne näyttää heikolta, mutta näytteet on otettu sellaisilta syvyyksiltä, ettei happiprofiilin piirtäminen ole mahdollista. Kalljärvestä suositellaan otettavaksi ensi talvena happinäytteet siten, että happiprofiilin piirtäminen olisi mahdollista. Samoin kesän happitilanne tulee selvittää tarkemmin. Näiden tulosten perusteella voidaan päätellä tarvitaanko Kalljärveä happea. Todennäköisesti hapetustarvetta on. Tällöin Kalljärvelle täytyy tehdä tarkempi hapetussuunnitelma, jossa valitaan sopivin laitteisto, mietitään sen teho ja sijoituspaikka sekä hapetus aika. Tarkempi näytteenotto mahdollistaa myös hapetussuunnitelmassa tarvittavan hapetustehon laskemisen.

Yhteenveto: Kalljärven hapetustarve tulee selvittää tarkemmin. Tämän takia järvestä tulee ottaa happinäytteitä etenkin loppupalvella ja myös loppukesän happitilanne kannattaa selvittää. Happinäytteet pitää ottaa siten, että niiden avulla voidaan piirtää happiprofiili.



Kuva 14. Kalljärven maisemaa vuonna 2007 (Anne-Marie Hagman).

7 Heikosti soveltuvat menetelmät

Tässä kappaleessa on esitetty Kalljärvelle tällä hetkellä huonosti sopivat menetelmät. On mahdollista, että tilanteen muuttuessa näistä joku muuttuu sopivaksi. Kaikki menetelmät ovat kustannuksiltaan kalliita toteuttaa. Olisi tärkeää, että ulkoisen kuormitus ei enää toisi lisää ravinteita, jos näitä menetelmiä halutaan kokeilla. Kalljärven viipymä on lyhyt, minkä takia järveen tulevalle veden laadulla on suuri merkitys järven tilalle. Toisaalta jos kuormitus saadaan vähentymään, lyhyen viipymän ansiosta vesi korvautuu nopeasti vähäravinteisemmalla vedellä.

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).

Ruoppaus on menetelmänä hyvin kallis ja ruopattu massa vaatii suuria läjitysalueita. Tästä syystä ruoppausta ei ole käytetty Suomessa veden laadun parantamiseen, vaan virkistyskäytön lisäämiseen. Koska Kalljärveen kohdistuu liikaa ulkoista kuormitusta, ruoppausta ei tällä hetkellä nähdä suositeltavana kunnostusmenetelmänä. Jotta vedenlaatua saataisiin parannettua ruoppauksella, täytyy ulkoisen kuormituksen olla selvästi nykyistä vähäisempää. Ruopattu ala täyttyy nopeasti valuma-alueelta tulevalle uudella aineksella. Lisäksi ruoppaus tulisi Kalljärven koon vuoksi erittäin kalliiksi, eikä kaikelle poistettavalle massalle välttämättä löytyisi läjitysalueita. Järkevämpää on vähentää ulkoista kuormitusta ja miettiä talviaikaisten happikatojen ehkäisyä sekä kalaston rakenteen korjaamista.

Ainoana tämänhetkisenä ruoppausvaihtoehtona nähdään järven pohjoispään syventäminen. Kyseinen alue on luultavasti hyvin altis tuulen pohjaa sekoittavalle vaikutukselle. Kuitenkin järven pohjoisosaan tulee ulkoista kuormitusta, mikä pitäisi saada ennen toimenpidettä vähentymään. Muuten ruopattu alue täyttyy nopeasti uudelleen. Jos ruoppaukseen lähdetään jossain vaiheessa, tulee siitä teettää tarkempi ruoppaussuunnitelma.

7.2 Kemialliset menetelmät

7.2.1 Fosforin kemiallinen saostaminen rauta- tai alumiiniyhdisteillä

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).

Fosforin kemiallista saostamista ei kannata tehdä lyhytviipymäisissä järvissä. Oravaisen (2005) mukaan veden viipymän ollessa alle 1 – 2 vuotta, korvautuu jär-

veissä oleva vesi nopeasti uudella valumavedellä, joka voi olla ravinteikasta ja josta saostuskemikaali puuttuu. Kalljärven ulkoinen kuormitus on yli kriittisen ja sen viipymä on noin 106 päivää. Tämän takia fosforin kemiallista saostamista ei suositella järven kunnostusmenetelmäksi.

7.2.2 Happikalkki eli kalsiumperoksidi

Happikalkki on kokeellisella asteella oleva menetelmä, jonka vaikutuksia selvittämään 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 reagoidessaan 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 laboratorioissa. Happikalkki nosti veden happipitoisuutta aivan sedimentin pinnalla, mutta korkea pH-arvo mitätöi positiiviset vaikutukset (Lappajärvi Life 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. Sen toimivuus Kalljärvessä vaatisi ulkoisen kuormituksen vähentämistä. Muuten järveen tuleva ravinteikas vesi peittää kemikaalin vaikutukset nopeasti, etenkin kun Kalljärven viipymä on vain 3,5 kk. Ravinteikas vesi ylläpitää järven korkeaa perustuotantoa ja synnyttää voimakasta sedimentaatiota. Pohjaan levitetty kemikaali voi peittyä lyhyessä ajassa, jolloin sen vaikutus loppuu. Tällä hetkellä näistä syistä johtuen happikalkki ei ole suositeltava menetelmä Kalljärven kunnostukseen.

7.2.3 Phoslock

Phoslock on hyvin kokeellisella asteella oleva uusi kunnostusmenetelmä kemiallisten menetelmien joukossa. Sitä ei ole vielä testattu Suomessa kenttäolosuhteissa. 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 keräänny kalojen lihaksiin. Mutta sillä voi olla toksisia vaikutuksia eliöstöön (esim. *Daphnia*-vesikirput); jos veden alkaniteetti on 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.

Kyseisestä menetelmästä tiedetään vielä liian vähän, jotta sitä voisi suositella Kalljärven kunnostukseen. Etenkin mahdolliset toksisuusvaikutukset ovat huolestuttavia.

8 Seuranta

Kalljärven veden laatua tulee seurata. Kirkkonummen kunta tarkkailee Kalljärven veden laatua Kalljärven velvoitetarkkailussa. Näytteitä otetaan tarkkailussa kaksi kertaa vuodessa, loppupalvella ja loppukesällä. Näytesyvyyydet tulee miettiä uudelleen, jotta happiprofiilien piirtäminen on mahdollista. Kalljärven happipitoisuutta kannattaisi seurata useammin. Kesällä vedestä kannattaa 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 seurantaan varten olisi kannattavaa ostaa happimittari. Mittarin avulla paikalliset toimijat voivat seurata happea vaikka viikoittain. Happea kannattaa seurata kuitenkin vähintään kerran kuukaudessa. Happi kannattaa mitata sekä pinnasta että pohjan läheltä. Pintanäyte kannattaa ottaa 50 – 100 cm:n syvyydestä. Happea voi mitata tämän jälkeen puolen metrin – metrin välein ja kirjata lukemat ylös. Syvyyden määrittämistä varten kannattaa merkitä happimittarin kaapeliin pituus 50 cm:n välein ilmastointiteipillä. Happimittari tulee kalibroida laitteen mukana tulevien ohjeiden mukaan sekä huolehtia että sen mittausanturissa on mittauksen onnistumiseen vaadittavia kemikaaleja. Samoin happimittarin huolto on järjestettävä laitteen ohjeiden mukaisesti.

Ranta-asukkaiden kannattaisi sopia järven näkösyvyyden jatkuvasta seurannasta, koska näkösyvyyden seurannalla saadaan selville helposti muutokset veden laadussa.

Vesikasvillisuuden leviämistä on tarpeen seurata, vaikka järvessä ei niitettäisikään. Paikalliset asukkaat ja/tai toimijat voisivat hyvin vastata kasvillisuuden seurannasta. Etenkin tehokalastuksen jälkeen on hyvä tarkkailla kasvillisuuden leviämistä. Tehokalastus saattaa kirkastaa vettä, jolloin kasvillisuus voi levitä suuremmalle alalle. Samoin veden kirkastuessa saattaa alkaa esiintyä uusia vesikasvilajeja. Tärkeää olisi merkitä vuosittain karttaan kasvillisuusrajat ja kasvilajit ja tarvittaessa tehdä tarkempia kasvillisuuskartoituksia 2 – 3 vuoden välein.

Hoitokalastuksen tuloksellisuutta tulisi seurata jatkuvilla saalisotoksilla sekä määrääjain tehtävin koekalastuksin.

9 Yhteenveto

Kalljärvi on rehevä järvi, jonka ulkoinen kuormitus on kriittisellä tasolla. Kalljärvessä on myös selvää sisäistä kuormitusta, happipitoisuus on talvisin alhainen ja kalasto on särkikalavaltainen. Lisäksi vesikasvillisuus aiheuttaa haittaa virkistyskäytölle.

Ulkoista kuormitusta pitää vähentää, jotta järvessä tehtävät toimenpiteet tuottaisivat tulosta pitemmällä aikavälillä. Kalljärveen tulevasta laskennallisesta ulkoisesta fosforikuormituksesta suurin osa aiheutuu peltoviljelystä. Peltojen määrän pitäisi vähentyä, samoin kuin haja-asutuksenkin. Tällöin myös kuormitus vähenee. Pelloilta tulevaa kuormitusta voidaan vähentää monilla toimilla kuten suoja-vyöhykkeillä ja pelto-ojien loivennuksilla. Hevosten aiheuttamaa kuormitusta on mahdollista vähentää parantamalla lannan käsittelyä niin laitumilla kuin lantaloisakin.

Kalljärven yläpuoliset Lamminjärvi ja Perälänjärvi ovat reheviä. Riippuen siitä onko järvissä sisäistä kuormitusta, niistä voi aiheutua ulkoista kuormitusta Kalljärveen. Siksi näiden järvien tilan parantaminen auttaa myös Kalljärveä. Molemmille järville suositellaan kunnostussuunnitelmaa.

Kalljärven valuma-alueen kaava-alueelle pitää laatia hulevesien hallintasuunnitelma, jossa selvitetään hulevesien määrä ja valumareitit.

Asumajätevesien ylivuotojen ehkäisemiseksi on tärkeää tehdä vuototarkaste-luja viemäriinjoille ja seurata purkuviemäriin todellisen mitoituksen riittävyyttä. Pumppaamojen toimintavarmuutta on hyvä parantaa. Vesihuoltoasiat tulee huomioida maankäytön suunnittelussa nykyistä paremmin.

Kalljärvelle suositellaan kalaston vinoutuneen rakenteen korjaamiseksi teho-kalastuksen jatkamista ja kalastuksen säätelyä tarpeeksi suuren solmuvälin omaavilla verkoilla.

Kalljärven happipitoisuus on ollut 2000-luvulla talvisin alhainen. Kalljärvestä ehdotetaan otettavaksi lopputalvella happinäytteet, joiden avulla voidaan piirtää happiprofiili ja laskea mahdollinen hapetustarve. Tulosten perusteella voidaan varmistaa tarkempi hapetussuunnitelman tarve. Suunnitelmassa valitaan Kalljärvelle sopivin hapetuslaite ominaisuuksiensa ja hintansa perusteella, sekä valitaan hapettimen sijoituspaikka ja hapetusaika. Lisäksi suositellaan happimittarin hankintaa.

Virkistyskäytön edistämiseksi Kalljärven vesikasvillisuutta voidaan niittää ottaen huomioon jokaiselle lajille annetut tarkemmat poisto-ohjeet. Vesikasvien niittäminen ei kuitenkaan ole suositeltavaa suuremmassa mittakaavassa, koska kasvillisuus vaimentaa tuulen ja aallokon järven pohjaa sekoittavaa vaikutusta.

LÄHTEET

- Airaksinen J. 2004. Vesivelho-hankkeen loppuraportti. Suunnitteluohjeistus rehevöityneiden järvien kunnostamiseen. Savonia-ammattikorkeakoulu, Tekniikka, Kuopio. 96 s. ISBN 952-9533-90-X.
- Alakukku L. 2004. Suorakylvö. Vesitalous 45 (3): 31–32.
- Aulaskari H., Lempinen P. & Yrjänä T. 2003. Kalataloudelliset kunnostukset. Julkaisussa: Luonnonmukainen vesirakentaminen (toim. Jormola J., Harjula H. & Sarvilinna A.). 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, Helsinki. 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. 2008. Kirkkonummen Kalljärven perustilan selvitys vuonna 2007. Uudenmaan ympäristökeskus, Helsinki. Uudenmaan ympäristökeskuksen raportteja 18 / 2008. 22 s. ISBN 978-952-11-3274-2.
- Hagman A.-M. 2005. *Sida crystallina* kesänaikainen suknessio - kelluslehtikasvuston ja veden laadun merkitys vesikirppupopulaatiolle. Pro gradu -työ. Helsingin yliopisto. 50 s.
- Hertta. 2010a. Ympäristöhallinnon tietojärjestelmä. Kalljärveä koskevat vesimuodostumakohtaiset tyypittely- ja luokittelutiedot.
- Hertta. 2010b. Ympäristöhallinnon tietojärjestelmä. Vedenlaatutiedot koskien Kalljärveä.
- Hertta. 2009. Ympäristöhallinnon tietojärjestelmä. Vesistökuormitusarviot Kalljärveä koskien.
- Hinkkanen K. 2006. Kuivakäymälän hoito ja käymäläjätteen käsittely. Käymäläseura Huussi ry, Tampere. 10 s. ISBN 952-91-9985-6.
- Hintikainen E. & Ikäheimo J. 1999. Veikkolan pohjavesialueiden suojelusuunnitelma. Maa ja Vesi. 27 s. [Julkaisematon raportti]
- Huttunen M., Huttunen I. & Vehviläinen B. 2008. Vesistömallin vedenlaatuosio, vesistömallikoulutus 12.2.2008. Lainattu vesistömallijärjestelmän internet-sivuilta 15.3.2010.
- Hyytiäinen U.-M. 2000. Tarkkaile kotijärveäsi. Havaitse ajoissa haitallinen rehevöityminen. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. 9 s. [Julkaisematon moniste].
- Jeppesen E. & Sammalkorpi 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.
- Kamppi K. & Ojala S. 2009. Kirkkonummen kunta, Kalljärven tarkkailu, vesistövuosiyhteenveto 2008. Finnish Consulting Group, FCG, Planeko Oy, Helsinki. 0412-V9436, 8 s.
- Karell K. & Ojala S. 2008. Kirkkonummen kunta, Kalljärven tarkkailu, vesistövuosiyhteenveto 2007. Finnish Consulting Group, FCG Planeko Oy, Helsinki. 412-V9436, 6 s.
- Keto J. 2009. Esitys 4.3.2009 Suomen ympäristökeskuksen innovaationfoorumissa 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.

- Kääriäinen S. & Rajala L. 2005. Vesikasvillisuuden poistaminen. Julkaisussa: Ulvi T. & Lakso E. (toim.) Järvien kunnostus. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. Ympäristöopas 114. 336 s. ISBN 951-37-4337-3.
- Lappalainen K. M. 1990a. 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. 1990b. Valkjärven kunnostus selvitys. Vesi-Eko ky. Nurmijärven kunta. Ympäristö-lautakunta. 18 s. [Julkaisematon raportti].
- Lappalainen K. M. & Lakso E. 2005. Järvien hapetus. Julkaisussa: Ulvi T. & Lakso E. (toim.) Järvien kunnostus. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. Ympäristöopas 114. 336 s. ISBN 951-37-4337-3.
- Mattila H. 2005. Ulkoisen kuormituksen vähentäminen. Julkaisussa: Ulvi T. & Lakso E. (toim.) Järvien kunnostus. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. Ympäristöopas 114. 336 s. 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.
- Metsälä I. 2008. Veikkolan pumppaamot. Veikkola – Ämmässuo siirtoviemäri. Kapasiteettitarkastelu. SITO. SUU20042. 13 s. [Julkaisematon moniste].
- Nykänen A. 2009. Esitys 4.3.2009 Suomen ympäristökeskuksen innovaatiofoorumissa koskien happi-kalkkikäsitteilyä. 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 23.11.2009.
- Oravainen R. 2005. Fosforin kemiallinen saostus. Julkaisussa: Ulvi T. ja Lakso E. (toim.) Järvien kunnostus. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. Ympäristöopas 114. 336 s. 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 erityiset. Maa- ja metsätalousministeriö, Helsinki. 11 s.
- 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. Ravintoketjukurkunnostus. Teoksessa: Järvien kunnostus (toim. Ulvi T. & Lakso E.). Suomen ympäristökeskus. Ympäristöopas 114. Helsinki. 336 s. 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., Bärnlund 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.
- Tornivaara-Ruikka R. 2006. Hulevesien käsittely maankäytön suunnittelussa. Uudenmaan ympäristökeskus, Helsinki. Uudenmaan ympäristökeskuksen raportteja 3/2006. 38 s. ISBN 952-11-2364-8.
- Tulisalo U. 1998. Taloudellisesti ja ekologisesti kestävään lannoitukseen. Käytännön Maamies 47 (2): 4-7.
- Uusi-Kämpä J. & Kilpinen M. 2000. Suojakaistat ravinnekuormituksen vähentäjänä. Maatalouden tutkimuskeskuksen julkaisuja. Sarja A 83: 49 p. + 2 app.
- Valpasvuo-Jaatinen P. 2003. Suojavyöhykkeiden perustaminen ja hoito. Maatalouden ympäristötuen erityiset. Maa- ja metsätalousministeriö, Helsinki. 11 s.
- Vehviläinen B. ja Huttunen M. 2001. Hydrological forecasting and realtime monitoring in Finland: the watershed simulation and forecasting system (WSFS). Lainattu 15.3.2010 vesistömallijärjestelmän internet-sivuilla. 27 s.
- Vesihuoltolaitos. 21.2.2008. Selvitys Kirkkonummen kunnassa tapahtuneista jäteveden ylivuodoista Kalljärven läheisyydessä. Kirkkonummen vesihuoltolaitos. 2 s.

- Viinikkala J., Mykkänen E. & Ulvi T. 2005. Ruoppaus. Julkaisussa: Ulvi T. & Lakso E. (toim.) Järvien kunnostus. Ympäristöopas 114. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. 336 s. ISBN 951-37-4337-3.
- Virtanen J. 2007. Kalljärven veloitettarkkailun vuosiyhteenveto 2006. Suunnittelukeskus Oy. 412-V9436. 6 s.
- 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.

Liite 1.
Kysely Kalljärven tavoitetilan määrittämiseksi
Vastaajataho (esim. yhdistys yms.) pro Kalljärvi /Kirves

Nykytila:

Aluksi toivomme teidän mieltävän Kalljärven ominaisuuksia. Millaisia ne ovat nyt?

Kalljärven parhaat ominaisuudet:

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

Virkistyskäyttö, uimapaikka ja upeat maisemat

Kalljärven 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 (alue, jolta kaikki vedet tulevat Kalljärveen): Peltojen ravinne päästöt
Järvi: Veden laatu, väri, haju ja leväkukinnat

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 Kalljärvi kunnostuksen jälkeen vuonna 2020?

Miettikää ainakin seuraavia tekijöitä: maisemaa, vesikasvillisuutta, kalastoa, vedenlaatua ja valuma-alueen ominaisuuksia, järven arvoa nykyään ja tulevaisuudessa ja sen itseisarvoa. Miettikää asiaa sekä järven virkistyskäytön että yleisen arvon kannalta.

Maisema: Kirkas vesi, hoidetut rannat

Vesikasvillisuus: nykyistä niukempaa

Kalasto: hyvä täplärapunkanta kenties arvokalaa myös -> suurempi kiinnostus järven tilasta + aktiivista kalastusta enemmän = useammat asukkaat kiinnostuisivat järven kunnosta

Vedenlaatu: Kirkas, hajuton vesi. Ei leväkukintoja.

Valuma-alueen ominaisuudet:

Järven arvo (lähinnä virkistyskäytön ja ympäristön kannalta) nykyään (vuonna 2009): Aikukesällä vesi on useimmiten uimakelpoista. Ellei talvella ole ollut happikatoa ja kalakuolemia. Loppukesällä vesi on sameaa, leväistä ja haisevaa. Järvestä pyydytyssä kalassa on mudan maku.

Järven arvo (samoin virkistyskäytön ja ympäristön kannalta) tulevaisuudessa (vuonna 2020): Järvi olisi läpi kesän uimakelpoista. Enemmän kalastusta, ravustusta.

Järven itseisarvo (ihmisestä riippumaton, "oma" arvo): Järven tila tulisi ennallistaa sellaiseksi kun se oli ennen ihmisen järveen päästämiä jätevesiä ym. Perimätiedon mukaan järven vesi on ollut aiemmin kirkasta.

Taulukko 10. Suhtautuminen kunnostusmenetelmiin

	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 haittaavat 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				

Tähän voitte kirjoittaa omia näkemyksiänne ja kommenttejanne.

Vapaat kommentit: Kirkkonummen kunnan laiminlyönnit Veikkolan alueen jäteveden puhdistuksessa ovat pääsyy Kalljärven huonoon veden laatuun. Kyläläiset ovat valmiita talkootyöhön järven hyväksi ja asukkailla on kerätty kunnostustyöhön rahaa. Toivomme kuitenkin, että myös kunta osallistuu kunnostustalkoisiin. Kalljärveä on hoitokalastettu 90-luvulta lähtien. Tästä huolimatta järven vedenlaatu on edelleen huono. Toivomme järeämpiä toimenpiteitä järvemme hyväksi.

Liite 2. 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).

Erityisen 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. metsätalostolliset 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 tulkinnassa paikallista asiantuntemusta, Herttatietojärjestelmän vedenlaatutietoa ja karttopohjaista 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 laitospohjaisiin tietoihin. VAHTI on osa Ympäristönsuojelun tietojärjestelmää (YSL 27§) ja siihen tallennetaan tietoja mm. ympäristölupavollisten luvista ja päästöistä vesiin ja ilmaan sekä jätteistä. Tietojärjestelmä tuottaa perustiedot valtakunnantason ympäristökuormituksesta ilmaan ja vesiin sekä jätetiedot. Tietojärjestelmä sisältää ympäristökuormitustietoja 1970-luvulta lähtien. Sektorijätevesi, 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 edustavat pitkäaikaista (10 v.) keskimääräistä kuormitusta, eikä tuloksia voida käyttää esim. hydrologisesti erilaisten vuosien kuormitusarviointiin.

Peltojen kasvilajitietona on käytetty TIKEn v. 2002 kuntatilastoista saatuja kasvitietoja 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 simuloidut kuormitusarviot on skaalattu tähän vaihteluväliin (Rekolainen et al, 1995).

Metsätaloustoimenpiteiden vesistökuormitus lasketaan VEPS-järjestelmässä metsätalustojen ja eri tutkimuksista saatujen metsätalouden toimenpiteiden ominaishuhtoutumarvojen avulla. Vuotuiset metsätalouden toimenpidetiedot on saatu Metsäntutkimuslaitoksesta. Kuormituslaskelmat tehtiin erikseen ojituksen, kunnostusojituksen, raskaasti muokattujen uudistushakkuiden, kevyemmin muokattujen uudistushakkuiden, kivennäismaiden typpilannoituksen ja turvemaiden fosforilannoituksen fosfori- ja typpihuhtoutumista. 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 osaluueiden kuormituksena. Yksittäisen kuormittavan tapahtuman vaikutuksen oletettiin eräin poikkeuksin kestävän 10 vuotta.

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

Erityisesti kivennäismaavaltaisilla alueilla (joilla turvemaiden osuus < 30 %) luonnonhuhtoutumassa Etelä- ja Pohjois-Suomen välillä on tasoero. Etelä-Suomessa typen luonnonhuhtoutumaa 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 seurantaohjelmalla 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. tausta-alueille 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 ominaiskuormitusarvio 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 valuntaolosuhteista. Turpeen erilainen laatu ja kuivausvesien 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 vesistöä. 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 4. Corine Landcover tulkinta-avain

CLC2000 maankäyttö/maanpeite (25m)	
	111 Tiiviisti rakennetut asuinalueet
	112 Väljästi rakennetut asuinalueet
	121 Teollisuuden ja palveluiden alueet
	122 Liikennealueet
	123 Satama-alueet
	124 Lentokenttäalueet
	131 Maa-aineisten ottoalueet
	132 Kaatopaikat
	133 Rakennustyöalueet
	141 Taajamien viheralueet ja puistot
	142 Urheilu- ja vapaa-ajan toiminta-alueet
	211 Pellot
	222 Hedelmäpuu- ja marjapensasviljelmät
	231 Laidunmaat
	243 Pienipiirteinen maatalousmosaiikki
	311 Lehtimetsät
	312 Havumetsät
	313 Sekametsät
	321 Luonnonniityt
	322 Varvikot ja nummet
	324 Harvapuustoiset alueet
	331 Rantahietikot ja dyynialueet
	332 Kalliomaat
	333 Niukkakasvustoiset kangasmaat
	411 Sisämaan kosteikot
	412 Avosuot
	421 Merenrantakosteikot
	511 Joet
	512 Järvet
	523 Meri

Tekijät Anne-Marie Hagman		Julkaisu-aika Toukokuu 2010	
		Toimeksiantaja(t) Uudenmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus	
		Toimielimen asettamispäivä -	
Julkaisun nimi Kalljärven kuormitus selvitys ja kunnostussuunnitelma			
<p>Tiivistelmä Uudenmaan ympäristökeskus teki yhteistyössä Kirkkonummen kunnan kanssa Kalljärven perustilan selvityksen vuonna 2007. Projektia jatkettiin vuonna 2009 tekemällä kuormitus selvitys sekä siihen ja perustilan selvitykseen pohjautuva kunnostussuunnitelma.</p> <p>Kalljärvi on rehevä järvi, jonka ulkoinen kuormitus on alle kriittisen mutta yli sallitun tason. Kalljärvessä on myös sisäistä kuormitusta, happipitoisuus on talvisin alhainen ja kalasto on särkikalavaltainen. Lisäksi vesikasvillisuus aiheuttaa haittaa virkistyskäytölle.</p> <p>Ulkoista kuormitusta pitäisi vähentää, jotta järvessä tehtävät toimenpiteet tuottaisivat tulosta pitemmällä aikavälillä. Kalljärveen tulevasta laskennallisesta ulkoisesta fosforikuormituksesta suurin osa aiheutuu peltoviljelystä.</p> <p>Kalljärvelle suositellaan kalaston vinoutuneen rakenteen korjaamiseksi tehokalastuksen jatkamista ja kalastuksen säätelyä tarpeeksi suuren solmuvälin omaavilla verkoilla. Samoin kuhia voidaan istuttaa, jotta petokalakanta vahvistuisi.</p> <p>Kalljärven happipitoisuus on ollut 2000-luvulla talvisin alhainen. Kalljärvestä ehdotetaan otettavaksi loppupalvella happinäytteet, joiden avulla voidaan piirtää happiprofiili ja laskea mahdollinen hapetustarve. Tulosten perusteella voidaan varmistaa tarkempi hapetussuunnitelman tarve. Suunnitelmassa valitaan Kalljärvelle sopivin hapetuslaite ominaisuuksiensa ja hintansa perusteella, sekä valitaan hapettimen sijoituspaikka ja hapetusaika. Lisäksi suositellaan happimittarin hankintaa.</p> <p>Virkistyskäytön edistämiseksi Kalljärven vesikasvillisuutta voidaan näyttää ottaen huomioon jokaiselle lajille annetut tarkemmat poisto-ohjeet. Vesikasvien niittäminen ei kuitenkaan ole suositeltavaa suuremmassa mittakaavassa, koska kasvillisuus vaimentaa tuulen ja aallokon järven pohjaa sekoittavaa vaikutusta.</p>			
Asiasanat Kirkkonummi, järvet, kuormitus, rehevöityminen, seuranta, vesistöjen kunnostus			
ISSN (painettu)	ISBN (painettu)	ISSN (verkkojulkaisu) 1798-8071	ISBN (verkkojulkaisu) 978-952-257-056-7
Kokonaissivumäärä 50		Kieli Suomi	Hinta -
Julkaisija Uudenmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus		Paino -	

Författare Anne-Marie Hagman		Publiceringstid Maj 2010	
		Uppdragsgivare Närings-, trafik- och miljöcentralen i Nyland	
		Organets tillsättningsdatum -	
Titel Iståndsättning av sjön Kaljärvi i Kyrkslätt			
<p>Referat</p> <p>Nylands miljöcentral och Kyrksläotts kommun utredde tillståndet i sjön Kaljärvi år 2007. Samarbetet fortsatte år 2009 då en belastningsutredning gjordes. Utgående från dessa båda utredningar har en iståndsättningsplan tagits fram.</p> <p>Sjön Kaljärvi är en eutrof sjö. Den yttre belastningen på sjön ligger under den kritiska nivån, men överskrider den tillåtna. Sjön lider också av intern belastning, syrebrist förekommer vintertid och fiskbeståndet domineras av mörtar och andra karpfiskar. Därtill störs friluftslivet av den rikliga vattenvegetationen.</p> <p>Den yttre belastningen bör minskas för att iståndsättningsåtgärderna ska leda till resultat på lång sikt. Största delen av den beräknade, yttre fosforbelastningen härstammar från jordbruket.</p> <p>I syfte att återställa balansen i fiskesamhället rekommenderas intensivt fiske och reglering av fisket så, att endast nät med tillräckligt stora maskor tillåts. Inplantering av gös rekommenderas likaså för att stärka rovfiskbeståndet.</p> <p>Under 2000-talet har syrgashalten i sjön varit låg vintertid. Därför rekommenderas syrgasprovtagning i hela vattenpelaren under vårvintern så, att man kan rita upp en syreprofil och beräkna det eventuella syrsättningsbehovet. Resultaten ger också underlag för att bedöma om en noggrannare plan för syrsättning bör utarbetas. Planen ska utreda lämplig syrsättningsanläggning med hänsyn till egenskaper och pris samt var och när syrsättningen ska utföras. Inköp av en syrgasmätare rekommenderas.</p> <p>Det rörliga friluftslivet gynnas om vattenvegetationen mejas, men det bör göras med beaktande av hur olika arter ska avlägsnas. Det är emellertid inte rekommendabelt att avlägsna vattenvegetationen i större skala, eftersom vegetationen dämpar vind och vågor så, att bottenlammet inte rörs upp.</p>			
Nyckelord Kyrkslätt, sjöar, belastning, eutrofiering, uppföljning, restaurering av vattendrag			
ISSN (tryckt)	ISBN (tryckt)	ISSN (elektronisk) 1798-8071	ISBN (elektronisk) 978-952-257-056-7
Sidoantal 50		Språk Finska	Pris -
Utgivare Närings-, trafik- och miljöcentralen i Nyland		Tryck -	

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 978-952-257-056-7 (verkkojulkaisu)