

KUOPION KUVELAMMET
- lampien tila ja kunnostusmahdollisuudet

Järvien kunnostus -kurssi

31.10.2005

Leena Jehkinen
Leena Juutilainen
Eeva Kauppinen
Mikko Sokura

JOHDANTO	3
I KUVELAMPIEN TILA	3
1. VEDENLAATU	3
1.1. Perustiedot	3
1.2. Aineisto	4
1.3. Kuvelampien lähihistoria	5
1.4. Kyselykirjeiden ja yleisötilaisuuksien tulokset	5
1.5. Vedenlaatu	6
1.5.1. <i>Happipitoisuus</i>	6
1.5.2. <i>Veden kokonaisfosforipitoisuus</i>	8
1.5.3. <i>Kokonaisravinteiden suhde</i>	9
1.5.4. <i>Klorofylli-a ja pH</i>	9
1.5.5. <i>Veden väriluku</i>	10
1.5.6. <i>Näkösyvyys</i>	10
1.5.7. <i>Veden pinnankorkeuden vaihtelu</i>	11
1.6. Sedimentti	11
1.6.1. <i>Näytteenotto ja analysointi</i>	11
1.6.2. <i>Analyysitulokset</i>	12
2. KALASTO	13
3. KASVILLISUUS	14
4. KUORMITUS	16
II TOIMENPIDEVAIHTOEHDOT	19
1. JOHDANTO	19
2. ULKOISEN KUORMITUKSEN VÄHENTÄMINEN	19
2.1. Kosteikot	20
3. SISÄISEN KUORMITUKSEN VÄHENTÄMINEN	21
3.1. Biomanipulaatio	21
3.2. Sedimentin poisto ja ruoppaus	23
3.3. Vesikasvillisuuden poisto	24
3.4. Hapettaminen	24
3.5. Ravinteiden kemiallinen saostus	25
3.6. Sedimentin fysikaalinen ja kemiallinen käsittely	26
4. VIRKISTYSKÄYTTÖARVON PARANTAMINEN	27
4.1. Pienialaiset ruoppaukset ja kelluvien turvemättäiden poisto	27
4.2. Uimaranta / uimalaituri	27
4. KUNNOSTUSOHJELMA	28
Lähdeluettelo:	30

JOHDANTO

Petosella, Kuopioon johtavan moottoritien varrella sijaitsevien pohjoisen ja eteläisen Kuvelammen tila on heikentynyt. Lampien nykytilan selvittäminen ja lampien kunnostukseen soveltuvien eri kunnostusmenetelmien vertailu tehtiin Järvipooli-hankkeen Järvien kunnostus-kurssin oppilastyönä.

I KUVELAMPIEN TILA

1. VEDENLAATU

1.1. Perustiedot

Eteläinen Kuvelampi sijaitsee tiheästi asutulla pientalovaltaisella alueella. Pohjoisen Kuvelammen valuma-alueella kuvaa metsäisyys (kuva 1). Valuma-alueen maaperä on pääosin hiekkamoreenia. Paikoin alueella esiintyy myös savea. Kuvelampien valuma-alueen kallioperä on gneissia, joka on metamorfoitunutta graniittia. Gneissi koostuu happamista mineraaleista, joilla on vaikutusta mm. veden alkaliteettiin, eli puskurikykyyn happamoitumista vastaan. Kuvelampien vesialueet omistavat: Kuopion kaupunki, Pitkälähden osakaskunta ja Haminanlahden Hovin osakaskunta.

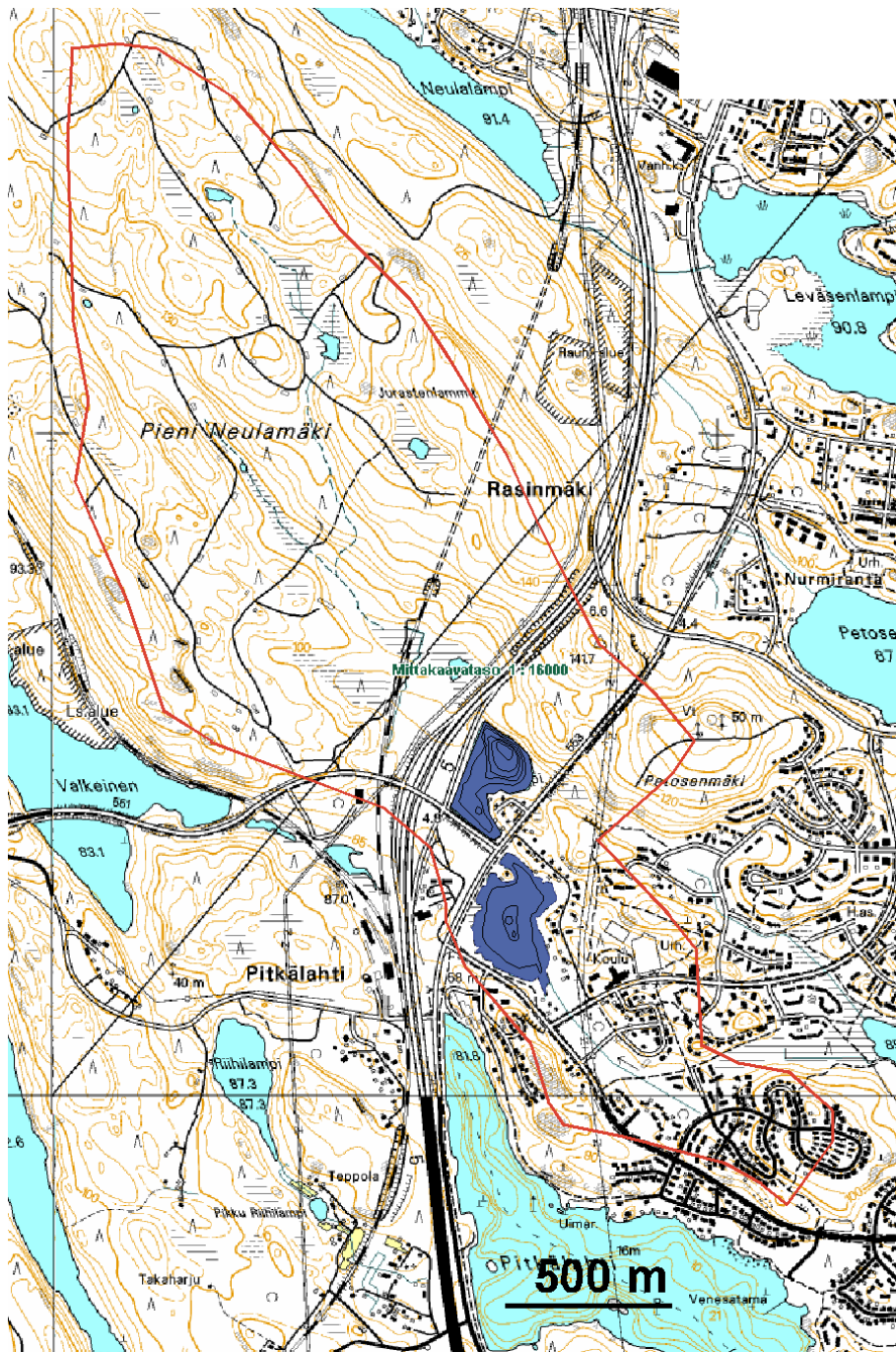
Taulukossa 1. on lueteltu Kuvelampien perustiedot. Taulukossa 2 on esitetty Kuvelampien lähivaluma-alueiden eri maankäyttömuotojen osuudet. Valuma-alueista eteläiseen Kuvelampeen tulevat vedet kulkevat pohjoisen lammen kautta, joten pohjoisen lammen valuma-alue kuuluu myös eteläiselle lammelle. Tätä ei kuitenkaan oteta huomioon taulukoissa 1 ja 2.

Taulukko 1. Kuvelampien perustiedot.

	Pinta-ala, ha	Valuma-alue, ha	Suurin syvyys, m	Keskisyvyys, m	Tilavuus, m ³	Viipymä, vrk
Pohjoinen Kuvelampi	4,4	240	6	2,7	125 000	61
Eteläinen Kuvelampi	7,2	74	4,5	1,8	126 000	52

Taulukko 2. Valuma-alueen maankäyttö (%).

	Pohjoinen Kuvelampi, %	Eteläinen Kuvelampi, %
Asuinalueet	0,5	44
Liikennealueet	6	11
Metsät	90,5	29
Viheralueet	-	16
Vesistöt	-	-
Suo	3	0



Kuva 1. Kuvelampien valuma-alue yhteensä 3,23 km².

1.2. Aineisto

Suunnittelutyön alussa Kuvelampien lähiasukkaille lähetettiin kyselylomake (liite 1, kyselyn tulokset liite 2), jonka avulla kartoitettiin asukkaiden havaintoja lammen tilasta pidemmältä aikajaksolta, lampien virkistyskäyttöarvoa ja asukkaiden havaitsemia ongelmia lampien tilassa. Lammen läheisyydessä asuville järjestettiin myös tilaisuus, jossa kerrottiin tulevasta suunnittelutyöstä ja keskusteltiin asukkaiden kanssa tarkemmin lampea koskevista ongelmista. Yleisöilta järjestettiin Pitkälähten koululla 18.3.2005. Lisäksi keväällä järjestettiin iltakävely (25.5.2005), jonka tarkoituksena oli tarkastella lähemmin mm. asukkaiden mielestä ongelmallista kasvillisuutta ja lammen ranta-alueita. Mukana tilaisuudessa olivat Kuopion tiepiirin tiemestari Paavo Kosunen, Kuopion kaupungin

puutarhuri Jarmo Nieminen, sekä kaupungin kalastusmestari Esko Pekkarinen. Osallistuminen molempiin tilaisuuksiin oli runsasta. Asukkaiden esittämät mielipiteet pyrittiin ottamaan huomioon suunnitelmaa tehtäessä.

Suunnitelmassa käytetty vesianalyysiaineisto saatiin Kuopion kaupungin ympäristötoimistolta. Vesianalyysinäytteitä on pohjoisen Kuvelammen osalta kerätty vuodesta 1982 ja eteläisen lammen osalta vuodesta 1986 lähtien. Näytteitä on otettu yleensä kerran loppu- ja kerran keskikesällä. Kalastus selvityksen aineisto saatiin Kuopion kaupungilta. Kuvelampien koekalastus on tehty vuonna 2001. Kalastokartoitusta ei kuitenkaan tehty Nordic –koekalastusverkolla, joten tulokset eivät ole vertailukelpoisia muiden järvien koekalastustuloksiin. Koekalastustuloksista saa kuitenkin kuvan lampien kalaston jakautumisesta eri kalalajien kesken. Kuvelampien vesikasvillisuus kartoitettiin kesällä 2005 Kuopion kaupungin toimesta. Havaintoja lampien näkösyvyydestä saatiin kesän 2005 aikana tehtyjen näkösyvyysmittausten perusteella. Näkösyvyysmittauksen suorittivat lampien ranta-asukkaat.

Sedimenttinäytteet haettiin talvella 2005 ja niistä analysoitiin Kuopion kaupungin ympäristö- ja terveyslaboratoriossa kuiva-aine, hehkutusjäännös, kemiallinen hapenkulutus, BOD7, kokonaisfosfori, sekä rautaan ja alumiiniin sitoutunut labiili fosfori. Eteläiseen Kuvelampeen laskevasta purosta haettiin vesinäyte hajakuormituksen selvittämiseksi. Näyte haettiin 27.4.2005, jolloin suurin kevähule oli jo mennyt. Purovesinäyte analysoitiin Kuopion kaupungin ympäristö- ja terveyslaboratoriossa. Sedimentti- ja purovesianalyysin tulokset ovat suunnitelman lopussa liitteessä 3.

1.3. Kuvelampien lähihistoria

Kuvelammet ovat aikaisemmin olleet yhtenäinen lampi, joka jaettiin vanhan 5-tien rakentamisen yhteydessä kahteen osaan. Myös rautatien oikaisun yhteydessä tehdyillä rakennustöillä on ollut oma vaikutuksensa Kuvelampien tilaan. 1990-luvun alussa Pitkälahden kohdalla tehtiin 4-tiehen liittyviä moottoritien rakennustöitä. Rakennustöiden yhteydessä pohjoisen Kuvelammen länsi- ja eteläreunoja täytettiin maalla. Syksyllä 1992 moottoritien rakennustöiden yhteydessä täyttömaista pohjoiseen Kuvelampeen valahtanut maa-aines ruopattiin pois. Ruoppausmassat sijoitettiin moottoritien länsipuolelle. Marraskuussa 1992 havaittiin, että moottoritien muodostaman padon kautta valui savisameaa vettä takaisin pohjoiseen Kuvelampeen. Ruoppausmassan valuminen takaisin pohjoiseen Kuvelampeen aiheutti kesällä 1993 huomattavan korkeita fosforipitoisuuksia lammen vedessä.

1.4. Kyselykirjeiden ja yleisötilaisuuksien tulokset

Kyselykirjeitä jaettiin 37 kpl, joista palautui 20, vastausprosentiksi muodostui siten 54. Yleisin havainto oli vesikasvillisuuden lisääntyminen, veden samentuminen, hajuhaitat ja kalakuolemat. Vastausten perusteella suurin osa lammen ranta-asukkaista käyttää lampien vettä kasteluvetenä. Lampia käytetään myös uimiseen ja kalastukseen. Kuvelampien maisemallinen arvo koettiin tärkeäksi. Kyselykirjeiden vastausten perusteella kunnostuksen tavoitteeksi asetettiin vedenlaadun ja kalaston parantaminen, sekä lampien ranta-alueiden siistiminen kasvillisuuden osalta.

Toukokuussa järjestetyllä iltakävelyllä asukkaat esittivät seuraavia ongelmakohtia, jotka kohdistuivat pääasiassa eteläiseen Kuvelampeen:

- 1 metriä matalammilla vesialueilla kasvaa asukkaiden mielestä liian paljon ulpukkaa.
- Huoltoasema ABC:n puoleisen kävelytien ja lammen väliin jäävä ranta-alue on asukkaiden mielestä pusikoitunut. Asukkaat toivoivat, että puskat raivattaisiin ja isot puut jätettäisiin jäljelle. Lisäksi ehdotettiin havupuiden istuttamista kävelytien reunaan, jolloin puut toimisivat äänisuojana myös talvella.
- Asukkaat toivoivat eteläiselle Kuvelammelle yleistä uimapaikkaa tai uimalaituria.
- Eteläisen Kuvelammen koilliskulmalla asuvat asukkaat toivoivat, että lammen koilliskulman kelluvat turvemättäät poistettaisiin. Mättäät muodostavat ns. vesijättömaan rannan ja vesialueen väliin. Mättäillä ei voi kulkea, sillä ne upottavat. Asukkaat kokivat ”vesijättömaan” ongelmaksi myös hajun takia. Mättäikkö haisee veden pinnankorkeuden laskiessa.
- Asukkaat haluaisivat nostaa eteläisen lammen keskiveden korkeutta kesäaikana. Vesi laskee asukkaiden mielestä kesäisin liian alas, vaihtelu 0,5 m.

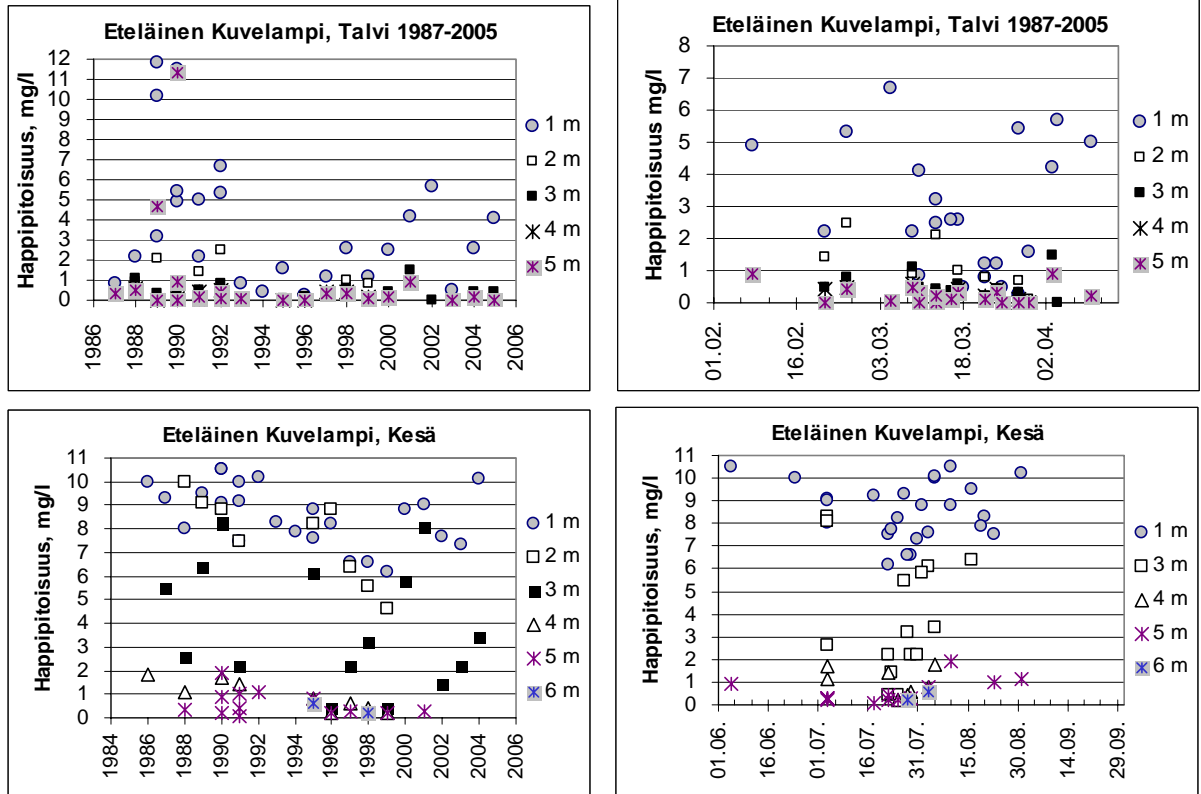
1.5. Vedenlaatu

1.5.1. Happipitoisuus

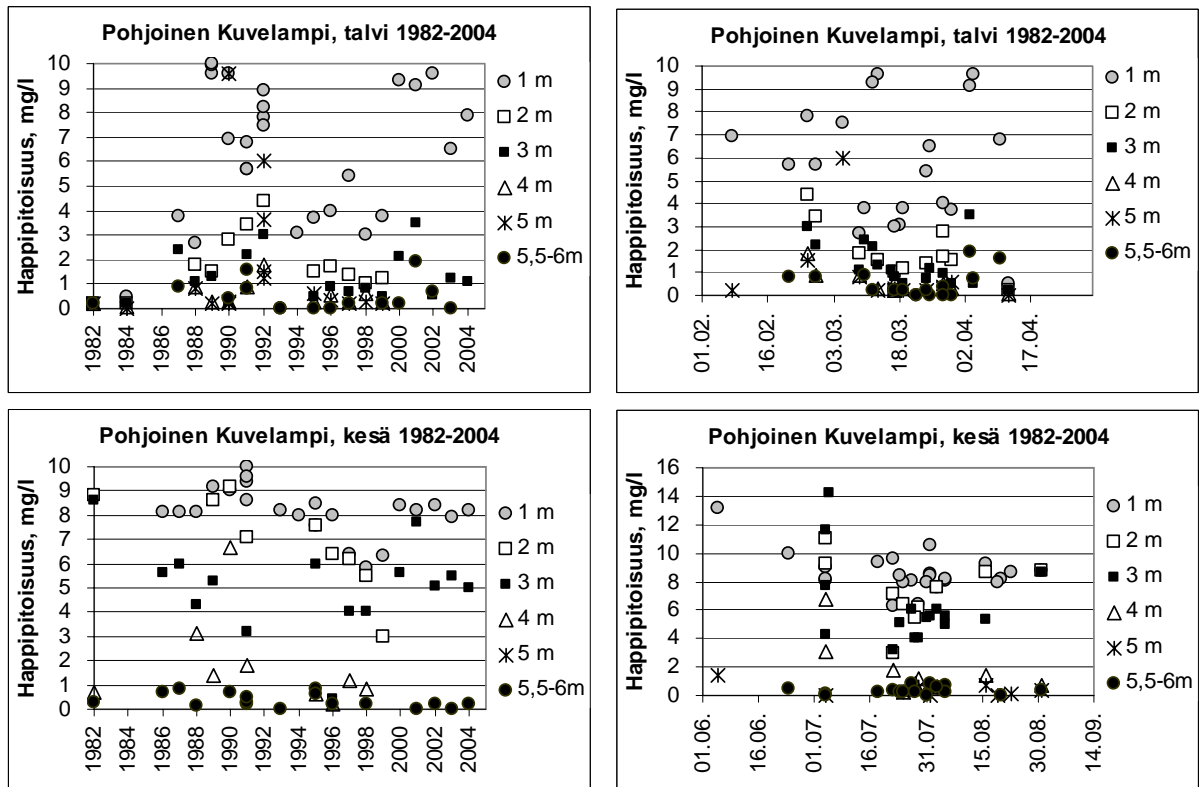
Eteläinen Kuvalampi kärsii kesä- ja talviaikaisesta pohjanläheisen veden hapen vähyydestä (kuva 2). Ajoittain eteläisellä Kuvelammella on esiintynyt myös talviaikaisia happikatoja. Happikatojen yhteydessä myös pintaveden happipitoisuus on laskenut alle 1 mg l⁻¹. Happikatotalvia eteläisellä Kuvelammella on tavattu mm. vuosina 1991-1994 ja 2003. Vuonna 2003 talviaikainen veden happitilanne oli yleisesti huono lämpimästä ja kuivasta kesästä 2002 johtuen. Syksyllä 2002 järvet jäätivät hyvin aikaisin, järvien vesimassan jäätyä vielä huomattavan lämpimiksi. Lämpimäksi jäänyt vesi lisäsi useissa järvissä talviaikaista hajotustoiminnasta johtuvaa hapenkulutusta, aiheuttaen happivarastojen loppumisen.

Eteläinen Kuvelampi kerrostuu kesäisin pinta- ja pohjanläheisen veden lämpötilaeroista johtuen. Harppauskerros syntyy noin 2-3 metrin syvyydelle. Mittaustuloksista voidaan myös havaita, että kevätkierto jää eteläisellä Kuvelammella usein vajaaksi, syyskierron ollessa yleensä täydellinen.

Pohjoisella Kuvelampi kärsii eteläisen lammen tavoin kesä- ja talviaikaisesta pohjanläheisen veden hapen vähyydestä (kuva 3). Pohjoisella Kuvelammella ei ole havaittu talviaikaista happikatoa kuin vuonna 1984. Muina vuosina pintaveden happipitoisuus on pysynyt yli 2 mg l⁻¹ pitoisuudessa.



Kuva 2. Eteläisen Kuvelammen talvi- ja kesäaikainen happipitoisuus vuosina 1986-2004.



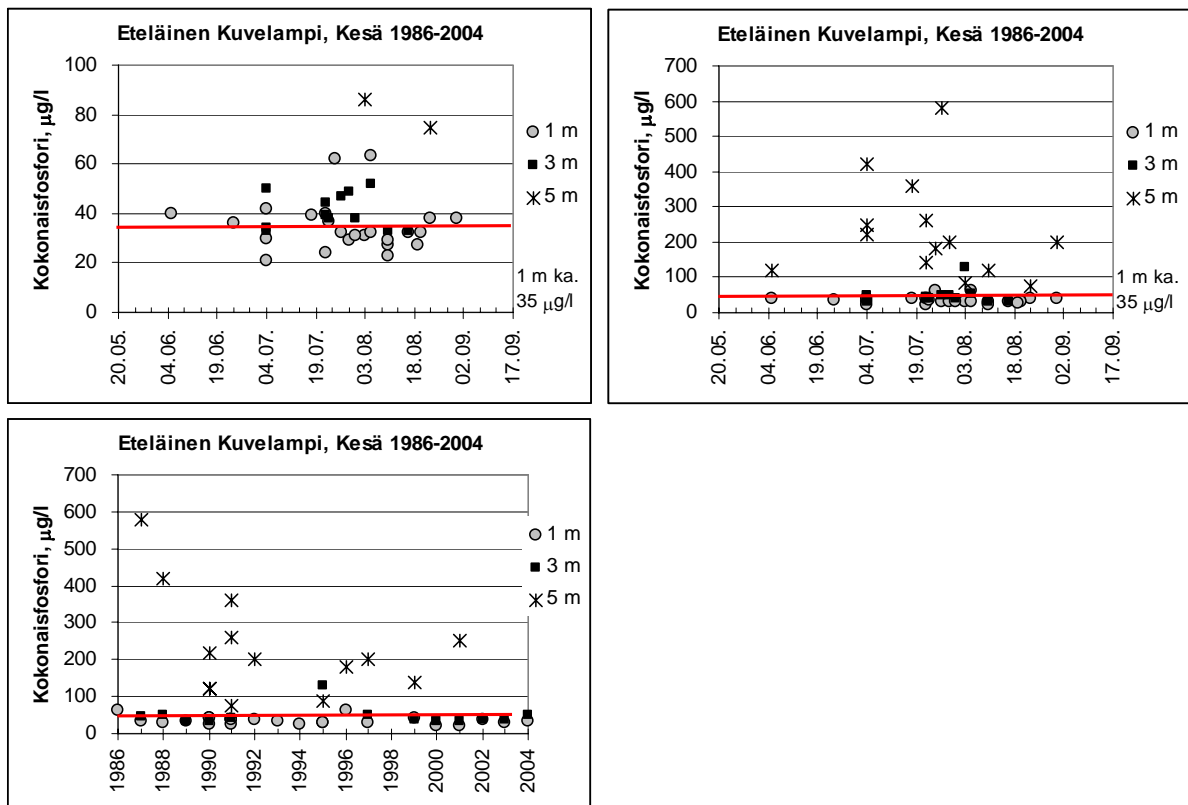
Kuva 3. Pohjoisen Kuvelammen talvi- ja kesäaikainen veden happipitoisuus vuosina 1982-2004.

1.5.2. Veden kokonaisfosforipitoisuus

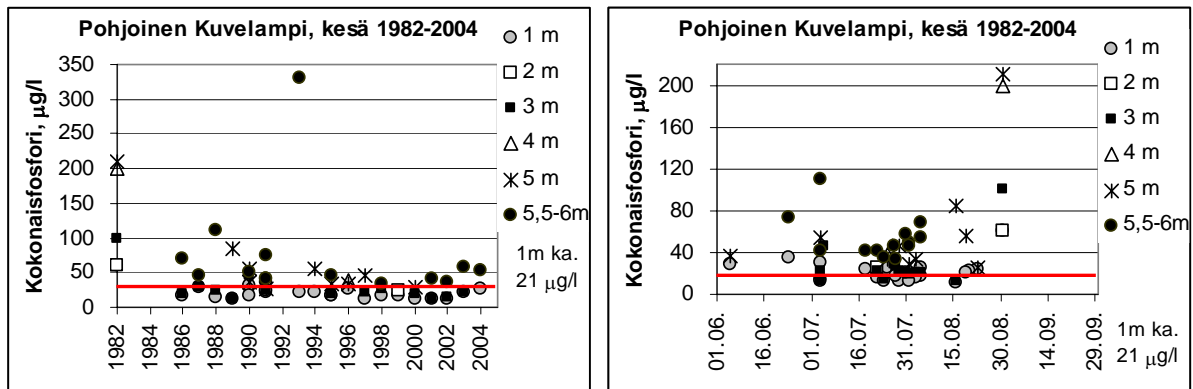
Heikosta talviaikaisesta happitilanteesta johtuen eteläisen Kuvelammen talviaikainen veden kokonaisfosforipitoisuus on ajoittain hyvin korkea. Pintaveden fosforipitoisuus on talvella noin $42 \mu\text{g l}^{-1}$, pitoisuuden vaihdellessa välillä $23\text{-}100 \mu\text{g l}^{-1}$. Pohjanläheisen veden pitoisuudet nousevat noin 4,5 -kertaiseksi keskiarvon ollessa $183 \mu\text{g l}^{-1}$ (vaihteluväli $52\text{-}320 \mu\text{g l}^{-1}$). Pohjanläheisen veden fosforipitoisuudet ovat olleet korkeimmillaan 1980-luvun loppupuolella ja 1990-luvun alkupuolella.

Kesällä eteläisen Kuvelammen pintaveden kokonaisfosforipitoisuus on vuosien 1986-2004 mittaustulosten mukaan keskiarvoisesti $35 \mu\text{g l}^{-1}$, pitoisuuden vaihdellessa välillä $21\text{-}63 \mu\text{g l}^{-1}$. Pintaveden pitoisuudessa ei ole havaittavissa merkittävää vuosien välistä vaihtelua. Pintaveden fosforipitoisuuden perusteella eteläinen Kuvelampi on luokiteltavissa erittäin reheväksi. Myös kesäaikana pohjanläheisen veden fosforipitoisuudet nousevat eteläisellä Kuvelammella hyvin korkeiksi hapen puutteesta johtuen. Pohjanläheisen veden fosforipitoisuudet vaihtelevat välillä $75\text{-}580 \mu\text{g l}^{-1}$, keskiarvon ollessa jopa $229 \mu\text{g l}^{-1}$.

Pohjoisen Kuvelammen kesäaikainen pintaveden kokonaisfosforipitoisuus on vuosien 1982-2004 mittaustulosten mukaan myös $21 \mu\text{g l}^{-1}$. Pintaveden pitoisuus vaihtelee välillä $11\text{-}60 \mu\text{g l}^{-1}$. Pintaveden kokonaisfosforipitoisuuden perusteella pohjoinen Kuvelampi on luokiteltavissa reheväksi. Pintaveden kokonaisfosforipitoisuuden vaihtelussa ei ole havaittavissa merkittäviä muutoksia vuodesta 1982 vuoteen 2004. Pohjanläheisessä vedessä fosforipitoisuudet nousevat hapen vähydestä johtuen ajoittain hyvin korkealle. Pohjanläheisen veden fosforipitoisuus vaihtelee välillä $34\text{-}330 \mu\text{g l}^{-1}$.



Kuva 4. Eteläisen Kuvelammen veden kokonaisfosforipitoisuus (1986-2004).



Kuva 5. Pohjoisen Kuvelammen veden kokonaisfosforipitoisuus (1982-2004).

1.5.3. Kokonaisravinteiden suhde

Kokonaisravinteiden suhde kertoo järven tuotantoa rajoittavan miniravinteen. Eteläisen Kuvelammen kesäaikainen pintaveden ravinnesuhde vaihtelee välillä 12-30 ja pohjoisen välillä 11-38. Ravinnesuhteen ollessa yli 15, on fosfori miniravinne. Ravinnesuhteen ollessa alle 10, alkaa typpi olla perustuotantoa rajoittava tekijä. Kuvelammilla perustuotantoa rajoittava ravinne on siis kokonaisfosfori.

Sinilevät pystyvät käyttämään molekulaarista, eli ilmasta veteen liuennutta typpeä fotosynteesissä. Muut viherlevät voivat käyttää vain veteen liuennutta orgaanista tai epäorgaanista alkuperää olevaa typpeä. Viherleville käyttökelpoisen typen loppuessa, sinilevät saavat kilpailuedun, ja sinileväkukintojen riski kasvaa.

1.5.4. Klorofylli-a ja pH

Eteläisen Kuvelammen veden klorofylli-a, eli viherhiukkaspitoisuus on ka. $21 \mu\text{g l}^{-1}$, pitoisuuden vaihdellessa välillä $17\text{-}31 \mu\text{g l}^{-1}$. Klorofylli-a kertoo perustuotannon määrästä vedessä. Pitoisuuden ollessa $10\text{-}20 \mu\text{g l}^{-1}$, voidaan järvi luokitella reheväksi. Eteläinen Kuvelampi on siis klorofylli-a pitoisuuden perusteella ajoittain erittäin rehevä. Pohjoisessa Kuvelammassa pitoisuus vaihtelee välillä $5,2\text{-}10 \mu\text{g l}^{-1}$ (ka. $7,8 \mu\text{g l}^{-1}$). Pohjoinen Kuvelampi on luokiteltavissa lievästi reheväksi.

Kesäaikainen pintaveden pH:n nousu liittyy perustuotannon lisääntymiseen. Levät käyttävät veden hiilidioksidia fotosynteesissä, jolloin veden pH nousee. Eteläisellä Kuvelammalla pintaveden pH vaihtelee kesällä välillä 6,8-7,9, ja talvella välillä 6,3-6,7. Pohjoisella Kuvelammalla kesäaikainen pintaveden pH vaihtelee välillä 6,8-7,7, ollen talvella noin 6,1-6,7. Kesäaikainen pintaveden pH:n nousu kertoo tuotannon lisääntymisestä, jolloin vedessä olevan hiilidioksidin määrä laskee kasvien käyttäessä sitä fotosynteesiin.

1.5.5. Veden väriluku

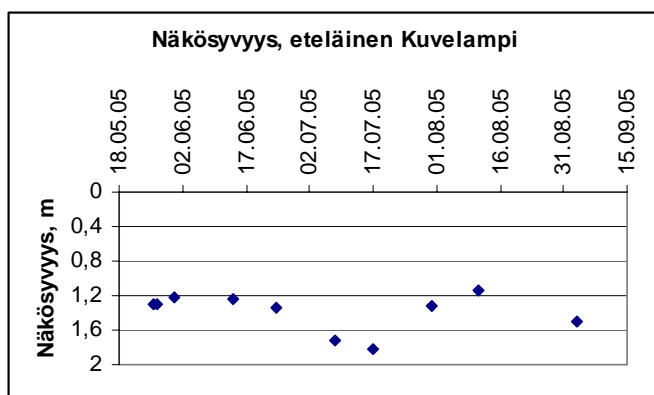
Pintaveden väriluku vaihtelee eteläisellä Kuvelammella kesällä välillä 30-60 mg Pt l⁻¹, keskiarvon ollessa 49 mg Pt l⁻¹. Pohjanläheisen veden väriluku vaihtelee välillä 90-600 mg Pt l⁻¹. Talvella pintaveden väriluku on noin 62 mg Pt l⁻¹ (40-79 mg Pt l⁻¹) ja pohjanläheisen veden 96 mg Pt l⁻¹ (50-160 mg Pt l⁻¹). Pohjoisella Kuvelammella kesäaikainen pintaveden keskiarvoinen väriluku on noin 71 mg Pt l⁻¹ (vaihteluväli 35-200 mg Pt l⁻¹) ja pohjanläheisen veden 163 mg Pt l⁻¹ (20-320 mg Pt l⁻¹). Talvella pohjoisen lammen pintaveden väriluku laskee, ollen noin 41 mg Pt l⁻¹. Pohjan lähellä pitoisuudet nousevat ollen noin 91 mg Pt l⁻¹.

Värittömien vesien väriarvot ovat yleensä 5-15 mg Pt l⁻¹, lievästi humuspitoisten järvien 20-40 mg Pt l⁻¹, humuspitoisten 50-100 mg Pt l⁻¹ ja erittäin humuspitoisten 100-200 mg Pt l⁻¹.

Pohjanläheisen veden väriluvun nousu johtuu veden hapettomuudesta, jolloin hapetuspelkistysreaktioista johtuen mm. sedimenttiin hapellisissa olosuhteissa sitoutunut rauta vapautuu, aiheuttaen veden väriluvun kasvua. Eteläisen Kuvelammen pohjanläheisen veden kesäaikainen rautapitoisuus onkin noin 3800 µg l⁻¹ (870-8700 µg l⁻¹) ja talvella 3600 µg l⁻¹. Pohjoisella lammella kesäaikainen pohjanläheisen veden rautapitoisuus on ka. 5400 µg l⁻¹ (vaihteluväli 380-19 100 µg l⁻¹) ja talvella 11 000 µg l⁻¹ (210-87 610 µg l⁻¹). Pitoisuudet ovat hyvin korkeita varsinkin pohjoisen Kuvelammen mittaustulosten mukaan.

1.5.6. Näkösyvyys

Näkösyvyyttä on mitattu Kuvelammilla ainoastaan satunnaisesti. Kevään ja kesän 2005 aikana Kuvelammen ranta-asukkaat mittasivat kuitenkin lampien näkösyvyyttä. Eteläisellä Kuvelammella näkösyvyys vaihteli kesän aikana 66 cm ollen parhaimmillaan 1,82 m. Näkösyvyys oli suurin heinäkuun puolenvälin paikkeilla, jonka jälkeen näkösyvyys huononi. Ilmeisesti heinäkuun aikaiset helteet lisäsivät lammen levätuotantoa. Näkösyvyyttä tarkkaillut ranta-asukas havaitsi eteläisellä Kuvelammella leväkukintaa heinäkuun puolenvälin paikkeilla. Leväkukinta lisääntyi havaintojen mukaan heinäkuun lopulla. Pohjoisen Kuvelammen kesän 2005 näkösyvyytietoja ei ollut käytettävissä.



Kuva 6. Eteläisen Kuvelammen veden näkösyvyys vuonna 2005.

1.5.7. Veden pinnankorkeuden vaihtelu

Kuvelampien veden pinnankorkeuden vaihtelusta ei ole tietoa, mutta ranta-asukkaiden mukaan vesi laskee kesäisin liian alas, haitaten virkistyskäyttöä ja aiheuttaen epämiellyttävää hajua. Kuvelampien vedenpinnan taso on pohjoisessa lammessa 86,5 m mpy ja eteläisessä 86,3 m mpy

1.6. Sedimentti

1.6.1. Näytteenotto ja analysointi

Kuvelampien sedimenttinäytteet otettiin 5.3.2005 ja näytteet vietiin analysoitavaksi Kuopion kaupungin ympäristöterveyslaboratorioon 7.3.2005. Sedimenttinäytteistä analysoitiin kuiva-ainepitoisuus, hehkutusjäännös, kemiallinen ja biologinen hapenkulutus, kokonaisfosfori ja fosforin NaOH-uuttuva fraktio, eli rautaan ja alumiiniin sitoutunut fosfori. BOD7-analyysi teetettiin Savo-Karjalan Ympäristötutkimus Oy:ssä.

Näytteet otettiin viipaloivalla Limnos-sedimenttinoutimella, jolla saatava noin 60 cm pitkä näyte voidaan jakaa osanäytteisiin 1 cm välein. Kuvelampien näytteet haettiin lampien syvänteistä, eli akkumulaatioalueelta, jossa sedimentin kerrostuminen on tasaista ja jatkuvaa. Osanäytteet kummastakin lammesta otettiin syvyydeltä 0-2 cm ja 10-20 cm. Näytteitä tuli siis kaksi lampea kohden.

Pohjoisen Kuvelammen sedimenttinäytteessä ylin 6,5 cm oli mustaa sulfidiliejuja, joka kertoo hapettomista olosuhteista pohjanläheisessä vedessä. Mustan sulfidikerroksen alla oleva savikerros oli 7 cm paksu. Kerros on syntynyt 1990-luvun alussa, moottoritien rakentamisen yhteydessä, ja sen jälkeen ruoppausmassojen valuttua moottoritien länsipuoleisesta läjitysaltaasta pohjoiseen lampeen. Sedimentin kerrostumisnopeuden voidaan siis laskea olleen savikerroksen muodostumisen jälkeen noin 5 mm vuodessa. Savikerroksen alla aines on saven ja sulfidiliejun sekaista (9 cm). Aines on todennäköisesti peräisin mm. rautatien ja vanhan 5-tien rakentamisen yhteydessä tehdyistä maa-aineksen kaivutöistä, joiden seurauksena kiintoaineksen määrä pohjoiseen lampeen laskevissa vesissä on kasvanut. Savensekaisen sulfidiliejun alla aines muuttuu tummaksi ja punertavan ruskeaksi sedimentiksi, eli hapellisissa olosuhteissa kerrostuneeksi aineeksi.

Eteläisen Kuvelammen sedimenttinäytteessä ylin 21 cm oli mustaa, hapettomissa olosuhteissa syntynyttä sulfidiliejuja. Sulfidiliejun alla aines vaihtui melko tarkasti punertavan ruskeaa, hapellisissa olosuhteissa kerrostuneeseen ainekseen. Aines oli järviliejuja, eli sisälsi runsaasti orgaanista ainesta. Moottoritien rakentamisen yhteydessä pohjoiseen lampeen sedimentoituneesta savesta ei ole merkkejä eteläisessä lammessa. Pohjoinen Kuvelampi on siis toiminut ns. sedimentaatioaltaana.



Kuva 7. Vasemmanpuoleinen kuva: pohjoisen Kuvelammen sedimenttinäyte: 0-6,5 cm sulfidiliejua, 6,5-13 cm savea, 13-22 cm savea + sulfidiliejua, 22 cm:stä alaspäin punaruskeaa hienojakoista liejua. Oikeanpuoleinen kuva: eteläisen Kuvelammen näyte: 0-21 cm mustaa sulfidiliejua, 21 cm:stä alaspäin punertavan ruskeaa hienojakoista liejua.

1.6.2. Analyysitulokset

Pohjoisen Kuvelammen pintanäytteen (0-2 cm) kuiva-ainepitoisuus oli 4,8 %. Aines on siis hyvin vesipitoista. Kuiva-aineesta 77 % oli mineraaliainesta ja 23 % orgaanista ainesta. Syvemmissä näytteessä (10-20 cm) kuiva-ainepitoisuus kasvoi, ollen 24 %. Kuiva-aineen osuuden kasvu johtuu aineksen tiivistymisestä ja mineraaliaineksen osuuden kasvusta. Syvemmän näytteen kuiva-aineesta mineraaliainesta oli 87,5 %, jolloin orgaanisen aineksen osuudeksi jäi 12,5 %. Mineraaliaineksen osuus kasvaa siis syvemmälle, mikä selittyy savipitoisesta kerroksesta sedimenttinäytteessä syvyydellä 6,5-22 cm.

Eteläisellä Kuvelammella pintanäytteen (0-2 cm) kuiva-ainepitoisuus oli 2,3 %, josta mineraaliainesta oli noin 61 %. Eteläisen lammien sedimentti oli siis pohjoiseen verrattuna vesipitoisempaa ja sisälsi 16 % vähemmän mineraaliainesta. Kuiva-aineen osuus kasvoi syvemmissä näytteessä (10-20 cm), ollen noin 9 %. Kuiva-aineesta 67 % oli mineraaliainesta. Aineksen koostumus ei siis ole juurikaan muuttunut sedimentin ylimmissä 20 cm:ssä. Kuiva-ainepitoisuuden kasvu johtuu aineksen tiivistymisestä alemmassa näytteessä.

Sedimenttinäytteiden fosforipitoisuus oli pohjoisessa lammessa pintanäytteessä $3,0 \text{ mg g}^{-1}$, josta $2,1 \text{ mg g}^{-1}$ (70 %) oli rautaan ja alumiiniin sitoutunutta fosforia, eli NaOH-uuttuvaa fosforin fraktiota. Koska sedimentin Al-Fe-suhdetta ei tiedetä, ei hapettomissa olosuhteissa helposti liukenevan fosforin osuutta voida tarkkaan arvioida. Pintanäytteen fosforista voidaan kuitenkin sanoa hapettomissa olosuhteissa helposti liukenevaa fosforia olevan noin 70 %. Syvemmillä fosforin määrä laskee, ollen $0,91 \text{ mg g}^{-1}$. NaOH-uuttuvaa fosforin fraktiota näytteessä oli $0,96 \text{ mg g}^{-1}$ (100 %). NaOH-uuttuvan fraktion analyysitulokset on suurempi kuin kokonaisfosforin, mikä on todennäköisesti selitettävissä analyysivirheellä. Eteläisen

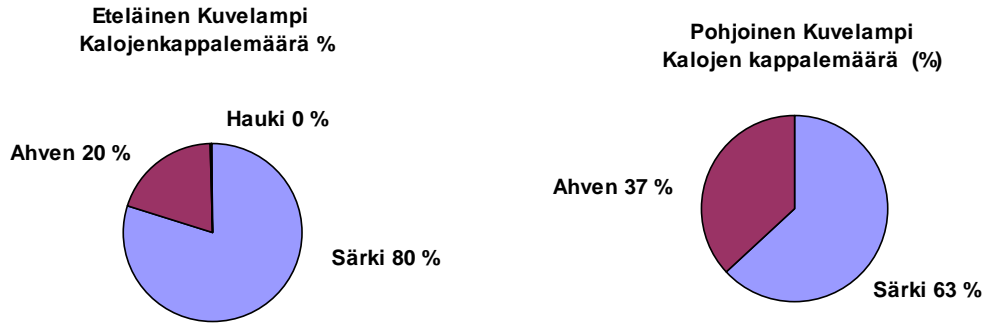
Kuvelammen pintasedimentin kokonaisfosforipitoisuus on analyysitulosten mukaan $2,8 \text{ mg g}^{-1}$, josta hapettomissa olosuhteissa liukenevan fosforin osuus on 39 % ($1,1 \text{ mg g}^{-1}$). Syvemmissä näytteissä kokonaisfosforia on $3,0 \text{ mg g}^{-1}$, josta NaOH-uuttuvaa fosforia on 50 % ($1,5 \text{ mg g}^{-1}$). Eteläisen Kuvelammen NaOH-uuttuvan fosforin osuus on molemmissa näytteissä pienempi kuin pohjoisen lammen näytteissä. Ero voi johtua fosforia sitovan raudan ja alumiinin pienemmästä määrästä. Tähän syynä voi olla sedimentin pienempi mineraaliainespitoisuus. Myös pohjanläheisen veden happiolot voivat olla syynä Fe- ja Al-sidonnaisen fosforifraktion määrään. Todennäköisesti kyseistä fraktiota on liuennut enemmän eteläisessä Kuvelammessa kuin pohjoisessa.

2. KALASTO

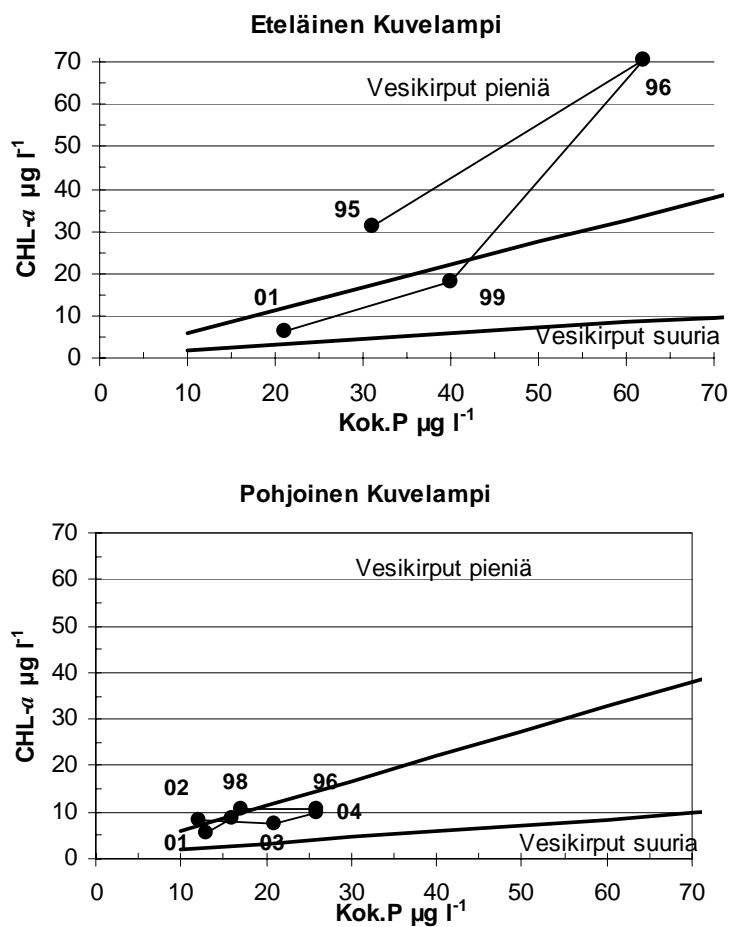
Kuvelammilla on tehty kalaston koostumusta ja määrää selvittävä koekalastus. Koekalastus tehtiin eteläisellä Kuvelammella 26.7.2001 ja pohjoisella lammella 7.8.2001. Koekalastuksen mukaan pohjoisen Kuvelammen kalakanta todettiin heikoksi ja pienikokoiseksi. Kalalajisto koostui särjistä ja ahvenista. Pohjoisen lammen saaliista 63 % (kappalemääräinen jakauma) oli särkeä (kuva 8), jotka olivat keskipainoltaan 12,4 g ja pituudeltaan 11,3 cm. Ahvenista 79 % oli pieniä, noin 10 g painoisia ja pituudeltaan noin 10,3 cm pitkiä. Joukossa oli myös muutama isompi ahven, jotka olivat pituudeltaan noin 16 cm.

Eteläisen lammen särki- ja ahvenvaltainen kalasto oli pienikokoista. Koekalastuksen saaliista 80 % oli särkiä (kappalemääräinen jakauma) (kuva 8). Särjistä runsaslukuisimpia olivat noin 11,6 cm pitkät ja painoltaan 12,3 g painavat yksilöt. Ahvenista hieman yli puolet (53 %) oli hyvin pieniä, keskipituudeltaan 10,5 cm ja painoltaan 10,5 g. Ahvenista 33 % oli 12,5 cm pitkiä ja painoivat noin 18 g.

Koekalastuksen perusteella lampien kalakannat ovat särki- ja ahvenvaltaisia. Kooltaan kalat ovat hyvin pieniä, ja käyttävät siten ravinnokseen pääasiassa suurikokoista eläinplanktonia. Kalaston rakennetta voidaan tarkastella myös pintaveden kokonaisfosforin ja klorofylli-*a* –pitoisuuden suhteen avulla. Fosforin ja klorofyllin suhteen avulla voidaan kuvata järven vesikirppukannan pienien ja suurien yksilöiden määräsuhdetta, ja sitä kautta suuria vesikirppuyksilöitä syövien kalojen määräsuhdetta (kuva 9). Kok-P-Chl-*a* –suhteen perusteella eteläisen Kuvelammen vesikirput ovat kooltaan pääasiassa pieniä, mikä kertoo vallitsevan kalaston olevan pientä särkeä ja ahventa. Myös pohjoisella Kuvelammella on havaittavissa pienten vesikirppujen määrän olevan suurempi suhteessa isoihin vesikirppuihin. Kalasto koostuu siis pääasiassa suurta eläinplanktonia syöivistä kaloista, pienistä särjistä ja ahvenista.



Kuva 8. Eteläisen ja pohjoisen Kuvelammen koekalastuksen tulokset. Kuvissa on esitetty saaliin jakautuminen eri lajien kappalemääräisen esiintymisosuuden mukaan.



Kuva 9. Eteläisen ja pohjoisen Kuvelammen kokonaisfosfori-klorofylli-a –suhde.

3. KASVILLISUUS

Kuvelampien kasvillisuuskartoitusta tehtiin 23.8.-2.9.2005. Myöhäisestä ajankohdasta huolimatta lajisto oli vielä havaittavissa. Kartoitusta suoritti Mirja Hyttinen Kuopion kaupungilta. Kartoituksessa käytettiin Pohjois-Savon ympäristökeskuksen kehitteillä olevaa

menetelmää, jossa järvi jaetaan alueisiin ja näiltä kartoitetaan erikseen lajisto, sekä sen yleisyys ja peittävyys prosentteina. Yleisyyttä arvioitaessa alue kuvitellaan jaettavaksi muutaman metrin levyisiin rannalta avoveteen kulkeviin sektoreihin. Yleisyys kertoo, kuinka suurella osalla sektoreista laji esiintyy. Peittävyys on alueella esiintyvien lajien kasvustojen peittävyuden keskiarvo. Koko järveä koskevat yleisyys- ja peittävyysprosentit voidaan haluttaessa laskea rantaviivan pituudella painotettuna keskiarvona. Selvitykseen otettiin ranta- ja vesikasvit, sekä vesisammalet ja makroskooppiset levät. Vesisammalista ja levistä otettiin näytteitä eri puolilta lampia, ja lajit määritettiin myöhemmin mikroskoopin avulla.

Lammille piirrettiin kasvillisuusvyöhykekartat ilmakuvien ja lammilla tehtyjen mittausten avulla. Kartoituksen yhteydessä mitattiin näkösyvyys ja pohjoisella kasvillisuuden suurin kasvussyvyys.

Kummaltakaan Kuvelammelta ei löytynyt harvinaisia kasvi-, vesisammal- tai levälajeja. Pohjoisella Kuvelammella havaittiin harvinaiseksi luokiteltava kolmihedevesirikko (*elatine triandra*). Kolmihedevesirikko kuuluu ns. silmälläpidettäviin lajistoihin (Renvall ym. 2002).

Eteläinen Kuvelampi

Eteläisellä Kuvelammella rantakasvillisuus on melko niukkaa. Tavallisia ovat alpit, rentukka ja rantamatarat. Ilmaversoisista yleisimpiä olivat keltakurjenmiekkä, vehka ja kurjenjalka. Ilmaversoinen kasvillisuus oli runsainta koillis- ja etelärannoilla, matalissa pohjukoissa. Kellus- ja uposlehtisten kasvien vyöhyke oli 40 metrin levyinen itärantaa lukuun ottamatta. Yleisimpiä kelluslehtisiä olivat ulpukka (peittävyysprosentti 15-35 %), lumme ja palpakko. Myös vesirutto muodosti eteläisellä lammella laajoja kasvustoja. Vesiruttoa esiintyi metriä matalammilla alueilla, syvemmillä alueilla sen peittävyys harveni. Kaikkialla esiintyi vitoja, vesihernettä, sekä näkinpartaleviä. Lammella esiintyi myös sammalta, mutta sen esiintyminen oli vaihtelevaa.

Syvintä kasvussyvyyttä ei pohjaharan puuttuessa pystytty määrittämään, mutta yhtenäisen kelluslehtisten vyöhykkeen rajalla syvyys oli 150-160 cm. Uloimmat yksittäiset kasvustot olivat 210-340 cm syvyydellä. Yleensä syvin kasvussyvyys on kaksinkertainen näkösyvyyteen verrattuna. Vesi oli mittaushetkellä normaalia matalammalla. Eteläisen Kuvelammen luoteisrannalla oli suuri kasviton alue, jossa on todennäköisesti lähde.

Pohjoinen Kuvelampi

Pohjoisen Kuvelammen rantakasvillisuus oli niukkaa ja aukkoista. Tavallisimmat lajikkeet ovat kurjenjalka, suoputki, sekä erilaiset heinät. Ilmaversoista kasvillisuutta esiintyi niukasti. Rantapalpakko oli lajeista runsain, ja laajimmalle levinnyt, esiintyen koko rantaviivan pituudella. Lammen eteläpäässä Rantapalpakkoa esiintyi jopa keskellä lampeen kelluslehtisenä tai kokonaan upoksissa. Ilmaversoisista yleisiä olivat myös kurjenjalka ja vehka.

Pohjoisella Kuvelammella suurin osa kasveista oli uposkasveja. Tavallisin laji oli kiehkuraärviä, laji oli levinnyt koko lammen alueelle. Vesisammalet olivat kiehkuraärviän ohella lammen etelä- ja keskiosassa hyvin runsaita, ja peittävät pohjan laajoja alueita. Muu uposkasvillisuus keskittyy noin 1-2 metrin levyiseen matalan rannan vyöhykkeeseen, jolla ärviän joukossa esiintyy runsaasti esim. ahvenvitaa, vesiruttoa ja vesihernettä. Järven harvoilla hyvin matalilla ja hiekkaisilla laikuilla kasvoi vesirikkoja ja vesitähtiä.

4. KUORMITUS

Kuvelampiin kohdistuva vuosittainen fosforikuorma arvioitiin yleisesti käytössä olevien ominaiskuormitusarvojen perusteella. Arvioinnissa eri maankäyttömuodoille lasketaan oma kuormituksensa niiden pinta-alan mukaan. Hulevesien arviointi perustui seuraaviin lukuarvoihin (taulukko 3):

Taulukko 3. Ominaiskuormitusarvo (Kok-P kg/km²/a) eri maankäyttömuodoille.

	Kokonaisfosfori kg/km ² /a
Pientaloalueet ¹⁾	30
Liikennealueet ¹⁾	41
Metsät, suo ²⁾	9
Viheralueet ³⁾	53

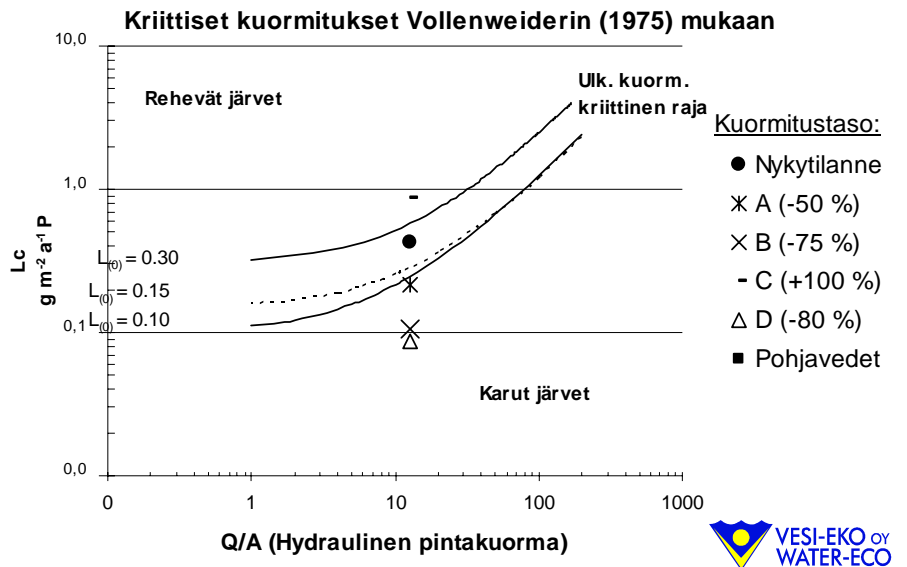
1) Melanen 1981, 2) Kortelainen & Saukkonen 1998, Tikkanen ym. 1985, Bhanduri ym. 2000, 3) Niinioja 1993, Bhanduri ym. 2000.

Kuvelampien valuma-alueella omakotitaloalueiden ominaiskuormitusarvoa käytettiin kaikkien asutusalueiden kuormituksen laskemiseen. Viheralueiden kuormitus laskettiin nurmien ja niittyjen ominaiskuormitusarvon mukaan. Taulukossa 4 on esitetty Kuvelampien valuma-alueelta tuleva fosforin ominaiskuorma vuodessa.

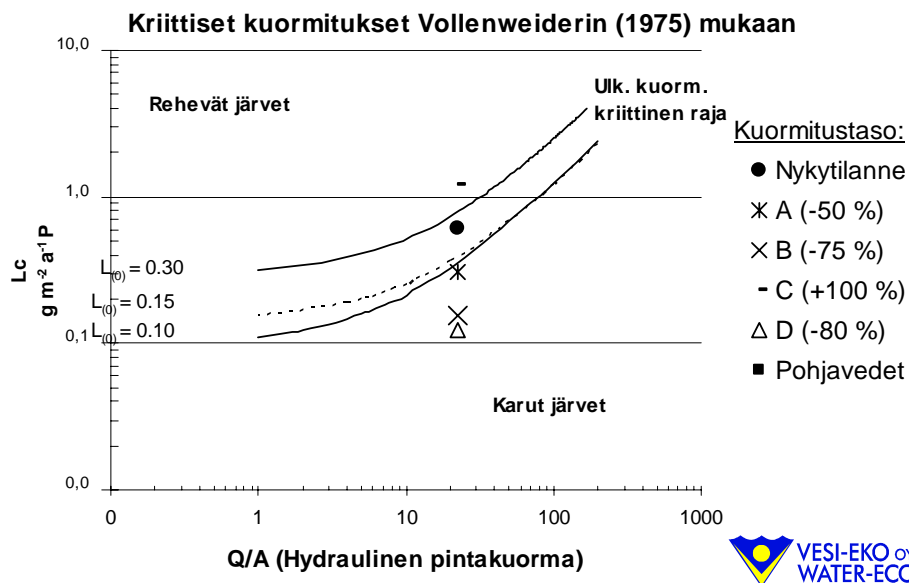
Pohjoisen ja eteläisen Kuvelammen vuosittainen ulkoinen ominaiskuormitus on 26-27 kg a-1. Ulkoisen kuormituksen merkitystä lampien sietokykyyn voidaan mallintaa Vollenweiderin kriittisen kuormituksen sietorajamallinnuksen avulla (kuvat 10 ja 11). Mallinnuksen perusteella molempien Kuvelampien ulkoinen kuormitus on suurempi kuin ns. sallittu ulkoinen kuormitus, jolla ei ole vaikutusta järven tilaan rehevöitymistä ajatellen. Lampiin tulevan ulkoinen kuormitus on nykyisin ns. kriittisen ja sallitun kuormituksen välillä, eli kuormituksella on merkitystä lampien tilaan, ja siihen tulisi kiinnittää huomiota. Mallin avulla voidaan myös arvioida kuinka kuormituksen aleneminen tai suureneminen vaikuttaisi järven sietokykyyn. Vähentämällä nykyistä kuormitusta noin 50 %, olisi ulkoisen kuormituksen merkitys lampien rehevöitymistä ajatellen sallitulla tasolla, eli kuormitus ei lisäisi rehevöitymistä.

Taulukko 4. Kuvelampiin kohdistuva vuosittainen kokonaisfosforin ominaiskuormitus.

	Pohjoinen Kuvelampi, P kg/a	Eteläinen Kuvelampi, P kg/a
Pientaloalueet	0,5	10
Liikennealueet	6	8
Metsät, suo	20	2
Viheralueet	-	7
Yhteensä	26,5	27



Kuva 10. Eteläisen Kuvelammen ulkoisen kuormituksen arviointi Vollenweiderin kriittisen kuormituksen sietorajamallin avulla.



Kuva 11. Pohjoisen Kuvelammen ulkoisen kuormituksen arviointi Vollenweiderin kriittisen kuormituksen sietorajamallin avulla.

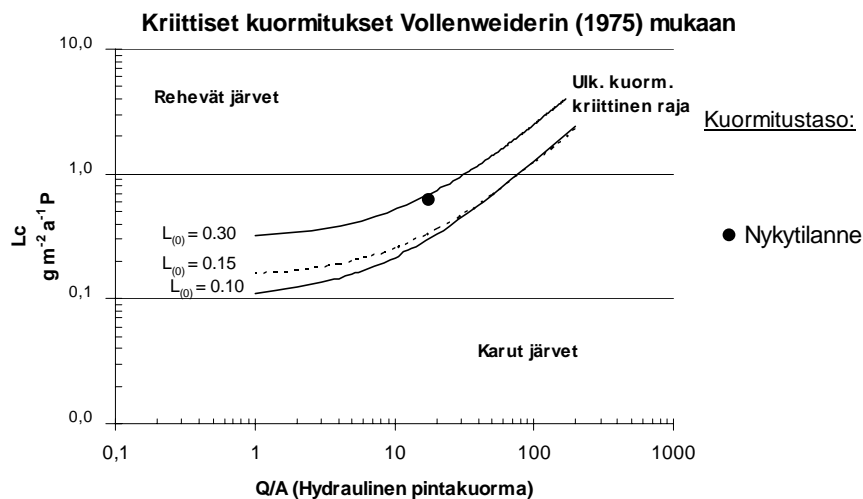
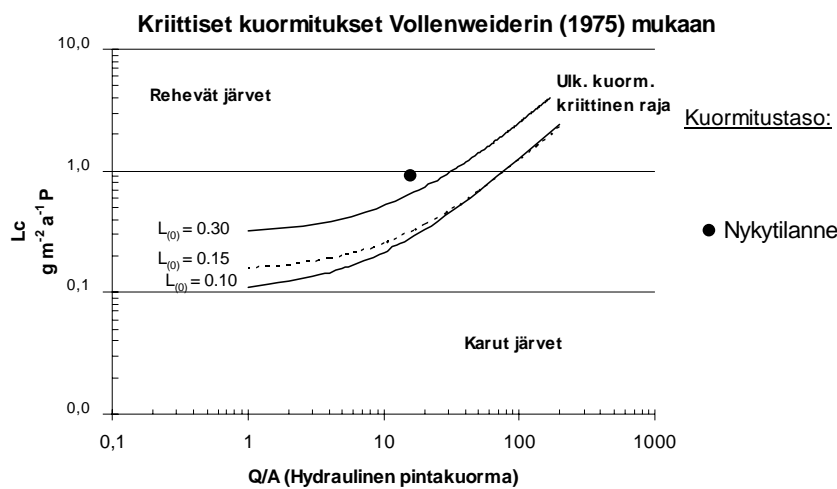
Ulkoisen kuormituksen merkitystä järvien tilaan voidaan arvioida myös ns. tarkennetun ainetaselaskelman avulla. Eteläisen Kuvelammen kaukovaluma-alueelta (eli pohjoisen Kuvelammen valuma-alue) tulevien vesien kokonaisfosforin keskipitoisuutena käytettiin Kuopion Petosenlampeen laskevien ojien arvioitua keskipitoisuutta $40 \mu\text{g l}^{-1}$ (vuoden 2005 mittaustulokset).

Laskelman perusteella eteläisen Kuvelammen sisäinen kuormitus on noin 2-kertainen ulkoiseen kuormitukseen verrattuna. Ulkoinen kuormituksen osuus koko kuormituksesta on 34 % ja sisäisen 66 %. Pohjoisella Kuvelammella sisäinen kuormitus on 3,4-kertainen ulkoiseen kuormitukseen verrattuna. Ulkoisen kuormituksen osuus koko kuormituksesta on 23 % ja sisäisen 77 % (taulukko 5, kuva 12). Tarkennetun ainetaselaskelman perusteella eteläisen Kuvelammen ulkoinen kuormitus ylittää kuormituksen kriittisen sietorajan, eli

eteläiseen Kuvelampeen kohdistuva ulkoinen kuormitus on liian suurta ja kunnostustoimenpiteet tulisi kohdistaa juuri ulkoisen kuormituksen vähentämiseen.

Taulukko 5. Kuvelampien ulkoisen ja sisäisen kuormitus.

Eteläinen Kuvelampi	kg/a	%-osuus kokonaiskuormituksesta
Ulkoinen kuormitus	56,9	34
Sisäinen kuormitus	112,4	66
yht.	169,4	
Pohjoinen Kuvelampi		
Ulkoinen kuormitus	27,1	23
Sisäinen kuormitus	92,4	77
yht.	119,4	



Kuva 12. Kuvelampien ulkoisen kuormituksen sietorajan mallinnus tarkennetun ainetaselaskelman perusteella. Ylempi kuva: eteläinen Kuvelampi. Alempi kuva: pohjoinen Kuvelampi.

II TOIMENPIDEVAIHTOEHDOT

1. JOHDANTO

Järven kunnostukseen ryhdytään yleensä silloin, kun vesialueen yleistä tai käyttömuotokohtaista (esim. kalastus, virkistys tai vedenhankinta) arvoa halutaan nostaa. Useimmiten tavoitteena on virkistyskäyttöarvon parantaminen. Ihanteellista monikäyttöjärveä voidaan luonnehtia vaikkapa seuraavasti:

- vesi on kirkasta ja puhdasta
- levähaittoja ei ole
- kalasto on monipuolinen ja kalastettavaksi sopivia petokaloja on runsaasti
- vesikasvillisuutta on riittävästi, mutta ei liikaa, ja sopivissa paikoissa
- järvessä on uimarannaksi sopivia hyviä hiekkarantoja

Yleisesti järvien kunnostuksen keskeisin toimenpide on ulkoisen kuormituksen vähentäminen. Peruseriaate on, että vesistön sisäisiä kunnostusmenetelmiä kannattaa ryhtyä käyttämään vasta, kun ulkoista kuormitusta on voitu merkittävästi vähentää. Muuten sisäisten kunnostustoimien vaikutus jää lyhytaikaiseksi tai tehottomaksi. Kunnostustoimissa keskitytään fosforikuorman pienentämiseen, koska fosfori on suomalaisissa järvissä levätuotantoa rajoittava ravinne.

Kuvelampien rehevyyttä pitää yllä

- 1) Sietorajat ylittävä ulkoinen fosforikuorma, joka on pääasiassa peräisin asutus- ja liikennöintialueiden valumavesistä
- 2) Luontaista suurempi sisäinen kuormitus, joka johtuu toisaalta kalakannan vinoutumisesta, toisaalta huonokuntoisesta sedimentistä.

Kunnostuksen tavoitteista ja menetelmistä päätettäessä on keskityttävä näihin kahteen kuormituslähteeseen.

Edellinen koskee lähinnä vesiympäristön kemiallista ja ekologista tilaa. Hoito- ja kunnostustoimissa on lisäksi otettava huomioon

- 3) Lampien sekä niiden välittömän ympäristön virkistyskäytön tarpeet sekä maisemalliset näkökohdat. Nämä ovat erityisesti nousseet esiin asukkaiden parissa tehdyn tiedustelun vastauksissa.

2. ULKOISEN KUORMITUKSEN VÄHENTÄMINEN

Kuvelampien vedenlaadun parantamiseksi tulisi ulkoista kuormitusta saada vähennettyä. Kuvelampiin ei tule pistemäistä kuormitusta vaan ulkoinen kuormitus on lähinnä luonnonhuuhtouman ja asutuksen sekä rakennetun ympäristön valumavesien aiheuttamaa hajakuormitusta.

Kuormitusmallin (Vollenweider) perusteella pohjoisen Kuvelammen ulkoinen fosforikuorma voisi olla sallittavalla tasolla enintään 13 kg/a, kun ns. vaarallisen kuormituksen raja on 35 kg/a. Pohjoisen Kuvelammen fosforikuorma on nykyisin keskimäärin 27 kg/a, joka ylittää

alemman sietorajan noin 48 prosentilla. Vuosikuormat on arvioitu maankäyttöön perustuvan ominaiskuormituksen perusteella.

Eteläisen Kuvelammen osalta vaarallisen kuormituksen raja on noin 40 kg/a ja sallittava ulkoinen fosforikuorma voisi olla enintään 13 kg/a. Alempaa arvoa voidaan pitää rajana, jonka alittava kuormitus ei oleellisesti muuta järven tilaa. Eteläisen Kuvelammen fosforikuorma on noin 26 kg/a, joka ylittää alemman sietorajan noin 50 prosentilla. Ylemmän sietorajan ylittävä kuormitus johtaa rehevöitymiseen tai pitää yllä rehevyyttä, ja järvi vaatii jatkuvia hoitotoimia. Lammen kuormituksen siedon näkökulmasta ulkoista fosforikuormaa olisi vähennettävä alemman sietorajan alapuolelle eli molemmissa lammissa tasolle 13 kg/a. Kuormitusta pitäisi siis vähentää noin 50 % nykyisestä.

Koska kummassakaan lammessa ei ole pistekuormitusta, kuormituksen vähentäminen voidaan kohdistaa ainoastaan hajakuormitukseen.

Kuvelampien lähivaluma-alueen valumavesien fosforikuormitus tulee kartoittaa purovesien fosforipitoisuutta mittaamalla ja tämän jälkeen on pyrittävä mahdollisuuksien mukaan rajoittamaan ravinnekuormaa mahdollisimman paljon. Samalla tulee kartoittaa asutusalueelta sadeveden mukana tulevan kiintoaineen määrä ja selvittää mahdollisuudet sen vähentämiseksi.

Ulkoisen kuormituksen vähentämisellä odotetaan olevan seuraavat vaikutukset:

- pitkällä tähtäimellä järvellä on edellytykset muuttua jatkuvaa hoitoa vaativasta vain kevyttä ylläpitoa tarvitsevaksi, kun ulkoinen kuorma pienenee alemman sietorajan alle
- fosforipitoisuus pienenee, josta seuraa kasviplanktonbiomassan ja klorofyllipitoisuuden pienentyminen
- hajotettavaa levämassaa on vähemmän, jolloin sedimentin hapenkulutus vähenee ja alusveden happitilanne paranee
- leväkukintojen todennäköisyys vähenee
- veden sameus vähenee ja näkösyvyys kasvaa eli vesi kirkastuu
- virkistyskäyttöarvo kasvaa

2.1. Kosteikot

Ulkoista kuormitusta on mahdollista vähentää rakentamalla kosteikko, jonka läpi ravinnepitoiset valumavedet virtaavat alapuoliseen järveen. Näin saadaan vähennettyä kiintoaineskuormaa ja lisäksi kosteikon kasvit sitovat osan ravinteista.

Eteläisen Kuvelammen pohjois- ja länsipuolella sijaitsevan asutuksen, liikennereittien ja muun rakennetun ympäristön valumavedet voitaisiin koota ja johtaa lampeen lammen kaakkoisessa päädyssä sijaitsevaan lahdelmaan. Lahdelmaa voitaisiin käyttää hyväksi niin, että ko. lahdelma olisi osa rakennettavaa kosteikkoa. Kosteikko sitoisi - toimiessaan kunnolla - valumavesien kiintoainesta ja ravinteita. Toimiakseen kunnolla kosteikon tulisi pinta-alaltaan olla 2 % valuma-alueen pinta-alasta. VESIKOT-projektin loppuraportin mukaan kosteikossa, jonka pinta-ala on 2 % yläpuolisesta valuma-alueesta, fosforin poistuma on noin 30 % ja typen noin 20 %. Kosteikon pinta-alan ja siten myös veden viipymän lisääminen parantavat puhdistustulosta.

Kosteikon rakentamiskustannukset selviävät vasta kosteikon suunnitteluvaiheessa.

3. SISÄISEN KUORMITUKSEN VÄHENTÄMINEN

Järven sisäisissä kunnostusmenetelmissä pyritään vaikuttamaan fosforin kiertoon ja tervehdyttämään sedimenttiä niin, että se sitoisi fosforia. Sisäisen kuormituksen vähentämiseksi on useita menetelmiä.

3.1 Biomanipulaatio

Järven ravintoketjun vinoutuessa kalojen saaliina käyttämien suurikokoisten planktoneläinten määrä vähenee, jolloin niiden kasviplanktoniin kohdistuva saalistus vähenee ja kasviplanktonin määrä kasvaa edesauttaen leväkukintojen syntymistä. Erityisesti särkikalajien dominoiva määrä aiheuttaa suuren saalistuspaineen eläinplanktoniin ja täten pienen laidunnuspaineen kasviplanktoniin. Särkikalat voivat myös pitää järven tuotannon korkeana, vaikka ulkoinen kuormitus olisi saatu vähenemään. Kalojen eritteiden ja pohjaravinnon syömisen mukana tulee suuria määriä fosforia veteen, joka auttaa pitämään yllä suurta biomassaa ja perustuotantoa. Biomanipulaation peruseriaate on, että järvestä poistetaan mahdollisimman paljon planktonia syövää ja pohjaa penkovaa kalaa, erityisesti särkikalajia. Planktonsyöjien valikoiva pyynti johtaa eläinplanktonin biomassan kasvuun. Eläinplanktonin vuorostaan laiduntaa tehokkaasti kasviplanktonia, mikä vähentää levähaittoja. Toisaalta pohjaa pöyhivien kalojen vähentäminen johtaa siihen, että ravinteiden vapautuminen sedimentistä vähenee. Petokalojen määrää kasvattamalla saadaan sekä planktonia syöviä että pohjaravintoa käyttävien kalojen määrät pysymään kurissa. Näillä ravintoketjua muuttavilla toimilla luodaan edellytykset pitkäaikaiselle veden kirkastumiselle ja kalaston laadun parantamiselle.

Onnistuneen biomanipulaation edellytyksenä pidetään merkittävää kalaston määrän poistoa. Määrän tulisi olla vähintään puolet alkuperäisestä kalabiomassasta, jotta merkittäviä tuloksia järven tilassa voidaan havaita. Lisäksi särkikalajien tehokkaan lisääntymisen takia hoitokalastuskunnostuksista on varauduttava kahteen tai kolmeen tehovuoteen, minkä jälkeen järven parantunutta tilaa on seurattava ja ylläpidettävä useita vuosia kohtalaisella kalastusponnistuksella. Useamman vuoden kalastukseen ei välttämättä saa aikaan myönteisiä muutoksia ellei järveen tulevaa ulkoista kuormitusta saada riittävän alhaiseksi. Onnistuneet valuma-alueelta tulevan kuormituksen vähentämistoimet voivat vähentää jatkokalastustarvetta.

Äärimmäinen muoto biomanipulaatiota on koko kalakannan tappaminen kemiallisella käsittelyllä. Rymättylän Kirkkojärvestä toteutettiin fosforin saostus ja kalaston tuhoaminen alumiinikloridikäsitteilyllä, joka laski pH:n hyvin alas (alimmillaan 4,5). Käsitteily soveltuu vain pieniin järviin, ja on yleensä järkevää vain erittäin rehevissä vesissä, joissa muut kunnostustoimet eivät usein tuota toivottua tulosta.

Biomanipulaatio soveltuu parhaiten lievästi tai kohtalaisesti rehevöityneisiin pieniin, keskikokoisiin tai jopa suuriinkin järviin, joissa on ns. vinoutunut kalakanta. Erityisesti matalissa, rehevissä ja särkikalavaltaisissa järvissä voi kalaston vähentäminen tehokalastuksella johtaa merkittävään näkösyvyyden kasvuun ja sisäisen fosforikuormituksen vähenemiseen. Tehokalastuksen avulla saadaan järvestä poistettua suuria määriä ravinteita. Särkikalajien tuorepainosta voi olla fosforia 0,6 – 0,8 % ja typpeä yli 2,5 %. Tehokkaimmin kalastetuissa kunnostuskohteissa on kalojen mukana poistunut fosforimäärä ollut yhtä suuri kuin koko vesimassan sisältämä fosforimäärä. Tehokkaalla kalastuksella poistettava ravinnemäärä voi olla merkittävä myös ulkoiseen kuormitukseen verrattuna.

Tehokalastuksissa pyydyksinä on käytetty yleisimmin nuottaa sekä vähäisemmässä määrin troolia, paunettia, rysää ja katiskaa. Nuotta ja trooli ovat pyydyksiä, joiden käyttö vaatii ammattimaista osaamista. Paunetti-, rysä- ja katiskakalastus soveltuvat kalastajille, joilla on vähemmän kokemusta tehokalastuksesta.

Kunnostushyöty on suurimmillaan, kun saalis painottuu nuoriin kaloihin, joiden vaikutus veden laatuun on suurin. Nuoria kaloja saadaan saaliiksi erityisesti syys- ja talvинуottauksessa, mutta myös kesäaikana rysillä. Pelkästään aikuisia kaloja poistava kutupyynti ei ole kalaston harventamisen kannalta tehokasta.

Pienimuotoisissa tehokalastushankkeissa voidaan pyydyksenä käyttää myös katiskaa tai pientä rysää. Näiden pyydyksien etuna on, että kalastusta voi harjoittaa lähes jokainen kalastaja, jolloin tehokalastukseen halukkaat ranta-asukkaat voivat osallistua hankkeeseen. Muutamalla suurella ja tiheäverkkoisella katiskalla voi parhaimmillaan saada satojen kilojen saaliin hyvältä pyyntipaikalta, kuten kuturannoilta tai puroista ja kesällä vesikasvustojen joukosta. Osakaskunnat voivat tukea pyyntiä hankkimalla pyydyksiä ranta-asukkaille ja maksamalla pyyntikorvausta saadusta saaliista.

Kalastusmenetelmien vertailua:

Nuottaus

- käytetyin pyyntimuoto tehokalastuksessa pienillä ja keskisuurilla järvillä
- vaatii ammattilaisen työpanosta
- hyvä eri tyyppisten vesialueiden tavoitettavuus
- voidaan tehdä myös talvella
- kustannukset 0,5-1,0 €/kalakilo
- voi onnistuessaan poistaa tehokkaasti särkikalaa

Rysä- ja paunettipyynti

- nuottauksen ohella käytetyin tehokalastuksen pyyntimuoto
- voidaan toteuttaa myös talkootyönä, ei vaadi välttämättä ammattilaisia
- voidaan kalastaa myös matalassa vedessä
- sopivan paikan löytäminen voi olla hankalaa, kalastus keskitetään keväällä särkikalajen kutualueille
- kustannukset 0,3-0,5 €/kalakilo

Kalastustarpeen suuruuden määrittäminen edellyttää tietoa kalakannan määrästä. Ennen teho-/hoitokalastuksen tarkempaa suunnittelua ja toteuttamista tulisi koekalastukset uusia käyttäen Nordic-yleiskatsausverkkoja, jotta saataisiin selville lampien kalaston biomassa ja nykyinen koko- ja ikäjakauma. Kuvelampien kalapopulaation koostumusta on selvitetty koekalastuksilla vuonna 2001. Näiden koekalastustuloksien mukaan sekä eteläisen että pohjoisen Kuvelammen kalapopulaatio koostuu lähinnä pienikokoisista särjistä ja ahvenista. Vuoden 2001 koekalastuksissa ei kuitenkaan käytetty Nordic-verkkoja eivätkä ne todennäköisesti myöskään kuvaa nykytilannetta.

Hoitokalastuskunnoksista kertyneiden tietojen perusteella voidaan nykyisin jo esittää järven kokonaisfosforipitoisuuteen perustuva arvio hoitokalastuksen saalistavoitteesta. Sen mukaan vuosisaaliin tulisi olla noin 100 kg hehtaarilta kokonaisfosforin ollessa alle 50 $\mu\text{g l}^{-1}$ ja noin 200 kg/ha, kun kokonaisfosfori on noin 100 $\mu\text{g l}^{-1}$. Näin ollen Kuvelammilla tavoiteltava vuosisaalis haarukoituu todennäköisesti välille 100-200 kg/ha. Tarkempi arvio sopivasta

saalistavoitteesta saadaan käyttäen tulevista koekalastuksista saatavia tietoja kalakannan määrästä ja kokojakaumasta.

Saaliista tulisi vapauttaa petokalat. Petokalojen vapauttamisella pyritään pitämään särkikalojen määrää kurissa, saalistuspainetta kasvattamalla. Kaikkien erikokoisten petokalojen vapauttamisella varmistetaan, että näiden kokojakauma on monipuolinen, jolloin saalistuspaine kohdistuu tasaisesti erikokoisiin ja eri kalalajeihin. Voimakas petokalakanta on tärkeä edellytys sille, että lampien kalakantojen rakenne pysyy edelleen hyvänä, kun tehokalastuksen pyyntiponnistusta vähennetään. Jos noin 30 % kalabiomassasta on petokaloja, ne voivat säädellä nuorien särkikalojen määrää. Tarvittaessa Kuvelampien petokalakantoja tulisi tukea istutuksin.

Suurimman ongelman kalastuksessa aiheuttaa se, että liiallinen roskakalan poisto tuo muita ongelmia. Riskinä on, että kun poistetaan kalaa, vesi rupeaa kirkastumaan ”liikaa”. Liiallisesta veden kirkastumisesta on seurauksena se, että vesikasvit valtaavat koko järven alan, koska järvi on niin matala ja ravinteikas, että ainoastaan sameus estää kasvien kasvun koko järven alalla. Kun kriittinen sameus on ohitettu, kasvit voivat vallata koko järven alan nopeasti.

3.2 Sedimentin poisto ja ruoppaus

Ruoppauksella järven pohjasta poistetaan sedimenttiä. Sedimentin poistolla saadaan järveen lisää vesitilavuutta, poistetaan mahdollisesti ongelmia aiheuttava sedimentti ja kasveja ja niiden juuria. Vesitilavuuden kasvulla järveen saadaan suuremmat happivarastot talvea varten ja ehkäistään mahdollisia happikatoja. Huonolaatuisen sedimentin poistolla voidaan vaikuttaa mm. sisäiseen kuormitukseen. Sedimentin mukana saadaan poistettua vesikasvustoja juurakoineen ja juurineen ja näin vesikasvit taantuvat ruopatulta alueelta.

Pienissä kohteissa sedimentin poisto on yksi suositeltavimmista menetelmistä. Kalleutensa takia se ei kuitenkaan sovellu isoimpiin kohteisiin. Nykyisin on kehitetty tehokasta imuruoppauskalustoa, joilla sedimentti voidaan ruopata tarkoin rajatulta syvyydeltä. Ongelmaksi voi muodostua haitta-aineita sisältävän sedimentin läjitys ja/tai sen puhdistuskäsittely.

Eteläisellä ja pohjoisella lammella on havaittavissa pohjanläheisen veden hapettomuutta kesällä ja talvella. Usein hapettomuutta esiintyy jo 3-4 metrin syvyydessä, mikä tarkoittaisi ruopattavan pinta-alan olevan pohjoisella lammella 0,9 ha ja eteläisellä 1,0 ha. Jos kolmea metriä syvemmilta alueilta poistettaisiin noin 30 cm pohjasedimenttiä, tulisi poistettavan massan tilavuudeksi pohjoisella lammella noin 2700 m³ ja eteläisellä lammella noin 3170 m³. Koska hyvin pehmeää sedimenttiä ruopattaessa ruoppausmassan tilavuuden on huomattu kasvavan lähes kolminkertaiseksi vedestä johtuen, olisi ruopattava massa pohjoisella lammella 8100 m³ ja eteläisellä 9500 m³. Imuruoppauksen hinta on noin 10 euroa/m³, joten ruoppauksen hinta tulisi pohjoisella lammella olemaan 81 000 euroa ja eteläisellä lammella 95 000 euroa. Käytännössä ruoppauksen hyöty hintaan nähden olisi Kuvelampien tapauksessa pieni. Sisäisen kuormituksen pienentäminen ruoppaamalla ei siis ole suositeltavaa.

3.3 Vesikasvillisuuden poisto

Vesikasvien niitolla voidaan järvestä poistaa ravinteita sekä niiden järven virkistyskäytölle aiheuttamaa haittaa. Kasvillisuuden ruoppauksella voidaan poistaa myös juuristo, jolloin vaikutusaika on pidempi. Toisaalta matalissa järvissä makrofytyttikasvusto toimii valuma-alueelta tulevien ravinteiden sitojana sekä vähentää pohjalietteen resuspensiota. Erityisesti uposkasvillisuus vaikuttaa moni eri mekanismein vedenlaatua parantavasti mm. kilpailemalla levien kanssa ravinteista, vähentämällä ravinteiden resuspensiota sedimentistä, vähentämällä levätuotantoa varjostuksellaan, erittämällä levien kasvua inhiboivia kemiallisia yhdisteitä, toimimalla suojapaikkana eläin planktonille ja muodostamalla petokaloja suosivia habitaatteja.

Molemmissa Kuvelammissa kasvaa vesiruttoa sekä muita herkästi kasvinosista lisääntyviä vesikasveja. Näiden poistaminen niittämällä ei ole suositeltavaa, vaan poistaminen/harventaminen tulisi tehdä raivausnuotalla. Kokemuksia raivausnuotasta on ainakin vesisammalten, vesiruton ja karvalehden poistossa. Vesiruton poistosta raivausnuotalla on myös huonoja kokemuksia, sillä laji lisääntyy helposti pienistäkin irronneista versonkappaleista. Seurauksena voi olla jopa lajin voimakas runsastuminen ja kasvualueen laajentuminen entisestään. Tästä syystä onkin hieman kyseenalaista sopiiko menetelmä Kuvelampien kunnostukseen vai tulisiko tyytyä vain kelluslehtisten poistamiseen esimerkiksi uimapaikoilta ja rantakiinteistöjen edustoilta.

Vesikasvien poiston kustannukset vaihtelevat paljon riippuen käytetystä menetelmästä ja työskentelyolosuhteista, kuten niitettävän kasvuston tiheydestä, vesisyvyydestä ja alueen kivisyydestä. Varsinainen niitto on yleensä halvempaa kuin vesikasvuston kerääminen ja kuljetus läjitysalueelle. Lapin ympäristökeskuksen laskennallinen kustannus niitolle vuonna 2002 oli 300 – 400 €/ha kohteesta riippuen.

3.4 Hapettaminen

Happi on yksi tärkeimmistä vesien tilaan vaikuttavista tekijöistä. Kalojen ja muiden vesieliöiden hengissäpysymisen lisäksi happi säätelee myös vesistöjen ravinneoloja. Useissa järvissä levätuotannon määrä riippuu fosforin määrästä ja hapellisissa oloissa fosfori on puolestaan sitoutunut rautayhdisteisiin. Hapen loppuessa rauta pelkistyy eikä enää pysty sitomaan fosforia. Tällöin tapahtuu ravinteiden liukenemista, ns. sisäistä kuormitusta.

Hapettamisen tarkoituksena on parantaa järven happitaloutta lisäämällä veden happipitoisuutta. Mikäli hapetuksella pyritään rajoittamaan sisäistä kuormitusta, on tärkeätä, että myös pohjanläheinen vesikerros pysyy hapellisena ympärivuotisesti. Suomessa on yleisimmin käytetty menetelmiä, joissa hapekasta pintavettä johdetaan hapettomampaan alusveteen eli Mixox-menetelmä tai hapen vienti ilman ja paineilmauplituksen avulla veteen eli Hydixor- ja Neutrox-menetelmät. Päälysveden johtamisella alusveteen vähennetään myös lämpökerrostuneisuutta, jolloin vesi sekoittuu luontaisesti helpommin ja happitalous paranee. Lisäksi alusveden hapetus hapettaa sedimentin pintakerroksia ja parantaa fosforin sitoutumista ja siten hillitsee fosforikiertoa (sisäinen kuormitus). Talvella pohjanläheisen vesikerroksen ja sedimentin hapellisuuden turvaaminen on usein melko helposti toteutettavissa. Useimmissa tapauksissa hapetuslaitteiden teho pitääkin mitoittaa kesäaikaisen happitilanteen ylläpitämiseksi, johtuen lämpimän veden aikaisesta suuremmasta hapenkulutuksesta.

Hydixor- ja Neutrox-laitteiden hapetustehokkuus ei ole kovin hyvä. Pumpattaessa ilmaa veteen vain pieni osa laitteiden syöttämästä ilmamäärästä liukenee veteen. Mixox-hapetuspumpuilla pumpataan hapellista päällysvettä alusveteen, jolloin paljon energiaa vaativaa ilman sekoittamista ei tarvita. Mixox-laitteen hapensiirtoteho voi olla suotuisissa oloissa 9-15 kg/kWh.

Hapetustarpeen ja -laitteiden mitoittaminen voidaan tehdä simulaatiolaskelmin, havaitun hapen kulumisnopeuden perusteella tai järven yleisen rehevyydystason ja pinta-alan perusteella. Simulaatiolaskelmat ovat tarkin menetelmä ja karkein arvio saadaan rehevyydystason ja pinta-alan perusteella mitoittamalla.

Jotta Kuvelampien todellinen hapetustarve saataisiin laskettua, tulisi lammilla mitata kesä- ja talviaikainen hapenkulumisnopeus happimittauksin. Happimittauksia tulisi tehdä useita kesän ja talven aikana, jotta tiedettäisiin kuinka nopeasti pohjanläheisen veden happipitoisuus laskee noltaan. Rehevyydystasoon ja pinta-alaan perustuvaa mitoitusta voitaisiin käyttää suuntaa-antavana lähtökohtana, jota voidaan tarkentaa hapen kulumisnopeuden selvittyä.

Ilmastinlaitteiden käyttökustannukset ovat tyypillisesti ilmanpuhallusta käytävissä hapettimissa 0,1-0,4 €/kg happea ja Mixox-hapettamisessa 0,05-0,2 €/kg happea. Pinta-alaan suhteutettuna käyttökulujen vaihteluväli on 40-200 €/ha. Hehtaarikustannukset ovat korkeita erittäin pienissä ja rehevissä järvissä, jollaisiksi Kuvelammetkin voidaan luokitella. Tarkemmat kustannukset selviävät vasta tarkemman hapetussuunnitelman perusteella.

Kuvelampien hapetuksen tarvetta voidaan kuitenkin arvioida seuraavasti:

Kuvelammilla hapen vähyttä on havaittu 3-4 metrin syvyydellä ja sitä syvemmillä alueilla. Pohjoisella Kuvelammella 3 metriä syvemmät alueet kattava noin 9032 m² lammen pinta-alasta. Hapetettavan alueen tilavuus olisi tuolloin noin 30 000 m³. Jos hapenkulumisnopeudeksi oletetaan 0,1 g m⁻³ d⁻¹, olisi hapetustarve 3 kg d⁻¹. Käytännössä hapenkulumisnopeus kasvaa hapettaessa, jolloin hapetustarve kaksinkertaistuu, ollen pohjoisella lammella 6 kg d⁻¹. Kesällä hapenkulumisnopeus kasvaa (0,15 g m⁻³ d⁻¹), jolloin hapetustarve on 4,5 kg d⁻¹, ja hapetuksen aiheuttama kulutuksen kasvu huomioiden 9 kg d⁻¹. Laskelmien perusteella hapentarve on hyvin pieni, mikä rajaa mm. laitevalikoimaa kustannustehokkuutta ajatellen. Eteläisellä Kuvelammella olisi kuitenkin tärkeää estää talviaikaiset happikadot, joita lammella on ajoittain esiintynyt.

3.5 Ravinteiden kemiallinen saostus

Ravinteiden kemiallisessa saostuksessa veteen lisätään alumiinin ja raudan suoloja yhdessä tai erikseen. Nämä suolat saavat ravinteiden ja sekoittuneen kiintoaineen muodostamaan flokkeja, jotka ovat niin suuria, että laskeutuvat järven pohjalle. Ravinteiden ja kiintoaineen saostuminen järven pohjalle saa veden kirkastumaan. Pohjalle laskeutuneet flokit sitovat itseensä sedimentistä vapautuvia ravinteita ja vähentävät näin myös ravinteiden sisäistä kuormitusta.

Menetelmä on kopioitu jätevesien puhdistuslaitoksista, ja siinä käytetään erilaisia kemikaaleja, mm. alumiinisulfaattia, natriumaluminaattia tai alumiinikloridia, sitomaan ja saostamaan liukoista fosforia. Osa saostuskemikaaleista on rautayhdisteitä (ferro- ja ferrisulfaatti, rautakloridi tai rautakloridisulfaatti), joiden teho perustuu rautahydroksidiyhdisteiden kykyyn adsorboida fosforia. Rautapohjaisten kemikaalien huono puoli on, että heikossa happitilanteessa rauta pelkistyy jolloin fosfori vapautuu uudelleen

vesimassaan. Tämä voidaan estää käyttämällä ns. rautasulfaattikemikaaleja, joissa sulfaatin happi estää raudan vapautumisen. Saostuskemikaalien onnistunut käyttö edellyttää yleensä muiden menetelmien tukea. Haittapuolena on, että monet kemikaalit ovat eliöstölle haitallisia. Suuret kemikaaliannostukset voivat aiheuttaa kalakuolemia. Kalakuolemien välttäminen on kuitenkin mahdollista oikean annostuksen avulla. Annostus voidaan määrittää etukäteen laboratoriossa ns. titraamalla oikea annossuuruus. Jos järven kalakannat ylläpitävät ja edistävät rehevöitymistä, voi kalaston hävittäminen kemikaalikäsittelyn yhteydessä olla jopa toivottua ja suunniteltua, kuten Rymättylän Kirkkojärven kunnostuksessa.

Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistyksen koetoiminnasta saatujen kokemusten perusteella kemialliseen saostukseen kannattaa käyttää vain kloridipohjaisia kemikaaleja eli ferri- tai alumiiniklorideja, jotka eivät sisällä ei-toivottuja rikkiyhdisteitä. Ensisijaisesti tulee käyttää alumiinikloridia, joka saostaa fosforia myös hapettomissa oloissa. Alumiinikloridin haittapuolena on liuoksen voimakas happamoittava vaikutus. Lisäksi pH:n laskiessa alle 5,5:n, saattaa seurata kalakuolemia, koska osa alumiinista esiintyy silloin vapaana, eliöstölle myrkyllisenä kolmearvoisena alumiini-ionina (Al^{3+}), joka saostuu kalojen kiduksiin tukehduttaen kalat.

Alumiinikloridia annostellaan siten, että veden pH laskee tasolle 6,0. Kemikaalin tarve riippuu ensisijaisesti veden puskurikyvystä eli alkaliteettiarvosta. Karkeasti arvioiden annostus grammoina vesikuutiometriä kohti on 100 kertaa alkaliteettiarvo. Vaikka alkaliteetti olisikin selvillä, olisi tarkka annostelumäärä syytä selvittää laboratorionkokein titraamalla kummankin lammen vettä saostuskemikaalilla ja mittaamalla pH-arvon muuttumista.

Alumiinikloridin hintataso on tällä hetkellä 250-300 €/t käyttömäärästä riippuen. Yleensä kemikaalin kokonaistarve on luokkaa 5-50 t ja kemikaalin hankintakustannukset siten 1 500 - 12 000 euroa. Tämän lisäksi on otettava huomioon kemikaalin levityskustannukset, johon vaikuttaa valittu levitystapa, sekä järven veden laadun tarkkailusta aiheutuvat kustannukset.

Kemiallinen saostus sopii pieniin, mataliin järviin, joissa on suhteellisen pitkä viipymä. Ulkoisen kuormituksen on oltava riittävän alhaisella tasolla ennen saostusta. Jos kuormitusta tulee runsaasti valumavesien mukana ja veden viipymä järvessä on lyhyt, saostusta ei kannata ilman erityisiä syitä tehdä. Jos veden viipymä on lyhyt, alle 1-2 vuotta, korvautuu järvessä oleva vesi nopeasti uudella valumavedellä, joka voi olla ravinnerikasta ja jossa ei ole saostuskemikaaleja. Kuvelampien viipymäksi on arvioitu noin pari kuukautta, joten menetelmä ei käytännössä sovellu lampien kunnostukseen. Kemikaalisuostusta voidaan kuitenkin käyttää esim. ruoppausten yhteydessä, jolloin kemikaalin avulla saadaan sidottua veteen ruoppauksen yhteydessä liukenevat ravinteet.

Välittömästi kemikaloinnin jälkeen tulisi aloittaa jälkiseuranta, jotta voidaan todeta veden pH:n ja fosforipitoisuuden muutokset. Saostuksen jälkeen olisi hyvä ottaa vesinäytteet kuukauden välein. Seuraavina vuosina miniminä voidaan pitää loppupalven ja loppukesän näytteitä.

3.6 Sedimentin fysikaalinen ja kemiallinen käsittely

Hapettoman ja huonokuntoisen sedimentin tilaa voidaan parantaa myös erilaisilla fysikaalisilla ja kemiallisilla hoitomenetelmillä. Hoitomenetelmien vaikutus perustuu joko siihen, että ne 1) sitovat sedimentissä olevaa liukoista fosforia, joka muuten vapautuisi veteen, 2) yhdisteistä vapautuu sedimentin pintakerrokseen happea, jonka ansiosta fosfori sitoutuu

uudelleen rautayhdisteisiin (happikalkki), 3) eristetään pilaantunut sedimentti vesimassasta (esim. savipeitto).

Kemiallisia hoitoja on kokeiltu esimerkiksi järvissä, joissa hapetonta ja pilaantunutta sedimenttiä on niin paljon, ettei hapetus, tehokalastus tai muu kunnostusmenetelmä riitä lopettamaan sisäistä kuormitusta.

Rautakipsikäsitteily on yksi lupaavimpia menetelmiä ja se soveltuu parhaiten hyvin rehevien kerrostuvien, pienien ja ehkä myös keskisuurten järvien kunnostukseen. Kipsikäsitteily vaikuttaa lähinnä kolmella tavalla. Kipsi muodostaa sedimentin pinnalle eräänlaisen suojakalvon, joka vähentää kaasujen (metaanin) kuplintaa ja resuspensiota. Kipsi muodostaa fosforin kanssa kalsiumfosfaattimineraaleja ja parantaa sedimentin fosforin sidontakykyä. Kipsi edistää orgaanisen aineksen mineralisoitumista ja sulfaattia pelkistävien bakteerien aktiivisuutta, kohentaa hapetus-pelkistys-tilannetta ja estää metaanin tuotantoa.

4. VIRKISTYSKÄYTTÖARVON PARANTAMINEN

4.1. Pienialaiset ruoppaukset ja kelluvien turvemättäiden poisto

Eteläisen Kuvelammen kaakkois-osassa on irtonaisia, pajukkoa kasvavia turvemättäitä, jotka ranta-asukkaiden sanojen mukaan liikkuvat tuulten mukana pitkin lampea. Näiden ajomättäiden poistaminen rannalle vetämällä vaikuttaisi ainakin maisemallisiin arvoihin. Kuvelammilla voitaisiin toteuttaa myös pienruoppauksia paikallisesti, lähinnä asuinkiinteistöjen rantojen edustoilta. Nämä voitaisiin toteuttaa tavallisella kuokkakaivukoneella. Rannalta ruopattaessa päästään rantatyyppistä ja tavoitesyvyydestä riippuen 10-30 metrin päähän vesirajasta.

Rannalta kaivettaessa kustannuksiksi kaivun ja kuljetuksen osalta tulisi karkeasti arvioiden 1,5 €/m³ktr kesällä toteutettuna ja talvella 2,2 €/m³ktr. Ruoppauskustannuksiin vaikuttaa jonkin verran ruoppausmassojen kuljetusmatka, joka riippuu lähinnä sopivan läjityspaikan sijainnista. Hyvin pienissä ruoppauksissa yksikkökustannukset voivat olla huomattavasti suurempia.

4.2. Uimaranta / uimalaituri

Paikallisten asukkaiden mielestä Kuvelammille tulisi rakentaa yleinen uimaranta tai laituri virkistyskäyttömahdollisuuden nostamiseksi. Käytännössä tämä olisi mahdollista vain eteläisellä Kuvelammella. Eteläisen lammen ranta-alueista Kuopion kaupungin omistamia ovat eteläinen ranta (kevytliikenteen väylän ja lammen väliin jäävä kapea viheralue), kaakkoiskulma (pajukkoa, ranta matala), lammen koilliskulma (vesijättömaata) ja itärannan kapea maa-ala Kuvelammentien ja eteläisen Kuvelammen välissä. Käytännössä kaikki kaupungin omistamat ranta-alueet ovat uimarannan tai uimalaiturin rakentamista ajatellen hankalia. Uimalaiturin rakentaminen itärannan kapealle maa-alalle olisi rannan laadun ja veden syvyyden puolesta otollisin. Ongelmana kohdassa on kuitenkin kaupungin omistaman maa-alan kapeus.

4. KUNNOSTUSOHJELMA

Alla on esitetty kunnostusmenetelmät, jotka soveltuvat Kuvelampien kunnostamiseen. Menetelmien tärkeyttä ja kiireellisyyttä on arvioitu taulukossa 6.

- **Ulkoisen kuormituksen vähentäminen kosteikon avulla.**

Kuvelampien valuma-alueelta tulevan fosfori- ja kiintoainekuormituksen määrä tulee kartoittaa purovesinäytteiden avulla. Kartoituksen jälkeen kuormitusta on pyrittävä rajoittamaan mahdollisimman paljon. Ravinnekuormituksen määrää voidaan vähentää rakentamalla kosteikko.

Eteläisen Kuvelammen pohjois- ja länsipuolella sijaitsevan asutuksen, liikennereittien ja muun rakennetun ympäristön valumavedet voitaisiin koota ja johtaa lampeen lammen kaakkoiskulman kautta. Nykyisin pajua kasvavalle alueelle voisi rakentaa kosteikon, joka hidastaisivat veden virtausta eteläiseen Kuvelampeen, sitoen samalla vedessä olevia ravinteita ja kiintoainetta. Käytännössä eteläisen Kuvelammen kaakkoiskulmaan saisi rakennettua yli 2 % valuma-alueen koosta olevan kosteikkoalueen (kuva 12). Toimiakseen kunnolla kosteikon tulisi pinta-alaltaan olla vähintään 2 % valuma-alueen pinta-alasta.



Kuva 12. Eteläisen Kuvelammen kaakkoiskulmalle olisi mahdollista rakentaa 0,02 km² laajuinen kosteikkoalue, joka vastaa 2,7 % eteläisen lammen valuma-alueesta. Mahdollinen kosteikkoalue on merkitty karttaa vihreänä.

- Kuvelampien **sisäisen kuormituksen vähentäminen tehokalastuksen avulla**, sekä petokalakannan vahvistaminen istutuksin. Ennen tehokalastusta lammen kalakannan nykytila tulisi selvittää Nordic-koekalastuksin, jotta saataisiin selville lampien kalaston biomassa ja nykyinen koko- ja ikäjakauma.
- **Eteläisen Kuvelammen kaakkoiskulman irtonaisten turvemättäiden vetäminen rannalle tai ruoppaaminen, jolloin lammen virkistyskäyttöarvo paranisi.** Mättäiden poistaminen saattaisi vähentää myös mättäistä kesän aikana aiheutuvaa hajuhaittaa.
- **Pienialaiset ruoppaukset molempien Kuvelampien ranta-alueilla nostaisivat Kuvelampien virkistyskäyttöarvoa.** Ruoppauksia tulisi tehdä vain tarvittaessa, esim. uimisen helpottamiseksi. Ruoppaukset voitaisiin toteuttaa tavallisella kuokkakaivukoneella. Ruoppauksia tehtäessä tulisi kiinnittää huomiota

ruoppauskuopan reunojen jyrkkyyteen. Ruopattun pohjan tulee viettää järven syvänteeseen päin, eikä ruopattun alueen ja ulapan väliin saa jäädä kynnyksiä, sillä silloin veden kierto ranta-alueella estyy ja ruopattu ranta liettyy helposti.

- Molemmissa Kuvelammissa kasvaa vesiruttoa sekä muita herkästi kasvinosista lisääntyviä vesikasveja. Näiden poistaminen niittämällä ei ole suositeltavaa, vaan poistaminen/harventaminen tulisi tehdä raivausnuotalla. Kokemuksia raivausnuotasta on ainakin vesisammalten, vesiruton ja karvalehden poistossa. Vesiruton poistosta raivausnuotalla on myös huonoja kokemuksia, sillä laji lisääntyy helposti pienistäkin irronneista versonkappaleista. Seurauksena voi olla jopa lajin voimakas runsastuminen ja kasvialueen laajentuminen entisestään. Tästä syystä onkin hieman kyseenalaista sopiiko menetelmä Kuvelampien kunnostukseen vai tulisiko tyytyä vain kelluslehtisten poistamiseen esimerkiksi uimapaikoilta ja rantakiinteistöjen edustoilta.
- Kuvelampien kesä- ja talviaikainen pohjanläheinen hapettomuus aiheuttaa sisäistä kuormitusta. Lisäksi varsinkin eteläisellä lammella on havaittu joitakin happikatotalvia. Lampien hapetustarpeen ja kustannustehokkuuden selvittämiseksi lampien hapenkulumisnopeus ja todellinen hapettava tilavuus tulisi selvittää. Tarkempia laskelmia varten lammella tulisikin tehdä talvi- ja kesäaikainen happipitoisuuden ajallisen ja vertikaalisen vaihtelun mittaus. Näytteitä tulisi ottaa useamman kerran kesän ja talven aikana.
- Kunnostuksen tuloksellisuuden arviointia varten tulisi laatia seurantasuunnitelma, johon perustuvilla näytteenotoilla ja analyyseillä saataisiin kuva menetelmien ja kunnostuksen onnistumisesta.

Taulukko 6. Kunnostusmenetelmien tärkeyden ja kiireellisyyden arviointi. +++ tärkein, + vähiten tärkeä.

	Ulkoisen kuormituksen vähentäminen kosteikon avulla	Sisäisen kuormituksen vähentäminen tehokalastuksen avulla	Kasvillisuuden poisto	Hapettaminen	Rantojen ruoppaus, mättäiden poisto
Tärkeys	+++	+++	++	++	+
Kiireellisyys	+++	+++	+	+	+

Lähdeluettelo:

Järvipooliseminaari: hulevesi luentoaineisto. 23.-24.8.2005. Savonia-ammattikorkeakoulu.

Lehtinen A., Sammalkorpi I., Harju H. ja Ulvi T.: Vesistöjen kunnostuksen tilanne ja ongelmat, *Vesitalous* 6/2002, s. 7-12.

Pekkarinen M.: Pitkäjänteinen työ tuo tulosta – Tuusulanjärvi voi jo aika hyvin, *Vesitalous* 6/2002, s. 32-37.

Renvall, P., Fagerstén, R., Knuutinen, J. ja Vainio, O. 2002: Kuopion katoava kasvimaailma. Kuopion Luonnontieteellisen museon julkaisuja 6. ER-paino Oy, Lievestuore.

Ruuhijärvi J. ja Olin M.: Onnistuuko ja vaikuttaako hoitokalastus?, *Vesitalous* 6/2002, s. 38-41.

Ulvi, T. & Lakso, E. 2005 (toim.): Järvien kunnostus. Ympäristöopas 114. Suomen ympäristökeskus. EDITA. 336 s.

Vollenweider, R.A. 1975: Input-output models. With special references to the phosphorus loading concept in limnology. *Schweiz. Z. Hydrol.* 37: 53-84.

Väisänen T. ja Kuusela H.: Järven kunnostusmenetelmän valinta, *Vesitalous* 6/2002, s. 42-46.

Liite 1. Kuvelampien lähialueen asukkaille lähetetty kyselylomake.

Kuvelammen kunnostussuunnitelma

Me allekirjoittaneet olemme Savonia-Ammattikorkeakoulun Ympäristötekniikan opetus- ja tutkimusyksikön järjestämällä ja Järvipooli-projektiin liittyvällä vesistön kunnostus –kursilla.

Kurssiimme kuuluu tehdä konkreettinen kunnostussuunnitelma jollekin vesialueelle. Meidän tehtäväksemme on annettu KUVELAMMEN kunnostussuunnitelma. Suunnittelussa on mukana kaupungin pienvesien kunnostusyöryhmä. Varsinaisten kunnostustöiden aikataulusta ja rahoituksesta ei vielä ole tietoa. Meidän tarkoituksenamme on tehdä tämän vuoden aikana suunnitelma, jota myöhemmin voidaan käyttää Kuvelammen kunnostamiseksi.

Olemme jo saaneet Kuopion kaupungilta monivuotista seurantatutkimustietoa lammen veden laadusta ja kalastosta.

Nyt lähestymme teitä Kuvelammen rannoilla ja lähipiirissä asuvia asukkaita tällä kirjeellä ja kyselylomakkeella. Toivoisimme, että ryhtyisitte kanssamme yhteistyöhön, jotta voisimme kartoittaa huomioitanne lammen tilasta ja toivomuksianne veden laadun ja lammen tilan parantamiseksi. ”**Tupailta**”, jossa käsitellään kyselylomakkeen tuloksia ja käydään läpi Kuvelammen nykyistä tilaa, järjestetään Pitkälahden koululla **18.3.2005 klo 18.00**.

Pyydämme teitä palauttamaan kyselylomakkeen oheisessa vastauskuoressa 11.2.2005 mennessä.

Lisätietoa Järvipooli-projektista löytyy internetistä osoitteesta:
<http://webd.savonia-amk.fi/projektit/markkinointi/jarvipooli/>

Yhteistyöterveisin
Kuvelampi-ryhmä:

Leena Jehkinen	044-5422962
Leena Juutilainen	050-5354608
Eeva Kauppinen	044-2798605
Mikko Sokura	050-3360781

KUVELAMPI KUOPIO KUNNOSTUSHANKE

KYSELY LAMMEN TILASTA JA KUNNOSTUSTARPEISTA

1. Asun (katso liitekartasta)?

- a) **Eteläisen Kuvelammen rannalla**
- b) **Pohjoisen Kuvelammen rannalla**

2. Olen

- a) **Omakotiasukas**
- b) **Loma-asukas**
- c) **Kalastuskunnan edustaja**
- d) **Muu, mikä?**

3a. Oletteko huomannut muutoksia Kuvelammen tilassa viimeisen 30 vuoden aikana?

- a) **Kyllä olen**
- b) **En ole**

3b. Milloin (vuosi/vuosikymmen, vuodenaika)?

4. Mikäli olette, millaisia muutoksia olette havainnut?

- a) Leväkukintoja
- b) Vesikasvillisuuden lisääntymistä
- c) Kalaston muuttumista särkikalavaltaisemmaksi
- d) Rantakivien, kalastusvälineiden, yms. limoittumista
- e) Veden samentumista (ns. näkösyvyyden pienenemistä)
- f) Kalojen koon pienenemistä
- g) Kalakuolemia
- h) Hajuhaittoja vedessä
- i) Muita, millaisia?

5. Miten käytätte Kuvelampea ja sen vettä?

- a) Uimiseen
- b) Saunavetenä
- c) Kasteluvetenä
- d) Kalastukseen
- e) Muuhun, mihin?

6. Mihin asioihin haluaisitte kunnostuksessa vaikuttettavan (rengastakaa kolme (3) mielestänne tärkeää kohtaa)

- a) Sauna- tai pesuveden käyttökelpoisuuden parantaminen
- b) Uimaveden laadun parantaminen
- c) Maiseman kaunistaminen
- d) Kalaston laadun parantaminen
- e) Muu, mikä?

7. Mitkä asiat mielestänne ovat aiheuttaneet tai aiheuttavat lammen tilan heikkenemistä?

8. Miten lammen tilaa voitaisiin mielestänne parantaa?

9. Mitä olisitte itse valmis tekemään lampeen joutuvan kuormituksen vähentämiseksi?

10. Oletteko halukas osallistumaan lammen kunnostukseen liittyviin talkootöihin? (esim. hoitokalastukseen, vesikasvillisuuden niittoon tms.)

- a) Kyllä olen
- b) Ehkä
- c) En ole

11. Huomautettavaa, kommentteja, toiveita yms.

Voitte halutessanne jättää yhteystietonne sivun alalaitaan talkootöihin liittyviä yhteydenottoja varten!

Kiitos vastauksistanne!

Liite 2. Kuvelampien tilaa kartoittaneen kyselykirjeen tulokset

Kyselykirjeitä lähetettiin 37 kpl, joista palautui 20 kpl. Vastausprosentti oli siis 54. Vastanneista 15 henkilöä ilmoitti olevansa halukas osallistumaan talkootöihin, jos sellaisia tarvitaan lampien kunnostuksen edetessä.

Vastaajat olivat havainneet lampien tilassa muutoksia, muutoksia oli havaittu jopa kolmen viime vuoden aikajakson aikana. Yleisin havainto oli vesikasvillisuuden lisääntyminen, veden samentuminen ja hajuhaitat.

Suurin osa vastaajista käytti lampien vettä kasteluun ja uimiseen. Vastanneista 8 kertoi kalastavansa Kuvelammilla. Muutamat käyttivät lampia ns. virkistysalueina talvella ja kesällä.

Vastaajat arvottivat kunnostustarpeen seuraavasti: 1) uimaveden parantaminen (20 vastaajaa), 2) maiseman parantaminen (18 vastaajaa), 3) kalaston laadun parantaminen (12 vastaajaa).

Vastaajien mielestä lampien tilan heikkeneminen johtuu seuraavista tekijöistä:

- Lampeen johdetut jätevedet ennen kunnallistekniikan tuloa
- Maatalouden kuormitus. Lammen lähellä on ollut aikanaan sikala.
- Pihojen lannoitus
- Tielinjaukset, lampien eristäminen toisistaan ja veden heikko kierto.
- Talvella tieaurauksen yhteydessä lumet työnnetään tiealueelta lampeen.

Vastaajat ehdottivat seuraavia keinoja lampien tilan kohentamiseksi:

- Vesikasvillisuuden niitto ja niittojätteen korjaaminen pois
- Roskakalan poistaminen
- Lampien vedenkorkeuden seuranta ja keskivedenpinnan nosto
- Pohjalietteen imuruoppaus
- Hapetus
- Lampeen aikanaan kipattujen roskien korjaaminen pois

Vastaajat kertoivat pyrkineensä vähentämään lampiin kohdistuvaa kuormitusta seuraavilla tavoilla:

- Moni ranta-asukas niitti ja poisti vesikasvillisuutta
- Vastaajat pesivät matot rannalla
- Nurmikoita ei lannoitettu
- Sadevedet imeytettiin maahan

Liite 3. Sedimentti- ja purovesianalyysitulokset

Kuopion kaupungin
ympäristöterveys-
laboratorio
30.3.2005

BOD7 analyysi
teetettiin Savo-
Karjalan
Ympäristötutkimus
Oy:ssä

Pohjasedimentti- näyte	Näyte- syvyys, cm	Näytteenotto- päivä	Saapumis- päivä	Tutkimuksen aloittamispäivä	kuiva- aine g/kg	hehkutus-jäännös g/kg	COD mg/l	BOD7 g/kg ka	BOD7	Kok-P mg/g ka	Fosforin
									analyysissä käytetty ka.pitoisuus g/kg		NaOH- uuttuva fraktio mg/g ka
Eteläinen Kuvelampi	0-2	5.3.2005	7.3.2005	7.3.2005	23	14	4600	95	20	2,8	1,1
Eteläinen Kuvelampi	10-20	5.3.2005	7.3.2005	7.3.2005	89	60	24 000	8,3	88	3,0	1,5
Pohjoinen Kuvelampi	0-2	5.3.2005	7.3.2005	7.3.2005	48	37	6300	23	43	3	2,1
Pohjoinen Kuvelampi	10-20	5.3.2005	7.3.2005	7.3.2005	240	210	18 000	6,1	240	0,91	0,96
Purovesinäyte		Näytteenotto- päivä	Saapumis- päivä	Tutkimuksen aloittamispäivä	Sähkön- joht. μS/cm	Kok-P μg/l	Fosfaatti μg/l	Hapettu- vuus mg/l	Kloridi mg/l	Sinkki mg/l	Kiintoaine mg/l
Eteläiseen Kuvelampeen kaakosta laskeva oja		27.4.2005	27.4.2005	27.4.2005	195	75	60	15	5	alle 0,05	alle 2