

TAMMELAN MUSTIALANLAMMI KIPSILLÄ KUNTOON



EILA VARJO

FT, Geologi
Turun yliopisto, geologian laitos
E-mail: eikorkka@utu.fi

Kirjoittaja toimii assistenttina Turun yliopiston geologian laitoksen maaperägeologian osastolla. Hän on tutkinut ja kehittänyt kipsikäsittelymenetelmää vuodesta 1995.

AARO NÄRVÄNEN

Tutkimusmestari
MTT, Jokioinen
E-mail: aaro.narvanen@mtt.fi

Tammelan Mustialalammissa päätettiin vuonna 2004 kokeilla syvänteen kipsikäsittelyä tavoitteena laskea rehevöityneen järven rehevyytilaa ja kohottaa virkistysarvoa. Neljän vuoden seurannassa saadut tulokset yllättivät monet – jopa menetelmää toistakymmentä vuotta kehitelleen tutkijan.

Rehevöityneen järven pohjan kipsaus on kunnostusmenetelmä, jossa käsittelyn kohteena on nimenomaan voimakasta sisäkuormitusta aiheuttava sedimentti. Rehevöityneen järven huono pohjan happitilanne pelkistää fosforia sitovaa rautaa ja kiihdyttää pohjan löyhtymistä aiheuttavien metaanibakteerien toimintaa. Kumpikin tapahtuma on omiaan edistämään fosforin palautumista sisäkuormituksena pohjasedimentistä alusveteen.

Kipsikäsittelyä sisäkuormituksen vähentäjänä on tutkittu ja testattu sekä laboratorio-olosuhteissa, että useissa eri avovesikohteissa (mm. Salonen et al. 2001, Varjo 2001, Varjo et al. 2003, Kajava 2006, Varjo ja Saarikari 2007). Kipsin käytön tavoitteena on sedimentin inaktivointi, johon se soveltuu hyvin, sillä kipsiä voidaan edullisuutensa ja hyvän saatavuutensa ansiosta käyttää suhteellisen suurina annoksina. Lisäksi on ilmeistä, että kipsin vaikutus on luonteeltaan pitkäaikaista, sillä yhdiste on suhteellisen niukkaluokoinen ja sen teho perustuu useaan toisiaan täydentävään vaikutusmekanismiin. Huonokuntoiseen sisäkuormitukseen sedimenttiin lisätty kipsi liukenee ajan mittaan ja vapauttaa sinne kalsiumia (noin 14 prosenttia kipsistä) ja rautaa (noin 4 prosenttia kipsistä), jotka tarjoavat fosforille sitoutumispaikan. Lisäksi rauta sitoo kipsistä vapautuvaa rikkiä vähentäen siten rikkivedyn muodostumista. Lisäksi kipsi tiivistää sedimenttiä estäen näin mekaanisesti sen 'pölyämistä'. Kolmantena myönteisenä vaikutuksena on, et-

tä kipsin vapauttama sulfaatti edistää sedimentin pinnassa rikkibakteerien toimintaa metaanibakteerien kustannuksella. Menetelmästä ei ole havaittu haittavaikutuksia vesiekosysteemille (pohjaeläimet).

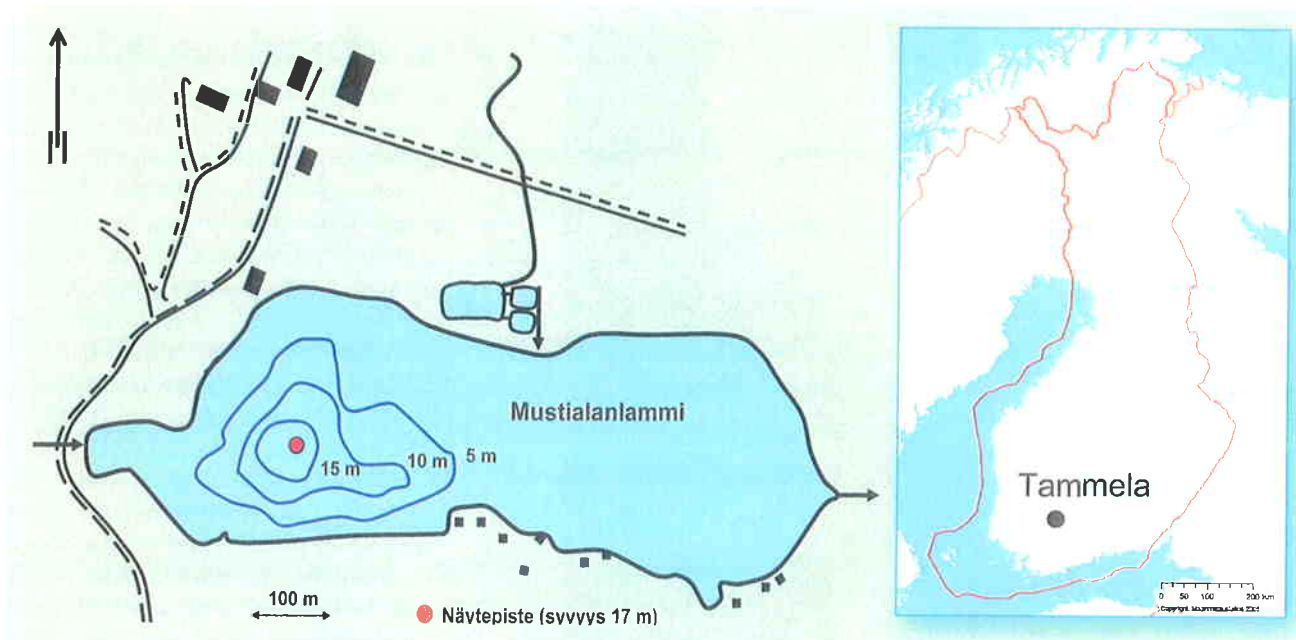
Millaiset järvet kipsiin?

Kipsikäsittely on muita järvenkunnostusmenetelmiä täydentävä menetelmä. Järven pitää olla kooltaan suhteellisen pieni. Siinä tulee olla syvä, hapeton, suppea-alainen, erittäin huonokuntoinen pohja, jonka aiheuttama sisäkuormitus on pääasiallinen syy järven huonoon tilaan. Sedimentin kunnostus on vaihtoehto silloin, kun mikään muu valuma-alueen tai itse järven puitteissa tehtävä toimenpide ei pysty oikaisemaan tilannetta.

Järvestä käsitellään vain sen hapeton, sisäkuormitteinen, metaania tuottava sedimentti. Kyseeseen tulevat tällöin muutaman hehtaarin tai muutamiin kymmenien hehtaarien kokoiset pikkujärvet, joiden huonokuntoisen syvänteen ala on 1...10 hehtaaria.

Miksi Mustialanlammi?

Mustialanlammi on Tammelan kunnassa sijaitseva 23 hehtaarin kokoinen järvi, jonka suurin syvyys on noin 17 metriä. (kuva 1). Järveä luonnehtivat jyrkät rannat (jyrkkä harjumuodostuma) etelärannalla ja valuma-alueen peltovaltaisuus pohjoisrannalla. Kaikki em. ominaisuudet (mukaan lukien rannalla sijaitsevan Mustialan vanhan maatalousoppilaitoksen synnyttämä historiallinen kuormitus) ovat omiaan



Kuva 1. Mustialanlammin sijainti ja syvyyskartta näytepisteineen.

aiheuttamaan ravinteiden kerääntymistä syvänteisiin ja aiheuttamaan alusveden happiongelmia. Järven rannalla on toistakymmentä loma-asuntoa, ja järvi on suosittu avantouintipaikka.

Mustialanlammin veden laatua on seurattu vuodesta 1968, ja järvi on ollut koko seurantajakson ajan eutrofinen. Järven virkistyskäyttöluokka on III (välttävä), kalavesiluokka IV (huono) ja yleisluokka välttävä. Pintaveden kokonaisfosforipitoisuus on vaihdellut pääosin välillä 0,4...0,8 mg/l. Alusveden kokonaisfosforipitoisuudet ovat olleet jopa 100-kertaisia pintaveden vastaaviin verrattuna. pH-arvot ovat vaihdelleet välillä 6,7...10,2. Korkeat arvot kertovat voimakkaista leväkuinnoista, samoin pintaveden runsas hapen ylikyllästystila. Koko tarkkailujakson ajan alusveden happipitoisuus on ollut < 1 mg/l ja hapeton vesikerros on ulottunut pohjasta jopa 4 metrin syvyyteen. Kevät- ja syystäyskierrotkaan eivät ole sekoittaneet vesimassaa kuin maksimissaan 6 metrin syvyydelle. Jatkuva hapettomuus ja alusveden runsaat ravinnepitoisuudet, kuin myös suuri sedimentin sisältämän helppoliukoisien fosforin määrä (Fe- ja Al-sidonnainen) ovat selvä osoitus järvessä tapahtuvasta sisäisestä kuormituksesta. (Mäkelä 2004)

Mustialanlammi siis täyttää kaikki ne vaatimukset, jotka ovat aiemmissa kipsikäsitellytutkimuksissa havaittu olevan eduksi menetelmän toimivuudelle. Tämän lisäksi toimenpiteitä on jo tehty ulkoisen kuormituksen vähentämiseksi (mm. laskeutusallas-kosteikko -yhdistelmä, suodinojat, maatalousoppilaitoksen jätevesikuormituksen lopettaminen). Mitään estettä kipsikäsitellyn suorittamiselle ei ollut; päinvastoin.

Vedenkäyttäjän kaveri

GRUNDFOS

LABTIUM



Labtium Oy on yli 100 hengen kotimainen laboratorioyhtiö, joka toimii kuudella paikkakunnalla.

Kaikessa toiminassamme tarjoamme täyden palvelun näytteenotosta raportointiin.

Hoidamme muun muassa

- Vuosisopimukset analytiikasta vesi- ja jätevesilaitoksille
- Ympäristön velvoitetarkkailut kokonaispalveluna
- Energiatallisuuden testaustarpeen
- Sivutuotteiden ja jätteiden jatkokäyttö- ja kaatopaikkakelpoisuustutkimukset

Akkreditoitu testauslaboratorio FINAS T025 ja T172, myös EVIRA:n hyväksyntä.

www.labtium.fi
+358 1065 38000

ESPOO · KUOPIO · ROVANIEMI · OUTOKUMPU · SODANKYLÄ · RAAHE

Kipsikerros syvänteeseen

Kipsikäsittelyn toteutuksesta ja suunnittelusta vastasi Pyhäjärven-Kuivajärven suojeluyhdistys ry (<http://www.jarviverkko.fi/hanke.html>). Hanke suoritettiin Hämeen ympäristökeskuksen luvalla ja kustannuksista (9 350 € + talkootyötä) vastasivat useat eri rahoituslähteet. Kipsin levitys Mustialanlammin syvänteeseen suoritettiin neljänä päivänä aikavälillä 6.9. - 13.9.2004 siten, että viimeinen levityspäivä oli 13.9.2004. Kipsi puhallettiin järven syvänteeseen erittäin hienojakoisena ja kuivattuna jauheena (150 tonnia kipsiä noin 3 hehtaarin alalle 17 metrin syvänteeseen ja sen ympärille yli 10 metrin vesisyvyyteen). Kipsin täydellinen (= hienojakoisimmatkin hiukkaset) laskeutuminen sedimenttiin kesti joitakin päiviä.

Käsittelyn vaikutuksia veden laatuun seurattiin toistuvain näytteenotoin ja analysoinein (MTT, Turun yliopiston Geologian laitos). Ennen käsittelyä analysoituja ravinte- ym. pitoisuuksia verrattiin käsittelyn jälkeisiin. Näytteet nostettiin syvänteestä (kuva 2) kolmelta eri vesisyvyydeltä (1 m, 8 m ja 16 m vesisyvyys) sekä sedimentistä. Vesinäytteistä analysoitiin pääasiassa tärkeitä rehevyyden indikaattoreita. Seurattavia parametreja olivat muun muassa pH, happi, ravinteet ja näkösyvyys. Ensimmäiset seurantanäytteet otettiin neljän vuorokauden kuluttua viimeisestä kipsinlevityspäivästä. Seuranta päättyi syksyllä 2007.

Tulokset

pH

Järviveden pH:n voimakas nousu mielletään herkästi kipsikäsittelyn yhteyteen. Myös Mustialanlammilla veden pH-pitoisuuksia seurattiin tarkoin ennen ja jälkeen käsittelyn. Kuten kuvasta 2 huomaamme, kysäinen pelko oli tässäkin tapauksessa turha. pH-muutokset koko kolmen vuoden aikajaksolla mahtuvat yhden pH-yksikön sisälle, mikä on täysin luonnollinen vaihtelu yhden vesialtaan sisällä.

Happi

Vesimassan, ja nimenomaan alusveden happitilanne on yksi merkittävä sisäkuormitus- ta säätelevä tekijä. Alhainen happitilanne lisää mahdollisuuksia sedimenttiin löyhästi sitoutuneen fosforin vapautumiselle. Mustialanlammin osalta happitilanteen

seurannassa on ollut syystä tai toisesta eripituisia taukoja, mutta käytössä olevan aineiston perusteella voidaan verrata nykyistä happitilannetta käsittelyä edeltävään tilanteeseen. Huomattavaa on (kuva 3), että alusveden happipitoisuudessa on tapahtunut merkittävä parantuminen nimenomaan kipsikäsittelyn jälkeen. Viimeisin mitattu happipitoisuus (syyskuu 2007) on luokkaa 3,4 mg/l, kun se ennen kipsikäsittelyä oli noin 0,15 mg/l.

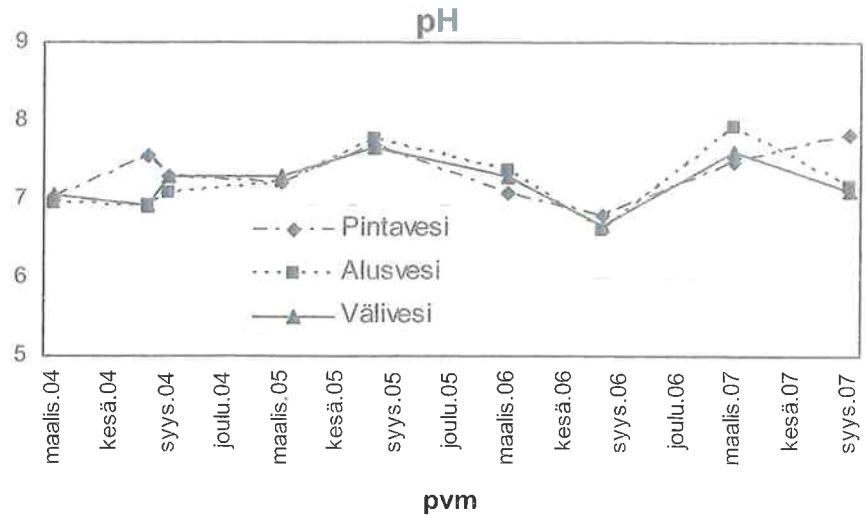
Ravinteet

Ravinteista fosfori, ja ennen kaikkea sen liukoinen muoto, on ratkaiseva järven rehevöitymisen kannalta. Sisäkuormitustapauksissahan ravinteet järviveteen kulkeutuvat ulkoisen valuman lisäksi järven pohjasedimentistä, jota Mustialanlammissa pyrittiin nimenomaan kipsikäsittelyllä rajoittamaan. Tätä taustaa vasten mielenkiinto ravintepitoisuustarkastelussa tuleekin kohdistaa nimenomaan alusveden fosforipitoisuuksiin (varsinkin sen liukoinen muoto). Kuvasarjassa 4 a-c on esitetty graafisesti fosforipitoisuuksien kehittyminen järven eri vesikerroksissa. Kuvat on laadittu kaikki samaan mittakaavaan, jotta todelliset pitoisuusmuutokset eri vesikerrosten välillä olisivat helpommin verrattavissa.

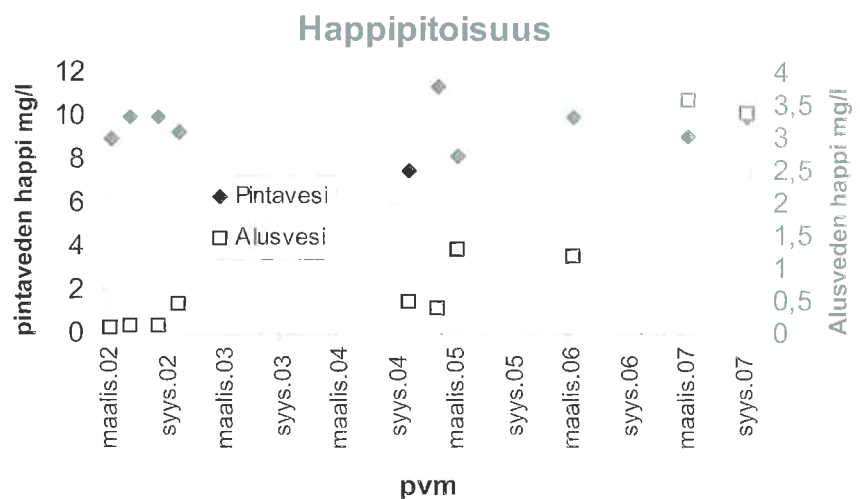
Suurimman mielenkiinnon kohteena on kuva 4a, joka kertoo fosforipitoisuuksien kehittymisen pohjanläheisessä vesimassassa, mikä kuvaa parhaiten juuri sisäkuormitustaipumusta. Pitoisuuksissa on tapahtunut selvä muutos niukkaravinteisempaan suuntaan. Varsinkin liukoisen fosforin määrä on laskenut rajusti verrattuna vuoden 2004 ennen kipsikäsittelyä vallinneeseen tilanteeseen. Alusveden fosforipitoisuuksien lasku ei suinkaan ole tapahtunut muiden vesikerroksien kustannuksella, koska niissäkään ei ole havaittavissa fosforipitoisuuksien nousua (kuva 4b-c). Ainoa selitys alusveden vähentyneelle fosforipitoisuudelle on onnistunut sisäkuormituksen rajoittaminen.

Fosfori sedimentissä

Sedimentin fosforipitoisuuksissa on tapahtunut selvä nousu vuodesta 2004 vuoteen 2006. Vuonna 2007



Kuva 2. Mustialanlammin vesimassan pH neljän viimeisimmän vuoden aikana.



Kuva 3. Happipitoisuudet Mustialanlammin pinta- ja alusvedessä vuodesta 2002 vuoden 2007 syyskuulle.

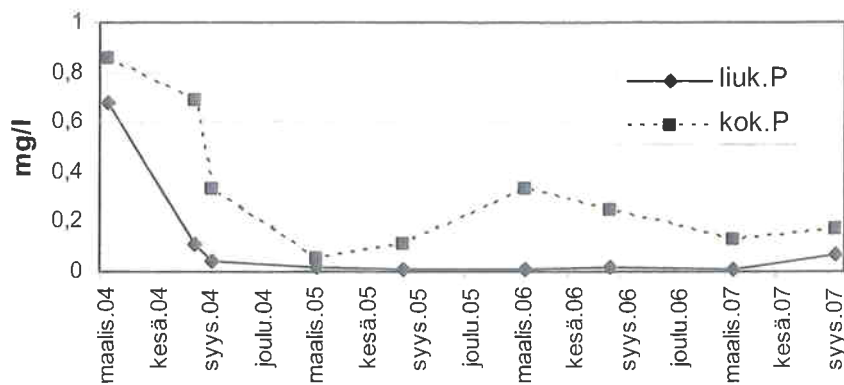
Mustialanlammista ei uusia sedimenttinäytteitä haettu, joten tämänhetkisestä tilanteesta ei ole suoraa tietoa. Välillisesti kuitenkin vesianalyysien perusteella voidaan olettaa sedimenttiin sitoutuneen fosforimäärän olevan edelleen kasvussa, koska alusveden fosforipitoisuudet eivät ole kohooneet. Kuvassa 5 on esitetty sedimenttiin kokonaaisuudessaan sitoutuneen fosforin määrä, sekä erikseen eri tavoin sitoutuneen fosforin määrä. Vaakaviivoitettu (NaOH-

P) fosfori, jota on sedimentissä eniten, on sidoksissa helppoliukoisina rautayhdisteinä, jonka pysyvyyttä säätelee voimakkaasti happitilanne. Happitilanne Mustialanlammin alusvedessä onkin koko ajan parantunut ja oletettavaa on, että fosfori pysyy entistä paremmin sitoutuneena sedimenttiin.

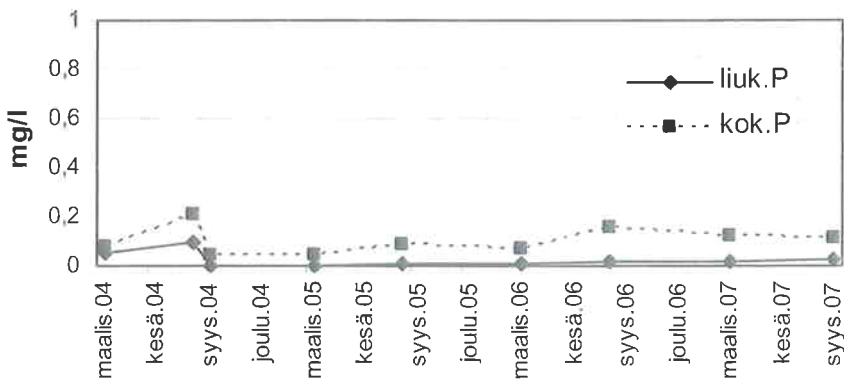
Järvi kiittää kunnostajiaan

Kipsikäsittelystä on nyt kulunut lähes 4 vuotta ja kaikki edellä esitetty perustuu

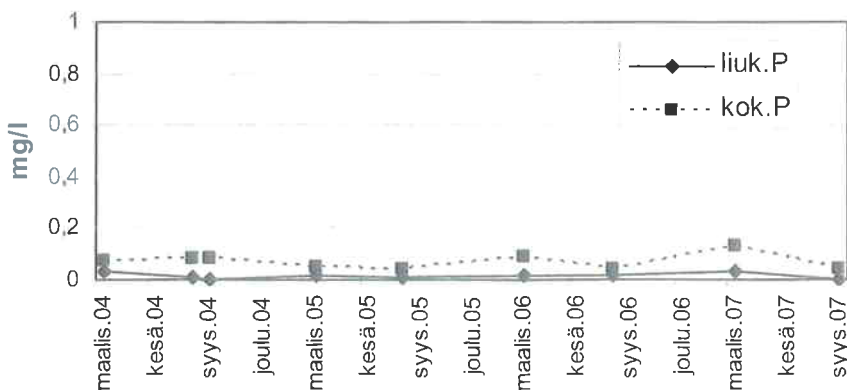
a) Fosforipitoisuudet alusvedessä



b) Fosforipitoisuudet välivedessä (8 m)



c) Fosforipitoisuudet pintavedessä



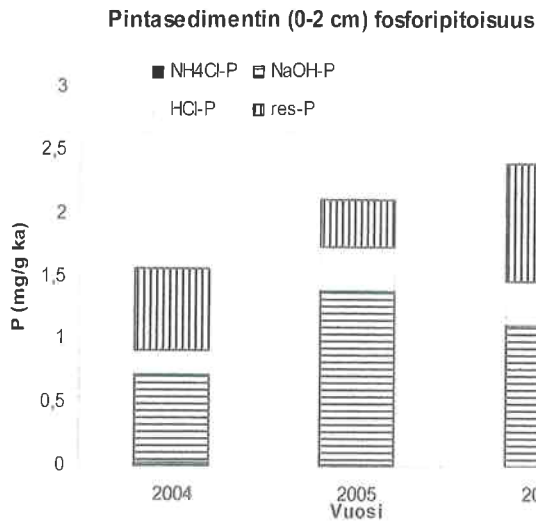
Kuva 4 a-c. Fosforipitoisuuksissa tapahtuneet muutokset Mustialanlammin syvänteiden eri vesikerroksissa ennen ja jälkeen kipsikäsitteilyä.

pääosin vesianalyysituloksiin ja niiden työpöydän ääressä tapahtuneeseen tulokintaan. Tämän perusteella järven tilanne näyttää varsin lupaavalta. Sen, miltä Mustialanlammi tänään oikeasti näyttää, tietävät vain ne, jotka pääsevät omin silmin näkemään, jotka käyttävät järveä virkistystarkoituksiin, jotka kulkevat sen rannoilla, uivat, veneilevät, tai vain katselevat yllättävän monelle niin harvinaista järvimaisemaa. Vesi on kirkkaampaa. Tämä voidaan havaita järvelä tehdyistä näkösyvyysmittauksista (kuva 6). Näkösyvyys on yli kaksinker- taistunut ja on viimeisimmässä mittauksessa jo yli metrin.

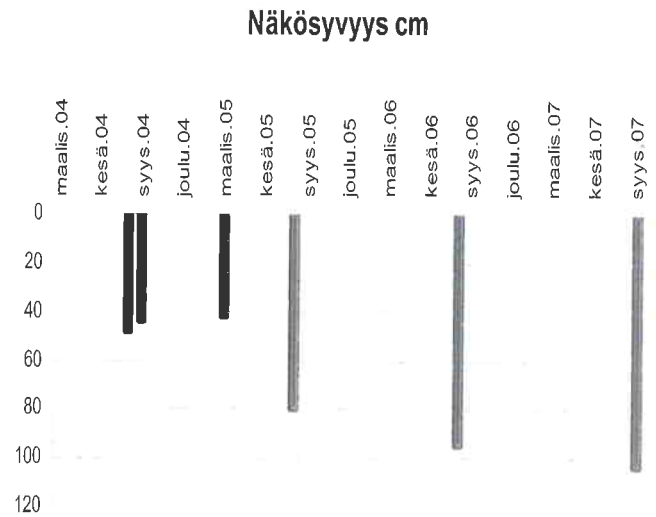
Tämän lisäksi alusvedessä aikaisemmin ollut erittäin voimakas rikkivedyn haju ja mustanharmaa väri ovat kadonneet kipsikäsitteilyn myötä. Talviaikaan vesi on lähes väritöntä koko vesimassan alueella; kesällä alusvesi on hieman kellanruskeaa (Aaro Närvänen, pers. comm.). Järnessä on kaiken kaikkiaan tapahtunut silminnähtäviä muutoksia parempaan suuntaan, mikä toivottavasti kannustaa jatkamaan järven hoitoa.

Kirjallisuus

- Kajava, P. 2007. Kipsikäsitteilyn vaikutukset järvien pohjasedimenttien mineralogiaan SEM- ja XRD-analyysimenetelmillä. 52 s.
- Mäkelä, S. 2004. Tammelan Kaukjärven, Mustialanlammen, Kuivajärven ja Pyhäjärven tila ja veden laatu. Lammin biologinen asema, Helsingin yliopisto. 65 s.
- Salonen, V-P, Varjo, E. & Rantala, P. 2001. Gypsum treatment in managing the internal phosphorus load from sapropelic sediments; experiments on Lake Laikkalammi, Finland. *Boreal Environment Research* 6:119-129.
- Varjo, E. 2001. Gypsum treatment in managing internal load from sediments of eutrophied lakes. PhD thesis. Turun yliopiston julkaisuja AII:143. 85 s.
- Varjo, E., Liikanen, A., Salonen, V-P & Martikainen, P. 2003. A new gypsum-based technique to reduce methane and phosphorus release from sediment of eutrophied lakes. *Water Research* 37:1-10.
- Varjo, E. & Saarikari, V. 2006. The effect of gypsum manipulation of sediment on benthic macroinvertebrates. In: Abstracts with programs: Making connections – people, lakes, watersheds. 26th International symposium of the North American Lake Management Society. 72.
- <http://www.jarviverkko.fi/hanke.html>
- <http://www.jarviverkko.fi/tpks/tila.htm>



Kuva 5. Pintasedimentin (0-2 cm) fosforipitoisuudet Mustialanlammin 16 m syvänteessä talvella 2004-2006.



Kuva 6. Näkösyyvyyden kehittyminen Mustialanlammella vuosina 2004-2007



VESIANALYTIIKAN OSAAJA

Nab Labs on Suomen johtava teollisuuden ja ympäristönseurannan analytiikan tuottaja. Merkittävä osa vesianalytiikkaamme on akkreditoitu.

- LUONNONVEDET • JÄTEVEDET • TALOUSVEDET • PROSESSIVEDET
- KATTILAVEDET • KIERTOVEDET • UIMAVEDET

Tuotamme myös vesistö- ja kuormitus-tarkkailut, biologiset selvitykset sekä näytteenoton kentällä.

Lisätiedot palveluistamme:
0207 479 111 tai info@nablabs.fi

Nablabs
laboratories
www.nablabs.fi

N A B L A B S - A N A L Y T I I K A N O S A A J A