

Elina Hernesniemi

**Evijärven Kniivilänlahden puhdistus- ja  
rahoitusvaihtoehdot**

Opinnäytetyö

Kevät 2013

Maa- ja metsätalouden yksikkö  
Maatalouselinkeinojen koulutusohjelma



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

## Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Maa- ja metsätalouden yksikkö, Ilmajoki

Koulutusohjelma: Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma

Suuntautumisvaihtoehto: Kasvintuotanto ja agroteknologia

Tekijä: Elina Hernesniemi

Työn nimi: Evijärven Kniivilänlahden puhdistus- ja rahoitusvaihtoehdot

Ohjaaja: Heikki Harmanen

Vuosi: 2013

Sivumäärä: 46

Liitteiden lukumäärä: 2

---

Tässä opinnäytetyössä selvitetään Evijärven Kniivilänlahdelle soveltuvat kunnostustoimenpiteet. Apuna käytetään sekä Kniivilänlahden, että muiden järvien aikaisemmista kunnostuksista tehtyjä raportteja sekä omaa arviota lahden nykyisestä kunnosta. Raportteja Kniivilänlahdesta löytyi useita aina 1970-luvulta lähtien. Oma arvio perustuu Kniivilänlahdesta otettujen vesinäytteiden analysoimiseen sekä näköhavaintoihin. Lisäksi selvitetään, mitä voidaan tehdä lahden ulkoisen kuormituksen vähentämiseksi. Lopuksi luetellaan lahden kunnostuksen rahoitusmahdollisuudet sekä muut kunnostushankkeen toimenpiteet.

Opinnäytetyössä selvisi, että lahden kunnostuksen tärkein tavoite on sen virkistyskäytön parantaminen sekä järvimaiseman avartaminen. Lahden suurin ongelma on mataluus, umpeenkasvu ja hyvin vesipitoisen lietteen täyttämä pohja sekä metsäojitusten aiheuttama ravinne- ja kiintoainekuormitus. Oman analyysin perusteella lahti on erittäin rehevä ja erittäin humuspitoinen sekä talvisin lähes hapeton. Näiden tietojen perusteella parhaiten soveltuvaksi kunnostusmenetelmäksi valittiin imuruoppaus ja vesikasvien niitto. Lietteen läjittämisen sijaan päätettiin sijoittaa liete geotuubeihin. Metsäojitusten aiheuttaman ravinne- ja kiintoainekuormituksen vähentämiseksi päätettiin käyttää geotuubien suodatinkangasta. Rahoitusta kunnostushankkeelle päätettiin hakea paikalliselta Aisapari-yhdistykseltä.

Avainsanat: järvet, kunnostus, kunnostushanke, Evijärvi, Kniivilänlahti, rahoitus

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

## **Thesis abstract**

Faculty: Ilmajoki school of agriculture and forestry

Degree programme: Agricultural and rural enterprises

Specialisation: Plant production and agrotechnology

Author/s: Elina Hernesniemi

Title of thesis: Evijärven Kniivilänlahden puhdistus- ja rahoitusvaihtoehdot

Supervisor(s): Heikki Harmanen

Year: 2013

Number of pages: 46

Number of appendices: 2

---

This thesis surveys the restoration procedures that are suitable to Kniivilänlahti of Evijärvi. The thesis utilizes both reports from earlier restoration projects of bay Kniivilänlahti and other lakes and also a personal evaluation of the bay's current condition. Several reports concerning Kniivilänlahti were found starting from the 1970s. Personal evaluation is based on an analysis of water samples taken from Kniivilänlahti and visual observation. The thesis also examines what could be done to decrease any external strain caused to the bay. Also included are possible ways to fund the restoration of the bay and other necessary actions in the restoration project.

In this thesis it was discovered that the priorities of the restoration project are improving recreational use of the bay and expanding the scenery. The bay's biggest problems are shallowness, succession, muddiness of the bottom of the bay and strain caused by nutrients and solids originating from forest ditching. Based on personal analysis the bay is very eutrophic and humus content, and it is almost completely oxygen-free in winters. Based on this information it was found that the most appropriate methods of restoration are suction dredging and mowing down the aquatic plants. It was also decided that the mud would be placed in geotubes. Geotube filtration fabric would be used to alleviate the strain caused by nutrients and solids. Funding for the restoration project would be sought from local Aisapari association.

Keywords: lakes, restoration, restoration project, Evijärvi, Kniivilänlahti, funding

# SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	1
Thesis abstract.....	2
SISÄLTÖ.....	3
Kuvio- ja taulukkoluetelo.....	5
Käytetyt termit ja lyhenteet .....	6
1 JOHDANTO .....	7
2 ALUEEN NYKYTILAN ARVIOINTI .....	8
2.1 Valuma-alueen kartoitus .....	10
2.2 Aikaisemmat kunnostustoimenpiteet.....	11
2.3 Nykytilan arviointi .....	11
2.3.1 Kunnostustarpeen määrittäminen .....	12
2.3.2 Kirsinpäkin ja lahden rehevyystaso fosfori- ja typpipitoisuuden perusteella .....	14
2.3.3 Humuspitoisuus arvioituna väriluvun perusteella .....	15
2.3.4 Happitilanne .....	15
2.3.5 Sameus.....	17
2.4 Lahden ongelmat ja tavoitteet .....	17
3 KUNNOSTUSMENETELMÄT .....	18
3.1 Ruoppaus.....	18
3.1.1 Imuruoppaus.....	19
3.1.2 Kauharuoppaus.....	21
3.1.3 Pumppukauharuoppaus.....	21
3.2 Niitto.....	21
3.3 Hapetus.....	22
3.4 Ravintoketjukurkunnostus eli biomanipulaatio .....	23
3.5 Fosforin kemiallinen saostus.....	24
3.6 Veden pinnan nosto .....	25
4 KNIIVILÄNLAHDEN KUNNOSTUKSEEN SOVELTUVAT MENETELMÄT .....	26

4.1	Ruoppaussuunnitelma .....	26
4.2	Niittosuunnitelma.....	27
4.3	Tehtävien kunnostustoimenpiteiden arvioidut haittavaikutukset.....	29
5	<b>ULKOISEN KUORMITUKSEN VÄHENTÄMINEN JA EHKÄISEVÄT TOIMENPITEET .....</b>	<b>31</b>
5.1	Suojavyöhykkeet.....	31
5.2	Kosteikot ja laskeutusaltaat.....	31
5.3	Haja- ja vapaa-ajanasutuksen jätevesikuormituksen vähentäminen.....	32
5.4	Muita kuormituksen vähentämiskeinoja .....	32
6	<b>KUSTANNUKSET JA RAHOITUS.....</b>	<b>34</b>
6.1	Kustannukset .....	34
6.2	Rahoitus.....	34
6.2.1	Valtion rahoitukset .....	34
6.2.2	EU:n rahoitukset .....	35
6.2.3	Kuntien rahoitus .....	35
6.2.4	Muut rahoituslähteet .....	35
7	<b>KUNNOSTUSHANKKEEN MUUT TOIMENPITEET.....</b>	<b>36</b>
8	<b>YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET .....</b>	<b>37</b>
	<b>LÄHTEET .....</b>	<b>38</b>
	<b>LIITTEET.....</b>	<b>43</b>

## Kuvio- ja taulukkoluetelo

Taulukko 1 Kirsinpäkin vesinäytteiden analyysitulokset vuosilta 1999-2003.....	13
Taulukko 2 Puntosniemen vesinäytteiden analyysitulokset vuosilta 1999-2003. ...	13
Taulukko 3 Veden rehevyystaso fosfori- ja typpipitoisuuden perusteella. ....	14
Taulukko 4 Veden humuspitoisuus värin perusteella. ....	15
Taulukko 5 Veden happitilanteen arviointi hapen kyllästysasteen perusteella. ....	16
Kuva 1 Ähtävänjoen valuma-alue. ....	8
Kuva 2 Kniivilänlahden sijainti Evijärvessä. ....	9
Kuva 3 Kniivilänlahti. ....	10
Kuva 4 Menetelmien soveltuvuus järven kunnostukselle asetettujen tavoitteiden mukaan. ....	18
Kuva 5 Geotuubi. ....	19
Kuva 6 Vedenlaatu kunnostuksen aikana. ....	20
Kuva 7 Suunnitellut ruoppausalueet. ....	26
Kuva 8 Suunnitellut niittoalueet. ....	28

## Käytetyt termit ja lyhenteet

<b>Hapen kyllästysaste</b>	Ilmoitetaan prosentteina. Kertoo liukoisen hapen määrän vedessä suhteessa sen suurimpaan mahdolliseen pitoisuuteen.
<b>Humus</b>	Koostuu eloperäisistä orgaanisista aineista. Värjää veden ruskeaksi.
<b>Pt mg/l</b>	Platinamilligrammaa litrassa. Käytetään veden värin arvioinnissa. Verrataan vesinäytteen väriä platinaliuoksen väriin.
<b>Rehevöityminen</b>	Rehevöityminen tarkoittaa pääasiallisesti järven tilan huonontumista esimerkiksi kasvillisuuden lisääntymisen johdosta. Tämä taas johtuu typen ja fosforin kertymisestä vesistöön yleensä ihmistoiminnan seurauksena.
<b>Sedimentti</b>	Järven pohjakerros, jonne kertynyt muun muassa eloperäistä ainesta.
<b>Sisäinen kuormitus</b>	Tapahtuu vesistössä itsessään, jolloin pohjasedimentistä vapautuu ravinteita takaisin veden kierto.
<b>µg/l</b>	Mikrogrammaa litrassa.
<b>Ulkoisen kuormitus</b>	Tarkoittaa valuma-alueelta vesistöön kulkeutuvia ravinteita. Ulkoinen kuormitus on joko haja- tai pistekuormitusta. Pistekuormittajia ovat esimerkiksi teollisuuslaitokset. Turvetuotanto, kettutarhat, liikenne. Hajakuormittajia maa- ja metsätalous sekä haja-asutus.
<b>Luusua</b>	Luusua on järven ja joen yhtymäkohta

# 1 JOHDANTO

Päädyin tekemään opinnäytetyönäni Evijärven Kniivilänlahden kunnostussuunnitelman, koska lahden rannalla asuva veljeni ehdotti minulle sitä. Innostuin aiheesta todella kun veljeni kertoi, että kunnostushankkeelle olisi realistiset toteutusmahdollisuudet lahden suuren asukasmäärän vuoksi. Mitä suurempaa ihmismäärää kunnostus koskettaa, sitä suuremmalla todennäköisyydellä kohteelle saadaan rahoitusapua.

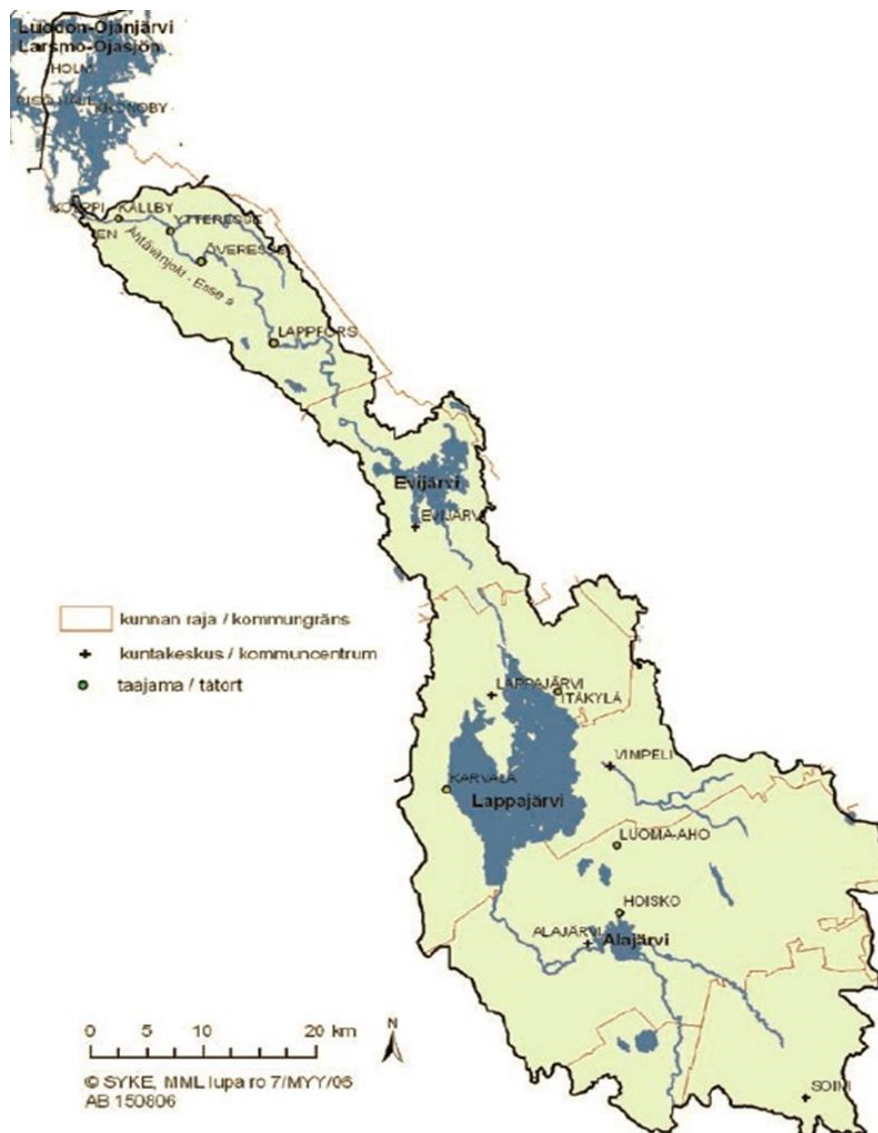
Kniivilänlahteen on kymmenkunta vuotta aikaisemmin tehty kuntalaisten ja Ely-keskuksen toimesta kunnostustoimenpiteitä. Nyt lahti vaatisi taas toimenpiteitä rehevyyden vähentämiseksi. Koen järvien kunnostuksen tarpeelliseksi, sillä Järvipohjanmaan järvet toimivat myyntivalttina alueen lomamatkailulle ja näin ollen järvien hyvä kunto ja käytettävyys ovat ensisijaisen tärkeitä.

Opinnäytetyössä selvitetään, mitä kunnostustoimenpiteitä lahdelle halutaan tehdä, kuinka toimenpiteet toteutetaan ja mistä niille saadaan rahoitus. Selvitetään myös, kuinka kunnostustarve määritetään ja mitkä tahot tutkimuksia tekevät. Tavoitteena on saada aikaan toteutuskelpoinen kunnostussuunnitelma.



## 2 ALUEEN NYKYTILAN ARVIOINTI

Evijärven kunta on yksi Etelä-Pohjanmaan Järviseudun kunnista. Kunnassa on 2740 asukasta. Evijärvi on osa Ähtävänjoen valuma-aluetta (Kuva 1). Evijärvi on läpivirtausjärvi, jonka lahdet, kuten Kniivilänlahti, kärsivät voimakkaasta rehevöitymisestä ja talven happiongelmistä (Länsi-Suomen ympäristökeskuksen 2008, 124). Ähtävänjoki virtaa Lehtimäen, Soinin, Alajärven, Vimpelin, Evijärven ja Pedersören kuntien läpi ja laskee lopulta Pietarsaaren Luodon-Öjänjärveen. Länsi-Suomen ympäristökeskuksen raportin (2008, 124) mukaan järvet toimivat vesivarastoina, mikä osaltaan parantaa veden laatua. Ähtävänjoen järvisyys on jopa 9,8 %, mikä tarkoittaa sitä, että alueen järvillä on valtava merkitys



Kuva 1 Ähtävänjoen valuma-alue (Länsi-Suomen ympäristökeskuksen raporteja 2008).

Pohjanmaan virkistyskäytölle. Evijärven alapuolella Ähtävänjoessa elää jokihelmisimpukkakanta, mikä on otettava huomioon alueen kunnostushankkeissa. Ähtävänjoki kuuluu tältä osin Natura 2000-ohjelmaan.

Kniivilänlahti sijaitsee Evijärven keskustan länsipuolella (Kuva 2). Sillä on rantaviivaa noin 7.8 km (7800 m) ja se on matala (syvimmillään vain 1.8 m), rehevöitynyt ja herkästi umpeenkasvava. Lahden pinta-ala on 1.3 km<sup>2</sup> (Granberg ym. 1985). Evijärven kylän maa- ja vesiosakaskunta on todennut, että Kniivilänlahti kaipaa jatkuvaa kunnostusta (Länsi-Suomen ympäristölupavirasto 2006, 10). Kunnostustoimenpiteitä onkin tehty lahdelle useaan otteeseen.



Kuva 2 Kniivilänlahden sijainti Evijärvessä (Avoimien aineistojen tiedostopalvelu, [Viitattu: 25.3.2013]).

Lahden pohjois- ja eteläpää ylitetään sillalla, joista pidempi on 250 metriä pitkä (Kuva 3). Lahden pituus eteläsillalta pohjoissillalle (Sillankorvan leirintäalueen silta) on 2,3 km (Liite 1). Leveimmillään lahti on Ahvenniemen kärjen kohdalta

mitattuna 810. Kapein kohta lahdessa on 400 metriä. Lahden ympärillä oleva asutus (n. 1000 asukasta (Kleimola, 2013)) sijaitsee pääosin sen itä- ja kaakkoisosassa. Lahdella onkin suuri merkitys asukkaiden virkistysalueena. Muilta osin lahtea ympäröi metsä ja pellot. Kniivilänlahden vieressä, keskustan itäpuolella sijaitsee suo, Valmosa, joka on luonnonsuojelualue.



Kuva 3 Kniivilänlahti (Hernesniemi, 2012).

näiden kankaiden välisellä alueella sijaitsee turkistarhoja ja Lappajärven jätteenpuhdistuslaitos. Juuri ennen Kniivilänlahtea kirsinpäkkiin yhdistyy kaksi muuta puroa, Härkäpäkki ja Mustapäkki.

Vaikka Evijärvi kuuluu Ähtävänjoen valuma-alueeseen, vettä ja ravinteita Kniivilänlahteen tuo kuitenkin pääosin Kirsinpäkin puro. Kirsinpäkki virtaa aivan kantatie 68:n vierellä noin kolmen kilometrin verran. Kirsinpäkki alkaa Lappajärven puolelta suolta, joka sijaitsee Kettukankaan ja Suonperänkankaan välissä noin 20 kilometrin päässä

Kniivilänlahdesta. Juuri

## 2.1 Valuma-alueen kartoitus

Lahden valuma-alueen pinta-ala on 60,6 km<sup>2</sup> ja sen keskivirtaama on 0,55 m<sup>3</sup>/s. (Länsi-Suomen ympäristölupavirasto 2006, 3). Pelkästään Kirsinpäkin valuma-alue on 34 km<sup>2</sup>. Kirsinpäkin keskivirtaama oli 80-luvun puolivälissä 0,63 m<sup>3</sup>/s (Granberg ym. 1985).

Koko Evijärven valuma-alueella viljaa viljellään 32 %:lla pelloista, nurmea viljellään 49 %:lla, kesantona näistä on 8,6 % ja perunalla 0,6 %. (Pollari, 2004.)

## 2.2 Aikaisemmat kunnostustoimenpiteet

Kniivilänlahtea on kunnostettu joka vuosikymmenen aikana sitten 1970-luvulta lähtien. Kunnostukset ovat pääosin koostuneet niitoista, mutta vuosituhannen vaihteessa on tehty myös muita toimenpiteitä.

Ensimmäisiä kertoja Kniivilänlahtea on kunnostettu niitoilla 1970-luvun alussa, kun lahtea peitti tiheä järviruokokasvusto ja sen sisällä kulki juuri veneenmentäviä reittejä. (Kleimola 2013). Vuosina 1972 ja 1973 niitettiin vesikasveja Kirsinpäkin suulta ja vuosina 1973 ja 1974 niitettiin Kniivilänlahden pohjoisosaa. Vesikasveja on niitetty myös vuonna 1983. (Noukka, 1985.)

Evijärven kunta on tehnyt perkauksia vuosina 1993-1996 (Nyberg ym. 1999). Kniivilänlahtea on niitetty kesinä 1996-1997. Niitot on tehty lahden keskiosalle ja itärannalle. Vuosina 1999-2003 tehdyssä Kniivilänlahden kunnostuksessa alueelle tehtiin ruoppauksia, niitettiin vesikasveja ja rakennettiin laituri sekä venepaikkoja. Ruoppaukset sijoittuvat vuonna 1999 Kniivilänlahden kultalahteen ja vuonna 2000 Mansikkalahteen. Ruoppaukset tehtiin talviaikaan. (Nyberg ym. 1999.) Vuosina 2010, 2011 ja 2012 on niitetty vesikasveja Sillankorvan alueella (Savola, 2013).

## 2.3 Nykytilan arviointi

Kirsinpäkin vedenlaatu on huono muun muassa metsäojitusten takia (Kleimola 2013). Vedenlaatuun vaikuttaa huonontavasti alueen turkistarhat sekä laajat suoalueet, joissa on turvetuotantoa. Kirsinpäkin huonon laadun takia Kniivilänlahden vesi onkin hyvin tummaa. Pääosin koko Evijärven vedenlaatu on hyvä (Länsi-Suomen ympäristölupavirasto 2006, 3).

Kniivilänlahti on paksun sedimenttikerroksen täyttämä. Sedimentti paksuuntuu joka syksy, kun kasvimassa hajoaa ja vajoaa pohjaan. Kasvimassan hajotessa vapautuu ravinteita veteen (Läike 1975, 1). Sedimentti on pääosin hyvin pehmeää. Lahden länsiosa on alkanut jo pahoin soistua, muutoin lahtea peittää osittainen vesikasvillisuus. Lahtea on aikaisemmin ruopattu Kirsinpäkin suulta niin, ettei siinä juurikaan ole kasvillisuutta (Kleimola 2013).

### 2.3.1 Kunnostustarpeen määrittäminen

Veden laatu huonontuu, koska ravinnepitoisuus nousee. Ravinnepitoisuuden nousu pienentää näkösyvyyttä ja lisää pohjan hapettomuutta sekä leväkukintoja. (Martinmäki ym. 2010, 18). Järven huonontuneen tilan tunnistaa myös särkikalojen lisääntymisestä ja petokalojen vähentymisestä.

Järven rehevyys määritetään fosforipitoisuuden perusteella ja sitä verrataan alueen järvien yleiseen tilaan. (Eloranta 2005, 15) Järven laatuun vaikuttaa muun muassa maalaji. Kniivilänlahden valuma-alueen yleisin maalaji on hietamoreeni (Viljavuustilastot [Viitattu: 15.3.2013]). Moreeni on ravinteikas maalaji, josta alavilla mailla kulkeutuu pintavaluntana humusta ja ravinteita järveen. (Eloranta 2005, 16) Veden laatuun vaikuttaa myös valuma-alueen laajuus, vesitase ja virtausolot. Nämä taas vaihtelevat vuosittain esimerkiksi sadannan ja haihdunnan vuoksi. Järven pinta-ala, valaistus- ja tuuliolosuhteet vaikuttavat lämpökerroistuneisuuden kautta järven happipitoisuuteen. (Eloranta 2005, 17.)

Kunnostustarve määritetään pääasiassa veden laadun, kalaston ja kasvillisuuden avulla. Apuna voidaan käyttää myös näkösyvyyden sekä sedimentin paksuuden mittausta eri puolilla aluetta. Näkösyvyys voidaan mitata vaikka kuntalaisten toimesta. Kunnostustarpeen määrittämisessä auttaa alueen eläinten ja kasvillisuuden kartoittaminen. Tällöin kartoituksessa tulisi huomioida linnut, kalat, pohjaeläimet, kasviplanktonit ja kasvillisuus kuten ilmaversoiset sekä kelluslehtiset ja uposlehtiset kasvit. Eläinten ja kasvillisuuden kartoituksia sekä koekalastuksia tekee Pohjanmaan Ely-keskus, jonka alueeseen Evijärvi kuuluu.

Suosittelun mukaan tietoja veden laadusta tulisi olla ainakin kahdelta edelliseltä vuodelta. Parhaimmassa tapauksessa näytteet tulisi ottaa kevättalvella ja ainakin neljä kertaa kasvukauden aikana. (Martinmäki ym. 2010, 18). Veden laatua tulisi seurata myös kunnostuksen aikana ja sen jälkeen, jotta tiedetään kunnostuksen hyödyt tai jopa haitat. Kunnostuksen jälkeisistä tarkkailutoimenpiteistä on hyötyä myöhemmissä kunnostushankkeissa. Vesinäytteitä ottaa Etelä-Pohjanmaan vesitutkijat. Vesinäytteistä määritetään lämpötila, happamuus, pH, alkaliniteetti, sähkönjohtokyky, kiintoaines, sameus, väri, happipitoisuus, kokonaisfosfori ja kokonaistyyppi.

Seuraavista taulukoista 1 ja 2 käy ilmi vuosien 1999-2003 kunnostustoimenpiteiden aikaisten vesinäytteiden analyysitulokset. Näytteenottopisteet ovat sijainneet Kirsinpäkin purossa ja Puntosniemen lähetyvillä lähes Kniivilänlahden keskialueella. Tuloksissa on huomioitava, että vesinäytteet on pääosin otettu kunnostustoimenpiteiden aikana tai välittömästi niiden jälkeen. (Sarell 2003, 5.) On myös huomioitava, että näytteidenotosta on jo kulunut kymmenisen vuotta, joten tilanne on voinut pahentua tai parantua. Vesinäytteitä otettiin yhteensä neljästä paikasta, mutta käsittelen tässä vain Kirsinpäkin ja Kniivilänlahden keskiosan näytteitä. A-klorofylliä ei näytteissä ole, sillä näytteet on otettu talviaikaan, eikä a-klorofylliä pysty talvisin ottamaan.

Taulukko 1 Kirsinpäkin vesinäytteiden analyysitulokset vuosilta 1999-2003 (Sarell 2003).

pvm	Lämpötila	Happi mg/l	%	Sameus FNU	Kiintoaine mg/l	Sähköjoht mS/m	Alkaliinit mmol/L	pH	Väri Pt mg/l	Kok.N µg/l	Kok.P µµ/l
25.2.1999	-	10,8	-	21	76,8	16,7	0,5	6,9	333	2350	132
8.4.1999	0,3	8	55	8	8,4	-	-	5,4	-	2025	129
15.2.2000	0,2	9,4	65	15	7,8	15,4	0,2	6,1	300	2100	-
1.3.2000	0	9,8	67	26	16,5	18,5	0,3	6,2	330	1100	95
4.4.2000	0,2	7,9	54	20	15,1	16,9	0,2	6,1	370	2300	120
13.2.2003	0,7	5,1	36	7	1,7	56	0,5	6,5	120	6400	55

Taulukko 2 Puntosniemen vesinäytteiden analyysitulokset vuosilta 1999-2003 (Sarell 2003).

pvm	Lämpötila	Happi mg/l	%	Sameus FNU	Kiintoaine mg/l	Sähköjoht mS/m	Alkaliinit mmol/L	pH	Väri Pt mg/l	Kok.N µg/l	Kok.P µµ/l
25.2.1999	-	7,8	-	31	32,5	18,4	0,5	6,8	-	2361	123
6.4.1999	1,4	7,2	51	8	10,7	-	-	5,6	-	2230	158
15.2.2000	1	5,8	41	17	8,4	19,3	0,3	6,1	300	2300	-
1.3.2000	0,8	7,8	54	14	7,9	17,9	0,3	6,1	240	2100	100
4.4.2000	0,4	7,9	55	20	14,6	19,2	0,3	6,2	330	2300	74
25.7.2000	20	7,8	86	18	22,7	9,7	0,2	6,7	400	1200	130
18.3.2002	1,2	-	-	19	9	-	-	6,3	300	2900	130
25.3.2002	1,2	-	-	8	6,1	13	-	5,7	220	3200	130
29.1.2003	0,4	3	21	-	-	-	-	-	-	-	-
13.2.2003	1,9	2,9	21	15	5	29	0,7	6,5	170	4300	60

### 2.3.2 Kirsinpäkin ja lahden rehevyystaso fosfori- ja typpipitoisuuden perusteella

Kokonaisfosforipitoisuuden täytyy olla yli 25 µg/l (Taulukko 3), jotta järvi voidaan luokitella reheväksi järveksi (Hagman, A 2010, 13). Hyvä tavoitetaso on noin 10 µg/l, jolloin esimerkiksi leväkukintoja ei enää esiinny

Taulukko 3 Veden rehevyystaso fosfori- ja typpipitoisuuden perusteella (Fosfori vedenlaatua kuvaavana, 2011 & Typpi vedenlaatua kuvaavana, 2012.).

Rehevyystaso	Pitoisuus µg P/l	Pitoisuus µg N/l
Karu	alle 15	alle 400
Lievästi rehevä	15-25	400-600
Rehevä	25-100	600-1500
Erittäin rehevä	yli 100	yli 1500

(Oravainen, R 2005, 193). Kirsinpäkin näytteiden perusteella puro on ollut erittäin rehevä (Taulukko 1). Rehevyystaso on laskenut maaliskuun aikana reheväksi, mutta noussut taas hetkellisesti yli 100 µg/l. Lopputesteissä vuonna 2003 arvot ovat laskeneet huomattavasti alle sadan, jolloin puro alkoi olla jo lähellä lievästi rehevää tasoa.

Taulukoissa vihreällä merkatut kohdat ovat ennen ruoppauksia otettuja näytteitä ja oranssilla merkatut Mansikkalahden ruoppauksen aikana otettuja näytteitä. Taulukoista käy ilmi, että lahden kokonaisfosforipitoisuus on ollut vuosien 1999-2003 tarkkailussa hyvin suuri. Rehevyystaso on tällöin ollut erittäin rehevän järven luokkaa. Ainoastaan 4.4.2000 ja 13.2.2003 kokonaisfosforipitoisuudet ovat laskeneet alle sadan. Luku on kuitenkin ollut hyvin suuri ja järvi on ollut edelleen rehevän järven tasolla.

Reheväksi vesistöksi voidaan luokitella kokonaistyppipitoisuuden perusteella, kun arvo on yli 600 µg/l (Taulukko 3). Sopiva kokonaistyppitaso olisi noin 400-600 µg/l luokkaa, jolloin vesistö luokiteltaisiin lievästi reheväksi. Kirsinpäkin kokonaistyppipitoisuus on ollut näytteidenottoaikana lähes koko ajan erittäin rehevän vesistön luokkaa. Ainoastaan Mansikkalahden ruoppauksen aikana typpipitoisuus on laskenut alle 1100 µg/l, jolloin se on ollut luokassa rehevä. Yllättävän korkeaksi typpipitoisuus on noussut jälkiseurannassa vuonna 2003, jolloin pitoisuus nousi yli 6000 µg/l.

Lahden keskiosan kokonaistyppipitoisuus on koko ajan ollut hieman 2000 µg/l yläpuolella (Taulukko 2). Ainoastaan Mansikkalahden ruoppauksen jälkeen kesällä

2000 arvo on laskenut rehevän tasolle. Tässäkin tapauksessa viimeisessä näytteessä typpipitoisuus on noussut todella korkealle eli yli 4000 µg/l.

### 2.3.3 Humuspitoisuus arvioituna väriluvun perusteella

Veden humuspitoisuus määritetään veden värin perusteella (Taulukko 4). Kirkkaan veden väriluku on 5-15 Pt mg/l ja erittäin samean veden väriluku on yli 100 µg/l. Kirsinpäkki on erittäin humuspitoinen, sillä sen väriluku on huomattavasti yli 100 Pt mg/l.

Viimeisessä vesinäytteessä väriluku on laskenut lähelle 100 Pt mg/l. Näin ollen humuspitoisuus ei edelleenkään laskenut tarpeeksi. Myös Puntosniemen näytteistä näkee, että lahti on erittäin humuspitoinen. On huomattava, että lahden

Taulukko 4 Veden humuspitoisuus värin perusteella (Veden väri vedenlaatua kuvaavana, 2012).

Väriluku	Veden humuspitoisuus
5-15	Kirkas/Väritön
20-40	Lievästi humuspitoinen
40-100	Humuspitoinen
yli 100	Erittäin humuspitoinen

humuspitoisuus on laskenut ruoppaustöiden aikana ja noussut taas töiden jälkeen. Lahden suoperäisen valuma-alueen takia lahtea ei todennäköisesti saada edes 40-100 Pt mg/l tasolle.

### 2.3.4 Happitilanne

Valtion ympäristöhallinnon (2010) tietojen mukaan veden happitilanne on hyvä kun pintavedessä on liukoista happea 10 mg/l ja hapen kyllästysaste on 80-100%. Saman tiedon mukaan happitilanne on heikko kun happea on 5 mg/l ja kyllästysaste on 20-40%. (Järvien talviaikaisen happitilanteen, 2010.) Yleensä Kniivilänlahden tilavuus on 1.3 km<sup>3</sup>, mutta se voi kevättalvella jään ollessa paksuimmillaan olla vain 107 000 m<sup>3</sup>, mikä saattaa aiheuttaa todella huonon happitilanteen (Granberg ym. 1985).



Kirsinpäkin tilanne hapen kannalta näyttää huonontuvan mittaustulosten loppua kohden. Happitilanne ennen ruoppausten alkua on 10,8 mg/l (kyllästysastetta ei saatavilla) sekä Mansikkalahden ruoppauksen aikana 9,8 mg/l ja kyllästysaste 67 % (Taulukko 1).

Taulukko 5 Veden happitilanteen arviointi hapen kyllästysasteen perusteella (Järvien talviaikaisen happitilanteen, 2010).

Happitilanne	Hapen kyllästysaste	Alusveden happitilanne
Erinomainen/hyvä	80-110 %	hapellinen
Tyydyttävä	70-120 %	joskus hapeton
Välttävä	40-150 %	esiintyy hapettomuutta
Huono	0- yli 150 %	hapeton talvi- ja kesä-
		kerrostuneisuuskauden lopussa

Ruoppauksen aikainen happitilanne on ollut vielä hyvä ja hapen kyllästysaste tyydyttävä, jolloin puro on joskus hapeton (Taulukko 5). Jälkiseurannassa vuonna 2003 liukoista happea on vedessä vain 5,1 mg/l ja sen kyllästysaste on 36 %. Näin ollen happitilanne on vuonna 2003 ollut välttävä ja purossa esiintyy hapettomuutta.

Myös lahden keskiosan happitilanne on huonontunut loppua kohden (Taulukko 2). Ennen ruoppauksen alkua happitilanne on jo ollut huononlainen eli 7,8 mg/l (kyllästysastetta ei saatavilla). Ruoppauksen aikana happitilanne on sama kuin alussa, mutta kyllästysaste on 54 % eli lahden happitilanne on välttävä. Viimeisen vesinäytteen happitilanne on todella huono, liukoista happea on lahdessa vain 2,9 mg/l, joten sitä ei ole juuri ollenkaan. Kyllästysaste on huono eli 21 %. Kesällä Kniivilänlahden happitilanne on ollut sama kuin talvella, mutta kyllästysaste on huomattavasti parempi eli 86 %.

Happitilanne lahdessa on siis huonontunut huomattavasti neljän vuoden aikana. Normaalisti 5 mg/l happea riittää kaloille, mutta talvella jo alle 3 mg/l happipitoisuus aiheuttaa kalakuolemia. Kalat alkavat siirtyä hapellisemmille alueille kun talven happipitoisuus on 1-1.5 mg/l ja laajamittaisia kalakuolemia alkaa esiintyä kun happipitoisuus on 0,5-1,0 mg/l. (Järvien talviaikaisen happitilanteen, 2010). Näin ollen vuoden 2003 tiedoilla Kniivilänlahden kalatilanne on talvisin erittäin huono.

Riistan- ja kalantutkimuslaitoksen kala-atlaksen mukaan (Kala-atlas, [Viitattu: 7.9.2012]) Evijärvässä on muun muassa ahventa, haukea, muikkua, suutaria, särkeä, säyneä, kuhaa ja jokirapuja, joista suutari ja jokirapu ovat istutettuja.

### **2.3.5 Sameus**

Sameus aiheutuu saviaineksesta ja levistä. Lievästi samean veden arvo on 1-5 FTU:n välillä. (Sameus vedenlaatua kuvaavana, 2012.) Kirsinpäkin sameusarvo vaihtelee 7-26 välillä ja Puntosniemen arvo 8-31 välillä, joten kummatkin ovat erittäin sameita. Sameus ja kiintoainepitoisuus ovat olleet korkeimmillaan ennen ruoppaustoimenpiteitä sekä Kirsinpäkissä, että Puntosniemessä. Kirsinpäkin sameus on kuitenkin noussut Mansikkalahden kunnostuksen aikaan. Mansikkalahden kunnostuksen ei kuitenkaan pitäisi vaikuttaa Kirsinpäkin vedenlaatuun.

## **2.4 Lahden ongelmat ja tavoitteet**

Tavoitteiden asettamisessa järven perustietojen kartoitus on tärkeää. Esimerkiksi suovaltaisella alueella sijaitsevaa järveä ei voi helpolla saada täysin kirkasvetiseksi (Lakso & Väisänen 2005, 78). Lahden suurin ongelma on sen mataluus ja mutainen pohja, jolloin lahden virkistyskäyttö kärsii etenkin lahden rannoilla. Mataluus ja näin ollen pieni talvitilavuus aiheuttaa hapettomuutta, joka taas heikentää lahden kalatilannetta, joten lahden happitilanteen parantaminen voisi olla yksi tavoitteista. Toinen lahden ongelmista on sen liallinen kasvillisuus, joka selvästi heikentää Evijärven keskustaan aukeavan järvimaiseman visuaalista arvoa. Kasvillisuus on pahimmillaan lahden itäosassa, jossa ranta on päässyt jo pahoin soistumaan. Pääosin ongelmien aiheuttaja on Kniivilänlahteen laskeva Kirsinpäkin puro. Pääasialliset tavoitteet näin ollen ovat lahden käyttökelpoisuuden ja järvimaiseman parantaminen sekä kuormituksen vähentäminen Kirsinpäkin purosta. Lahden kunnostukselle halutaan jatkuvia huoltotoimenpiteitä.

### 3 KUNNOSTUSMENETELMÄT

Järveä tai sen osia voidaan kunnostaa muun muassa ruoppaamalla, niittämällä vesikasveja, hapettamalla, ravintoketjukunnostuksella, fosforin kemiallisella saostuksella ja veden pinnan nostolla. Kunnostusmenetelmät valitaan halutun tavoitteen mukaan (Kuva 4). Seuraavasta kuvasta käy ilmi kunnostustapojen soveltuvuus eri tavoitteille.



Kuva 4 Menetelmien soveltuvuus järven kunnostukselle asetettujen tavoitteiden mukaan (Sammalkorpi & Sarvilinna, 2010).

#### 3.1 Ruoppaus

Ruoppauksessa on kolme päävaihetta; irrotettavan massan poistaminen pohjasta, massan läjitys väliaikaiselle sijoituspaikalle ja sen lopullinen sijoitus. Ruoppauksen pääasialliset tarkoitukset ovat vesisyvyyden lisääminen ja sisäisen kuormituksen sekä kasvillisuuden vähentäminen. (Mykkänen, Ulvi & Viinikkala 2005, 211.) Järvi tai tässä tapauksessa lahti voidaan ruopata kokonaan tai osittain. Osittainen ruoppaus voi kohdistua esimerkiksi uimarantaan tai venesatamaan (s. 213).

Kasvien vähentämiseksi ruoppaus on parempi keino kuin niiden niittäminen, sillä ruopattaessa kasvit poistetaan juurineen. Vesisyvyyden kasvaessa niiden

kasvaminen takaisin kestää kauan tai estyy kokonaan (Mykkänen, Ulvi & Viinikkala 2005, 224).

### 3.1.1 Imuruoppaus

Mykkäsen ym. (2005, 216) mukaan imuruoppausta käytetään useimmiten vain suuremmissa hankkeissa. Se soveltuu löyhille sedimenteille, mutta se vaatii lähes kolme kertaa esimerkiksi kauhalla ruopattua aluetta suuremmat läjitysalueet ja saostusaltaat. Tässä tapauksessa käytetäänkin läjitysalueiden sijaan geotuubeja, jotka ovat läjitysalueita huomattavasti helpommin hallittavissa. Imuruoppaus toteutetaan irrottamalla sedimentti ensin joko leikkurilla, vesisuihkulla tai kauhapyörällä. Irrotuksen yhteydessä tapahtuu myös sedimentin sekoitus veteen, jolloin massan eteneminen putkistossa on helpompaa.

Koska lahden ongelmana on sen mutaisuus ja mataluus, ruoppaus on ehdottomasti ensimmäinen kunnostusvaihtoehto. Imukauharuoppaus on Kniivilänlahdelle parhaiten soveltuva kunnostusmenetelmä, koska sedimentti on erittäin pehmeää ja helposti irtoavaa. Näin ollen irrotuksesta selvitään pelkällä imuputkella. On myös mahdollista suorittaa imuruoppaus ilman massan etenemistä helpottavaa vettä, jolloin sedimentti siirretään kauhalla kaukaloon. Kaukalosta massa imetään putkistoon.

Tämän jälkeen massa imetään putkea pitkin ruoppajaan, josta se pumpataan geotuubeihin (Kuva 5). Geotubiin mennessä veteen voidaan lisätä puhdistuskemikaalia (polymeeriä), joka helpottaa veden puhdistumista. Vesi suodattuu tuubin seinämän läpi ja se



johdetaan takaisin järveen. (Mikä Kuva 5 Geotubi (Isokauppila & Palolahti, 2011). geotubi?, 2007.) Tuubia täytetään useaan otteeseen. Sinne pumpatun veden annetaan valua pois ja tilalle pumpataan lisää lietettä. (Hagman, 2010b.)

Kun vesi on poistunut geotuubista, tilalle jää enää kiinteä aines, joka jää tuubiin talveksi kuivumaan. Ruopattu liete mahtuu geotuubissa huomattavasti pienempään tilaan, kuin jos ruopattava liete vietäisiin vain läjitysalueelle. Tuubeja voidaan myös läjätä päällekkäin. Lisäksi lietteen kuljettaminen geotuubeissa on erityisen helppoa. (Mikä geotuubi?, 2007).

Ainoa vaikeus geotuubien käyttämisessä on, että niillä pitää olla tasainen ja kestävä alusta, joka joudutaan tarvittaessa rakentamaan erikseen (Isokauppila & Palolahti, 2011). Alustan tulee olla tasainen, jotta tuubit eivät lähde vyörymään niitä täytettäessä (Hagman, 2010b). Alustaksi levitetään moreeni- ja murskakerros, jonka alle tulee lujiteverkko. Murskakerroksen päälle rakennetaan muovista allas, johon kerääntyy tuubista tuleva vesi. Käytetty liete voidaan käyttää hyödyksi esimerkiksi maisemoinnissa. Lietteestä ja järveen palautettavasta vedestä täytyy ottaa näytteitä (Kuva 6), jotta sen pitoisuudet eivät ole liian suuret. (Isokauppila & Palolahti, 2011). Geotuubit ovat kertakäyttöisiä (Hagman, 2010b).



Kuva 6 Vedenlaatu kunnostuksen aikana (Isokauppila & Palolahti, 2011).

### **3.1.2 Kauharuoppaus**

Mykkäsen ym. (2005, 213) mukaan kauharuoppaus on kaikista yleisimmin käytetty ruoppausmenetelmä. Kauharuoppaus voidaan suorittaa esimerkiksi kaivinkoneella matalassa rantavedessä tai jään päältä, joka on hellävaraisin keino (s. 215). Yrittäjähenkisellä Järviseudulla kaivinkoneen löytäminen ei ole vaikeaa. Kniivilänlahden sedimentin pehmeiden takia kauharuoppaus ei ehkä ole soveltuvien ruoppausmenetelmä. Vesikasvit eivät haittaisi kauharuoppausta.

### **3.1.3 Pumppukauharuoppaus**

Pumppukauharuoppaus on kauharuoppauksen ja imuruoppauksen välimuoto, jossa imuputkistot ovat kiinni kauhan takaosassa. Pumppukauharuoppaus on perinteistä kauharuoppausta helpompi, sillä kauha tyhjenee periaatteessa itsestään. (Mykkänen ym. 2005, 216.)

## **3.2 Niitto**

Vesikasvillisuuden niitolla ei yleensä pyritä parantamaan veden laatua vaan sillä lisätään maisemallista arvoa avartamalla vesialaa sekä parannetaan uinti- ja kalastusmahdollisuuksia. Vesikasvillisuuden poisto voi kuitenkin parantaa veden virtausta, mikä osaltaan parantaa veden laatua. (Hagman 2010, 41). Tiheä kasvusto järveen laskevien ojien aukoilla vähentää järveen tulevien saasteiden ja ravinteiden määrää (Hagman 2010, 41). Kniivilänlahtea on kuitenkin aikaisemmin ruopattu Kirsinpäkin suulta niin, ettei siinä juurikaan enää kasva vesikasveja (Kleimola, 2013). Joka vuosi kasvimassan hajotessa sedimenttikerros paksuuntuu (Läike 1975, 1). Niitolla voidaan myös hidastaa sedimenttikerroksen paksuuntumista ja lahden umpeenkasvua.

Kasvillisuudesta voi olla muutakin hyötyä järvelle, sillä se esimerkiksi tarjoaa suojaa monille eläimille. Vesikasvillisuus pyritään poistamaan huomioiden vesilintujen pesimäpaikat, kalojen kutupaikat sekä eläinplanktonin kuten vesikirppujen piilopaikat. (Hagman 2010, 41.) Siellä missä eläinplanktonit

viihtyvät, veden väri on huomattavasti kirkkaampi kuin muualla (Horppila & Sammalkorpi 2005, 174). Linnut on otettava huomioon erityisesti pesimä- ja poikasaikana, joten kunnostustoimenpiteet olisi suositeltavaa tehdä vasta pesimäkauden jälkeen heinäkuun lopulla. (Kääriäinen & Rajala 2005, 267) Järveen on mahdollisesti jätettävä jonkin verran kasvillisuutta, sillä erityisesti ahven, särkikalat ja hauki kutevat rantakasvillisuudessa ja joidenkin kalojen poikaset viettävät siellä suuren osan nuoruudestaan. Kasvillisuus on tärkeä myös kalojen ravinnonsaannin kannalta, sillä esimerkiksi hauki hyödyntää sitä saalistamiseen. (Kääriäinen & Rajala 2005, 251.)

Useamman kerran niitettäessä ensimmäinen niitto ajoitetaan kesäkuun loppuun, jolloin kasvit eivät ole ehtineet vielä kukkia. Toinen niitto tulisi ajoittaa heinäkuun puolesta välistä elokuun puoleen väliin, sillä tällöin suurin osa kasvien ravinteista on niiden versoissa, kasvit eivät ole ehtineet siirtää ravinteita juuristoon eivätkä siemenet ole ehtineet valmistua (Kääriäinen & Rajala 2005, 262). Niitto tulisikin suorittaa useampaan kertaan, sillä jotkut kasvit suorastaan villiintyvät entistä rehevämpään kasvuun yhden niitokerran jälkeen. Voi myös olla, että niitetyn kasvin tilalle tulee entistä hankalammin poistettavissa oleva kasvi. (Hagman 2010a, 266.) Paras lopputulos saadaan, kun ensimmäisenä kesänä niitetään kerran, toisena kaksi kertaa ja sen jälkeen tarpeen tullen.

### **3.3 Hapetus**

Hapettomuus johtuu yleensä järven mataluudesta, jääpeitteisyydestä jo aikaisin syksyllä ja syysmyrskyjen puutteesta (Lakso & Lappalainen 2005, 115). Hapettomuus on erityisesti pitkään jatkuneen happea kuluttavan rehevöitymisen syytä. Yleensä hapettomuudesta johtuvat kalakuolemat ovat toimineet järven kunnostustarpeen huomaamisessa. Lakson & Lappalaisen mukaan (s. 115) hapetuksen pääasialliset tarkoitukset ovat sisäisen kuormituksen vähentäminen, jolloin vähennetään lähinnä fosforin aiheuttaman sisäisen kuormituksen aiheuttamaa rehevöitymistä ja pohjasedimentin ravinteiden hyväksikäytön parantaminen. Nämä onnistuvat kuitenkin vain jos hapetus on ympärivuotista.

Lisäksi hapetuksella pyritään muun muassa estämään haitallisten tai myrkyllisten aineiden kuten metaanin syntyminen.

Hapettaminen voidaan toteuttaa esimerkiksi liuottamalla happi veteen ilmasta tai happisäiliöstä. Voidaan myös johtaa hapekas vesi hapettomaan veteen, josta puhutaan yksinkertaisemmin kierrätyshapetuksena. Happi voidaan myös lisätä veteen kemikaalina. (Lakso & Lappalainen 2005, 115).

Alusveden poistaminen on yksi hapettamisen muoto. Alusvesi poistetaan sen takia, että vesi on järven pohjakerroksissa ravinteikkaampaa ja hapettomampaa. Toimenpiteestä hyödytään muun muassa siksi, että pinnan hapekkaampi vesi siirtyy pohjakerrokseen. (Ulvi 2005, 203.)

Edellytyksenä alusveden poistamiselle on se, että järveen muodostuu lämpötilakerroistuneisuus (Ulvi 2005, 205). Kyseiseen toimenpiteeseen tarvitaan ympäristölupaviraston lupa (s.206). Alusveden poistaminen ei välttämättä sovi vain pienelle järven osalle, sillä Ulvin mukaan kunnostustoimenpiteessä käytettävä poistoputki tulisi viedä järven luusuaan asti ja vedet tulisi ohjata alapuoliseen vesistöön. Alusveden poistoa ei saa tehdä, mikäli se aiheuttaa ongelmia alapuolisessa vesistössä. Tässä tapauksessa Natura 2000-ohjelma voi estää kyseisen toimenpiteen.

### **3.4 Ravintoketjukurkunnostus eli biomanipulaatio**

Ravintoketjukurkunnostuksen pääasiallinen tarkoitus on lisätä petokalojen määrää. Kalaston laadun paranemisen ansiosta veden laatu paranee ja näin ollen virkistyskäyttömahdollisuudet kohentuvat. Parhaiten ravintoketjukurkunnostus soveltuu järviin, joihin on jo aikaisemmin tehty ulkoisen kuormituksen vähentämiseen liittyviä toimenpiteitä, mutta järven tila ei kuitenkaan ole parantanut. (Horppila & Sammalkorpi 2005, 169.)

Horppilan & Sammalkorven (2005, 169) mukaan ravintoketjukurkunnostusta tehdään joko roskakalojen kuten särjen tehopyynnillä tai hoitokalastuksella, jossa pyritään parantamaan järven heikkenevää tilaa. Suuret särkikalakannat ovat järven veden laadun kannalta huonoja, sillä Martinmäen ym. (2010, 25) mukaan särkikalat



syövät suurikokoisia planktonlajeja kuten vesikirppuja ja kun syötävä veden pinnalta loppuu, särkikalat siirtyvät pöyhimään ravinteita pohjasedimentistä ja näin ollen sedimentin ravinteet vapautuvat takaisin vesimassaan. Kuitenkin pieni määrä särkikaloja on hyväksi järven biotoopille, sillä ne pystyvät käyttämään ravinnokseen leväkukintoja ja muuta kasvillisuutta (Sammalkorpi & Sarvilinna 2010, 12). Horppila & Sammalkorpi (s. 172) kertovat myös, että järvi rehevöityy, koska eläinplanktonien määrän vähentyessä kasviplanktonien määrä lisääntyy ja leväkukinnot alkavat rehottamaan. Myös kalastoon itseensä ja sen ulosteisiin on sitoutunut paljon ravinteita. Levät taas hyödyntävät erityisesti kalojen ulosteista saatavia ravinteita. Rehevöityneessä järvessä särkikaloja voi olla jopa satoja kiloja hehtaarilla.

Voi kuitenkin olla, että kyseinen kunnostustapa soveltuu pelkästään kokonaisuun järviin ja että pelkkiin lahtiin tehtävä ravintoketjukurinnotus olisi vaikutusteholtaan huono kalojen liikkuvuuden takia. Muualta järvestä voisi tulla yhä suurempia särkikalakantoja lahteen, mutta toisaalta taas suuri määrä istutettavia petokaloja voisivat pitää lahden särkikalakannan kurissa. Ravintoketjukurinnotus tulisi tehdä yhteistyössä paikallisen kalastusyhdistyksen kanssa.

### **3.5 Fosforin kemiallinen saostus**

Nykyisin fosforin kemiallinen saostus suoritetaan lisäämällä veteen alumiinikloridia, jolloin fosfori sitoutuu paremmin sedimenttiin. Menetelmä on helppo ja sen vaikutukset, kuten veden kirkastuminen näkyvät välittömästi. Vaikutukset voivat kuitenkin olla lyhytaikaisia, jolloin toimenpide on tehtävä parin vuoden välein. Vaikutusten pitkäaikaisuuteen vaikuttaa veden viipymä, jolloin saostettu vesi voi korvautua hyvin nopeasti ravinteikkaalla vedellä.

Saostus tulee tehdä vain, kun järvessä on todettu sisäisestä kuormituksesta aiheutuvaa rehevöitymistä ja ulkoinen kuormitus on vähäistä. Tällöin fosforikuormituksen on todettu keväisin olevan 20-40 µg/l ja syksyisin hieman korkeampi. (Oravainen 2005, 191.) Kniivilänlahden tapauksessa Kirsinpäkin tuomat ravinnemäärät ovat niin suuria, ettei kemiallinen saostus tässä vaiheessa kannata. Kirsinpäkin vedenlaatu on sitä ennen saatava hallintaan. Fosforin

kemiallinen saostus toteutetaan lisäämällä kemikaali veteen veneestä potkurivirtaa hyväksi käyttäen (s. 196). Kyseinen menetelmä huonosti toteutettuna voi aiheuttaa kalakuolemia (s.191).

### **3.6 Veden pinnan nosto**

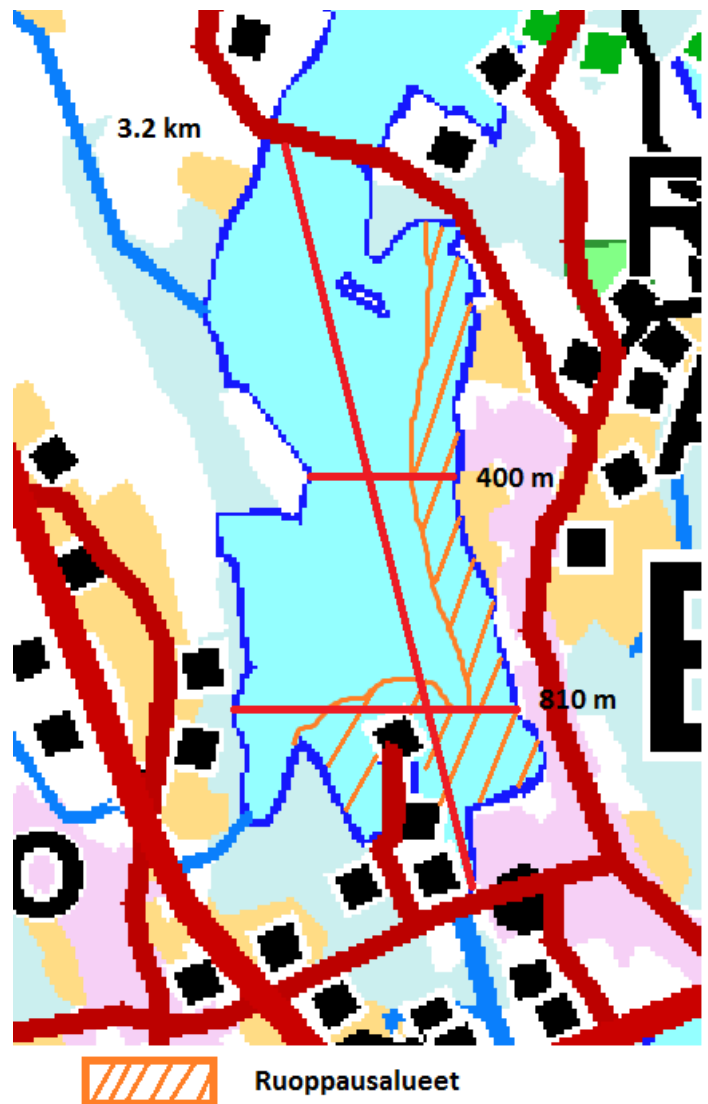
Ruoppauksen ja vesikasvien niiton sijaan voidaan nostaa lahden vedenpintaa. Toimenpide vaatii valtavan tutkimustyön ennen varsinaisen työn aloittamista, sillä kaikkien rantojen mahdolliset vettymisongelmat on tutkittava. Tässä tapauksessa veden pinna nosto voi olla haitaksi Ahvenniemessä, jossa talot ovat lähellä rantaa. Veden pinnan nosto ei ole vaikea toimenpide koko järvelle nykyisten patojen avulla, mutta se on epätodennäköinen toimenpide pelkälle lahdelle. (Lakso 2005, 229-230). Ongelmaksi tulee pelkästään Kniivilänlahden patoaminen.

## 4 KNIIVILÄNLAHDEN KUNNOSTUKSEEN SOVELTUVAT MENETELMÄT

### 4.1 Ruoppaussuunnitelma

Kniivilänlahden tapauksessaärkevin kunnostustoimenpide on lahden imuruoppaus. Ruoppausalue alkaa lähes lahden pohjoispäästä ja kulkee tasaisesti (leveys 150 m) itärantaa pitkin kohti etelää. Eteläpäässä ruoppausalue mukailee Ahvenniemen rantoja (Kuva 6).

Koko lahden ruoppaus ei näillä tavoitteilla olisi järkevää esimerkiksi lahden keskiosassa sen vähäisen hyödyn vuoksi, joten pidättäydytään vain lahden tärkeimpien osien kuten rantojen ruoppauksessa. Osittainen ruoppaus joudutaan kuitenkin uusimaan lähes vuosittain, sillä se on ruoppaamatonta aluetta alempana ja täyttyy näin ollen hyvin nopeasti uudelleen (Mykkänen ym. 2005, 220). Koko



Kuva 7 Suunnitellut ruoppausalueet (Avoimien aineistojen tiedostopalvelu, [Viitattu: 25.3.2013]).

lahden ruoppauksesta olisi hyötyä, mikäli haluttaisiin parantaa lahden happitilannetta. Ruoppaus kasvattaisi lahden pientä talvitilavuutta, jolloin happitilanne parantuisi ja kalatkin pysyisivät lahdessa.

Pohjasedimentin määrän kartoittamiseksi on tehty omia mittauksia, joissa on selvinnyt, että sedimenttiä on pohjassa jopa noin 30 cm. Lahden itärannan ruoppausalue on noin 3 kilometriä pitkä ja 150 metriä leveä. Eli tältä alueelta ruopattavaa massaa kertyy  $3000 \text{ m} \times 150 \text{ m} \times 0,3 \text{ m} = 135\,000 \text{ m}^3$ . Ahvenniemen ympäristön ruoppausalue taas on noin  $400 \times 400$  metriä, jolloin ruoppausmassoja kertyy jopa  $400 \text{ m} \times 400 \text{ m} \times 0,3 \text{ m} = 48\,000 \text{ m}^3$ . Yhteensä ruopattava massaa tulee  $183\,000 \text{ m}^3$ .

Ruopattava liete on erittäin vesipitoista ja siitä onkin kuiva-ainetta vain 4 % (Hagman, 2010b). Eli lahden itärannalta tulee  $0,04 \times 135\,000 \text{ m}^3 = 5400 \text{ m}^3$  kuiva-ainetta. Ahvenniemen ympäriltä kuiva-ainetta tulee  $0,04 \times 48\,000 \text{ m}^3 = 1920 \text{ m}^3$ . Yhteensä ruopattavaa kuiva-ainetta tulee  $7320 \text{ m}^3$ . Yhden geotuubin koko on noin  $30 \text{ m} \times 9 \text{ m} \times 2 \text{ m} = 540 \text{ m}^3$  (Levajärven, 2012). Eli geotuubeja tarvittaisiin  $7320 \text{ m}^3 / 540 \text{ m}^3 = n. 14$  kappaletta. Geotuubit sijoitetaan todennäköisimmin lahden pohjoispäähän.

Kleimolan (2013) mukaan Kniivilänlahden ruoppaukseen suunniteltu imuruoppaaja Truxor DM 5000 on liian pieni, mikäli aiotaan toteuttaa koko lahden ruoppaus. Suunnitelman mukaiseen osittaiseen ruoppaukseen kyseinen imuruoppaaja soveltuu hyvin. Kuivattu liete soveltuu erinomaisesti erilaisiin maanmuokkausprojekteihin ja se voidaankin antaa esimerkiksi Järviseudun Viherrakennus Oy:n käyttöön.

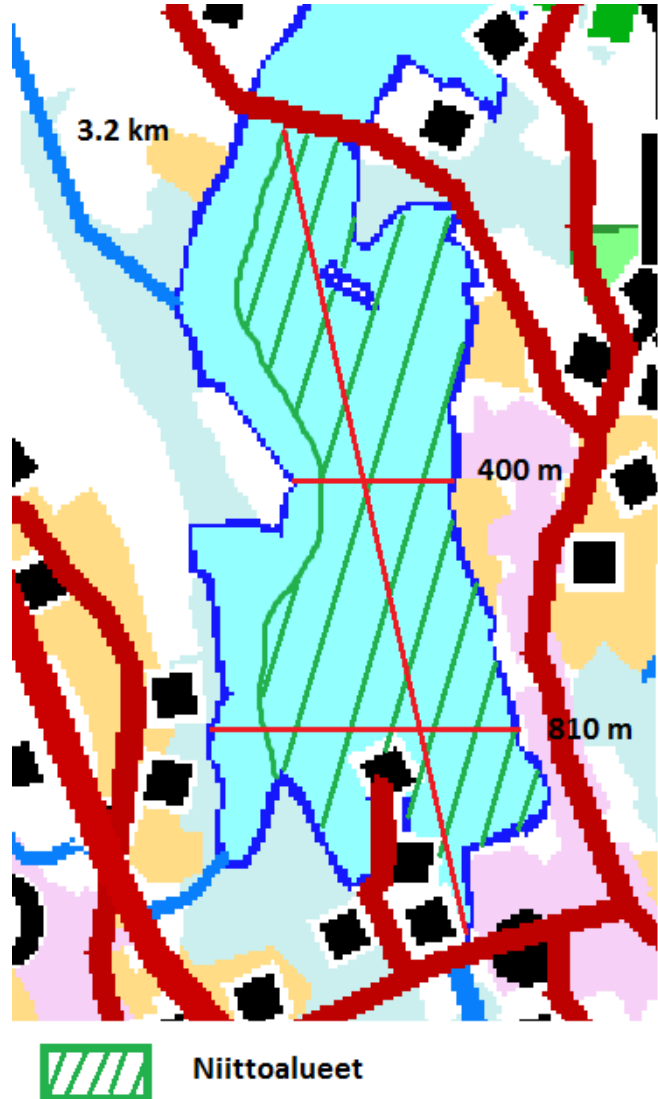
## 4.2 Niittosuunnitelma

Vesikasvien niitto on toinen Kniivilänlahdelle erittäin hyvin soveltuva kunnostusvaihtoehto. Vesikasvit poistetaan koko Kniivilänlahden alueelta pääasiassa maisemallisen arvon parantamiseksi ja ruoppaamisen helpottamiseksi. Jätetään kuitenkin aivan lahden länsireuna niittämättä soistumisen ja lintujen pesintäpaikkojen vuoksi (Kuva 7). Tärkein ja jatkuvaa niittoa tarvitseva kohde on lahden itäranta ja Ahvenniemen rannat, joissa asutus sijaitsee.

Ajatuksena olisi niittää suunnitellut alueet ensin alkukesästä ruoppauksen helpottamiseksi ja sitten ainakin seuraavana kolmena vuotena heinäkuun lopulla uudestaan. Mikäli sedimenttikerros ei ole hälyyttävän paksu, voidaan pärjätä pelkällä niitollakin, joka ehkäisee kerroksen paksuuntumista.

Kniivilänlahden kasvillisuudesta on tehty selvitys 1970-luvun alussa ja siitä on olemassa yksityiskohtainen kartta (Läike, 1975). Kartta ei todennäköisesti enää pidä paikkaansa, joten tieto voidaan kunnostuksen yhteydessä tarkistaa.

Kasvi niitetään mahdollisimman syvältä, jotta siitä on mahdollisimman vähän haittaa ruoppauksen aikana. Niitto voidaan tehdä veneestä käsivoimin viikatteella tai erillisellä moottoroidulla leikkuukoneella. Niitettäessä



otetaan huomioon tuulen suunta, jotta kasvien

Kuva 8 Suunnitellut niittoalueet (Avoimien aineistojen tiedostopalvelu [Viitattu: 25.3.2013]).

kerääminen on mahdollisimman helppoa. Vallitseva tuulensuunta on lounastuuli (Tuulisuus Suomessa [Viitattu:25.3.2013]). Paras mahdollinen tuulensuunta olisi tässä tapauksessa koillistuuli, jotta suurin osa leikkausjätteestä painuisi kohti Knivilänlahden Kultalahtea. Mikäli niitetty kasvillisuus sijoitetaan lahden pohjoispäähän Sillankorvan alueelle, paras tuulensuunta olisikin etelätuuli, mutta tällöin vaarana on kasvijätteen kulkeutuminen muualle Evijärveen.

Valkama ym. (2011 [Viitattu: 7.9.2012]) ylläpitämän Suomen lintuatlas-sivuston mukaan Evijärvellä on tavattu ainakin seuraavia vesistöissä tai veden äärellä pesiviä lintuja; laulujoutsen, kanadanhanhi, haapana, tavi, sinisorsa, heinätavi, lapasorsa, tukkasotka, telkkä, kaakkuri, silkkiuikku, härkälintu, murstakurkku-uikku, kaulushaikara, ruskosuohaukka, kanahaukka ja nokikana. Nämä havainnot ovat sivuston mukaan varmoja. Muun muassa harvinaisesta kaulushaikarasta on omia kuulohavaintoja kesiltä 2011 ja 2012. Suurimmalle osalle linnuista ei sivuston mukaan ole väliä minkälainen järvi on, mutta osa linnuista ovat hyvin tarkkoja elinoloistaan. Esimerkiksi heinätavi, nokikana, haapana ja lapasorsa vaativat rehevän järven. Myös telkkä suosii erityisesti matalia, ruohottuneita järviä, joten tällä hetkellä Kniivilänlahti on erittäin suosiollinen telkälle. Pääasiassa sorsalinnut käyttävät vesikasvillisuutta pesimisen suojaksi, mutta esimerkiksi haapana ja kanadanhanhi suosivat rehevöityneitä järviä niiden kasvillisuuden vuoksi, sillä ne käyttävät kasvien osia ravinnokseen.

#### **4.3 Tehtävien kunnostustoimenpiteiden arvioidut haittavaikutukset**

Ruoppaus voi aiheuttaa veden samentumista ja happivajausta, joilla voi olla letaali eli tappava vaikutus alueen kaloihin. Happivajaus voi vaikuttaa myös talvikutuisten kalojen mädinkehitykseen, jolloin kalat vähentyvät tätä kautta. Ruoppaus voi myös aiheuttaa pyydysten likaantumista ja happamuuden nousua, jolloin raudasta ja alumiinista voi tulla veden eliöstölle vaarallista. (Jokinen 1977, 5.)

Mykkäsen (2005, 223) mukaan ruoppausta ei tulisi tehdä keväällä, jolloin se häiritsee lintujen pesimistä. Ruoppausta ei suositella myöskään kesällä tehtäväksi, sillä se voi aiheuttaa ongelmia virkistyskäytölle. Imuruoppausta ei kuitenkaan voi tehdä talviaikaan, joten kesä/syksy on tässä tapauksessa ainoa vaihtoehto. Myös öljyvahingon riski on aina olemassa työskennellessä moottoroiduilla koneilla. Tällöin on suositeltavaa käyttää biohajoavia hydraulikkaöljyjä.

Veden sameus todennäköisesti vähenee lähes kokonaan ruoppaustöiden lakattua. Lahden happitilanne paranee todennäköisesti keväällä kun happea liittyy sulamisvesiin. Happitilanteen odotetaan parantuvan viimeistään silloin, kun jäät

ovat lopullisesti sulaneet. (Nyberg ym. 1999, 12.) Toisaalta jos ei ruopata ollenkaan, happitilanne huononee entisestään.

Vesikasvien niitto voi aiheuttaa lahteen ravinteidenpuutosta ja suuria leväkukintoja. Leväkukintojen uhka suurenee, koska niiton jäljiltä vedessä ei ole enää kasveja, johon ravinteet sitoutuisivat. Näin ollen ravinteet jäävät leväplanktonien käyttöön. (Jokinen 1977, 5.)

## **5 ULKOISEN KUORMITUKSEN VÄHENTÄMINEN JA EHKÄISEVÄT TOIMENPITEET**

Kunnostussuunnitelmassa täytyy ehdottomasti huomioida ulkoisen kuormituksen aiheuttama rehevöityminen. Kunnostuksen tekeminen järvelle voi olla täysin turhaa, mikäli ulkoista kuormitusta ei saada vähentymään. Hajakuormituslähteitä ovat luonnonhuuhtouma ja laskeuma, peltoviljely, karjatalous, metsätalous, turvetuotanto, haja- ja vapaa-ajanasutus (Mattila 2005, 138).

### **5.1 Suojavyöhykkeet**

Suojavyöhyke on pellon ja vesistön esimerkiksi pellon ja järven tai pellon ja valtaojan väliin jätettävä 15 metriä leveä luonnontilainen kaistale, jolla estetään ravinteiden valuminen vesistöön. Suojavyöhykkeitä suositellaan erityisesti jyrkille ja helposti sortuville maa-alueille. Pollarin (2004) mukaan Kniivilänlahteen on suunniteltu useita suojavyöhykkeitä (Liite 3). Suurin osa suojavyöhykkeistä on suunniteltu lahden itärannalle keskustan tuntumaan. Suojavyöhykkeet ovat erittäin hyviä typpi- ja kiintoainekuormituksen vähentäjiä. Fosforikuormitukseen vaikutus ei ole yhtä suuri. Vyöhykkeet vähentävät peltoviljelyn typpikuormitusta 40-60 %, fosforikuormitusta 30 % ja kiintoaineiden huuhtoutumista 60 %.

### **5.2 Kosteikot ja laskeutusallaat**

Laskeutusallas on esimerkiksi valuma-alueen puroon padottu alue, jossa veden virtaus saadaan laskemaan niin hitaaksi, että kiintoaines ja siihen sitoutuneet ravinteet laskevat kosteikon pohjaan eivätkä näin ollen pääse vesistöön asti. Mitä kauemmin vesi viipyy laskeutusalltaassa, sitä vähemmän ravinteita vesistöön joutuu. Kosteikot toimivat niin, että niissä oleva kasvusto käyttää ravinteet hyödyksi. Kosteikko, jonka koko on 2% sen yläpuolella sijaitsevasta valuma-alueesta, pystyy poistamaan tulevasta fosforista 30 % ja typestä 20% (Mattila 2005, 147). Parhaan hyödyn kosteikoista ja laskeutusalltaista saa kun ne sijoitetaan alueelle, missä on paljon peltoja ja maanviljelystä. Laskeutusalltaan



ongelmana on sen tarvitsema hoitotarve ja sen aiheuttamat ravinnepäästös, mikäli se tehdään kaivamalla. Laskeutusallas on tyhjennettävä sen sijainnista riippuen ainakin kerran vuodessa. (Mattila 2005, 146.)

Hakolan (2005) tutkimuksen mukaan Evijärven alueella on kaksi kosteikkoa, joista toinen on luontainen kosteikko. Erityisesti Kniivilänlahden valuma-alueella ei ole valmiita kosteikkoja tai laskeutusaltaita. Niille ei Kirsinpäkin ja sen sivuhaarojen varrella ole sopivia paikkoja.

### **5.3 Haja- ja vapaa-ajanasutuksen jätevesikuormituksen vähentäminen**

Haja- ja vapaa-ajanasutuksen jätevesikuormitus on paljon pahempi kuin yleiseen viemäriverkkoon liittyneen asutuksen kuormitus, koska niiden fosforikuormitus on huomattavasti suurempi. Asutuksen jätevesien fosfori aiheuttaa lähes välitöntä rehevöitymistä vesistöissä, sillä se on liukoisessa muodossa välittömästi kasvien käytössä. Pääasiallinen tarkoitus jätevesikuormituksen vähentämisessä on sen syntymisen estäminen ja kuormituksen pidättäminen mahdollisimman lähellä syntypaikkaa. Kuivakäymälän käyttäminen vesivessan sijasta vähentää huomattavasti loma-asutuksen kuormitusta, sillä kuivakäymälän jätteet voidaan hyödyntää. (Mattila 2005, 142.)

Kniivilänlahden ympäriltä lähes koko Evijärven keskusta on liittynyt yleiseen jätevesiverkkoon, mutta lahden länsipuolella sijaitseva kylä vain osittain (Evijärven kunnan viemäröintisuunnitelma, 2013).

### **5.4 Muita kuormituksen vähentämiskeinoja**

Muita ulkoisen kuormituksen vähentämisen keinoja ovat pintavalutuskentät, erilaiset suodatukset ja kemiallinen saostus. (Mattila 2005, 138).

Suodattimia ajateltiin ensin sijoittaa suoraan Kirsinpäkkiin, mutta Kirsinpäkin suurten vesimassojen takia näin ei ole järkevää tehdä. Tarpeeksi suuria suodattimia ei ole olemassa. Kirsinpäkin valuma-alueella tehdään jatkuvia

metsäojituksia, joten hyödyllisempää olisi sijoittaa muutamia suodattimia metsäojiin. (Kleimola, 2013). Suodattimissa voitaisiin hyödyntää geotuubien suodatinkangasta.

Maatalouden ympäristötukijärjestelmä pyrkii vesiensuojeluun tukemalla vesiensuojelua auttavia maatalouden toimenpiteitä. Sellaisia toimenpiteitä ovat esimerkiksi pientareiden ja suojavyöhykkeiden rakentaminen ja hoito. (Storberg ym. 2009, 13.) Myös kosteikkojen ja laskeutusaltaiden rakentamiseen saa ympäristötukea (Mattila 2005, 145). Vuonna 2001 Evijärveläisistä maatiloista 179:lle on maksettu ympäristötukea ja vuonna 2002 13 tilaa on saanut erityisympäristötukea (Pollari 2004).

Ravinteiden pääsemistä vesistöön voidaan ehkäistä myös monin viljelyteknisin keinoin. Näistä esimerkkinä kyntäminen olisi hyvä suorittaa rantojen ja ojien suuntaisesti. Myös suorakylvöllä voidaan vähentää kuormitusta. Se tarkoittaa esimerkiksi viljan kylvämistä suoraan sänkeen, jolloin esimerkiksi kyntämistä ei tarvita ja ravinteet pysyvät paremmin pellossa. Suorakylvön takia kuitenkin kasvinsuojeluaineiden käyttö lisääntyy. Myös pellon talvenaikainen kasvipeitteisyys estää ravinteiden häviämistä pellostä. Muita maatalouteen liittyviä ehkäisykeinoja ovat ojaluisien loiventaminen tai vahvistaminen, lannoituksen vähentäminen ja säätösalaajitus. Myös kesannointiin ja säätösalaajitukseen saa maatalouden ympäristötukea.

## **6 KUSTANNUKSET JA RAHOITUS**

### **6.1 Kustannukset**

Kniivilänlahden kunnostuksen kustannukset koostuvat ruoppaus- ja niittotöistä. Työt tehdään joko itse talkootyönä tai palkattavan työntekijän avulla. Mahdollisuutena on myös ostaa työ järven kunnostuksia tekevältä yritykseltä. Mikäli työt tehdään itse, tarkoituksena on ostaa oma imuruoppaaja (Liite 3). Ruoppauksen kulut koostuvat imuruoppaajan välittömistä hankintakustannuksista, polttoaine- ja öljykustannuksista sekä mahdollisesta työntekijän palkasta. Ruoppauskustannuksiin kuuluu myös geotuubit ja niiden sijoituspaikan rakentaminen. Sijoituspaikan rakentamisesta aiheutuvat kulut koostuvat alustan sorasta, muoveista, lujiteverkosta ja putkituksista. Geotuubien käyttöön tarvitaan myös lietepumppu sekä syöttöpumppu kemikaalille sekä kemikaalinsekoitussäiliö. (Hagman, 2010b).

Mikäli niittotyö tehdään itse, siihen tarvittava vene ja niittokone vuokrataan ja polttoainekulut maksetaan itse. Niittotyö tehdään näin ollen joko talkootyönä tai siihen palkataan työntekijä.

### **6.2 Rahoitus**

#### **6.2.1 Valtion rahoitukset**

Valtio voi rahoittaa vesistöjen kunnostustoimenpiteitä korkeintaan puolet kustannuksista, mikäli toimenpiteet vaikuttavat suureen ihmisryhmään tai kunnostustarpeen aiheuttajaa ei tiedetä tai se aiheutuu luonnonolosuhteista. Valtion kriteerinä on myös, että toimenpiteeseen nähden kustannukset ovat kohtuullisia ja rahoituksen saajalla on edellytykset toimenpiteen toteuttamiseen. (Kirkkala & Mattila 2005, 107).

Valtio rahoittaa kunnostustoimenpiteitä muun muassa seuraavien tahojen kautta kuten Ely-keskukset, maa- ja metsätalousministeriö ja ympäristökeskus. Teknologian kehittämiskeskus ja Suomen akatemia lupaavat rahoitusta mikäli kunnostuksessa testataan jotain uutta menetelmää. (Kirkkala & Mattila 2005, 108.)

### **6.2.2 EU:n rahoitukset**

EU rahoittaa kunnostushankkeita Suomessa esimerkiksi maaseudun kehittämissuunnitelma ALMA:lla, LEADER+:lla ja LIFE-projektilla. (Kirkkala & Mattila 2005, 108.) LIFE-rahoitusta on käytetty esimerkiksi Evijärven naapurikunnassa Lappajärvellä. Leader-rahoitusta haetaan paikalliselta Aisapari-yhdistykseltä.

### **6.2.3 Kuntien rahoitus**

Kuntien ja tässä tapauksessa Evijärven kunnan panostus kunnostushankkeen rahoitukseen on ensisijaisen tärkeää, sillä valtio ja EU eivät yleensä anna tukea kunnostushankkeeseen, mikäli kunta itse ei ole mukana hankkeessa (Kirkkala & Mattila 2005, 108).

### **6.2.4 Muut rahoituslähteet**

Muita rahoituslähteitä ovat esimerkiksi kalastusalueet, suojelu- ja hoitoyhdistykset sekä rahastot ja yksityinen rahoitus. Kalastusalueiden yhdistykset voivat panostaa alueen kunnostukseen muun muassa harjoittamalla hoitokalastusta alueelle. Rekisteröidyt suojelu- ja hoitoyhdistykset voivat kerätä yhdistykseensä jäseniä ja kerätä heiltä jäsenmaksuja ja lahjoituksia tai järjestää rahankeruutempauksia. Lahjoitusten kerääminen voidaan tehdä poliisiviranomaisen luvalla. Haettaessa omarahoitusosuutta kunnostukselle, voidaan perustaa oma rahasto, jonne alueen yritykset, yksityiset ihmiset ja kunnat voivat lahjoittaa rahaa. (Kirkkala & Mattila 2005, 115.)

## 7 KUNNOSTUSHANKKEEN MUUT TOIMENPITEET

Kun kunnostussuunnitelma on tehty voidaan perustaa yhdistys Kniivilänlahden kunnostusta varten. Kerätään yhdistyksen jäseniltä jäsenmaksua, jolla rahoitetaan osa kunnostuksen aiheuttamista kuluista, kuten esimerkiksi bensakulut. Kunnostussuunnitelma valmistunee kesään 2013 mennessä. Asiasta tiedotetaan Järvisseudun Sanomissa.

Tämän jälkeen lähetetään hankehakemus liitteineen kolmena kappaleena aluehallintovirastolle Vaasaan. Hakemusta käsitellään 5-8 kuukautta. LIITE (Luvan hakeminen, 2012.)

Leader- Rahoituksen hakeminen Aisaparilta. Aisaparilta saatava tuki voi olla 60-90 % kokonaiskustannuksista.

Mikäli hankehakemus hyväksytään ja työhön saadaan rahoitus, työt voidaan aloittaa kesällä 2014.

Hankkeesta on ilmoitettava naapureille, niittoon saatava vesialueen omistajan lupa. (Majuri 2005, 97.)

Kunnostustöiden aikana on tehtävä vesistötarkkailua sekä Kniivilänlahdessa, että sen ulkopuolella. Vesinäytteet on otettava ennen kunnostustöitä, töiden aikana sekä niiden jälkeen. Vesistötarkkailuun kuuluu myös mahdollinen luusuan tarkkailu. Vesistötarkkailuun kuuluu muun muassa happitilanteen seuranta sekä sedimentaatiotutkimukset. (Nyberg um. 1999, 5) Lopuksi arvioidaan, onko toimenpiteistä ollut toivotunlaista hyötyä, vai onko toimenpiteet tehneet tilanteen huonommaksi.

## 8 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Tässä opinnäytetyössä selvitettiin pääasiassa Evijärven Kniivilänlahdelle soveltuvat kunnostustoimenpiteet käyttämällä apuna omaa arviota, aikaisempia raportteja sekä muuta saatavilla olevaa informaatiota järvien kunnostuksesta. Selvitettiin myös, mitä voidaan tehdä lahden ulkoisen kuormituksen vähentämiseksi ja mitä rahoitusmahdollisuuksia on olemassa.

Erilaisia kunnostusmahdollisuuksia löytyi paljon ja joitakin karsittiin työn ulkopuolelle niiden uutuuden takia. Kunnostustoimenpiteiksi valittiin imuruoppaus ja niitto, koska ne sopivat parhaiten lahden ominaisuuksiin sekä kunnostuksen tavoitteisiin. Ulkoisen kuormituksen vähentymiseen arvioitiin parhaiten vaikuttavan metsäojitusten ravinne- ja kiintoainekuormituksen vähentäminen. Tässä tapauksessa ajateltiin hyödyntää geotuubien suodatinkangasta.

Kunnostustyön teettäminen järvien kunnostuksia tekevällä yrityksellä on hyvä vaihtoehto omalle työlle. Työn ostaminen on parempi vaihtoehto, koska pelkästään oman imuruoppaajan välittömät hankintakustannukset nousevat liian suuriksi. Myös rahoitusmahdollisuuksia oli useita ja mahdollisuutena olisi hakea rahoitusta useammasta kohteesta, mutta työmäärä olisi tällöin valtava. Rahoitusta päätettiin hakea Aisaparilta. Lopussa esitellään toimenpiteet, joilla kunnostushanke saadaan käyntiin. Toimenpiteitä on useita ja ne vaativat valtavasti aikaa muun muassa suuren paperityömäärän vuoksi. Eniten aikaa vaatii hankehakemus.

## LÄHTEET

Alkaliniteetti vedenlaatua kuvaavana muuttujana. 2011. [Verkkosivu]. Valtion ympäristökeskus. [Viitattu: 22.3.2013]. Saatavana: <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=17453&lan=fi>

Avoimien aineistojen tiedostopalvelu. [Verkkosivu]. Maanmittauslaitoksen maastotietokanta. [Viitattu: 25.3.2013]. Saatavana: <https://tiedostopalvelu.maanmittauslaitos.fi/tp/kartta>

Eloranta, P. 2005. Järvien kunnostuksen limnologiset perusteet. Teoksessa järvien kunnostus. Ulvi, T. Lakso, E. Helsinki: Edita Prima Oy. 15-17.

Evijärven kunnan viemärintisuunnitelma. 21.3.2013.

Fosfori vedenlaatua kuvaavana muuttujana. 2011. [Verkkosivu]. Valtion ympäristökeskus. [Viitattu: 22.3.2013]. Saatavana: <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=17448&lan=fi>

Granberg, K. & Hyvärinen, J. 1985. Evijärven tila ja kunnostusmahdollisuudet. Jyväskylän yliopisto ympäristöntutkimuskeskus.

Hagman, A-M. 2010a. Lohjan Kirmusjärven kunnostussuunnitelma. [Verkkojulkaisu]. Helsinki: Uudenmaan elinkeino,- liikenne ja ympäristökeskuksen julkaisuja. [Viitattu: 5.1.2013]. Saatavana: [http://www.ely-keskus.fi/fi/ELYkeskukset/uudenmaanely/Ajankohtaista/Julkaisut/julkaisusarja/2010/Documents/27\\_2010\\_Kirmusj%C3%A4rven\\_kunnostussuunnitelma\\_pakattu.pdf](http://www.ely-keskus.fi/fi/ELYkeskukset/uudenmaanely/Ajankohtaista/Julkaisut/julkaisusarja/2010/Documents/27_2010_Kirmusj%C3%A4rven_kunnostussuunnitelma_pakattu.pdf)

Hagman, A-M. 2010b. Loviisan Valkolammen ruoppaus- ja vesikasvienpoistosuunnitelma: Loviisan kuntakohtainen järvikunnostusohjelma. [Verkkojulkaisu]. Helsinki: Uudenmaan Elinkeino- liikenne- ja ympäristökeskus. [Viitattu: 24.4.2013]. Saatavana: [http://www.ely-keskus.fi/fi/ELYkeskukset/uudenmaanely/Ajankohtaista/Julkaisut/julkaisusarja/2010/Documents/Valkolammen%20ruoppaussuunnitelma\\_pakattu.pdf](http://www.ely-keskus.fi/fi/ELYkeskukset/uudenmaanely/Ajankohtaista/Julkaisut/julkaisusarja/2010/Documents/Valkolammen%20ruoppaussuunnitelma_pakattu.pdf)

Hakola, M. 2005. Järviseudun kosteikkokartoitus. Länsi-Suomen ympäristökeskus.

Hernesniemi, H-M. 2012. Kniivilänlahti. Kuva.

Horppila, J & Sammalkorpi, I. 2005. Ravintoketjukurkennostus. Teoksessa Järvien kunnostus. Ulvi, T. Lakso, E. Helsinki: Edita Prima Oy. 169 – 174.

Isokauppila, V. Palolahti, A. 17.11.2011. Gallträsk-järven kunnostus imuruoppaamalla: Ruoppaushankkeen yhteenveto 2008-2011. [Verkojulkaisu]. Kauniainen: Kauniaisten kaupunki. [Viitattu: 15.4 2013]. Saatavana: [http://www.kauniainen.fi/files/5056/Galltraskin\\_ruoppaus\\_yhteenveto.pdf](http://www.kauniainen.fi/files/5056/Galltraskin_ruoppaus_yhteenveto.pdf)

Jokinen, S. 1977. Vesikasvien niittäminen. Moniste. Kokkolan vesipiirin vesitoimisto.

Järvien talviaikaisen happitilanteen seuranta. 2010. [Verkkosivu]. Valtion ympäristökeskus. [Viitattu: 23.3.2013]. Saatavana: <http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=145781>

Kala-atlas. 2011. [Verkkosivu]. Riistan- ja kalantutkimus. [Viitattu: 7.9.2012]. Saatavana: <http://atlas.rktl.fi/Default.aspx>

Kirkkala, T. & Mattila, H. 2005. Kunnostuksen rahoitusmahdollisuudet ja kustannusarvion laskeminen. Teoksessa Järvien kunnostus. Ulvi, T & Lakso, E. Helsinki: Edita Prima Oy. 107 – 115.

Kleimola, S. 2013. Tarkastaja. Elinkeino-, Liikenne- ja Ympäristökeskus. Keskustelu. 11.3.2013.

Kääriäinen, S. & Rajala, L. 2005. Vesikasvillisuuden poistaminen. Teoksessa Järvien kunnostus. Ulvi, T. Lakso, E. Helsinki: Edita Prima Oy. 249 – 267.

Lakso, E. 2005. Järven vedenpinnan nosto. Teoksessa Järvien kunnostus. Ulvi, T. Lakso, E. Helsinki: Edita Prima Oy. 229-230.

Lakso, E. Lappalainen, M. 2005. Järven hapetus. Teoksessa Järvien kunnostus. Ulvi, T. Lakso, E. Helsinki: Edita Prima Oy. 115.



Lakso, E. Väisänen, T. 2005 Tavoitteiden asettelu ja kunnostusmenetelmän valinta. Teoksessa Järvien kunnostus. Ulvi, T. & Lakso, E. Helsinki: Edita Prima Oy. 78.

Levajärven kunnostus. 2012. [Verkkosivu]. Valtion ympäristöhallinto. [Viitattu: 29.4.2013]. Saatavana: <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=27318&lan=fi>

Luvan hakeminen laitureille, vesialueen ruoppauksille ja täytöille. 2012. [Verkkojulkaisu]. Valtion ympäristöhallinto. [Viitattu: 16.3.2013]. Saatavana: <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=140018&lan=fi>

Länsi-Suomen ympäristölupavirasto. 2006. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu: 11.1.2013]. Saatavana: <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=58722>

Länsi-Suomen ympäristökeskuksen raportteja 1. 2008. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu: 6.1.2013]. Saatavana: <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=80483&lan=fi>

Läike, K. 1975. Vesikasvien niittämiseen liittyvistä kasviekologisista seikoista Evijärven Kniivilänlahdella. Moniste. Vesihallitus.

Majuri, H. 2005. Oikeudelliset kysymykset. Teoksessa Järvien kunnostus. Ulvi, T. & Lakso, E. Helsinki: Edita Prima Oy. 97.

Martinmäki, K. Marttunen, M. Ulvi, T. Visuri, M. Dufva, M. Sammalkorpi, I. Ahtiainen, H. Lemmelä, E. Auvinen, H. Partanen-Hertell, M. Lehto, A. Väisänen, T. Mustajoki, J. Ihme, R. 2010. Uusia menetelmiä järven kunnostushankkeen suunnitteluun. [Verkkojulkaisu]. Helsinki: Suomen Ympäristökeskus. [Viitattu: <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=122624&lan=fi>

Mattila, H. 2005. Ulkoisen kuormituksen vähentäminen. Teoksessa Järvien kunnostus. Ulvi, T. & Lakso, E. Helsinki: Edita Prima Oy. 138-147.

Mikä geotuubi?. 20.10.2007. [Verkkosivu]. Helsingin sanomat. [Viitattu: 15.4.2013]. Saatavana: <http://www.hs.fi/kaupunki/artikkeli/Mik%C3%A4+geotuubi/HS20071020S11KA03v3>

Mykkänen, E. Ulvi, T. & Viinikkala, J. 2005. Ruoppaus. Teoksessa Järvien kunnostus. Ulvi, T. & Lakso, E. Helsinki: Edita Prima Oy. 211 – 224.

Noukka, M. 1985. Vesikasvien niiton seuranta Evijärvellä. Helsinki: Vesihallitus.

Nyberg, K. Seppälä, T. & Pakkala, J. 1999. Lappajärven ja Evijärven säännöstelyn muutos suunnitelmaan liittyvien vesistöiden vesistö- ja kalataloustarkkailut. Länsi-Suomen ympäristökeskus.

Oravainen, R. 2005. Fosforin kemiallinen saostus. Teoksessa Järvien kunnostus. Ulvi, T. & Lakso, E. Helsinki: Edita Prima Oy. 191 – 196.

Pollari, J. 2004. Suojavyöhykkeiden yleisuunnitelma Evijärven ja Kerttuanjärven valuma-alueille. Vaasa: Länsi-Suomen ympäristökeskus.

Sameus vedenlaatua kuvaavana muuttuttujana. 2012. [Verkkosivu]. Valtion ympäristökeskus. [Viitattu: 23.3.2013]. Saatavana: <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=17452&lan=fi>

Sammalkorpi, I. & Sarvilinna, A. 2010. Rehevöityneen järven kunnostus ja hoito. [Verkkajulkaisu]. Helsinki: Suomen ympäristökeskus. [Viitattu: 7.1.2013]. Saatavana: <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=116125&lan=fi>

Sarell, J. 2003. Evijärven Kniivilänlahden kunnostus: Vesistötarkkailu ja kalatiedustelu 1999-2003. Länsi-Suomen ympäristökeskus.

Savola, E-M. 2013. Ympäristönsuojelusihteeri. Evijärven kunta. Haastattelu 21.3.2013.

Sinervä, S. 17.4.2006. Päijät- Hämeen Salalammin hoitosuunnitelma. [Verkkajulkaisu]. Lahti: Lahden Ammattikorkeakoulu. [Viitattu: 5.1.2013]. Saatavana: <https://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/12059/2006-08-21-40.pdf?sequence=1>

Storberg, K-E. Rautio, L-M. Bonde, A. Ylihärsilä, M. Harju, M-L. Pohjalainen, J. Palmu, S. 29.11.2009. Luodon-Öjanjärven laskevien vesistöjen vesienhoidon toimenpideohjelma vuoteen 2015. [Verkkajulkaisu]. Länsi-Suomen

ympäristökeskus. [Viitattu: 16.3.2013]. Saatavana:  
<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=86546>

Truxor: Maalla ja vedessä kulkeva työkalukone. 2012. [Verkkajulkaisu]. Dorotea Mekaniska AB. [Viitattu: 15.4.2013]. Saatavana:  
<http://doroteamekaniska.se/pdf/truxor2012%20FI.pdf>

Tuulisuus Suomessa. [Verkkosivu]. Suomen Tuuliatlas. [Viitattu: 25.3.2013]. Saatavana: <http://www.tuuliatlas.fi/tuulisuus/index.html>

Typpi vedenlaatua kuvaavana muuttujana. 2012. [Verkkosivu]. Valtion ympäristökeskus. [Viitattu: 22.3.2013]. Saatavana:  
<http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=17449&lan=fi>

Ulvi, T. 2005. Alusveden poistaminen. Teoksessa Järvien kunnostus. Ulvi, T. & Lakso, E. Helsinki: Edita Prima Oy. 203 – 206.

Valkama, J. Vepsäläinen, V. & Lehikoinen, A. 2011. Suomen III Lintuatlas. [Verkkosivu]. Luonnontieteellinen keskusmuseo ja ympäristöministeriö. [Viitattu: 7.9.2012]. Saatavana: <http://atlas3.lintuatlas.fi/tulokset/ruutu/703:332>

Veden väri vedenlaatua kuvaavana muuttujana. 2012. [Verkkosivu]. Valtion ympäristökeskus. [Viitattu: 22.3.2013]. Saatavana:  
<http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=17450&lan=fi>

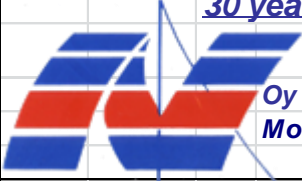
Viljavuustilastot. [Verkkosivu]. Tuloslaari. [Viitattu: 15.3.2013]. Saatavana:  
<http://www.tuloslaari.fi/>

## LIITTEET

**Liite 1 Kniivilänlahteen suunnitellut suojavyöhykkeet (Pollari, 2004 ja Avoimien aineistojen tiedostopalvelu [Viitattu:25.3.2013]).**



## Liite 3 Tarjous imuruoppaajasta

		<b>30 years 1983-2013</b> <b>Oy NAUTIMAR Ab</b> <b>Moottorikatu 11 65170 VAASA</b>		<b>TARJOUS</b> Nro 8167/13	
		Nimi <b>Hernesniemi</b>		<b>23.1.2013</b>	
Osoite		Viitteemme <b>Kjell</b>			
Postinr <b>62600 LAPPAJÄRVI</b>		Viitteenne <b>E. Kokko</b>			
Toimitusosoite Lappajärvi					
Toimitusaika N. 4 viikkoa til. jälkeen					
Maksuehdot 25% til.yht. Loput toituksē					
Toimitusehdot Vapaasti asiakkaalla					
Toimitustapa Schenker/Kiitolinja					
Määrä	Yksikkö	Kuvaus		A-hinta	Yhteensä
1	Kpl	94-4700B2S	Truxor DM 5000		<b>67 200,00 €</b>
1	Kpl	78-2502	The Doro Pump		<b>6 960,00 €</b>
50	m	78-102	Flathose 4"/102mm 2 25 m lengths	235,00 €	<b>470,00 €</b>
2	Kpl	78-5626102	Camlock 4"/102 mm female	31,40 €	<b>62,80 €</b>
2	Kpl	78-5646102	Camlock 4"/102 mm male	22,30 €	<b>44,60 €</b>
4	Kpl	01-110D20	Hose Clamp 110 mm	6,70	<b>26,80 €</b>
1	Kpl	95-3090T	Dorocutter 3090		
			Knives with working widht 4 m included		<b>4 240,00 €</b>
1	Kpl	90-ESM2100	Dorocutter ESM 2100		<b>4 650,00 €</b>
1	Kpl	94-22500	Reed rake standrard		<b>1 565,00 €</b>
		Hinnat ilm. Alv.			
		<b>Takuu NL01/S 2000 normien mukaan</b>			
					<b>85 219,20 €</b>
				Rahti	
Tarjouksen eräytymispäivä <b>23.2.2013</b>					
				Yhteensä	<b>85 219,20 €</b>
<b>Oy Nautimar Ab</b>					
Kjell Övergaard					
Ly-tunnus 0494799-8					
<b>Puh: (06) 3213 355 GSM: 0400-865 644 Faksi: (06) 3213 316 :nautimar@netikka.fi</b>					
<b>Homepage: www.reedcutters.com, kaislaleikkuri.fi</b>					