

# Vesienhoito- ja -kunnostus- suunnitelma Keltalahteen

LAHDEN  
AMMATTIKORKEAKOULU  
Tekniikan ala  
Ympäristötekniikka  
Ympäristö- ja energiatekniikka  
Opinnäytetyö  
Syksy 2017  
Marjaana Mattsson

Lahden ammattikorkeakoulu  
Ympäristötekniologia

MATTSSON, MARJAANA:

Vesienhoito- ja -kunnos-  
tussuunnitelma Keltalah-  
teen

Energia- ja ympäristötekniikan opinnäytetyö, 66 sivua

Syksy 2017

TIIVISTELMÄ

---

Suomen matalat ja vähävetiset järvet ovat alttiita rehevöitymiselle sekä lisääntynyt vapaa-ajanasutus lisää järvien rehevyyttä. Opinnäytetyön pääta-  
voitteena oli tehdä vesi- ja valuma-alueenhoitosuunnitelma Keltalahteen. Opinnäytetyössä kuvataan järven vesienhoitosuunnitelmaa ja sen tekoa. Koska kaikki järvien hoitotoimen-  
piteet eivät sellaisenaan sovellu lahden hoitamiseen, on työssä pohdittu, mitä järvien hoitotoimenpiteitä voidaan soveltaa rehevöityneen lahden hoitamiseen. Opinnäytetyössä pohdittiin myös ilmastonmuutoksen tuomia ongelmia vesistöihin.

Hoitosuunnitelma tehtiin Keltalahteen, joka on osa Ruotsalaisen järveä. Keltalahti sijaitsee Asikkalan kunnassa. Hoitosuunnitelmaan kerättiin tie-  
toja muun muassa valuma-alueen asukkailta kyselyn muodossa, otettiin vesianalyseja lahdesta, tehtiin vesikasvi-inventointi sekä maastoinven-  
tointeja.

Hoitosuunnitelmassa on kerrottu hoitotoimenpiteistä, joilla saataisiin rehe-  
vöitymistä lahdessa kuriin. Keltalahden vesi- ja valuma-alueen rehevöity-  
mistä voitaisiin hillitä vähentämällä ulkoista kuormitusta, niiton jatkamisella ja laajentamisella sekä särkikalojen hoitokalastuksella

Asiasanat: rehevöityminen, järvi, lahti, ravinnekuormitus, happikato, sisäi-  
nen kuormitus

Lahti University of Applied Sciences  
Degree Programme in Environmental Technology

MATTSSON, MARJAANA: Water management and rehabilitation  
plan for Keltalahti

Bachelor's Thesis in Energy and Environmental Technology 66 pages

Autumn 2017

ABSTRACT

---

Shallow waters of Finnish lakes are prone to eutrophication. The increased amount of summer houses increases the eutrophication of the lakes. The aim of the thesis was to make a water and drainage management plan for Keltalahti. The thesis also explains how to manage the water management plan for a lake and which of these treatments can be used in a bay. All the treatment measures used on lakes are not usable for the bay. The thesis also discussed the problems caused by climate change in the waterways.

The treatment plan was made in Keltalahti, which is part of the Ruotsalainen lake. Keltalahti is located in the municipality of Asikkala. The information for the treatment plan was collected with an inquiry for the Keltalahti inhabitants. In addition, water analyses were taken and the aquatic plants and the terrain were inventoried.

The management plan describes the management measures that would lead to eutrophication in the bay. The eutrophication of the water and catchment area of Keltalahti could be curbed by reducing the external load by continuing mowing and the management of cyprinid fishes.

Key words: eutrophication, lake, bay, nutrient load, oxygen depletion, internal load

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
2	SUOMEN JÄRVET	3
2.1	Järvityypit ja rehevyysluokat	3
2.2	Vedenlaatuun vaikuttavat tekijät ja ravinteet	4
2.2.1	Ammoniumtyppi	4
2.2.2	Fosfaattifosfori	5
2.2.3	Nitraatti-nitriittitypen summa	5
2.2.4	Kokonaisfosfori	5
2.2.5	Kokonaistyyppi	6
2.2.6	Happipitoisuus	7
2.2.7	Veden pH	8
2.2.8	Järven lämpötilakerrostuneisuus	9
2.2.9	Näkösyvyys	9
2.2.10	Sähkönjohtavuus	10
2.2.11	Kemiallinen hapenkulutus eli COD <sub>Mn</sub>	10
2.3	Järvien morfometria	11
3	REHEVÖITYNYT JÄRVI	12
3.1	Rehevöityvän vesiekosysteemin peruspiirteet	12
3.2	Järven ominaisuuksien vaikutus rehevöitymiseen	13
3.3	Järvien ulkoinen ja sisäinen kuormitus	13
3.4	Hajakuormitus ja pistekuormitus	14
3.5	Ilmastonmuutoksen vaikutus rehevöitymiseen	15
3.6	Ratkaisuja rehevöitymiseen	16
4	REHEVÖITYNEEN JÄRVEN KUNNOSTUS	18
4.1	Suunnittelu ja hankkeen vaiheet	18
4.1.1	Esiselvityksen tekeminen	18
4.1.2	Näkösyvyys seuranta	19
4.1.3	Kasvillisuuden seuranta	19
4.1.4	Levien tarkkailu	20
4.1.5	Kalojen ja lintujen seuranta	20
4.1.6	Vedenkorkeuden mittaaminen	21
4.1.7	Tiedotus	22
4.2	Kunnostussuunnittelu	22

4.2.1	Suunnitelman sisältö ja tavoitteet	22
4.3	Luvat	23
4.4	Kunnostustöiden jakautuminen projektissa	24
4.5	Seuranta ja hoito kunnostuksen jälkeen	25
5	JÄRVIEN KUNNOSTUSMENETELMIÄ	26
5.1	Ulkoisen kuormituksen vähentäminen	26
5.2	Järvien hapetus	26
5.3	Ravintoketjukurkennostus	26
5.4	Fosforin kemiallinen saostus	27
5.5	Alusveden poistaminen	27
5.6	Ruoppaus	27
5.7	Järven vedenpinnan nosto	28
5.8	Vesikasvillisuuden poistaminen	28
5.9	Järven tilapäinen kuivattaminen	30
5.10	Savipeitto	31
5.11	Kipsaus	31
6	JÄRVEN KUNNOSTAMISTOIMENPITEIDEN VERTAAMINEN LAHDEN KUNNOSTAMISEEN	32
6.1	Lahteen sopivat kunnostustoimenpiteet	32
6.2	Hoitotoimenpiteiden kustannukset	33
7	KELTALAHDEN KUNNOSTAMINEN	35
7.1	Ruotsalaisen järvi	36
7.2	Kunnostustarpeen kartoitus Keltalahdella	37
7.3	Kartoitus	37
7.3.1	Valuma-alue	38
7.3.2	Ulkoinen kuormitus	43
7.3.3	Vesikasvillisuus	44
7.3.4	Kalasto	46
7.3.5	Vedenlaatu	47
7.3.6	Tulosten yhteenveto	54
7.4	Ruotsalaisen järven tuloksia	55
7.5	Tiedotus ja vuorovaikutus	56
7.6	Hoitotoimenpiteet	56
7.6.1	Ulkoisen kuormituksen vähentäminen	57
7.6.2	Vesikasvillisuuden niitto	58

7.6.3	Hoitokalastus	59
7.6.4	Jatkoehdotuksia	59
8	POHDINTAA JA YHTEENVETO	61
	LÄHTEET	63

## Sanasto

ELY-KESKUS – Elinkeino-, Liikenne- ja Ympäristökeskus. Myöntävät muun muassa ympäristölupia.

HAJAKUORMITUS – Järveen tai lahteen tulevaa kuormitusta, joka tulee useista pienistä päästölähteistä, kuten maa- ja metsätalous, liikenne ja haja- ja loma-asutus.

HAPPIKATO – Tilanne, jossa pohjasedimentin pinta sekä pohjan lähetyvillä oleva vesi on hapetonta.

JÄTEVESIASETUS – Valtioneuvoston asetus talousjätevesien käsittelystä viemäriverkoston ulkopuolisilla alueilla. Tullut voimaan 3.4.2017.

LUONNONHUUHTOUMA – Luontaisella huuhtoutumisella tarkoitetaan maa-alueilta vesistöön kulkeutuvien ainemääriä olotilassa, jossa ihmisen toiminta ei ole vaikuttanut huuhtouman määrään ja laatuun.

MINIMITEKIJÄ – Niukkuustekijä on ympäristötekijä. Se rajoittaa jonkin eliön esiintymistä tai menestymistä. Vesistöjen minimitekijöitä ovat usein fosfori ja typpi.

PISTEKUORMITUS – On peräisin tarkoin määriteltävissä olevista lähteistä, esimerkiksi jätevesilaitokset, kalankasvatuslaitos tai teollisuus.

POHJASEDIMENTTI – Järven pohjalle kerrostuva maa-aines.

RAVINNE – On aine, jota kasvit ja levät tarvitsevat ravinnokseen. Ravinteita ovat muun muassa typpi ja fosfori.

RAVINNEKUORMITUS – Sitä on olemassa sisäistä ja ulkoista kuormitusta.

REHEVÖITYMINEN – On kasvien tärkeimpien ravinteiden typen ja fosforin, kertymistä vesistöön ihmisen toiminnan seurauksena. Rehevöityminen on yleistä matalissa järvissä ja viljelyalueiden läheisyydessä sijaitsevilla järvillä.

**SISÄINEN RAVINNEKUORMITUS** – Vesistön sisäinen ravinnekuormitus tarkoittaa vesistön pohjakerrostumiin eli pohjasedimenttiin kertyneiden ravinteiden, kuten fosforin, vapautumista takaisin veteen. Tätä ilmiötä tapahtuu etenkin sedimentin hapettomissa osissa. Jos lähinnä pohjaa oleva vesikerros kuluu hapettomaksi, pohjasedimenttiin varastoitunut fosfori liukenee takaisin veteen levien ravinnoksi. Ravinteet vapautuvat esimerkiksi happikadon tai tiheän särkikalakannan vaikutuksesta.

**ULKOINEN RAVINNEKUORMITUS** – Vesistöjen ulkoinen kuormitus tarkoittaa vesistöön valuvia ravinteita, typpeä ja fosforia. Fosfori kuuluu luonnon kiertokulkuun, ja sitä valuu vesistöihin monista lähteistä. Ylimääräistä fosforia pääsee ihmisten toimien johdosta vesistöön pääosin kahdesta lähteestä: asutuskeskusten jätevesistä ja lannoitteista.

**VALUMA-ALUE** – Alue mistä vesistö saa vetensä.

**VESISTÖ** – Järvien ja jokien muodostama kokonaisuus.



## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyön aiheena on tehdä Keltalahden vesi- ja valuma-alueen hoitosuunnitelma. Toimeksiantaja opinnäytetyölle on Keltalahden kunnostushankkeen talkooyhtymä. Talkooyhtymä on perustettu parantamaan ja edistämään Keltalahden veden tilaa.

Keltahti on osa Ruotsalaisen järveä, ja se sijaitsee Asikkalan kunnassa. Keltalahden vesialue on hyvin pieni, ja sen suulla sijaitsee Näsiäissaari. Näsiäissaari estää veden vaihtumista lahdessa. Keltahti voidaankin nähdä pienenä ja matalana järvenä, koska kasvillisuus oli estänyt lahden suulla tapahtuvaa veden virtaamista. Juuri nämä ominaisuudet tekevät vesialueista herkkiä rehevöitymiselle. Hoitosuunnitelmassa selvitettiin vesianalyysien avulla Keltalahden veden tilaa ja maastokäynneillä valuma-alueen tilaa. Hoitosuunnitelmassa esitellään toimenpide-ehdotuksia valuma-alueelle, jotta vedenlaatu paranisi lahdessa.

Suomessa on kunnostettu paljon järviä, mistä löytyy runsaasti kirjallisuutta. Pienemmän vesialueen, esimerkiksi lahden, kunnostuksesta ei kuitenkaan vielä löydy paljon tietoa. Tässä opinnäytetyössä vertaillaan, mitkä järven kunnostustoimenpiteet sopivat lahden kunnostukseen. Lisäksi työssä selvitetään, mitkä näistä kunnostustoimenpiteistä sopisivat parhaiten nimenomaan Keltalahdelle. Hoitosuunnitelman avulla Keltalahden veden tilaa yritetään parantaa ja ylläpitää, jotta sen virkistyskäyttöarvo saataisiin säilymään tulevaisuudessa. Opinnäytetyössä on pohdittu myös ilmastonmuutoksen vaikutusta Suomen järviin ja sen vaikutusta rehevöitymiseen.

Opinnäytetyö alkaa teoriaosuudella. Ensimmäinen luku käsittelee yleisesti Suomen järviä ja veden laatuun vaikuttavia tekijöitä. Tämän jälkeen paneudutaan rehevän järven ominaisuuksiin sekä siihen, mikä aiheuttaa rehevöitymistä järvissä. Kolmannessa luvussa käsitellään järven kunnostusta ja sen eri vaiheita. Luvussa kerrotaan myös, mitä lupia tarvitaan mihinkin kunnostustoimenpiteeseen. Neljännessä luvussa käydään läpi erilaisia kunnostusmenetelmiä tarkemmin. Tämän jälkeen vertaillaan järven ja lahden kunnostuksen eroja.

Opinnäytetyön loppupuolella esitellään Keltalahden vesi- ja valuma-alueen hoitosuunnitelma ja kuvataan suunnitelmaan laadintaa. Viimeisessä luvussa käsitellään hoitosuunnitelman onnistuneisuutta ja aihetta yleensä.

## 2 SUOMEN JÄRVET

Suomessa on runsaasti järviä, jotka ovat tyypillisesti matalia ja vähävetisiä. Suurin osa Suomen järvistä luokitellaan käyttökelpoisuudeltaan hyväksi tai erinomaiseksi. Nämä järvet ovat usein kaukana asutuksesta ja teollisuudesta. Jätevesien ja teollisuusvesien tehostuneet puhdistusprosessit ovat parantaneet järvien tilaa, mutta valuma-alueelta tulevaa hajakuormitusta ei olla saatu hillittyä riittävästi. (Ulvi & Lakso 2005, 9.) Saavalainen toteaa artikkelissaan Suomen vesistöjen pilaantuneen vauhdilla vielä 1950-luvulla. Näistä vuosista on jäänyt jälki monen sellutehtaan läheisiin vesistöihin. Esimerkiksi Kymijoen pohjaan on kertynyt suuria määriä kloorattuja orgaanisia yhdisteitä. Pohjaa ei kannata ruopata, etteivät yhdisteet lähde liikkeelle veden mukana ja saastuta lisää vesistöä. (Saavalainen 2017.)

Suomeen tuli vesilaki 1962, ja se auttoi vesiensuojelun alkamista. Uusi huolenaihe vesistöihin liittyen on vanhat ojitetut suot. Luonnonvarakeskus Luke ja Suomen ympäristökeskus Syke ovat tehneet tuoreen tutkimuksen, jossa todetaan vanhoilta ojitetuilta soilta valuvan enemmän ravinteita vesistöihin, kuin aiemmin on arvioitu. (Saavalainen 2017.)

Kaupungistuvassa Suomessa arvostetaan kuitenkin luonnon lähelläoloa, mikä näkyy mökki ja vapaa-ajanasuntojen määrän nousuna. Suomessa oli vuonna 2016 mökkejä ja vapaa-ajanasuntoja 502 903 kpl, kun 1970-luvulla niitä oli vain 176 104 kpl (Suomen virallinen tilasto 2016). Mökit sijaitsevat usein vesistöjen äärellä ja asutus tuo rehevöittävästä kuormitusta vesistöihin (Ulvi & Lakso 2005, 9).

### 2.1 Järvityypit ja rehevyysluokat

Järvet jaetaan reheviin eli eutrofisiin ja karuihin eli oligotrofisiin järviin. Rehevässä järvessä vesikasvillisuutta on runsaasti ja karussa sitä ei juurikaan ole. Silmämääräisesti järvet on helppo erottaa toisistaan, mutta järviä

luokiteltaessa ovat raja-arvot tarpeen. Fosforipitoisuuden perusteella määritellään järvien rehevyysaste. OECD-luokituksen mukaan rehevän järven luokituksen alaraja-arvo fosforissa on 50 µg/l. (Ulvi & Lakso 2005, 14–16.)

## 2.2 Vedenlaatuun vaikuttavat tekijät ja ravinteet

Useat tekijät vaikuttavat järvien veden laatuun. Luonnontilaistenkin järvien laadussa voi olla suuria eroja. Merkittävämpänä tekijänä vedenlaatuun pidetään valuma-alueen kallioperää ja maaperän laatua, jotka määrittävät, millainen kasvipeite valuma-alueella on. (Ulvi & Lakso 2005, 16.)

Harjualueella sadevesi suotautuu niukkaravinteisen hiekan läpi päätyen järveen. Näillä seuduilla järvet ovat yleensä karuja. Moreenipohjaisella valuma-alueella vesi taas virtaa ravinteikkaan ja humuspitoisen maan pinnalla eikä pääse suotautumaan maan läpi. Tämän vuoksi ravinteita pääsee kulkeutumaan vesistöihin. (Ulvi & Lakso 2005, 16.)

### 2.2.1 Ammoniumtyppi

Ammoniumtyppeä on vesistöissä vähän, ja yleensä sen pitoisuus päällysvedessä on <math><10\text{--}30\ \mu\text{gNH}\_4\text{-N/l}</math>. Alusvesissä pitoisuudet ovat hieman korkeampia. Vähähappiset olosuhteet voivat nostaa pitoisuusarvon yli 100 µgNH<sub>4</sub>-N/l, mutta myös jätevesikuormitus nostaa arvoa. Turvesoiden valuma-alueella valumavesissä ammoniumtyppeä voi olla 100–300 µgNH<sub>4</sub>-N/l. Ammoniumtyppi kuluttaa vedestä happea, mutta pitoisuuden ollessa alle 100 µgNH<sub>4</sub>-N/l hapen kulutus on vähäistä. (Oravainen 1999, 21.)

Kun jätevesi johdetaan vesistöön, sen tyyppi on pääsääntöisesti ammoniumtyppeä. Typpi on suhteellisesti vesistöjä kuormittavin yhdiste asutuksen jätevedessä, minkä vuoksi sen vaikutukset näkyvät ammoniumtyypen pitoisuuden nousuna. (Oravainen 1999, 21.)

### 2.2.2 Fosfaattifosfori

Fosfaattifosfori on liuennutta epäorgaanista fosforia. Fosfaattiyhdisteistä levät käyttävät ravinnokseen etenkin fosfaattifosforia. Fosfaattifosforin pitoisuudet tuotantokaudella eli kesällä ovat pieniä, koska se on tuotannon minimitekijä. Päälyllyvedessä tuotantokaudella sitä ei varsinaisesti ole, koska levät käyttävät sen välittömästi hyödyksi. (Oravainen 1999, 19.)

### 2.2.3 Nitraatti-nitriittitypen summa

Kun lasketaan nitraatti- ja nitriittityppi-arvot yhteen, saadaan niiden summa. Nitriittiä ei ole hyödyllistä analysoida yksinään, koska se ei ole pysyvä yhdiste. Lisäksi sen pitoisuudet ovat yleensä pieniä, noin 1–10 µg/l. (Oravainen 1999, 20–21.)

Kokonaistypestä suurin osa on talvella nitraattina, ja sen pitoisuus voi olla 500–1000 µg/l. Avovesiaikana levät käyttävät nitraattia ravinnokseen, minkä vuoksi loppukesällä sen pitoisuus voi olla olemattoman pieni. Alusvesissä nitraattia on aina, mutta hapettomissa olosuhteissa se muuttuu ammoniumtypeksi. (Oravainen 1999, 20–21.)

### 2.2.4 Kokonaisfosfori

Kokonaisfosforipitoisuus kertoo vedessä olevan fosforin kokonaismäärän. Kokonaisfosfori on usein perustuotannon minimitekijä. Veden rehevyyden arvioinnissa kokonaisfosforipitoisuus on erittäin tärkeä. Sen mittayksikkönä on µg/l eli mikrogrammaa litraa kohden. (Oravainen 1999, 17.) Taulukossa 1 on luokiteltu järven rehevyys kokonaisfosforiarvojen perusteella.

Luonnollisten karujen vesien kokonaisfosforipitoisuus on alle 10 µg/l ja lievästi rehevien vesien 10–20 µg/l. Kun fosforipitoisuus on noin 20 µg/l, levätuotanto lisääntyy selvästi. Levätuotannon lisääntyminen aiheuttaa

myös alusveden happivajeen kasvua sekä lisää veden sameutta. (Oravainen 1999, 17.)

Fosforipitoisuus on korkeampi veden pohjalla, kun taas pinnalla pitoisuudet ovat pienempiä. Tämä johtuu siitä, että sedimentoituva aines vie fosforia alusveteen. Terveessä järvestä fosfori pidättäytyy pohjalietteeseen eikä alusveden pitoisuustaso nouse voimakkaasti. (Oravainen 1999, 19.)

TAULUKKO 1. Vedenlaatuluokituksen raja-arvot kokonaisfosforissa (Ympäristöministeriö 2013a)

Kokonaisfosfori	
Luokitus	Pitoisuus µg/l
Karu	< 15
Lievästi rehevä	15–25
Rehevä	25–100
Erittäin rehevä	>100

### 2.2.5 Kokonaistyyppi

Kokonaistyyppi ilmoittaa veden kokonaistyyppipitoisuuden sisältäen typen esiintymismuodot (orgaaninen typpi ja epäorgaaninen typpi). Typen pitoisuus ilmoitetaan luonnonvesissä µg/l. Luonnontilaisten kirkkaiden vesien tyyppipitoisuus on 200–500 µg/l ja humuspitoisissa vesissä tyyppipitoisuus on hieman korkeampi noin 400–800 µg/l. Ruskeissa vesissä tyyppiä on luonnostaan yli 1000 µg/l. (Oravainen 1999, 19.) Taulukossa 2 on esitetty järvien luokitus kokonaistypen arvon perusteella.

Vesistöihin tyyppiä tulee sadevesien, valumavesien ja jätevesien mukana. Lisäksi peltojen runsaus valuma-alueella kasvattaa vesistön tyyppipitoisuutta: runsaasti viljelyillä alueilla saattaa vesistöjen tulouomien tyyppipitoisuus olla jopa yli 5000 µg/l. Tällaiset maksimipitoisuudet ajoittuvat kevätylivalumaan tai runsassateisiin kausiin. Talvella tyyppipitoisuus on korkeimmillaan, ja kesällä sen pitoisuus laskee. Loppukesällä järven tuotanto kuluttaa tyyppiä, minkä vuoksi tyyppipitoisuudet ovat alimmillaan. (Oravainen 1999, 19.)

Mitä syvemmälle järveen mennään sitä enemmän typpipitoisuudet kasvavat. Hapettomissa oloissa typpi esiintyy ammoniumina. Sedimentin hapettomuuden takia ammoniumia vapautuu pohjalietteestä, ja se voidaan todeta kokonaistypen pitoisuuden nousuna hapettomissa syvänteissä. Kun typpi esiintyy vedessä ammoniummuodossa, ei voida olettaa typen välttämättä tulleen veteen jätevesikuormituksesta. (Oravainen 1999, 19.)

TAULUKKO 2. Vedenlaatuoluokituksen raja-arvot kokonaistypessä (Ympäristöministeriö 2013a)

Kokonaistyyppi	
Luokitus	Pitoisuus µg/l
Karu	<400
Lievästi rehevä	400–600
Rehevä	600–1500
Erittäin rehevä	>1500

### 2.2.6 Happipitoisuus

Happipitoisuus kertoo vesistöstä paljon. Kun happipitoisuus on hyvä, silloin vesistö on tyypillisesti hyvässä kunnossa. Vesi saa happensa ilmakehästä liukenemalla, ja kylmään veteen liukenee happea enemmän kuin lämpimään veteen. Tämän vuoksi happipitoisuuden mittauksen ajankohta on otettava huomioon tuloksia tarkastellessa. (Oravainen 1999, 4.)

Talvella normaali päällysveden happipitoisuus on 12–13 mg O<sub>2</sub>/l. Kesällä normaali pitoisuus on 8–9 mg O<sub>2</sub>/l. Happipitoisuuksia vertailtaessa on tutkittava myös hapen kylläisyysastetta. (Oravainen 1999, 4.)

Kun vesistössä on lämpötilakerrostuneisuus, se estää alusveden hapensaannin ilmakehästä. Happea kuluu alusvedestä koko ajan ja happipitoisuus laskee. Happipitoisuus on alimmillaan kerrosteisuusajan lopulla, mikä ajoittuu maaliskuulle sekä elokuulle. Nämä ajat ovat parhaita happinäytteenottoon. Mitta-ajankohdan vaikutus pitoisuuksiin on hyvä muistaa, kun vertaillaan eri vuosien happituloksia keskenään. (Oravainen 1999, 4.)

Kun vesistö on hyvässä kunnossa, happipitoisuus on koko vuoden hyvällä tasolla. Alusvedessä on happipitoisuus kerrosteisuusaikeiden loppuvaiheessa 4–8 mg O<sub>2</sub> /l. Järvissä olevat syvänteet saattavat luontaisista teki-  
jöistä johtuen olla vähähappisia, vaikka muu järvi olisi hyvässä kunnossa. (Oravainen 1999, 4.)

### 2.2.7 Veden pH

Veden normaali pH on noin 7,0 eli neutraali. Vesieliot ovat tottuneet elämään pH-alueella 6–8. Suomessa humuskuormituksesta johtuen pH on vesissä vähän happamanpuolella. Veden ollessa neutraalia vetyionien ja hydromolekyyli-ionien määrä on sama eli 10<sup>-7</sup>. Kun veden pH muuttuu seitsemästä kuuteen, sen vetyionikonsentraatio kymmenkertaistuu. (Oravainen 1999, 12.)

Vesistöissä vallitsee niin sanotusti puskurisysteemi, joka vastustaa pH:n muutoksia. Hiilihapot ja suoloista magnesium ja kalsium ovat tärkeitä puskurisysteemin kannalta. (Oravainen 1999, 12.)

Talvella pH on hieman alhaisempi kuin kesällä. Kesällä pH:ta nostattaa lievästi levätuotanto. Vesistön päällysveden pH on yleensä korkeampi kuin alusveden, koska alusveteen vapautuu hajotustoiminnan tuloksena hiilidioksidia ja veden kanssa siitä muodostuu hiilihappoa. Hiilihappo puolestaan laskee vesistön pH-arvoa. (Oravainen 1999, 12.)

Kun pH laskee tason 6,0 alapuolelle, alkaa happamoituminen näkyä eliöstössä; ensimmäiseksi katoavat simpukat, kotilot ja ravut. Särki ja lohikalojen lisääntyminen häiriintyvät, kun pH on arvon 5,5 alapuolella. Kestävempiä pH-muutosten kannalta ovat ahven, ankerias ja puronieriä. Edellä mainitut pH-arvot eivät vielä ole eliöstölle tappavia, mutta pitkän ajan kuluessa lajit häviävät. (Oravainen 1999, 12.)



### 2.2.8 Järven lämpötilakerrostuneisuus

Vesistöjen kerrostuneisuus perustuu siihen, että raskain vesi on pohjalla. Raskaimmillaan vesi on neljä asteisena ja se on vesistön pohjalla eikä liiku. Kun lähestytään jääpeitettä, veden lämpötila laskee lähelle nollaa. Talvella jää estää tuulta sekoittamasta vettä. (Lyytimäki & Hakala 2008, 50–51.)

Keväällä jäiden lähdettyä päällysvesi ja välivesi alkavat lämmetä. Kun järven kaikki kerrokset ovat neliasteisia, alkaa kerrosten sekoittuminen. Silloin saadaan happea myös järven alusveteen. (Lyytimäki & Hakala, 2008 50–51.)

Kesällä vesi taas kerrostuu voimakkaasti, mutta voimakkaat tuulet voivat aiheuttaa virtauksia, joiden avulla vesi voi sekoittua myös kesällä. Tosin kesällä kerrostuneisuus voi olla nopeaa eikä kerrostuneisuus murru helposti. (Lyytimäki & Hakala 2008, 50–51.)

Syksyllä veden lämpötila alkaa laskea lähelle neljää astetta. Tällöin kerrokset ovat taas yhtä painavat ja sekoittuminen mahdollistuu. Pohjaveteen saadaan happea keväällä sekä syksyllä, kun koko vesi massa on neljä asteista. (Lyytimäki & Hakala 2008, 50–51.)

### 2.2.9 Näkösyvyys

Näkösyvyys on yksi mitatuimmista suureista Suomen pintavesissä. Vähäravinteisissa vesissä voidaan mitata jopa yli 10 metrin näkösyvyiksiä. Sameissa vesissä voi näkösyvyys olla alle metrin. Erinomainen näkösyvyys on yli 2,5 metriä ja hyvän luokituksen saa, kun näkösyvyys on 1–2,5 metriä. (Mitikka 2013.)

Näkösyvyys vaihtelee eri vuodenaikojen mukaan. Alhaisimmillaan se on runsaan levätuotannon aikana sekä sameiden valumavesien aikana. Näkösyvyys voi muuttua rehevöitymisen seurauksena, mutta myöskin valuma-alueen maan muokkauksen aikana. Järvenpohjan möyhintä voi myös muuttaa näkösyvyyttä. (Mitikka 2013.)

### 2.2.10 Sähkönjohtavuus

Sähkönjohtavuus kertoo veteen liuenneiden suolojen määrää ja korkea arvo kertoo suuresta suolapitoisuudesta. Sisävesissä sähkönjohtavuutta lisäävät natrium, kalium, kalsium ja magnesium. Peltolannoitus ja jätevedet lisäävät sähkönjohtavuutta järvesissä. (Ympäristöministeriö 2013a.) Taulukossa 3 on esitetty luokittelu sähkönjohtavuudesta erilaisissa vesissä.

TAULUKKO 3. Sähkönjohtavuus vesissä (Ympäristöministeriö 2013a)

Sähkönjohtavuus	
Luokitus	Pitoisuus mS/m
alhainen johtokyky	< 5
sisävedet	5–10
jätevedet	50–100

### 2.2.11 Kemiallinen hapenkulutus eli COD<sub>Mn</sub>

Kemiallinen hapenkulutus eli COD<sub>Mn</sub> kertoo veden sisältämän kemiallisesti hapatuvien orgaanisten aineiden määrän eli kuinka paljon vedessä on eloperäistä ainetta. Eloperäinen aines voi olla humusta, luonnonhuuhtoumaa tai karjatalouden päästöjä. COD<sub>Mn</sub> arvoihin vaikuttaa valuma-alue. (Ympäristöministeriö 2013a.) Taulukossa 4 on esitetty järvien humuspitoisuus luokitus kemiallisen hapenkulutuksen perusteella.

TAULUKKO 4. Kemiallinen hapenkulutus vedessä. (Ympäristöministeriö 2013a)

Kemiallinen hapenkulutus	
Luokitus	Pitoisuus mg/l
Niukkahumuksinen	< 4
Vähähumuksinen	4–10
Keskihumuksinen	10–20
Runsashumuksinen	>20

### 2.3 Järvien morfometria

Järven morfometriaksi kutsutaan sen ominaisuuksista eli pinta-alaa, syvyyssuhteita ja eri syvyyssvyöhykkeiden tilavuuksia sekä rannan rikkonaisuutta. Järven luontaiseen kykyyn vastaanottaa ulkoista kuormitusta vaikuttavat edellä mainitut ominaisuudet. Pienemmissä järvissä kuormituksen vaikutukset näkyvät selvemmin, mutta niissä myös näkyviä kunnostustuloksia saadaan vähin kustannuksin. Suomessa on rehevöitynyt runsaasti pieniä järviä, koska ne ovat herkkiä muuttumaan pienen vesitilavuutensa vuoksi. Usein kuormitus valuma-alueelta aiheuttaa pienen järven tilan heikentymisen. (Ulvi & Lakso 2005, 18.)

### 3 REHEVÖITYNYT JÄRVI

Perustuotannon kasvua ekosysteemissä kutsutaan rehevöitymiseksi. Rehevöitymisessä järveen lisääntyvät roskakalana pidetyt särkikalat, tiivis rantakasvillisuus sekä sinilevät. Vesien rehevöitymistä pidetään Suomessa ongelmana, sen sijaan maaekosysteemissä rehevöityminen ei tuota niin suuria ongelmia. Typpi ja fosfori ovat järvissä minimitekijöitä ja näitä tekijöitä on Suomen luonnossa luontaisesti vähän. (Lyytikämäki & Hakala 2008, 46–49.) Schindlerin ja Edmondsonin tutkimus vahvistaa sen, että arktisella pallonpuoliskolla vesistöjen rehevyyttä rajoittavia tekijöitä eli minitekijöitä ovat juuri typpi ja fosfori. (Schindler 1977 & Edmondson 1991, Ogbebon, Evansin, Waiserin, Tumberin & Keatingin 2009, 247 mukaan). Tutkimus kertoi myös kasviplanktonin reagoivan nopeasti typen ja fosforin lisäykseen. Ihmisten toimet aiheuttavat vesistöihin usein juuri fosforia ja typpeä. (Ogbebo ym. 2009, 247.)

#### 3.1 Rehevöityvän vesiekosysteemin peruspiirteet

Ekosysteemin toiminnassa ravinteet ja energia kiertävät. Vesistöön energia tulee vesikasvien ja levien yhteyttämisestä sekä valuma-alueelta tulevasta orgaanisesta aineksesta. Vesiekosysteemiin ravinteet tulevat maaperästä ja ilmasta. (Lyytikämäki & Hakala 2008, 46–49.)

Kun ravinteita on käytävänä aiempaa enemmän, vesikasvien ja kasviplanktonien määrät lisääntyvät, mistä saattaa seurata esimerkiksi veden limoittumista ja leväkukintoja. Kasviplanktonin määrän lisääntyminen yleensä ruokkii eläinplanktonia lisääntymään, koska eläinplankton käyttää kasviplanktonia ravinnokseen. Eläinplanktonia käyttävät kalalajit, kuten särkikalat lisääntyvät tiettyyn pisteeseen asti. Vedessä oleva hapen väheneminen aiheuttaa ongelmia kalastolle. Kun happea on liian vähän, tyypillisesti loppukesästä ja lopputalvesta, voi järvissä esiintyä kalakuolemia hapenpuutteen takia. Kasvibiomassa eli kasviplankton ja sinilevät lisäävät kuolleen orgaanisen massan määrää vedessä ja näin ollen kuluttavat happea. Kun vesi ei pääse sekoittumaan, hapen määrä vähenee. (Lyytikämäki & Hakala 2008, 56–59.)

Kasvituotantoa rajoittaa Suomessa eniten valon määrä, mutta myös veden lämpötila vaikuttaa. Vesi on talvellakin aina yli nolla asteista, mikä riittää yksisolujen levien yhteyttämiseen. Talvella lumi ja jää estävät vähäisen auringon pääsyn veteen. Valon puute estää yhteyttämisen talvella järvissä. Ilmastonmuutos lyhentää jääpeitteen aikaa, joka vuoksi valon määrää järvissä lisääntyy. (Lyytikämäki & Hakala 2008, 48–49.) Tutkimuksessa pohditaan, että lämpötila voi olla hyvinkin merkittävä tekijä levien tuotannossa. Viileät säät voivat jopa estää kasveja käyttämästä kaikkia ravinteita mitä olisi tarjolla. (Riegman & Mur 1986, Ogbelon ym. 2009, 258 mukaan.)

### 3.2 Järven ominaisuuksien vaikutus rehevöitymiseen

Suomessa ilmasto on humidi eli vettä sataa enemmän kuin sitä haihtuu. Suomen maaston muodot yhdistettynä haihtumattomaan veteen on mahdollistanut sen, että Suomeen on syntynyt paljon järviä ja muita vesistöjä. (Lyytikämäki & Hakala 2008, 46.) Ilmastonmuutoksen vuoksi jää- ja lumi-peite on vähäistä etenkin Etelä-Suomessa. Sateen määrä ei kuitenkaan ole vähentynyt; nyt vesi sataa lumen sijaan vetenä maahan. Vesi kuljettaa taas ravinteita vesistöön. (Virtanen & Rohweder 2011, 114–115.)

Järvien valuma-alue vaikuttaa myös järven ominaisuuksiin. Mitä suurempi ja ravinteikkaampi valuma-alue, sitä rehevämpi vesistö on. Sen sijaan karummilla, esimerkiksi kallioisten valuma-alueilla, vesistöt ovat hyvin niukkoja ja vesiekosysteemit ovat vähätuottoisia. (Lyytikämäki & Hakala 2008, 55.)

### 3.3 Järvien ulkoinen ja sisäinen kuormitus

Tyypillisesti rehevöityminen johtuu siitä, että ravinteita tulee vesistöön aiempaa enemmän (Lyytikämäki & Hakala 2008, 46). Tätä ravinteiden ulkopuolelta tulemistä kutsutaan ulkoiseksi kuormitukseksi (Puhdasvesijärvi 2017a).

Sisäinen kuormitus taas tapahtuu, kun hapekkaassa alusvedessä fosfori sitoutuu pohjasedimenttiin hapettumalla. Kun happi loppuu alusvedestä, muuttuu vesi pelkistäväksi, ja siihen sitoutunutta fosforia alkaa vapautua kasvien käytettäväksi. Tässä reaktiossa vapautuu myös rikkiyhdisteitä. Prosessi kiihdyttää itseään, ja kun happikatoja rehevöitymisen vuoksi syntyy, tulee rehevöitymisestä vielä vaikeammin hallittava prosessi. (Lyytikämäki & Hakala 2008, 55–59.) Sisäinen kuormitus on ravinteiden noidankehä. Sisäinen kuormitus syntyy usein kauan jatkuneesta ulkoisesta kuormituksesta. Ajan saatossa pohjasedimenttiin sitoutuneet ravinteet lähtevät uudelleen ravintoketjuun. (Ympäristö.fi 2013i.)

### 3.4 Hajakuormitus ja pistekuormitus

Typen ja fosforin kuormituksen suurimmat lähteet ovat luonnon huuhtouma, maatalous, metsätalous sekä asutus. Näitä kutsutaan hajakuormitukseksi, joka tarkoittaa sitä, että kuormitus tulee useasta paikasta. (Lyytikämäki & Hakala 2008, 52–55.)

Metsätalouden toiminta, kuten ojitukset, avohakkuut ja maanmuokkaus lisäävät ravinteiden huuhtoutumista järviin. Metsiä myös lannoitetaan, mutta nykypäivänä se on vähentynyt. Myös paperi- ja massateollisuus kuormittavat vesistöä eniten, mutta myös näiden teollisuuden tuottamat päästöt ovat vähentyneet paljon. (Lyytikämäki & Hakala 2008, 52–59.)

Suomessa miljoona ihmistä asuu pysyvästi viemäriverkoston ulkopuolella. Kesäisin määrää kasvaa miljoonalla, kun ihmiset lomailevat vapaa-ajan asunnoillaan. Nämä ihmisryhmät tuottavat puolet Suomen asutuksen tuottamasta fosforikuormituksen määrästä. (Lyytikämäki & Hakala 2008, 52.)

Huhtikuussa 2017 astui voimaan uusi jätevesiasetus ja ympäristönsuojelulain muutos. Se velvoittaa parantamaan vanhojen kiinteistöjen jätevesien käsittelytehokkuutta. Siinä on määrätty, että ranta- ja pohjavesialueella jätevesiremonttien tulee olla valmis 31.10.2019 mennessä. Ranta-asutukseksi luetaan asutus, joka on 100 metrin etäisyydellä vesistöä. (Ympäristöministeriö 2017.)

Pienempänä kuormittajana on teollisuus ja laskeumat. Teollisuus ja yhdyskunnat ovat pistemäisiä kuormituslähteitä. Pistemäistä kuormituksen määrää on helpompi seurata ja niiden päästöjä on helpompi myös vähentää. (Lyytikämäki & Hakala 2008, 52–53.)

Hajakuormituksen päästöosuudet ovat laskennallisia, ja sen vuoksi epävarmoja. Pistekuormitustiedot taas perustuvat mittauksiin. Hajakuormitusta on vaikea vähentää, kun taas pistekuormitusta muun muassa teollisuuden kuormitusta on pystytty vähentämään huomattavasti. (Lyytikämäki & Hakala 2008, 52–53.)

### 3.5 Ilmastonmuutoksen vaikutus rehevöitymiseen

Ihmisten aiheuttama ilmastonmuutos aiheuttaa ongelmia ekosysteemissä. Muutos lajien elinolosuhteissa on niin nopeaa, etteivät ekosysteemin lajit ehdi sopeutua muuttuneisiin olosuhteisiin. Toiset lajit menestyvät uusissa olosuhteissa paremmin ja runsastuvat. (Virtanen & Rohweder 2011, 109–112.)

Sään ääreisilmiöt, kuten rankkasateet, pitkät kuivuuskaudet sekä lumettomat talvet ovat ilmastonmuutoksen myötä yleistyneet. Kasvukausi on nykyään lämpimämpi ja pidentynyt ilmastonmuutoksen takia. Pidentynyt ja lämpimämpi kasvukausi on lisännyt kasviplanktonin tuotantoa järvissä. Myös eloperäisen aineksen hajotus kiihtyy ja ravinteiden kierto nopeutuu. Ilmastonmuutoksen vaikutuksena valuma-alueelta ravinnekuormitus kasvaa ilmaston lämmitessä. (Virtanen & Rohweder 2011, 114–115.)

Ilmastonmuutoksen on ennustettu lisäävän sateita, ja talvisin lumen ennustetaan tulevan vetenä. Tämän vuoksi järven valuma-alueen pelloilta voi huuhtoutua fosforia ja typpeä nykyistä enemmän. Kuumat kesät haihduttavat vettä tehokkaasti ja pienet vesistöt, kuten purot, ojat ja kosteikot kuivuvat. Kuivuus aiheuttaa vesistöön lisääntyneitä bakteereja ja leviä. Runsaat sateet aiheuttavat tulvia, jotka lisäävät eroosiota ja siten lisäävät ravinteiden ja kiintoaineksen määriä vesistöissä. (Virtanen & Rohweder

2011,114–115.) Ilmastonmuutos vaikuttaa järvien tuotantoon ja kasvukausista tulee pidempiä ja lämpötilat nousevat. Nämä ominaisuudet helpottavat kasvien kasvua. (Intergovernmental Panel on Climate Change 2001; Prowse et al. 2006, Ogbebon ym. 2009, 247 mukaan.)

Ilmastonmuutos vaikuttaa yhdessä rehevöitymisen kanssa myös kaloihin ja kalakantoihin. Lämpimässä vedessä viihtyvät kalalajit, kuten särkikalat ja kuhat lisääntyvät, kun taas kylmää vettä suosivat kalat, kuten made ja lohikalat kärsivät. Lohikalat kärsivät myös järvien heikentyneestä happitilanteesta sekä samentumisesta, jotka ovat seurausta rehevöitymisestä. (Virtanen & Rohweder 2011,118–119.)

### 3.6 Ratkaisuja rehevöitymiseen

Jotta rehevöityminen saadaan loppumaan ja järvi toipumaan, on järven ulkoinen kuormitus saatava sellaiselle tasolle, että järvi kestää tulevan kuormituksen. Ilman ulkoisen kuormituksen kuriin saamista ei saada pitkäaikaisia tuloksia aikaan vaan järvi alkaa uudestaan rehevöitymään. (Ulvi & Lakso 2005, 137.)

Ensimmäiseksi ulkoinen kuormitus on saatava kuriin, missä maatalouden ja haja-asutusalueiden päästöjen vähentäminen ja päästöjen tehokkaampi puhdistaminen ovat hyvä aloitus. (Lyytikämäki & Hakala 2008, 52–55.)

Kun kuormituksen vähentäminen ei enää auta, on keskityttävä sisäiseen kuormitukseen. Sisäiseen kuormitukseen voidaan vaikuttaa puuttamalla ekologisten vaikutusten ketjuun järvessä. Toisin sanoen biomanipulaatiossa pyritään vaikuttamaan vesistön ravintoketjuihin. (Lyytikämäki & Hakala 2008, 65–68.)

Särkikalat, jotka möyhivät järven pohjaa, vapauttavat toiminnallaan vesistöön ravinteita ja kiihdyttävät järven rehevöitymistä. Nämä kalat tulee poistaa vesistöstä, jotta saadaan ravinteita poistumaan järvestä. Tätä toimenpidettä kutsutaan hoitokalastukseksi, ja siinä poistetaan suuria määriä särkikaloja. Hoitokalastusta joudutaan jatkamaan usein useita vuosia. (Lyytikämäki & Hakala 2008, 65–68.)



Pohjaan laskeutuneet ravinteet eivät lähde kiertoon kalojen vähennyttyä. Sen sijaan eläinplanktonin määrä kasvaa, koska sitä syövät kalat ovat hoitokalastuksessa poistettu. Lisääntynyt eläinplankton syö enemmän leviä ja näin orgaanisen massan päätyminen veteen vähenee. (Lyytikämäki & Hakala 2008, 65–68.)

Hajakuormitusta voidaan vähentää esimerkiksi kosteikoilla ja lasketusalttailta. Kosteikkoja ja laskeuttamisaltaita on Suomessa luontaisesti esiintynyt, mutta ne ovat ojituksen ja kuivatuksen takia kadonneet. Tehokkaimmin hajakuormituspäästöjä voitaisiin poistaa kuivakäymälöiden avulla, mutta niiden yleistymistä haittaa ennakkoluulot ja tiedon puute. (Lyytikämäki & Hakala 2008, 52–66.) Kuormitusta voidaan myös vähentää tekemällä avohakkuualueiden ja vesien välille puskurivyöhykkeitä. Kyseinen tapa toimii myös pellon ja vesistön välissä. (Tattari, Puustinen, Koskiahon, Röman & Riihimäki 2015, 40.)

Järven happikatoa voidaan torjua hapettamalla syvänteitä. Niittämällä käytäviä saadaan veden virtaavuutta parannettua ja kasveihin sitoutuneet ravinteet pois järvestä. Järvivedestä voidaan saostaa kemiallisesti fosforia, jolloin fosfori saostuu järven pohjasedimenttiin. Sedimenttiä voidaan poistaa ruoppaamalla, jolloin saadaan orgaanista ainesta poistettua. (Lyytikämäki & Hakala 2008, 65–68.)

Usein paras lopputulos saadaan, kun käytetään useampaa kunnostustapaa. Eri kunnostustapoja tulee pohtia hanke- ja vesistökohtaisesti. Pelkät kunnostustoimet eivät riitä onnistuneeseen kunnostukseen, vaan tarvitaan valuma-alueella asuvien ihmisten laajaa osallistumista ja sitoutumista prosessiin. (Lyytikämäki & Hakala 2008, 65–68.)

## 4 REHEVÖITYNEEN JÄRVEN KUNNOSTUS

Kunnostus tulee aloittaa järven tilan selvittämisellä. Vesialueen tilaa koskevat havainnot ovat tärkeitä taustatietoja kunnostus- ja hoitotyölle. Järven tilan seurannan voi aloittaa järven tilasta kiinnostunut henkilö tai yhdistys. Kunnat saattavat koota ja säilyttää vesialueista kerättyjä tietoja omiin arkistoihinsa. Myös kalastusalueen käyttö- ja hoitosuunnitelmaan on voitu koota järvestä tietoja. Tarkemmat vesistöjen tilaan liittyvät tutkimukset ja analyysit vaativat erityisasiantuntemusta muun muassa näytteenotto ja analyysit. (Sarvilinna & Sammalkorpi 2010, 19.)

### 4.1 Suunnittelu ja hankkeen vaiheet

Järven kunnostushanke usein käynnistyy, kun järven käyttäjät kokevat järven tilan huonontuneen. Tyypillisimmät ongelmat ovat rehevyys, runsas kasvillisuus ja mataluus. Järven kunnostaminen on monivaiheinen ja usein projektiluonteinen prosessi. Tärkeää olisi myös toimenpiteiden jälkeen seurata ja hoitaa järveä edelleen. Onnistuakseen hanke tarvitsee sitoutuneita ihmisiä ja yhteishenkeä. Kunnostuksen onnistumiseksi on hyvä tiedottaa valuma-alueen asukkaita mitä ollaan tekemässä. Lisäksi on tärkeää, että kaikki valuma-alueen toimijat ja asukkaat osallistuvat vesien-suojelutoimiin. (Ulvi & Lakso 2005, 31.)

#### 4.1.1 Esiselvityksen tekeminen

Esiselvityksessä kootaan kaikki saatavat tiedot kohteesta, kuten vanhat tutkimukset alueesta. Lisäksi voidaan järjestää esimerkiksi kysely alueen asukkaille vesistön tilasta. Esiselvityksessä tarkkaillaan myös näkösyvyyttä, kasvillisuutta, leviä, kaloja, lintuja sekä veden korkeuden vaihtelua. Myös perustiedot, kuten valuma-alueen koko, maankäyttö, järven pinta-ala, pituus, leveys, suhteet sekä järven hydrologiset tiedot eli syvyys, virtaama ja viipymät tulee selvittää. Tärkeää on tarkastella myös järven ja sen ranta-alueiden käyttöä. (Sarvilinna & Sammalkorpi 2010, 19–29.)

#### 4.1.2 Näkösyvyys seuranta

Näkösyvyyden tarkastelu kertoo esimerkiksi planktonlevien määrästä. Näkösyvyyden pienentyminen kuvastaa vedenlaadun heikentymistä ja planktonlevien lisääntymistä. Näkösyvyyteen vaikuttavia tekijöitä on maaperästä tuleva humus ja savisameus. Myös tuuli voi sekoittaa vesistön vettä. Kirkkaissa järvissä näkösyvyys voi olla yli viisi metriä tai jopa kymmenen metriä. Useana vuotena tehdyt näkösyvyysmittaukset kertovat vesistön luontaisesta vaihtelusta eri vuoden aikoina ja erilaisten sääolojen vallitessa sekä mahdollisesta rehevöitymiskehityksestä ja sen nopeudesta. (Sarvilinna & Sammalkorpi 2010,19–20.)

Näkösyvyyden mittaus tapahtuu valkolevyllä, jonka läpimitta on noin 20 cm. Levy lasketaan ensin pohjaan, jonka jälkeen se nostetaan hitaasti ylöspäin ja seurataan, milloin valkoinen levy alkaa näkyä. Levy lasketaan varjon puolelle ja mittaus tulee tehdä samassa paikassa, kun aiemmat mittaukset, jotta tulokset ovat keskenään vertailukelpoisia. (Sarvilinna & Sammalkorpi 2010, 19–20.)

#### 4.1.3 Kasvillisuuden seuranta

Vesistön tilan muuttumisesta kertoo kasvillisuudessa tapahtuvat muutokset. Rehevöitymisen takia karujen elinympäristöjen lajit häviävät ja niiden tilalle alkaa kasvaa rehevimpien elinympäristöjen lajeja. Vesikasvit tarvitsevat yhteyttämiseen valoa, ja kun vesistö rehevöityy, valon pääsy veteen heikkenee ja vesikasvillisuusvyöhykkeet siirtyvät matalampaan veteen. (Sarvilinna & Sammalkorpi 2010, 20–21.)

Kasvillisuushavainnot kannattaa tehdä heinä-elokuussa, koska silloin vesikasvit ovat runsaimmillaan. Havainnoissa on hyvä tarkkailla reheville ja karuille järville ominaisia avainlajeja. Viranomaiseen tulee olla yhteydessä, jos vesistön kasvillisuus muuttuu radikaalisti tai vesistössä havaitaan uusia lajeja, esimerkiksi vesiruttoa tai karvalehtistä. (Sarvilinna & Sammalkorpi 2010, 20–21.)

Rehevälle vesistölle tyypillisiä lajeja: leveäosmankäämi, vesirutto, sarvikarvalehti, järvikaisla, lumme, järviruoko, uistinviita, ärvikorte ja ulpukka. Karulle vesistöille tyypillisiä lajeja: järvisätkin, lahнаруoho ja nuottaruoho. (Sarvilinna & Sammalkorpi 2010, 21.)

#### 4.1.4 Levien tarkkailu

Kasviplanktonit ovat leviä, ja ne ovat kooltaan erittäin pieniä, maksimissaan 0,5 mm:n kokoisia. Levät kuuluvat vesistöihin. Keväällä levien esiintyminen on yleisempää kuin syksyllä. (Puhdasvesijärvi 2017b.)

Levien tarkkailussa on tärkeää tehdä havainnot aina samassa paikassa viikoittain kesä- syyskuussa ja kirjata havainnot muistiin. Levähavainnoista voidaan pitkänaikavälin havaintojen perusteella tutkia, onko niiden esiintyminen vesistössä lisääntynyt tai runsastunut. (Sarvilinna & Sammalkorpi 2010, 24.) Levän runsastuminen ja lisääntyminen ovat merkki rehevöitymisestä (Ympäristö.fi 2013i.)

Haitallisimmat levien massaesiintymät ovat sinilevän aiheuttamia. Sinilevää sisältävässä vedessä uiminen, sen nieleminen tai käyttö löylyvetenä aiheuttaa allergisia reaktioita, ihottumaa, oksentelua, ripulia, nuhaa, iho- ja silmäoireita. (Sarvilinna & Sammalkorpi 2010, 22–23.)

#### 4.1.5 Kalojen ja lintujen seuranta

Vesistön tilasta voidaan tehdä johtopäätöksiä sen eliölajiston perusteella. Eliöstö on sopeutunut asumaan tietynlaisissa olosuhteissa, jonka vuoksi lajistossa tai lajimäärissä tapahtuvat muutokset saattavat johtua vesistön tilassa tapahtuneista muutoksista. (Sarvilinna & Sammalkorpi 2010, 24.)

Aluksi linnusto saattaa runsastua, mutta rehevöitymisen edetessä alkaa pesivien vesilintujen lajisto köyhtyä. Köyhtyminen johtuu ravinnon väheneemisestä, koska uposkasvit häviävät rehevöitymisen myötä. Vesilinnuista sorsalinnut käyttävät näitä uposkasveja ravintonaan. Myös pohjaeläinra-

vintoa käyttävien lajien, kuten telkkien ja sotkien määrä vähenee rehevöitymisen edetessä. Rehevöityneeseen vesistöön kertyy syksyisin suuria määriä kalansyöjälintuja esim. silkkiuikkuja ja koskeloita. (Sarvilinna & Sammalkorpi 2010, 24.)

Rehevöityessä vesistössä ahvenen, särjen ja lahnan keskikoko pienenee. Särkikalojen määrä sen sijaan kasvaa. Petokalojen, kuten suurten ahven-ten ja syyskutuisten muikun ja siian, osuuden kalastosta vähenevät. Par-veilu rantakasvillisuuden ja laitureiden tuntumassa yleistyy särkikalolla. Suuret kalakuolemat johtuvat happikadosta, joka taas johtuu rehevöitymi-sestä. (Sarvilinna & Sammalkorpi 2010, 24.)

#### 4.1.6 Vedenkorkeuden mittaaminen

Voimakas vaihtelu vedenkorkeudessa aiheuttaa kulumista ja eroosiota rannoille, mikä kiihdyttää rehevöitymistä kiihdyttävien ravinteiden kulkua vesistöön. Vedenkorkeuden mittaaminen tukee muuta omaehtoista seu-rantaa. (Sarvilinna & Sammalkorpi 2010, 25.) Paikallinen ELY-keskus an-taa tarkempia mittausneuvoja sekä tietoa, jos vesistön vedenkorkeutta mi-tataan.

Vedenkorkeuden vaihtelua voi olla luonnollista tai ihmisen tekemää veden säännöstelyä. Tuleva vesimäärä, lasku-uoman vetokyky sekä haihdunta ovat luontaisia vedenvaihtelua aiheuttavia asioita. Etelä-Suomen säännös-teltyjen järvien vedenpinnan korkeus vaihtelee vähemmän kuin luonnonti-laisten järvien. Pohjois-Suomessa säännöstely saattaa olla hyvinkin run-sasta ja vedenkorkeus vaihtelee suuresti. Säännöstelyyn vaikuttaa suu-resti vesivoimaloiden tarpeet. Veden säännöstelyyn tarvitaan aina päätös, jonka myöntää vesioikeus tai lupaviranomainen. (Sarvilinna & Sammal-korpi 2010, 26.)

#### 4.1.7 Tiedotus

ELY-keskukseen voi tehdä järvenkunnostuksesta kunnostusaloitteen, josta tulee ilmetä, mikä vesialue on kyseessä ja minkälaisia ongelmia vesialueella on. Kunnostusaloitteessa on myös hyvä olla esittelyt rahoitusmahdollisuuksista sekä ranta-asukkaiden kiinnostuksesta vesistön kunnostukseen. Aloitteen tekemiseen on erilaisia käytäntöjä eri ELY-keskuksissa. (Sarvilinna & Sammalkorpi 2010, 32.)

Pienissä omatoimisesti suoritettavista toimenpiteistä ei tarvitse tehdä kunnostusaloitetta, mutta etukäteen toimenpiteistä tulee sopia vesialueen omistajan ja naapureiden kanssa. (Sarvilinna & Sammalkorpi 2010, 32.)

#### 4.2 Kunnostussuunnittelu

Kunnostussuunnitelman alussa kannattaa ottaa yhteyttä paikalliseen ELY-keskukseen, kuntaan ja kalatalouskeskukseen, jotka kertovat vesistössä huomioituista ongelmista. ELY-keskuksesta on yleensä mahdollista saada vesistöstä lisätietoja ja vinkkejä kunnostukseen. (Sarvilinna & Sammalkorpi 2010, 32–33.)

Suunnitteluvaiheen alkuvaiheessa on hyvä pitää kokous paikallisten asukkaiden ja muiden vesistön käyttäjien kesken. Kokouksessa kannattaa kertoa vesistössä havaituista ongelmista ja perustaa kunnostuksesta vastaava organisaatio. Suunnitteluvaiheessa on hyvä asettaa kunnostukselle tavoitteita ja selvittää rahoitusmahdollisuuksia. (Sarvilinna & Sammalkorpi 2010, 41–43.)

##### 4.2.1 Suunnitelman sisältö ja tavoitteet

Hyvässä ja kattavassa kunnostussuunnitelmassa on tärkeää kertoa ja määritellä tietyt asiat. Tyypillisesti suunnitelmassa ensimmäiseksi kerrotaan perustiedot järvestä, sen valuma-alueesta ja järven käytöstä. Suunnitelmassa on myös kuvaus vesistön tilasta ja kehittymisestä sekä arvio jär-

veen kohdistuvasta kuormituksesta, sen määrästä ja laadusta. Suunnitelmassa myös esitellään aikaisemmin toteutuneita hankkeita valuma-alueella sekä annetaan tietoa alueen luonnonsuojelullisista arvoista. Suunnitelma kertoo myös omistustiedot ranta- ja vesialueista.

Suunnitelmassa myös kuvaillaan vesialueen ongelmat ja listataan tavoitteet. Lisäksi siinä esitellään alueelle suunnitellut toimenpiteet ja arvioidaan niiden vaikutuksia. Hyvässä suunnitelmassa on myös tiedotus- ja vuorovaikutussuunnitelma, joka auttaa kunnostushankkeen etenemistä. Suunnitelmassa on lueteltu, mitä lupia, suostumuksia tai sopimuksia tarvitaan tehtäviin toimenpiteisiin sekä esitellään myös kustannusarvio ja rahoitussuunnitelma. Hyvässä suunnitelmassa on huolehdittu myös kunnostuksen jälkeisestä ajasta eli jälkihoidosta ja siitä, kuinka kunnostuksen vaikutuksia seurataan. (Sarvilinna & Sammalkorpi 2010, 37.)

#### 4.3 Luvat

Kunnostushankkeen alkaessa on selvitettävä, minkälaisia lupia kunnostukseen tarvitaan. Aina kunnostushankkeessa tarvitaan lupa tai vähintään tarvitaan vesialueen omistajan lupa pienissä toimenpiteissä, mutta useat toimenpiteet vaativat luvan ympäristöviranomaiselta (Ulvi & Lakso 2005, 41). Töiden aloittamisesta on ilmoitettava alueen ympäristöviranomaiselle ja alueelliselle ympäristökeskukselle. Ilmoitusvelvollisuus on myös hankkeilla, jotka eivät tarvitse viranomaisen lupaa. (Ulvi & Lakso 2005, 93.)

Taulukossa 5. kuvataan kunnostusmenetelmien lupien ja suostumuksen tarpeet. Ravintoketjukunnostuksessa eli hoitokalastuksessa tarvitaan vesialueen omistajan lupa sekä kalastukseen osallistuvilta valtion kalastuslupa. Ruoppaamisesta on hyvä ilmoittaa naapurille sekä kunnan ympäristönsuojeluviranomaiselle. Ruoppauksessa ei pääsääntöisesti tarvita ympäristöviranomaisen lupaa, ellei vesi samennu huomattavasti työn aikana tai massojen läjittämisestä ilmene haittoja. (Ulvi & Lakso 2005, 97.) Kuitenkin ruoppaukselle, jonka on tilavuudeltaan yli 500m<sup>3</sup>, tulee aina hakea lupa aluehallintovirastolta (Ympäristö.fi 2013d). Imuruoppauksesta tai useiden

satojen kuutiometrien käsittelystä on ilmoitettava kirjallisesti ympäristökeskukselle. (Ulvi & Lakso 2005, 97.)

Pienimuotoista niittoa voi tehdä ilman ympäristölupaa, mutta suuremmasta niitosta on tehtävä ilmoitus kuukautta ennen vesialueen omistajalle sekä ympäristökeskukselle. Laajaan niittoon tarvitaan vesialueen omistajan lupa. Vedenpinnan nostossa tarvitaan lupa ja se voidaan myöntää vain niille, joilla on pysyvä käyttöoikeus suurimpaan osaan muodostuvasta uudesta vesialueesta. (Ulvi & Lakso 2005, 97–98.)

Valuma-alueella ja pienemmissä uomissa tehtävät toimet saattavat edellyttää ympäristölupakäsittelyä, mutta joissain tapauksissa omistajan suostumus on riittävä. (Ulvi & Lakso 2005, 97–98.)

TAULUKKO 5. Eri hanketyyppien luvan ja suostumuksen tarve (Ulvi & Lakso 2005, 97)

Hanketyyppi	Suostumus	Lupa	Säädös
Hapetus	x	(x)	VL 1:19
Ravintokunnostus eli hoitokalastus	x		Kall 2:5
Fosforin kemiallinen saostus	x	x	VL 1:20
Alusvedenpoistaminen	(x)	x	YSL 28,31
Laimentaminen tai huuhteleminen	(x)	x	VL 9:2
Ruoppaus	(x)	x	VL 1:15, 2:2
Vedenpinnan nosto	x	x	VL 2:2
Vedenkorkeuden säännöstely	x	x	VL 8:2, 1:15
Vesikasvillisuuden niitto	x	(x)	VL 1:15, 1:30
Happamoitumisen torjuminen	x	(x)	VL 1:20
Lintu- ja riistavesien kunnostukset	x	(x)	VL 1:15, 2:2
järven tilapäinen kuivattaminen	(x)	x	VL 1:15, 2:2
Sedimentin kipsaus	x	(x)	VL1:15, 1:19-20
Sedimentin savipeitto	(x)	x	VL 1:15,1:19, 2:2
Sedimentin pöyhitä	x	(x)	VL 1:15,2:2

#### 4.4 Kunnostustöiden jakautuminen projektissa

Jokaisen vesistön käyttäjän ja asukkaan tulisi huolehtia omasta rannasta, siivota se keväisin, ja eikä antaa oman rannan vesikasvien rehevöityä



(Sarvilinna & Sammalkorpi 2010, 33). Syntyvä niittojäte on siivottava vesistöstä pois. Niittäessä on katsottava tuulien puhaltavan rantaan päin, ettei niittojäte leviä ulapalle ja rehevöittämään järveä. (Sarvilinna & Sammalkorpi 2010, 50-51.)

Vesialueen kunnostus- tai hoitoyhdistys toimivat neuvonantajina veden tilan parantamiseen sekä tiedottavat vesistön asioista asianomaisille. Yhdistyksissä kannattaa jakaa vastuu tehtävistä asioista, ettei kenenkään yksittäisen ihmisen voimavarat lopu projektissa kesken. (Sarvilinna & Sammalkorpi 2010, 33.)

#### 4.5 Seuranta ja hoito kunnostuksen jälkeen

Järven tilaa on hyvä seurata kunnostuksen jälkeen. Onko kunnostus tuonut toivotun tuloksen ja miten järvi toipuu kunnostuksesta? Seuranta ehkäisee järven uudelleen rehevöitymistä, ja seurannan ansiosta kunnostustoimiin voidaan ryhtyä tarpeen vaatiessa nopeastikin.

Järven kasvillisuutta ja levien esiintymistä on hyvä tarkkailla, ja ne ovatkin helppoja ja halpoja tarkkailumenetelmiä. Järvestä voidaan ottaa myös vesinäytteitä esimerkiksi vuoden välein. Mittaukset on hyvä suorittaa samaan aikaan ja samasta paikasta kuin edellisinä vuosina, jolloin tulokset ovat vertailukelpoisia keskenään.

## 5 JÄRVIEN KUNNOSTUSMENETELMIÄ

Järvien kunnostustarvetta aiheuttavat suureksi osaksi valuma-alueelta tuleva kuormitus. Kunnostusmenetelmää valittaessa onkn ensisijaisesti valittava kunnostusmenetelmiä, joilla pystytään vaikuttamaan valuma-alueelta tulevaan kuormitukseen. Muuten on turha odottaa pysyviä vaikutuksia järven tilassa. (Ulvi & Lakso 2005, 137).

### 5.1 Ulkoisen kuormituksen vähentäminen

Ulkoinen kuormitus järveen tulee tulouoman eli ojan, puron, noron tai joen tuoman veden sisältämästä ravinne- ja kiintoaineesta. Ulkoista kuormitusta voidaan vähentää erilaisin toimenpitein. Kosteikot, suojavyöhykkeet ja pintavalutuskentät vähenevät maa-aineksen ja ravinteiden kulkeutumista vesistöön. Laskeutusaltailta ja lietekuopilla voidaan pysäyttää jo veteen tullut kiintoaines. (Ympäristö.fi 2013h.)

Haja-asutuksen vesistökuormitus voidaan estää asianmukaisilla jätevesienkäsittelymenetelmillä. Kuivakäymälöitä suositellaan käytettäväksi loma-asunnoilla vesi-WC:n sijasta. (Ympäristö.fi 2013h.)

### 5.2 Järvien hapetus

Järven hapetuksessa lisätään koko vesimassan hapen määrää. Tämä voidaan tehdä joko liuottamalla happea säiliöstä veteen, johtamalla hapekasta vettä hapettomaan alusveteen tai lisäämällä happea kemikaalina veteen. Kun parannetaan happitilannetta järven pohjan läheisyydessä, se voi estää happikadon syntymistä ja hillitä fosforin liukenemistä pohjasedimentistä veteen. (Ympäristö.fi 2013a.)

### 5.3 Ravintoketjukurkunnostus

Ravintoketjukurkunnostuksessa eli biomanipulaatiossa on tarkoitus vähentää runsasta särkikantaa tehokalastuksen avulla. Ravintoketjukurkunnostukseen kuuluu myös petokalojen istutuksia sekä kalojen elinympäristön hoitoa.

Kun saadaan poistettua riittävästi särkikaloja, leväkukintojen todennäköisyys vähenee, koska järven pohjasta särkikaloiden vapauttamat ravinteet vähenevät. Uposkasvillisuus suosii petokaloja sekä leviä syöviä vesikirppuja. (Ympäristö.fi 2013b.)

#### 5.4 Fosforin kemiallinen saostus

Veden ja pohjalietteen fosforin kemiallinen käsittely voi vähentää järven sisäistä kuormitusta, mutta tämä toimenpide vaatii vesilain mukaisen luvan. Kemikaaleina käytetään rauta- ja alumiiniyhdisteitä. Kemiallinen saostus toimiikin vain, jos järven sedimentistä vapautuu fosforia raudan tai alumiinin puutteen vuoksi. (Ympäristö.fi 2013c.) Kemiallinen käsittely hetkellinen apu ja se tarvitse tuekseen muita pitkäkestoisempia kunnostustoimenpiteitä (Ulvi & Lakso 2005, 191).

#### 5.5 Alusveden poistaminen

Kun vesi on kerrostunut ja järvessä on talvisin ja kesäisin erilliset alus- ja päällysvesikerrokset, voidaan syvänteestä juoksuttaa vähähappinen alusvesi pois. Näin alusvesi korvaantuu hapekkaammalla päällysvedellä. Juoksutettavasta vedestä on tarkkailtava kokonaisravinnepitoisuuksia sekä humus- ja kiintoainepitoisuutta, sillä alusvesi voi rasittaa vesistöä, johon se johdetaan. Kuormituksen vähentämistä voidaan tehdä rakentamalla laskeutusallas. (Lemijoki 2017, 13.)

#### 5.6 Ruoppaus

Ruoppauksessa poistetaan koneellisesti vesialueen pohjasta lietettä ja maa-aineista. Ruoppauksessa saadaan poistettua järvestä eloperäistä massaa, mikä kuluttaa happea vedestä. (Ympäristö.fi 2013d.)

Ruoppaus ei sovellu mataliin rantoihin, sillä se voi hävittää niistä tulva-alueita, jotka ovat monimuotoisia elinympäristöjä monille lajeille. Ruoppaustoimenpiteet voivat aiheuttaa esimerkiksi veden samenumista, ravinteiden

vapautumista pohjasedimentistä veteen, maiseman rumentumista sekä kalojen kutualueiden tuhoutumista. (Ympäristö.fi 2013d.)

Ruoppaus on luvanvaraista toimintaa, mikäli ruoppauksen kohteena on yli 500 m<sup>3</sup>:n alue. Jos ruoppauksen kohteena on alle 500 m<sup>3</sup>, riittää ilmoitus paikalliselle ELY:lle. (Ympäristö.fi 2013d.)

## 5.7 Järven vedenpinnan nosto

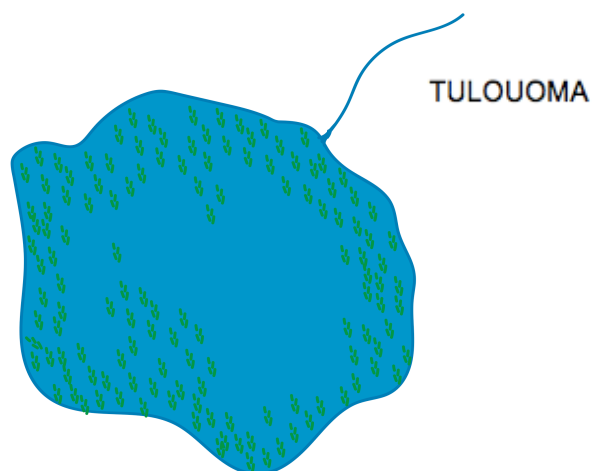
Vedenpinnan nostolla voidaan hidastaa järven kasvamista umpeen, sillä nosto vähentää vesikasvillisuutta. Toimenpide sopii matalille järville tai lammille, mutta vaatii toimenpideluvan. Veden pinnan nostaminen koskettaa ranta-asukkaita, jolloin luvan saaminen voi olla haastavaa. (Ympäristö 2013e.)

## 5.8 Vesikasvillisuuden poistaminen

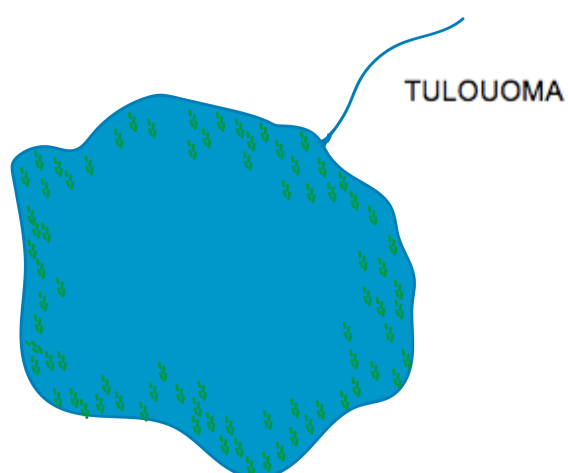
Vesikasvillisuuden niitto parantaa vedenvirtaamista eikä vesi ei pääse seisomaan. Niitossa on kuitenkin muistettava, että kasvillisuus suojaaa rantaa eroosiolta ja se on vesieliöiden tärkeä elinreviiri. (Ympäristö 2013f.) Tosin umpeen kasvaneessa järvessä eivät kalat viihdy, jonka vuoksi vesikasvillisuutta on hyvä niittää (Sarvilinna & Sammalkorpi 2010, 50).

Vesikasvillisuus parantaa myös vedenlaatua. Kasvillisuus ojansuussa pidättää järveen tulevia ravinteita. Tulouomien suulle tuleekin jättää kasvillisuutta. Niittojäte tulee korjata pois järvestä, ettei se hajotessaan kuluta happea järvestä (Ympäristö, 2013f). Kuvissa 1, 2 ja 3 ovat esitettyinä niiton lähtötilanne, haluttu lopputulos ja väärin niitetty järvi.

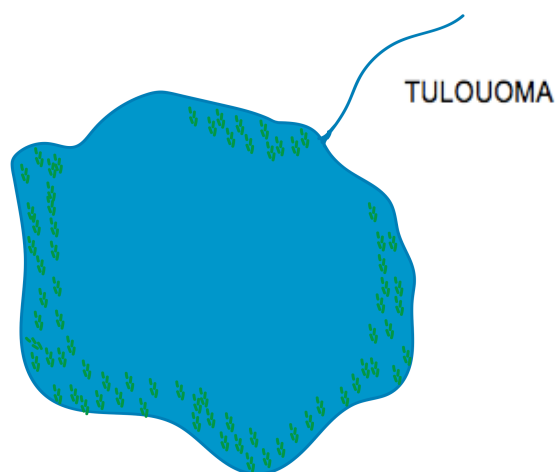
Kasvillisuutta ei tule siis niittää liikaa, ettei rehevöityminen pahene vesialueella. Myöskään kaikkia vesikasveja ei saa niittää, sillä eräät lajit lisääntyvät edelleen pienistä kasvin paloista kuten uistinviita, vesirutto ja karvalehti. (Ympäristö.fi. 2013f.) Vesikasvillisuuden niittämiseen tarvitsee luvan kiinteistön tai vesialueen omistajalta. (Sarvilinna & Sammalkorpi 2010, 50-51.)



KUVA 1. Niittämätön lähtötilanne



KUVA 2. Niitossa täytyy jättää tuloomien kohdalle kasvillisuutta sekä vesikasvillisuuden ulkoreunasta tulisi tehdä poimuileva luonnollisen näkönen linja



KUVA 3. Niitossa ei saa tehdä suoria linjoja, eikä tulooman edestä saa poistaa kasvustoa

Tärkeää vesikasvillisuuden niitossa on oikea-aikaisuus. Jos niitetään vain kerran vuodessa, niin tehokkain niittoaika on heinä-elokuun vaihteessa. Kun niittoa on useampia kertoja kesässä, ensimmäinen niitto kannattaa tehdä juuri ennen kasvien kukkimista kesäkuun lopulla. Seuraavat niitot olisi kannattavaa tehdä 3–4 viikon välein. Purojen ja laskuojien suussa kannattaa säilyttää vesikasvillisuutta, sillä vesikasvillisuus toimii hyvänä puskurina ja suodattimena valuma-alueelta tulevaa ravinnekuormaa vastaan. (Ympäristö 2013f.)

Kelluslehtisistä kasveista uistinvita, lumme ja ulpukka voidaan niittää. Usein ne kuitenkin kasvavat takaisin ravinnepitoisen juurakkonsa vuoksi. Juurakon poisto onkin niittoa tehokkaampi keino poistaa kelluslehtisiä kasveja. Menetelmä on niittoa kalliimpi, mutta ruoppaukseen verrattuna menetelmä on parempi. Juurakon poisto samentaa tilapäisesti järveä ja voi myös hetkellisesti lisätä veden ravinnepitoisuutta, minkä vuoksi työ olisi hyvä suorittaa syksyllä. (Ympäristö 2013f.)

Uposkasveja, kuten uistinvitaa, karvalehtiä ja vesiruttoa ei kannata niittää, sillä ne lisääntyvät palasista ja niitto voi kiihdyttää entisestään niiden kasvua lahdessa. Niiton sijasta näitä kasveja voi poistaa rajallisilla aluilla nuottaamalla tai haraamalla. Käsiteltävän alueen suuruus ei saa olla useampia hehtaareita tai nuottauksessa on käytettävä koneellista kalustoa. (Ympäristö 2013f.)

## 5.9 Järven tilapäinen kuivattaminen

Järven tilapäinen kuivatus on Suomessa vähän käytetty menetelmä. Kuivatuksessa yritetään tiivistää järven löysää pohja-ainesta. Kun pohja on kovettunut, se ei päästä yhtä paljon ravinteita veteen. (Lemijoki 2017, 8–9.)

Järven kuivatuksessa voidaan muokata järven kalalajikantoja, eikä hoitokalastusta välttämättä tarvitse tehdä pitkään aikaan. Järven kuivattaminen vaatii luvan, joka tulee hakea Aluehallintovirastolta. Lisäksi asiasta tulee

olla yhteydessä vesialueiden omistajiin sekä ranta-asukkaisiin. (Lemijoki 2017, 8–9.) Järven tilapäinen kuivattaminen mahdollistaa myös pohjasedimentin poiston kuivatyönä (Ulvi & Lakso 2005, 301).

#### 5.10 Savipeitto

Savipeitto on 5–10 cm paksuinen savikerros, joka levitetään huonokuntoisen pohjasedimentin päälle. Savipeiton kunnostusteho on parempi, jos sen kanssa yhdistetään kemiallinen käsittely. (Ulvi & Lakso 2005, 317–324.)

#### 5.11 Kipsaus

Järven pohjasedimentti reagoi rautakipsin kanssa, jolloin saadaan pysyviä muutoksia aikaan. Kipsausta käytetään usein täydentävänä kunnostustoimenpiteenä muiden toimenpiteiden kanssa. Kipsaus vähentää sedimentissä tapahtuvaa hapen kulutusta. Kipsaus toimii hyvin syvissä ja pienissä järvissä. (Ulvi & Lakso 2005, 309–313).

## 6 JÄRVEN KUNNOSTAMISTOIMENPITEIDEN VERTAAMINEN LAHDEN KUNNOSTAMISEEN

Lahti, joka on verrattavissa pieneen ja matalaan järveen, voidaan kunnostaa hyvinkin pienin toimenpitein. Vesimäärä lahdessa on vähäinen ja valuma-alue on yleensä pieni. Näiden ominaisuuksien vuoksi toimenpiteiden tulokset saadaan esiin nopeasti.

Tärkeintä on saada vesi virtaamaan ja vaihtumaan lahdessa. Veden laadun parantuminen vaatii sen, että järveden laatu on hyvä. Lisäksi on selvitettävä rehevöitymisen aiheuttava tekijä. Kun syy on selvitetty, on ryhdyttävä toimenpiteisiin valuma-alueella, ettei rehevöityminen pääse jatkuamaan lahdessa. Pahimmassa tapauksessa kunnostamisen jälkeen lahti rehevöityy uudelleen, saavutetut tulokset häviävät ja työ on aloitettava alusta.

Tärkeää on selvittää myös valuma-alueen maankäyttö sekä maalajit. Selvitettävä on myös se, että tuleeko valuma-alueelta lahteen rehevöitymistä aiheuttavia ravinteita. Mikäli näin on, syytä on keksiä ratkaisu, millä ravinteita voidaan vähentää.

### 6.1 Lahteen sopivat kunnostustoimenpiteet

Ulkoisen kuormituksen vähentäminen on tärkeää. Ulkoista kuormitusta voidaan vähentää estämällä jätevesien ja pesuvesien pääsyä veteen, sillä ne pahentavat rehevöitymistä. Lisäksi kuormitusta voidaan vähentää uudella vanhoja jätevesijärjestelmiä sekä varmistamalla, että ne on asennettu asetusten mukaisesti oikein. Valuma-alueilla, joilla on peltoalueita tulisi tehdä kasvipeitteisiä suojavaoikyhykkeitä ja estää pelloilta ravinteiden virtaus lahteen.

Kasvillisuutta karsimalla ja niittämällä saadaan vesi kiertämään lahdissa. Virtaavassa vedessä kasvillisuus ei viihdy, jolloin rannat saadaan virkistyskäyttöön. Veden virtaaminen estää myös rantojen ja kivien limoittumista. Lisäksi veden virtaaminen pitää järven happipitoisuutta parempana, jolloin



vedenkierto toimii ja kuljettaa happea järven pohjavesiin. Etenkin lahden-  
suu kannattaa niittää kasveista, jotta järvestä tulee uutta vettä lahteen.

Särkikalakantaa saadaan pienennettyä sillä, että ongittuja särkikaloja ei  
päästetä enää takaisin järveen. Särkikalojen kalastus ennen kutuajan al-  
kua pienentää särkikalojen kantaa lahdessa. Petokalojen istutus vielä huo-  
nolaatuiseen lahteen voi olla kannattamatonta, sillä petokaloilla on mah-  
dollisuus poistua lahdesta järveen parempiin elinolosuhteisiin.

## 6.2 Hoitotoimenpiteiden kustannukset

On syytä olettaa lahden kunnostuksen olevan edullisempaa kuin koko jär-  
ven kunnostus, sillä kunnostusalue on pienempi, jolloin toimenpiteet ovat  
nopeampia myös toteuttaa.

Lahden alkukartoitus vaatii pienempää määrää vesianalyyseja, mikä myös  
alentaa kustannuksia. Lisäksi lahden valuma-alueen kartoitukseen kuluu  
vähemmän aikaa, vaikkakin kartoitettava alue on usein sitä isompi mitä  
isompi koko vesialue on.

Vesianalyysien hintaan vaikuttaa moni asia. Hinta nousee, jos käyttää la-  
boratorion kemikaaleja tai tilaa näytteenottajan. Lammin biologisella ase-  
malla tehdyt vesianalyysit maksoivat noin 500 euroa. Hinnassa on huomi-  
oitu, että näytteet on ottanut ulkopuolinen näytteenottaja omilla kemikaa-  
leillaan. Vesinäytteistä tutkittiin 6x ammoniumtyppi, 6x fosfaattifosfori, 6x  
nitraatti-nitriittitypen summa, 6x kokonaistyyppi, 6x kokonaisfosfori, 4x liuen-  
nut happi ja 3x sähkönjohtavuus.

Kasvien niittokustannukset Keltalahdella ovat olleet 3200–4800 euron  
haarukoissa per kerta. Niittokustannuksiin on kulunut niitto, niittojätteen  
nosto vedestä sekä kuljetus läjitykseen. Vesikasvillisuuden niiton hinnat  
vaihtelevat 800–2000 euroa hehtaarista. Hintaan vaikuttaa kasvimassasta,  
pohjan laadusta sekä läjityspaikan etäisyydestä. (Vuorela 2017.)

Kosteikkojen rakennukseen kuluvat kustannukset vaihtelevat paljon. Pudasjärvellä sijaitsevan kahdeksan hehtaarin kokoisen kosteikon toteuttamiselle kustannukset olivat 7 100 euroa ja työ toteutettiin patoamalla. Pappilanluhdan kosteikko Lieskassa maksoi 30 000 euroa, mutta kokoa kosteikolla on 10 hehtaaria. Parin hehtaarin kokoinen Härmälän kosteikko Sauvossa maksoi 6 100 euroa. Näiden mallikosteikkoiden hinnat hehtaarille olivat alle 1 000 eurosta 3 000 euroon. (Kosteikolla eloa maisemaan 2017.) Kosteikkojen tekoon voi hakea tukea ulkopuolisilta tahoilta muun muassa paikallisilta ELY-keskuksilta, Leader hankkeelta tai Suomen metsäkeskukselta (Alhainen, Niemelä, Siekkinen, Svensberg, Kuittinen, Nurmi, Väyrynen, Rautiainen, Väänänen, Nummi, Berndtson & Korkiakoski 2015, 29).

## 7 KELTALAHDEN KUNNOSTAMINEN

Keltahti on osa Asikkalan kunnassa sijaitsevaa Ruotsalaisen järveä. Keltahtien pinta-ala on noin 43 hehtaaria ja sen rantaviivalla on pituutta noin 5 kilometriä. Kuvassa 4 on esitetty Keltahtien sijainti kartalla.

Keltahtien valuma-alueen pinta-ala on noin 850 hehtaaria. Lahteen laskee Vuorenlamminoja, joka saa alkunsa Vuorenlammista. Toinen noin 200 metriä pitkä nimeämätön oja laskee Keltahtien sen eteläiseltä puolelta. Myös kaksi noroa laskee valuma-alueelta lahteen Keltahtien pohjoispuolelta, mutta Vuorenlamminoja tuo arviolta 85–90 % Keltahtien tulevasta vedestä. Suurimmaksi osaksi Keltahti on noin 1,4 metriä syvää, syvimmän kohdan ollessa 11 metriä. Kuvassa 5 on esitetty Keltahtien vesi-alue.



KUVA 4. Keltahtien sijainti (Maanmittauslaitoksen Maastotietokannan 8/2017 aineistoa, Maanmittauslaitoksen avoimen tietoaineiston lisenssi-versio- 4.0 15.8.2017)



KUVA 5. Keltalahden vesialue merkittynä oranssilla (Maanmittauslaitoksen Maastotietokannan 8/2017 aineistoa, Maanmittauslaitoksen avoimen tietoa-aineiston lisenssi- versio- 4.0 15.8.2017)

## 7.1 Ruotsalaisen järvi

Ruotsalaisen järven pinta-ala on noin 74 km<sup>2</sup> eli 7400 ha. Järvi kuuluu Kymijoen vesistöön, jonka vedet laskevat Ruotsalaisen järveen. Ruotsalaisen järven keskisyvyys on 9,87m ja tilavuus 0,73 Km<sup>3</sup>. Järvi on paikoin jokimainen ja sen rannat ovat jokseenkin kalliisia ja karuja. Vesi Ruotsalaisessa on kirkasta ja vähäravinteistä, ja Suomen ympäristökeskus on todennut sen käyttökelpoisuusluokituksessa erinomaiseksi. Ruotsalaisen veden pintaa säännöstellään Vuolenkosken voimalaitoksen ja padon avulla. Säännöstely takaa, ettei alueelle pääse syntymään tulvia. (Järviwiki 2015a.)

## 7.2 Kunnostustarpeen kartoitus Keltalahdella

Keltalahden vedentilan ei voida olettaa olevan samanlaisessa kunnossa, kuin Ruotsalaisen järven vedentila, koska Keltalahti on kuin oma pieni järvi. Vedentilan eroavaisuus johtuu siitä, että Keltalahden suulla on Näsi-äissaari, joka estää veden virtausta keltalahden ja Ruotsalaisen välillä.

Keltalahden ranta-asukkaat ovat olleet huolissaan lahden rehevöitymisestä. Suurimmiksi ongelmiksi ovat tulleet järviruoko, ulpukka ja uisitnviita. Järviruokoon rehevyyttä on saatu hillittyä niitoilla, joita on suoritettu Keltalahden vesialueella kolmena peräkkäisenä kesänä 2013–2016.

## 7.3 Kartoitus

Keltalahden veden tilaa kartoitettiin laboratorioanalyysin kevättalvella sekä syksyllä vuonna 2017. Näytteet tutkittiin Lammin biologisen aseman laboratoriossa. Kevättalven näytteidenotosta vastasi Koulutuskeskus Salpauksen ympäristönhoitaja opiskelijat ja syksyn näytteiden ottamisesta vastasi ympäristö- ja energiatekniikan opiskelija Marjaana Mattsson. Vedentilaa kartoitettiin myös kyselyllä, joka postitettiin valuma-alueen asukkaille. Kyselyssä selvitettiin valuma-alueen asukkaiden havaintoja lahden tilasta ja sen muutoksista sekä kalakannan muutoksista. Kysely lähetettiin 140 kiinteistön omistajalle joista siihen vastasi 20.

Koulutuskeskus Salpauksen opiskelijat toteuttivat myös kartoituksen ranta-kiinteistöjen omistajien jätevesihuollosta. Kysely lähetettiin noin 50:lle kiinteistön omistajalle, ja siihen vastasi 18. Opiskelijat kokosivat vastaukset raportiksi ja he tarjoutuivat tekemään ranta-asukkaille Ympäristönsuojelulain edellyttämän selvityksen jätevesijärjestelmästä. Selvitys on säilytettävä kiinteistöllä ja tarvittaessa esitettävä kunnan ympäristönsuojeluviranomaiselle tämän sitä pyytäessä (Ympäristöopas 2011, 27).

Keltalahdella tehtiin 17.6.2017 kasvi-inventaario, jossa määritettiin lahden kasvilajistoa. Valuma-aluetta kartoitettiin maastossa elokuussa 2017. Alueelta selvitettiin avohakkuu-, suo- sekä kosteikkoalueita. Valuma-aluetta

kartoitettiin myös kartoista ja paikkatieto-ohjelmista, joista saatiin selvitettyä muun muassa valuma-alue, peltoviljelyn määrä sekä rantakiinteistöjen määrä lahdella.

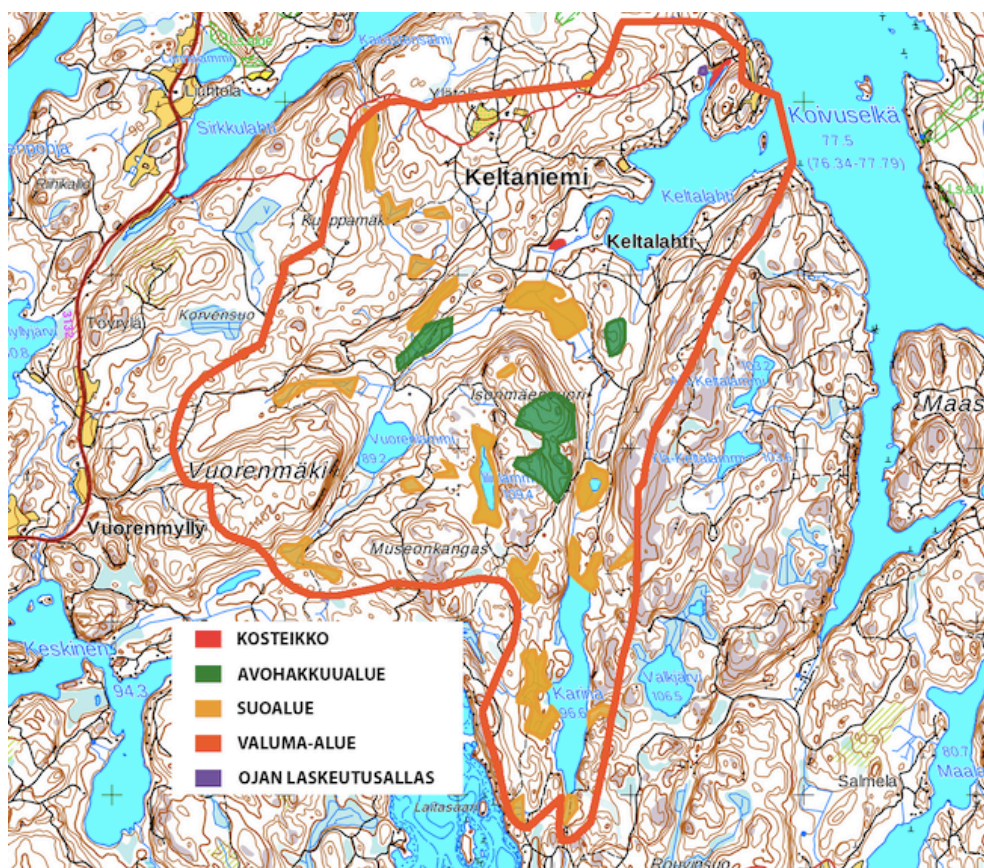
### 7.3.1 Valuma-alue

Keltalahden valuma-alueella on useita pieniä lampia, jotka purkavat vettä ojien kautta Keltalahteen. Keltalahden valuma-alue on rajattu kuvassa 6.

Lampien ja ojien ympärillä on suomaita, jotka pidättävät hyvin ravinteita vedestä. Keltalahden valuma-alueen suoalueet on esitetty keltaisina alueina kartassa 6. Kartta on esitetty kuvassa 6. Keltalahden suot ovat räme- ja korpisoita. Suomaa toimii luontaisena kosteikkona, jota ei tule ojittaa.

Valuma-alueen ojat ovat ajan saatossa saaneet ojavedestä ravinteita pidättävää kasvipeitettä. Valuma-alueella on myös muutama luontainen kosteikko, jotka pidättävät suon tavoin valuma-alueilta tulevia ravinteita. Näin ollen valuma-alueelta osa tulevista ravinteista pidättyy kosteikkoon, eivätkä pääse rehevöittämään lahtea. Keltalahden kosteikot on esitetty kuvassa 6 punaisena alueena.

Valuma-alueella on ollut avohakkuita. Avohakkuualueet aiheuttavat vesistöille pitkäaikaista ravinnekuormaa, mutta vuosien myötä ravinnekuorma vähenee ja palaa ajan kanssa avohakkuista edeltävälle tasolle (Sillanpää, Bilaletdin, Kaipainen, Frisk & Sallantaus 2006, 25– 27). Keltalahden avohakkuu alueet on arvioitu silmämääräisesti maastossa ja niiden koko kuvassa 6 on suuntaa antava.



KUVA 6. Kartta Keltalahden alueesta, johon merkitty Keltalahden valuma-alue, valuma-alueella sijaitsevat kosteikot, avohakkuualueet, suoalueet sekä alueella sijaitseva ojan laskeutusallas (Maanmittauslaitoksen Maastotietokannan 8/2017 aineistoa, Maanmittauslaitoksen avoimen tietoaistion lisenssi- versio- 4.0 15.8.2017)

Keltalahdella kiinteistöllä 16-407-1-157 sijaitsee noron laskeutusallas, joka pidättää ravinteita. Kuvissa 7, 8 ja 9 on kuvattu alueen laskeutusallasta.



KUVA 7. Laskeutusallas kiinteistöllä 16-407-1-157



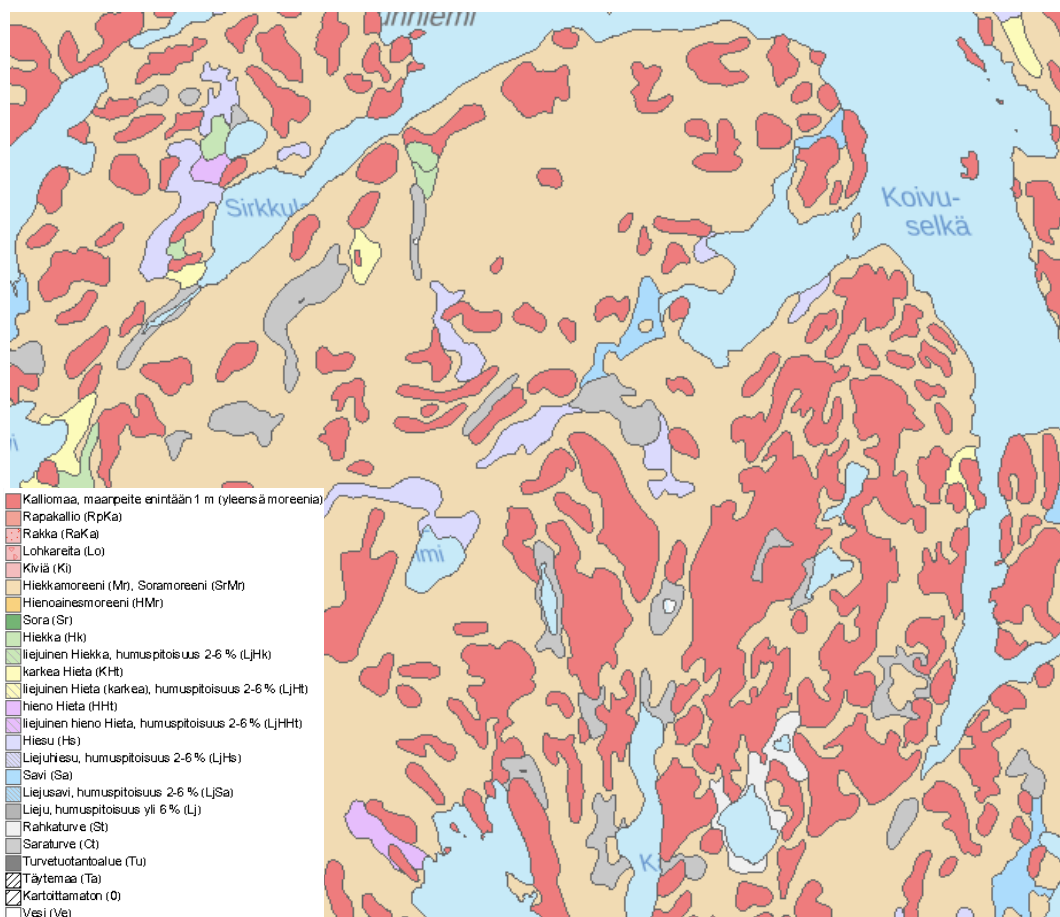
KUVA 8. Laskeutusallas kiinteistöllä 16-407-1-157





KUVA 9. Laskeutusallas kiinteistöllä 16-407-1-157

Tutkitun alueen maaperä on suureksi osaksi hiekkamoreenia. Muut alueen maalajit ovat soramoreeni, savi ja siltti. Savi ja siltti esiintyvät ovat kerrallisia savi- ja silttikerrostumina. Valuma-alueella on myös prekvartaarisen kallioperän paljastumia. Kuvassa 10 on esitetty keltalahden maaperä.



KUVA 10. Keltalahden valuma-alueen maaperäkartta (MML, paikkatietoikkunan aineistoa)

Hiekkamoreeni on sopivaa maata metsälle sen ravinteisuutensa ja kosteusolosuhteiden ansiosta. Hienoainepitoisuuden vuoksi moreenit ovat heikosti vettä läpäiseviä. (GTK 2005a.) Tämän vuoksi ravinteet lähtevät liikkeelle maanpinnasta veden mukana kohti vesistöjä.

Kerralliset savi- ja silttikerrostumat muodostuvat vaihtelevista saven ja siltin kerroksista. Savimaassa vesi nousee hitaasti ja vettä pidättyy runsaasti. (GTK 2005b.) Kallio ei päästä vettä lävitseen, jonka vuoksi vesi virtaa pois kallioalueelta. Maaperän vuoksi valuma-alueella vesi ei pääse suotautumaan pääperään vaan kulkeutuu kohti Keltalahtea.

Valuma-alueen metsä koostuu suurimaksi osaksi 33–55 vuotiaista puista. (Paikkatietoikkuna 2013). Luontotyyppinä valuma-alueella ovat seka-, lehti-, ja havumetsä, alueelta löytyy myös harvapuustoisia alueita. Va-

luma-alueella mäntykankaat keskittyvät kalliomaille ja kasvillisuus on pääasiassa puolukka- ja kanervatyypin kangasta. (FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy, Liite 3a luontoselvitys, sivu 10.)

### 7.3.2 Ulkoinen kuormitus

Keltalahden alueella ei ole nykyisin maataloutta, peltoviljelyä tai teollisuutta, jotka aiheuttaisivat suuria ravinnehuuhtoumia lahteen. Ulkoista kuormitusta tuo Keltalahteen vapaa-ajan asukkaiden jätevedet sekä luonnon hapan huuhtouma. Keltalahdelle tuleva vesi tulee soiden ja kallioalueiden läpi, joten on syytä olettaa, että suolta tulevat hapot happamoittavat lahtea. Valuma-alueella olevat suot nostavat myös veden ammoniumtyypen määrää.

Keltalahden ranta-asukkaiden jätevesien käsittelyä koskeva kysely ei kerännyt suurta vastausmäärää, ja sen vastausprosentti oli noin 35 %. Vastaukset ovat suuntaa antavia eikä todellisia lukuja tiedetä, koska kaikki alueen asukkaat eivät vastanneet kyselyyn. Kyselyyn olisi pitänyt saada enemmän vastauksia, jotta arvio ulkoisesta kuormituksesta olisi luotettavampi. Keltalahdella on runsaasti vapaa-ajan asutusta, joten on selvää, että ulkoista kuormitusta tulee lahteen vapaa-ajan asukkaiden tuomana.

Kyselyssä selvitettiin asutusten käyttötarkoitusta. Vastausten perusteella suurin osa asutuksesta on vapaa-ajan asutusta. Vastanneista 1 kiinteistö on vakituksessa käytössä, vapaa-ajan käytössä olevia mökkejä on 17. Keskimäärin yhtä mökkiä käytetään 4:nä kuukautena vuodessa. Vastanneiden yhteenlaskettu Keltalahden käyttäjämäärä on 38 henkilöä. Erillinen sauna on 12 asutuksessa, ja niissä kaikissa käytettävä vesi on kantovettä. Vain 4:ssä saunassa on jätevesien puhdistusjärjestelmä. Vesi-WC on 4:llä asutuksella, kuivakäymälä eli huussi on 4:llä ja kompostoiva kuivakäymälä on 11 asutuksella. Kuivakäymälöiden etäisyydet Keltalahdesta vaihtelevat 24 metrin ja 150 metrin välillä, yleisin etäisyys on 30 metriä. Kuivakäymälöitä ei ole alle 20 metrin etäisyydellä rantaviivasta, mikä onkin kiellettyä Asikkalan kunnan määräysten mukaan (Asikkala kunta 2017).

Vastanneista ranta-asukkaista yhdeksän saa talousvetensä kantovetenä. Kuudella on rengaskaivo ja neljällä porakaivo talousveden lähteenä. Kaivosta kahdella on kantovesi, yhdellä käsipumppu ja seitsemällä sähköpumppu.

Kyselyn mukaan harmaat vedet puhdistetaan kohtuullisen hyvin, eikä yksikään vastanneista kerro laskevansa niitä suoraan vesistöön. Imeytyskuoppa on kuudella vastanneista, kolme vastaajaa taas imeyttää suoraan maahan. Vastanneista neljä käsittelee harmaat vedet ennen niiden johtamista imeytykseen. Kun veden lähteenä on kantovesi, voi sen johtaa kivipesään tai saunapalloon, mutta etäisyys tulee olla vähintään 10 metriä rantaviivasta (Asikkala kunta 2017).

Kyselyssä kysyttiin vielä vastaajan omaa näkemystä oman jätevesijärjestelmän toimivuudesta. Yhdeksän mielestä se oli hyvä, seitsemän vastaajan mielestä kohtalainen. Kukaan vastaajista ei pitänyt omaa jätevesijärjestelmää huonona. Kyselyssä sai esittää omia havaintoja Keltalahden veden tilasta. 8 vastaajaa mainitsi veden tilan parantuneen niittojen myötä.

### 7.3.3 Vesikasvillisuus

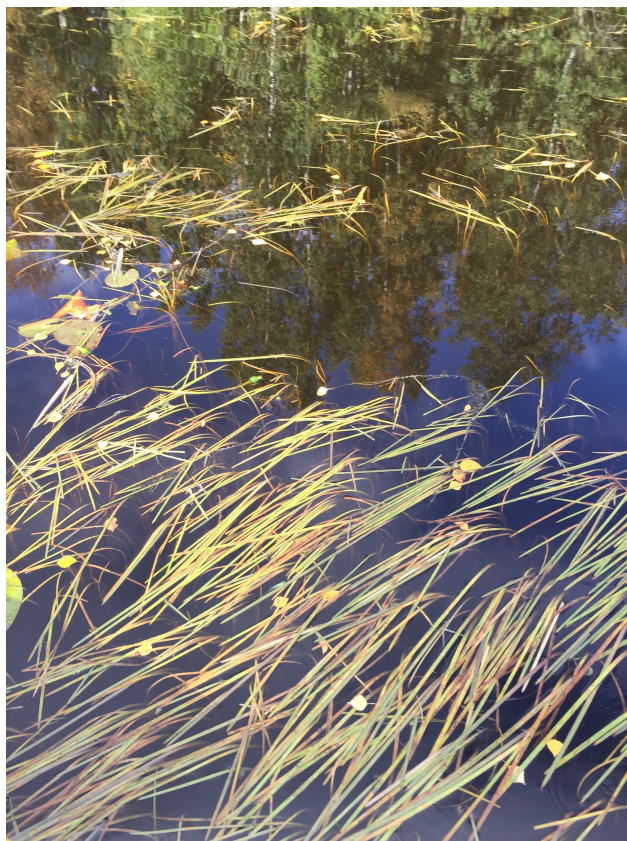
Keltalahdella rehevöityminen on lisännyt vesikasvillisuuden määrää lahdessa. Rantojen kaislikot ja ruovikot ovat levinneet keskemälle lahtea. Vesikasvillisuuden runsaus haittaa paikoittelen lahden virkistyskäyttöä. Keltalahdella on niitetty vesikasvillisuutta kolmena peräkkäisenä kesänä. Niitolla on saatu hillittyä järviruokoa, mutta järviruokoa vähentämällä on esiin tullut uutena ongelmana ärviän, palpakon sekä uistinvidan kasvustot. Suurin ongelma on Keltalahdella kuitenkin ulpukan kasvustot. Kuvissa 11, 12 ja 13 Keltalahden vesikasvillisuutta kuvattuna elokuussa 2017.



KUVA 11. Ärviää Keltalahdessa



KUVA 12. Ulpukkaa Keltalahdessa



KUVA 13. Palpakkoa Keltalahdessa

Keltalahdella eniten niittotarvetta aiheuttaa järvikaisla ja ulpukka. Niittojäte tulee kuljettaa pois vedestä ja niin kauas rannasta, ettei niittojäte jää kuorittamaan järveä. Veteen jätettynä se kuluttaa hajotessaan happea vedestä, jolloin Keltalahden happipitoisuus voi järkkyyä.

Ilmaversoiset kasvit, kuten järviruoko, järvikaisla ja järvikorte voidaan hävittää niittämällä. Niitto tulee suorittaa niin läheltä pohjaa kuin mahdollista. (Ympäristö 2013 F.)

#### 7.3.4 Kalasto

Keltalahden kalastoa tutkittiin kalastus-kyselylomakkeella keväällä 2017. Lomake lähetettiin kaikille niille valuma-alueen asukkaille, joilla on kalastusoikeus Keltalahteen.

Kyselyn tuloksista käy ilmi, että vastanneista suurin osa kalastaa Keltalahdella ja yli puolet heistä on kalastanut yli 20 vuotta. Vastaajista 40 prosentin mielestä särkikalat ovat lisääntyneet Keltalahdella. Kyselyssä selvitettiin myös, onko lahdella tapahtunut suuria kalakuolemia. Vastaajista yksikään ei ollut niitä huomannut eli kyselyn mukaan kalakuolemia ei Keltalahdessa ole ollut.

On hyvä muistaa, ettei kysely anna absoluuttista totuutta lahden kunnosta vaan sillä saadaan suuntaa antava tulos Keltalahden veden ja kalaston tilasta. Kysely tukee kuitenkin Keltalahden muita tutkimuksia. Virallista tietoa kalakannoista saataisiin, jos Keltalahdella suoritettaisiin koekalastus.

### 7.3.5 Vedenlaatu

Veden laatua tutkittiin kevättalvella ja syksyllä 2017. Keltalahden näytteenottoapaikat ovat merkittynä kuvassa 14. Vesinäytteet otettiin Limnos-merkisellä vesinäytteen noutimella Keltalahden pinnalta ja pohjalta. Happinäytteet otettiin lasisiin näytepulloihin, muut näytteet otettiin litran muovipulloihin. Lisäksi Keltalahdesta on otettu näytteitä vuosina 1987 ja 1989. Näitä tuloksia vertailemalla saatiin näyttöä Keltalahden kehityksestä. Vuoden 1987 ja 1989 tulokset on saatu Asikkalan kunnan ympäristönsuojelusihteeriltä.

Keltalahdesta on olemassa vuodelta 1987 ranta-asukkaan kirjoittama kirje laboratoriolle, jossa kerrotaan mustasta vedestä Keltalahdella. Laboratorioanalyysissä musta väri oli analysoitu lentotuhkaksi.

Keltalahdesta on otettu vesinäytteitä elokuussa vuonna 1989. Siinä on tutkittu seuraavat asiat: happi, happikylläisyys, näkösyvyys, pH, kokonaisytyppi, kokonaisfosfori, klorofylli-a sekä näkösyvyys. Taulukoissa 6 ja 7 on esitetty vuoden 1989 vesinäytteiden tuloksia. Tuloksista laboratorio on todennut, että veden kokonaisfosforipitoisuus on kohonnut ja happitalous on järkkynyt. Laboratorio on todennut myös, että Keltalahdella on olemassa edellytykset rehevöitymiseen.

TAULUKKO 6. Keltalahden mittaustuloksia vuodelta 1989 hapenosalta

Keltalahden tuloksia vuodelta 9.8.1989						
Syvyys	m	1m	5m	8m	10m	12m
Happi	mgO <sub>2</sub> /l	9,2	9,2	4,1	1,4	0,5
Happikylläisyys	%	101	102	38	12	4

TAULUKKO 7. Keltalahden tuloksista vuodelta 1989

Keltalahden tuloksia vuodelta 9.8.1989	
näytesyvyys	0–5m
pH	6,9
KOK.N	µGN/l
KOK.P	µgP/l
Klorofylli-a	µg/l
Näkösyvyys	dm

Keltalahden veden tilaa tutkittiin kevättalvella 4.4.2017 laboratorioanalysein. Näytteet tutkittiin Lammin biologisen aseman laboratoriossa. Keltalahdesta otettiin kaksi näytettä, toinen 1metrin ja toinen 10 metrin syvyydeltä. Niistä tutkittiin ammoniumtyppi, fosfaattifosfori, nitraatti-nitriittitypen summa, kokonaistyyppi, kokonaisfosfori sekä liuennut happi. Keltalahteen laskevasta Vuorenlamminojasta otettiin myös näyte, josta tutkittiin ammoniumtyppi, fosfaattifosfori, nitraatti-nitriittitypen summa, kokonaistyyppi ja kokonaisfosfori. Talvinäytteenoton tulokset esitetty taulukoissa 8 ja 9. Vesianalyysien näytteenottoaikat esitetty kuvassa 14.

TAULUKKO 8. Keltalahden talvinäytteiden tuloksia

4.4.17	Ammonium- typpi	Fosfaattifosfori	Nitraatti-nitriittitypen summa
	N /NH <sub>4</sub> µg/l	P/PO <sub>4</sub> µg/l	N/NO <sub>2</sub> +NO <sub>3</sub> µg/l
Pinta	5	4	230
Pohja	16	5	235
Tulouoma	22	4	330



TAULUKKO 9. Keltalahden talvinäytteiden tuloksia

4.4.17	Kokonaistyyppi	Kokonaisfosfori	Liuennot
	tot N µg/l	tot P µg/l	Happi mg/l
Pinta	553	11	10,3
Pohja	620	14	5,0
Tulouoma	815	15	-



KUVA 14. Kevättalven ja syksyn vesianalyysien näytteenotto paikat esitetty punaisella kolmiolla (Maanmittauslaitoksen Maastotietokannan 8/2017 aineistoa, Maanmittauslaitoksen avoimen tietoa-aineiston lisenssi- versio- 4.0 15.8.2017)

Talvinäytteenotossa tutkittiin Keltalahden veden laatua myös mittaamalla pH ja näkösyvyys. Lisäksi vettä tutkittiin myös haistamalla sitä. Tutkimuksessa todettiin, ettei vesi haissut, joten hajutestin perusteella vesi oli hyvälaatuista. Näkösyvyys oli 3–3,5 m ja pH:n mittaustulos oli 6. pH mitattiin pH-paperilla 1 metrin syvyydestä otetusta vedestä.

Talvinäytteenotossa todettiin, että Keltalahden suulla olevan Näsiäissaaren molemmat puolet olivat sulia. Kevättalvella virtaavat paikat ovat sulia, joten on syytä olettaa, Keltalahden saaren suulla tapahtuvan veden vaihtumista Ruotsalaisen järven veden kanssa. Talvella mitattiin myös Keltalahden veden kerrostuneisuutta. Kerrostuneisuudessa tihein neliasteinen vesi, on lähimpänä pohjaa. Keltalahden kerrostuneisuus on esitetty taulukossa 10.

TAULUKKO 10. Keltalahden veden kerrostuneisuus talvella

Metrit vedenpinnasta	Lämpöasteet
1	3,7
2	3,7
3	3,8
4	3,8
5	3,8
6	3,8
7	3,8
8	3,8
9	3,8
10	3,8

Keltalahden talvinäytteen ammoniumtyppi oli varsin maltillinen. Yleensä Ammoniumtyppeä vesistöissä on vähäisen päällysvedessä <math><10-30 \mu\text{g/l}</math>. Vähähappiset olotilat nostavat lukemaa ja jätevesikuormitus nostaa arvoa jopa yli  $100 \mu\text{g/l}$ . Lukema Keltalahden pohjalla on  $16 \mu\text{g/l}$ , mikä kertoo siitä, että pohjalla on happea talvellakin.

Fosfaattifosfori on usein vesissä minimitekijä ja sen lukemat ovat pieniä. Päällysvesissä levät käyttävät sen hyödykseen välittömästi.

Nitraatti-nitriittitypen summa talvinäytteen otossa oli pinnalla  $230 \mu\text{g/l}$  ja pohjalla  $235 \mu\text{g/l}$ . Nämä arvot ovat alhaisia, mikä johtunee siitä, että talvella jätevesiä ei Keltalahdella synny niin paljon kuin kesällä.

Kokonaistyyppi oli talvinäytteenotossa pinnalla  $553 \mu\text{g/l}$  ja pohjalla  $620 \mu\text{g/l}$ . Keltalahden tulokset ovat alhaiset, koska tulokset ovat talvinäytteestä.

Kokonaisfosforin tulos pinnalla oli 11 µg/l. Ja pohjalla 14 µg/l. Karujen järvien pitoisuudet kokonaisfosforin osalta ovat alle 10 µg/l ja lievästi rehevä on 10–20 µg/l. Talvinäytteenoton tuloksia tosin näihin ei voida verrata, koska silloin tulokset ovat alhaisemmat. Viitearvoihin tulee vartaila loppukesän näytteiden tuloksia.

Liennut happi talvi näytteissä oli pinnalla 10,3 mg/l ja pohjalla 5mg/l. Hapetta on hyvä määrä Keltalahden pohjalla talvella 2017.

Keltalahden tulouoman eli Vuorenlamminojan tulokset olivat kaikki korkeampia kuin mitä lahden näytteet olivat. Tämä johtuu siitä, että tulouomat tuovat vettä ja ravinteita valuma-alueelta järviin tai lahtiin.

Syksyn näytteenotto toteutettiin 6.9.2017. Tällä kertaa tutkija itse vastasi näytteenotosta ja häntä avusti ympäristö- ja energiatekniikan opiskelija Heli Ranta-aho. Happinäytteeseen käytettävät liuokset, mangaani(II)sulfaattiliuos ja alkalisen jodidiliuos, valmistettiin yhdessä Lahden ammattikorkeakoulun opettajan Mervi Pulkkisen kanssa. Näytteet tutkittiin Lammin Biologisen aseman laboratoriossa.

Keltalahdesta otettiin myös syksyllä kaksi näytettä 1 metrin syvyydestä ja 10 metrin syvyydestä. Kevään 2017 mittauksen tapaan niistä tutkittiin ammoniumtyppi, fosfaattifosfori, nitraatti-nitriittitypen summa, kokonaistyyppi, kokonaisfosfori, sähkönjohtavuus sekä liennut happi. Keltalahteen laskevasta Vuorenlamminojasta otettiin myös näyte ja näytteestä tutkittiin ammoniumtyppi, sähkönjohtavuus, fosfaattifosfori, nitraatti-nitriittitypen summa, kokonaistyyppi ja kokonaisfosfori. Syksyn näytteiden tulokset on esitetty taulukoissa 11 ja 12.

TAULUKKO 11. Keltalahden syysnäytteiden tulokset

6.9.17	ammoniumtyppi	fosfaattifosfori	nitraatti-nitriittitypen summa
	N /NH <sub>4</sub> µg/l	P/PO <sub>4</sub> µg/l	N/NO <sub>2</sub> +NO <sub>3</sub> µg/l
pinta	9	2	94
pohja	130	3	242
Tulouoma	25	3	76

TAULUKKO 12. Keltalahden syysnäytteiden tulokset

6.9.17	Kokonais- typpi	Kokonaisfos- fori	Liennut	Sähkönjohtokyky
	tot N µg/l	tot P µg/l	Happi mg/l	mS/m/25°C
pinta	500	11	9,6	5,84
pohja	737	21	0,4	6,06
Tulouoma	709	34		3,84

Näkösyvyys oli 2,5 metriä, jonka mukaan vesi voidaan luokitella erinomaiseksi. Veden pH oli 5,5. On kuitenkin huomioitava, että pH:n mittaus suoritettiin paperilla, mikä on epätarkka mittausmenetelmä luonnon vesien mittauksessa. Keltalahden veden pH on happaman puolella, mikä voi johtua Keltalahden valuma-alueen maaperänlaadusta. Happamuutta lisää lahdissa myös valuma-alueen runsas suoalueiden määrä. Todennäköisesti soilta kulkeutuu orgaanista happoa veteen, mikä happamoittaa lahden vettä. Valuma-alueella on myös prekvartäärisen kallioperän paljastumia, jotka muun muassa kuljettavat happamat sateet kohti lahtea, eikä tällöin vesi suotaudu maahan. Keltalahden veden matala pH voi johtua myös hajoitustoiminnasta järven pohjalla, jolloin syntynyt hiilihappo laskee pH-arvoa.

Syksyn pohjanäytteen ammoniumtyppi-arvo oli korkea. Ammoniumtyypen arvoa nostaa pohjan huono happitilanne. Kun ammoniumtyppeä on yli 100 µg/l vedessä, se alkaa kuluttaa happea. Ammoniumtyypen määrää Keltalahdessa voi lisätä valuma-alueen suot.

Keltalahden pohjalla on happea 0,4 mg/l, eli vesi on lähes hapetonta. Hapeton tila johtuu kesäkierron loppuvaiheesta, jolloin hapekasta vettä ei ole vielä päässyt pohjalle. Happikatoa voi esiintyä syvänteissä kesäkierron loppulla. Happea kuluttaa vedestä ammoniumtyppi. Syksyn happinäytteet kuvattuna kuvassa 15.



KUVA 15. Happinäytteet kestävöitynä. Pinnanäyte vasemmalla ja pohjanäyte oikealla. Pohjanäytteessä on vaalea sakka näytepullon pohjalla, joka osoittaa hapen vähäisyyden näytteessä

Fosfaattifosforin arvot näytteessä olivat matalat mikä oli oletettavaa, koska fosfaattifosfori on minitekiäjä. Nitriitti-nitraattitypen summa on pohjalla koolla luontaisesti. Nitraatti-nitriittitypeä tulee veteen jätevesistä. Keltalahden syystulokissa kokonaistypen lukemat ovat lievästi rehevän veden lukemissa.

Kokonaisfosfori Keltalahden pinnassa oli syysnäytteessä  $11\mu\text{g/l}$ , joka luokitellaan karun järven tulokseksi. Pohjanäytteessä kokonaisfosfori oli  $21\mu\text{g/l}$ , mikä on lievästi rehevän järven tulos. Pohjalla fosfori on hieman korkeampi, mikä johtuu hapettomista olosuhteista. Hapettomissa olosuhteissa fosforia alkaa vapautua lahden pohjasta, johon se on varastoitunut.

Sähkönjohtavuuden lukemat Keltalahden näytteissä olivat sisävesille normaaleja. Tästä voidaan päätellä, ettei Keltalahden jätevesikuormitus ole massiivista. Pesuedet ovat mahdollisesti osasyynä rehevöitymiseen

### 7.3.6 Tulosten yhteenveto

Kelta-lahteen ei tule kuormitusta yhdestä selkeästä lähteestä vaan monesta pienestä. Voidaan olettaa, että Keltalahden runsas ranta-asutus tuo lahteen ravinteita. Valuma-alueelta kulkeutuu ravinteita myös avohakkuiden vuoksi.

Lisäksi on syytä olettaa Keltalahdella tapahtuvan myös sisäistä kuormitusta. Suoalueelta tulevat hapot happamoittavat lahteen vettä. Keltalahden syysnäytteissä pohjalla happea on hyvin vähän. Hapettomat olot saavat aikaan sen, että fosforia alkaa vapautua. Keltalahden näytteessä kokonaisfosfori-arvot ovat korkeampia verrattaessa pintanäytteen kokonaisfosforiin. Jo sedimentoituneet ravinteet ruokkivat Keltalahden rehevöitymistä.

Vuoden 2017 tuloksista voidaan todeta, että Keltalahden tila on lievästi rehevä. Keltalahden valuma-alueen maaperä happamoittaa lahteen vettä varsinkin tulouomien kohdalla. Ulpukat ja palpakot sijaitsevat runsaimmin juuri tulouomien kohdalla. Tulouomista tulee ravinteita veteen, jonka vuoksi vesikasvillisuus viihtyy niissä paikoissa. Kelta-lahteen typpeä ja fosforia tulee ranta-asukkaiden toiminnasta muun muassa pesuvesistä. Nämä ravinteet rehevöittävät lahtea.

Syksyllä 1989 ja 2017 otetut näytteet ovat hyvin saman tapaiset. Näkösyvyys on molemmissa sama, 2,5 metriä, joka mikä luokitellaan erinomaiseksi. Kokonaistyyppi- ja kokonaisfosforipitoisuudet ovat myös samansuuruisissa lukemissa. Lisäksi syksyjen mittauksissa hapella on samansuuruiset lukemat pinnalla ja pohjalla.

Tuloksia vertaamalla voidaan olettaa, että vuonna 1989 sisäinen kuormitus on mahdollisesti ollut jo mahdollisesti käynnissä. Tulokset voivat olla lahdelle ominaiset, mutta vesikasvillisuus on päässyt rehevöitymään, kun

sitä ei ole niitetty. Lahdessa on voinut tapahtua niin sanotusti luontaista rehevöitymistä, mikä on nopeutunut ihmisen aiheuttaman ravinnekuormituksen vuoksi. Ranta-asukkaista on voinut tuntua lahden rehevöityneen enemmän, koska ulpukkaa alkanut kasvaa niitetyn järviruohon tilalle.

Syksyllä otettujen näytteiden tuloksiin vaikuttanee merkittävästi kylmä kesä: kylmä ilma ja vesi rajoittavat kasvi- ja levätuotantoa eikä näin ollen lahti ei ollut rehevimmillään kesällä 2017.

#### 7.4 Ruotsalaisen järven tuloksia

Suomen ympäristökeskus tarjoaa ympäristötiedon hallintajärjestelmä Hertan kautta tietoja järvien tilasta. Tietojen mukaan Ruotsalaisen järven Kainannonlahdesta on otettu vesinäyte 27.8.2014 yhden metrin syvyydeltä. Tuolloin veden pH oli 7 ja sähkönjohtavuus oli 6,3 mS/m. Kokonaistyyppi oli 460 µg/l ja kokonaisfosfori 8 µg/l. Liukoinen happi oli 8,5 mg/l. (SYKE, Hertta.)

Ruotsalaisen järven Lintulahdessa on otettu näytteet kevättalvella ja loppukesästä näytteet vuonna 2006. Näytteet on otettu yhden metrin syvyydestä. Kevättalvella 28.3.2006 otettujen näytteiden tuloksissa jäänpaksuus on ollut 0,60m ja näkösyvyys 0,9m. Veden pH oli 6,3 ja sähkönjohtavuus oli 8,5 mS/m. Kokonaistyyppi on 1200 µg/l ja kokonaisfosfori 44 µg/l. Liukoinen happi oli 2,8 mg/l. (SYKE, Hertta.)

Lintulahdessa loppukesän näytteet otettiin 31.7.2006. Veden pH oli tuolloin 6,7 ja sähkönjohtavuus 5,5 mS/m. Kokonaistyyppi 790 µg/l ja kokonaisfosfori 45 µg/l. Liukoinen happi 6,5 mg/l. (SYKE, Hertta.)

Keltalahden tämän vuoden vesinäytteiden tuloksia verrattaessa näihin edellisvuoden tuloksiin, voidaan todeta Keltalahden olevan paremmassa kunnossa, kuin esimerkiksi Ruotsalaisen Lintulahti. Toki tulokset eivät ole samalta vuodelta eivätkä näin täysin vertailu kelpoisia keskenään. Talvien ja kesien sääolot vaikuttavat yhdessä valuma-alueen ominaisuuksien kanssa vesianalyysituloksiin.

## 7.5 Tiedotus ja vuorovaikutus

Keltalahden vesialueen rantojen ja valuma-alueen omistajista on luotu tietokanta. Heitä on informoitu hankkeesta, sen aloituksesta ja edistymisestä. Myös lopputuloksista tullaan tiedottamaan maanomistajia. Keltalahden talukooyhtymä on luonut myös hankkeelle kotisivut, joiden kautta hanketta esitellään. Kotisivujen sisältönä on hankesuunnitelma, työraportteja ja mitaustuloksia.

Ennen hoitotoimenpiteisiin ryhtymistä on hyvä pitää valuma-alueen asukkaille tiedotustilaisuus, jossa esitellään lahden tilaa ja kerrotaan, mistä lahden rehevyys johtuu. Lisäksi asukkaille on syytä kertoa, mitä seurauksia ympäristölle jatkossa aiheutuu, mikäli toimenpiteisiin ei ryhdytä. Tärkeää on esitellä myös lahdelle suunnitellut hoitotoimenpiteet, sekä kertoa uudesta jätevesiasetuksesta ja sen vaikutuksista Keltalahden kiinteistöille ja asukkaille.

## 7.6 Hoitotoimenpiteet

Keltalahdelle suositeltuja toimenpiteitä ovat:

- ulkoisenkuormituksen vähentäminen
- vesikasvillisuuden poiston jatkaminen, laajentaminen myös ulpukkaan ja uistinviitaan
- särkikalojen hoitokalastus.

Keltalahdelle esitetyt hoitotoimenpiteet ovat varsin maltillisia ja pieniä. Vesikasvillisuuden niitolla on aiemmin saatu Keltalahden rehevyyttä kuriin ja parannettua veden virtaavuutta Ruotsalaisen järveen parannettua. Ongelmia on toki kasvien suhteen vieläkin; esimerkiksi järviruo´on niittämisen seurauksena yleistyneet ulpukan ja uistinvidan esiintymät. Ulpukan juurien niittäminen vaatii koneellista niittoa, sen raskauden vuoksi.

Hoitotoimenpiteet ovat sellaisia, että ne voidaan suorittaa suurimmaksi osaksi talkootyönä, esimerkiksi niittoina ja särkikalojen hoitokalastuksena. Lisäksi ulkoisen kuormituksen vähentämiseen tarvitaan ranta-asukkaiden



aktiivisuutta, jotta jätevesihuolto kehittyisi, eikä ravinnehuuhtoumia pääsisi kiinteistöiltä lahteen.

#### 7.6.1 Ulkoisen kuormituksen vähentäminen

Tärkein suojelutoimi olisi valuma-alueelta Keltalahteen tulevan ravinnekuormituksen rajoittaminen. Jos ulkoista kuormitusta ei saada kuriin, muiden kunnostustoimenpiteiden aikaansaamat tulokset ovat vain väliaikaisia.

Eniten ulkoista ravinnekuormitusta Keltalahteen tuo sen vapaa-ajan asukkaat. Rantaviivalla tai heti sen tuntumassa on 51 kiinteistöä. Asukkaiden runsas määrä ja kiinteistöjen sijoittuminen Keltalahden rantaviivalle edesauttaa jätevesien kulkeutumista lahteen. Kiinteistöjen jätevesien käsittely olisi ensisijaisen tärkeää saada kuntoon.

Toimenpiteenä suositellaan myös tiedottamista Keltalahden asukkaille oikeista tavoista käsitellä harmaita jätevesiä sekä siitä, kuinka hoitaa niittämällä omaa rantaa.

Haja-asutusalueiden jätevesien käsittelyä koskeva asetus tuli voimaan 3.4.2017. Se velvoittaa parantamaan vanhojen kiinteistöjen jätevesien käsittelytehokkuutta. Rakentaessa uusia rakennuksia tulee jätevesijärjestelmän olla asetuksenmukainen. Kiinteistöt, jolla on kuivakäymälä ja kanto-vesi, eivät tarvitse uusia jätevesijärjestelmää, ellei siitä aiheudu pilaantumisen vaaraa. Tosin kunta voi asettaa asetusta tarkemmat puhdistusvaatimukset, jos katsoo sen tarpeelliseksi. (Ympäristöministeriö 2017b)

Ravinteita Keltalahteen tuo myös metsien käsittely ja avohakkuut. Metsäteollisuuden ravinnekuormitusta voidaan välttää tekemällä suojavyöhykkeitä hakkuualueen ja vesistön väliin. Ravinteitä pidättää tehokkaasti myös pintavalutuskentät sekä kosteikot (Tattari ym. 2015, 40).

On myös hyvä muistaa luonnollinen ravinteiden huuhtoutuminen, mitä ei voida kokonaan poistaa, mutta sitäkin voidaan hillitä kosteikkojen ja laskutusaltaiden avulla. Keltalahdella on suo- ja kosteikkoalueita luonnostaan

hyvin paljon. Tässä tilanteessa niitä tulisi vaalia ja säilyttää, eikä missään nimessä ojittaa.

### 7.6.2 Vesikasvillisuuden niitto

Vuorenlamminojan tulouoman suulla sijaitsevaa kaislikkoa voitaisiin niittää talvella jään päältä kuolleen kasvimassan poistamiseksi, jotta se ei rehevöittäisi lahden vettä hajotessaan.

Keltalahdella ulpukan ja uistinvidan niittoa on suunniteltu. Sopivia tekniikoita vesikasvillisuuden poistoon on testattu Keltalahden talkooyhtymän toimesta. Raportin vesikasvillisuuden poistotekniikoiden testauksesta on kirjoittanut Markku Simula. Simula kertoo raportissaan, että niittokokeessa suunniteltiin kokeiltavan neljäätoista erilaista vesikasvillisuuden poistoon sopivaa välinettä. Testissä kokeiltiin lopulta 12 välinettä: pirunkoura, nurmikkoharava, kolmiorauta pohjassa(proto), tikkasen leikkuri, kaislaviikate, tavallinen viikate, pitkävartinen pensasleikkuri, kaislarauta, haravakoneen harava, muovitalikko, kalvopumppu ja mudankeräyslaatikko. (Simula 2017.)

Simula kertoo raportissaan, että uposlehtisien vesikasvien poistoon paras niittoväline on kolmiorauta, joka oli kokeiluun kehitetty prototyyppi. Prototyyppiä tulee vielä kehittää toimivammaksi.

Pelkään niittoon sopivat välineet ovat kolmiorauta pohjassa, tikkasen leikkuri, kaislaviikate ja pitkävartinen pensasleikkuri. Mudankeräyslaatikko sopii vain silloin, jos pohjassa on mutaa. Kelluslehtisten vesikasvien niittoon taas sopivat välineet ovat kolmiorauta pohjassa, tikkasen leikkuri, kaislaviikate ja pitkävartinen pensasleikkuri. Kelluslehtisten vesikasvien juuren poistoon sopii ainoastaan kaislarauta. (Simula 2017.)

Ulpukka tulisi repiä juurineen pois useana kesänä peräkkäin. Toinen kokeilun arvoinen tekniikka on messumatolla tukahduttaminen. Myös uistinviitaa voidaan koettaa poistaa tukahduttamalla. Tukahduttamisessa järven pohjaan kiinnitetään matto, joka estää valon pääsyn pohjaan. Kun valoa ei

pääse pohjaan, ei kasvi pysty kasvamaan. Matto voidaan kiinnittää isoilla kivillä reunoista, jotta se pysyy paikallaan. (Simula 2017.)

Ulpukka tulisi repiä juurineen pois useana kesänä peräkkäin tai toinen korkeiltava tekniikka on messumatolla tukahduttaminen. Uistinvitaa voidaan myös koittaa poistaa tukahduttamalla. Tukahduttamisessa järven pohjaan kiinnitetään matto, joka estää valon pääsyn pohjaan. Kun valoa ei pääse pohjaan ei kasvipysty kasvamaan. Matto voidaan kiinnittää isoilla kivillä reunoista, jotta se pysyy paikallaan. (Simula 2017.)

### 7.6.3 Hoitokalastus

Keltalahden hoitokalastuksena voisi toimia särkikalojen kalastaminen juuri ennen särkikalojen kutuaikaa, joka alkaa touko- ja kesäkuussa veden lämpötilan noustessa kymmeneen asteeseen (Lapin kalatalouskeskus 2017). Särkikaloja voidaan myös vähentää petokaloja, kuten kuhaa ja haukea istuttamalla. Tosin on huomioitava, että petokalat eivät välttämättä jää Keltalahden vaan siirtyvät Ruotsalaisen järven muihin osiin. Lisäksi Keltalahden kalastajia olisi hyvä ohjeistaa olla päästämättä pyydystettyjä särkikaloja takaisin veteen.

### 7.6.4 Jatkoehdotuksia

Keltalahden vedenlaatua olisi hyvä tarkkailla 1–2 kertaa vuodessa. Mittaukset kannattaa toteuttaa samoihin aikoihin kuin aiemmin otetut näytteet, eli keväällä maaliskuun vaihteessa ja syksyllä elokuun taitteessa. Näin mittaukset ovat keskenään vertailukelpoisia.

Näkösyvyyden mittaamista kannattaa jatkaa, koska se on hyvä keino seurata lahden tilaa pitkällä aikavälillä. Mittaaminen tulisi suorittaa samassa paikassa ja samaan aikaan vuodesta. Mittauspaikoista ja tuloksista olisi hyvä pitää kirjaa, ja mittaaminen tulisi suorittaa aina sama henkilö, jotta mittaaminen sujuisi mittauskerroilla samalla tavalla. Mahdollisista levähavainnoista kannattaa myös pitää kirjaa.

Vesianalyysejä on hyvä tehdä seuranta monena vuonna peräkkäin, jotta saadaan parempi kokonaiskuva lahden tilanteesta. Vesianalysien ottoon voidaan kysyä ympäristöalan opiskelijoita. Näin kustannukset pysyvät maltillisena.

## 8 POHDINTAA JA YHTEENVETO

Opinnäytteen tavoitteena oli tutkia Keltalahden veden tilaa, rehevyyteen johtavia syitä sekä ohjeistaa toimenpiteitä, joilla parantaa Keltalahden veden tilaa. Tavoitteisiin pystyttiin vastamaan ja tuloksena on kattava kunostus- ja hoitosuunnitelma Keltalahdesta.

Hoitosuunnitelman ensimmäinen vaihe, tiedonhaku ja aiheeseen tutustuminen, sujui ongelmitta. Aiheesta löytyi kirjallisuutta, mutta lähdeaineisto oli jokseenkin vanhaa. Opinnäytetyössä käytetty lähdeaineisto oli uusinta aiheesta saatavaa materiaalia.

Keltalahden valuma- ja vesialueen hoitosuunnitelmaa varten tehdyt tutkimukset sujuivat hyvin, mutta ongelmaksi koitui tutkimus kesän 2017 viileys. Viileä kesä hillitsi kasvien kasvamista, jonka vuoksi oli vaikea sanoa, onko järven tila rehevyyden osalta parantunut vai onko kylmä kesä vain hetkellisesti hillinnyt sitä. Myös tiedon kerääminen alueesta aiheutti ongelmia; esimerkiksi valuma-alueen metsiin liittyvistä toimenpiteistä ei saatu tietoja, koska ne ovat jokaisen metsän omistajan yksityisiä tietoja. Nyt tiedot on kerätty kenttäkäynneillä, ja avohakkuualueiden suuruudet oli arvioitu silmämääräisesti. Vesianalyysien tuloksia oli vaikea verrata, koska Keltalahdesta ei ole lähivuosina tehty analyysejä, joita voisi systemaattisesti verrata toisiinsa.

Oppimiskokemuksena opinnäytetyö oli antoista. Projekti opetti, millaista on työskennellä kentällä, miten järjestää tutkimuksia ja kuinka raportoida niistä. Lisäksi projekti kasvatti tietämystä siitä, miten työskennellä valtavan tietomäärän kanssa ja kuinka poimia siitä projektille oleellisin tieto.

Jatkoa tutkimukselle voisivat olla vuosittaiset seurannat, joissa seurattaisiin lahden tilaa vesianalyysin, näkösyvyyttä mittaamalla sekä vesikasvillisuuden kehityksen seuraamista. Nämä tiedot olisi hyvä kirjata yhteen raporttiin. Näin saataisiin selvitettyä lahden tilaa pitkän ajan kuluessa, ja se antaisi luotettavampaa tietoa kuin yksittäisen kesän tulokset. Opinnäytetyön loppuvaiheilla ilmestyi Suomen ympäristökeskukselta ja Luonnonvarakeskukselta uusi tutkimus, jossa on tutkittu vanhojen soiden ojitusten

tuomaa ravinnekuormitusta. Tätä tutkimusta voisi pohtia soveltuisiko se Keltalahteen.

Suomessa vesialueiden hoito tulee koko ajan ajankohtaisemmaksi. Vapaa-ajan asutus lisääntyy vesistön äärellä ja silloin on tärkeää pitää vesistö hyvässä kunnossa virkistysarvon vuoksi. Tutkimuksella annetaan eväät Keltalahden ranta-asukkaille Keltalahden hoidosta ja kunnostuksesta, jotta he pystyvät käyttämään lahtea tulevaisuudessakin virkistyskäytössä.

## LÄHTEET

## Painetut lähteet

Lyytimäki, J & Hakala, H. 2008. Ympäristön tila ja suojele Suomessa. Suomen ympäristökeskus. Helsinki: Yliopistopaino.

Virtanen, A & L Rohweder, L. (toim.) 2011. Ilmastonmuutos käytännössä, Hillinnän ja sopeutumisen keinoja, Helsinki: Gaudeamus Helsinki University Press.

Ulvi T, & Lakso E, 2005 Järvien kunnostus, Ympäristö opas, Ympäristön suojele. Helsinki: Edita Publishing Oy.

Ympäristöopas 2011. Haja-asutuksen jätevedet. Lainsäädäntö ja käytännöt. Helsinki: Edita Prima Oy.

## Elektroniset lähteet

Alhainen, M. Niemelä, T. Siekkinen, J. Svensberg, M. Kuittinen, J. Nurmi, J. Väyrynen, H. Rautiainen, M. Väänänen, V. Nummi, P Berndtson, S & Korkiaikoski, P. 2015. Kosteikko-opas [viitattu 7.10.2017]. Saatavissa: <https://www.slideshare.net/Riistakeskus/kosteikkoopas>

Asikkalan kunta 2017. Ympäristö ja luonto. Jätevedet [viitattu 12.9.2017]. Saatavissa:<https://www.asikkala.fi/ymparisto-ja-luonto/jatevedet/>

FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy, Kaavaselostus, luonnos Asikkalan kunta Ruotsalaisen rantayleiskaava, 2017, Liite 3b [viitattu 20.8.2017]. Saatavissa: <https://www.asikkala.fi/asuminen-ja-tontit-sisaltosivu/ruotsalaisen-rantaosayleiskaava/>

Finlex, 2017. Valtioneuvoston asetus talousjätevesien käsittelystä viemäriverkostojen ulkopuolisilla alueilla [viitattu 20.8.2017]. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170157>

Geologian tutkimuskeskus 2005a. Maaperäkartan käyttöopas. Maalajien kuvaus ja soveltuvuus eri käyttötarkoituksiin. Moreenimaalajit [viitattu 1.9.2017]. Saatavissa: <http://weppi.gtk.fi/aineistot/mp-opas/kuvausjasoveltuvuus.htm>

Geologian tutkimuskeskus 2005b. Maaperäkartan käyttöopas. Maalajien kuvaus ja soveltuvuus eri käyttötarkoituksiin. Savimaat [viitattu 1.9.2017] Saatavissa: <http://weppi.gtk.fi/aineistot/mp-opas/savimaat.htm>

Järvi & Meri wiki, Ruotsalainen 2015a [viitattu 13.9.2017] Saatavissa: [https://www.jarviwiki.fi/wiki?title=Ruotsalainen%20\(14.141.1.001\)&action=credits](https://www.jarviwiki.fi/wiki?title=Ruotsalainen%20(14.141.1.001)&action=credits)

Kosteikolla eloa maisemaan.”Mahdollisuuksia on joka kylässä” [viitattu 13.9.2017] Saatavissa: <https://kosteikko.fi/wp-content/uploads/sites/2/2013/07/Kotiseutukosteikko-Life-esite-fi.pdf>

Lapin kalatalouskeskus. 2017 [viitattu 15.8.2017]. Saatavissa: <http://www.lapinkalatalouskeskus.net/hauska-tietaeae/saerki/>

Lemijoki, A. 2017. Työtjärvenkunnostussuunnitelma. Päijät-Hämeen Vesijärvisäätiö. MELLI-hankkeen työkokonaisuus III [viitattu 2.8.2017]. Saatavissa: <http://www.puhdasvesijarvi.fi/easydata/customers/puhdasvesijarvi/files/melli/dokumentit/tyatjarvi020115.pdf>

Mitikka, S. 2013. Järvien vedenlaadun vertailu. Suomen ympäristökeskus SYKE [viitattu 20.6.2017]. Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/download/noname/%7B642BB7A7-42F9-4A67-85BA-D0FF1CC7DBCA%7D/57406>

Ogbebo F, Evans M, Waiser M, Tumber V, and Keating J. 2009. Nutrient limitation of phytoplankton growth in Arctic lakes of the lower Mackenzie River Basin, northern Canada [viitattu 1.9.2017]. Saatavissa: <http://web.a.ebscohost.com.aineistot.lamk.fi/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=58&sid=82092915-00c0-49fc-b1a6-a6c5325beae8%40sessionmgr4006>

Oravainen, R.1999. Vesistötulostentulkinta- opasvihkonen. KVVY [viitattu 4.5.2017]. Saatavissa:<http://kvvy.fi/wpcontent/uploads/2015/10/opasvihkonen.pdf>

Paikkatietoikkuna. 2013 [viitattu 21.9.2017]. Saatavissa:<https://kartta.paikkatietoikkuna.fi/?lang=fi>

Pudasvesijärvi, Kuormitus 2017a. [viitattu 2.8.2017]. Saatavissa: <http://www.puhdasvesijarvi.fi/fi/vesijarvi/kuormitus>

Pudasvesijärvi, Planktonit ja levät- hyödyksi vai haitaksi 2017b. [viitattu 2.8.2017]. Saatavissa: [http://www.puhdasvesijarvi.fi/fi/vesijarvi/levat\\_](http://www.puhdasvesijarvi.fi/fi/vesijarvi/levat_)

Saavalainen, H. 17.9.2017. Kalastajat nostivat vedestä silmättömiä silakoita, Töölönlahti lillui vihreänä vellinä – Siitä ei ole kauan, kun Suomen vesistöt olivat aivan pilalla. Helsingin Sanomat [viitattu 27.9.2017]. Saatavissa: <https://www.hs.fi/kotimaa/art-2000005371125.html>

Sarvilinna, A. Sammalkorpi, I. 2010. Rehevoityneen järven kunnostus ja hoito. Ympäristöopas [viitattu 10.7.2017]. Saatavissa: [https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/38819/YO\\_2010\\_Rehevoityneen\\_jarven\\_kunnostus\\_ja\\_hoito.pdf?sequence=1](https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/38819/YO_2010_Rehevoityneen_jarven_kunnostus_ja_hoito.pdf?sequence=1)

Sillanpää, P. Bilaletdin, Ä. Kaipainen, H. Frisk, T. Sallantaus, T. 2006. Metsätalouden aiheuttaman kuormituksen laskentamenetelmä. Suomen ympäristö. Pirkanmaan ympäristökeskus [viitattu 4.9.2017]. Saatavissa:



[https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/40652/SY\\_817.pdf?sequence=1](https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/40652/SY_817.pdf?sequence=1)

Simula, M. 2017. Keltalahden kunnostushanke [viitattu 8.9.2017] Saatavissa: <http://keltalahti.fi/oppaita/>

Suomen virallinen tilasto. 2016. (SVT): Rakennukset ja kesämökit. Helsinki: Tilastokeskus [viitattu 24.8.2017]. Saatavissa: [http://www.stat.fi/til/rakke/2016/rakke\\_2016\\_2017-05-24\\_kat\\_001\\_fi.html](http://www.stat.fi/til/rakke/2016/rakke_2016_2017-05-24_kat_001_fi.html)

SYKE, Hertta ympäristöhallinnon tietojärjestelmä. Pintavesien tila [viitattu 28.9.2017]. Saatavissa: <https://www.p2.ymparisto.fi/scripts/hearts/welcome.asp>

Tanttari, S. Puustinen, M. Koskiahho, J. Röman, E. Riihimäki, J. 2015. Vesistöjen ravinnekuormituksen lähteet ja vähentämismahdollisuudet. Suomen ympäristökeskuksen raportteja [viitattu 15.8.2017]. Saatavissa: [https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/159464/SY-KEra\\_35\\_2015.pdf?sequence=1](https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/159464/SY-KEra_35_2015.pdf?sequence=1)

Vuorela, J. 2017. VS: Kysymys. Sähköpostiviesti. Vastaanottaja Mattsson, M. Lähetetty 7.10.2017

Ympäristöhallinnon yhteinen verkkopalvelu. Ympäristö.fi 2013a. Ympäristöhallinto. Järvien hapetus [viitattu 25.7.2017]. Saatavissa: [http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Vesistöjen\\_kunnostus/Jarvien\\_kunnostus/Kunnostusmenetelmat/Hapetus](http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Vesistöjen_kunnostus/Jarvien_kunnostus/Kunnostusmenetelmat/Hapetus)

Ympäristöhallinnon yhteinen verkkopalvelu. Ympäristö.fi 2013b. Ympäristöhallinto. Järvien ravinneketjukurkunnostus [viitattu 25.7.2017]. Saatavissa: [http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Vesistöjen\\_kunnostus/Jarvien\\_kunnostus/Kunnostusmenetelmat/Ravintoketjukurkunnostus](http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Vesistöjen_kunnostus/Jarvien_kunnostus/Kunnostusmenetelmat/Ravintoketjukurkunnostus)

Ympäristöhallinnon yhteinen verkkopalvelu. Ympäristö.fi 2013c. Ympäristöhallinto. Ravinteita saostavat kemialliset käsittelyt [viitattu 25.7.2017]. Saatavissa: [http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Vesistöjen\\_kunnostus/Jarvien\\_kunnostus/Kunnostusmenetelmat/Ravinteita\\_saostavat\\_kemialliset\\_kasittelyt](http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Vesistöjen_kunnostus/Jarvien_kunnostus/Kunnostusmenetelmat/Ravinteita_saostavat_kemialliset_kasittelyt)

Ympäristöhallinnon yhteinen verkkopalvelu. Ympäristö.fi 2013d. Ympäristöhallinto. Rannan ruoppaus [viitattu 26.7.2017]. Saatavissa: [http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Vesistöjen\\_kunnostus/Rantojen\\_kunnostus/Rannan\\_ruoppaus](http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Vesistöjen_kunnostus/Rantojen_kunnostus/Rannan_ruoppaus)

Ympäristöhallinnon yhteinen verkkopalvelu. Ympäristö.fi 2013e. Ympäristöhallinto. Järven vedenpinnan nostaminen [viitattu 26.7.2017]. Saatavissa: [http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Vesistöjen\\_kunnostus/Jarvien\\_kunnostus/Kunnostusmenetelmat/Vedenpinnan\\_nostaminen](http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Vesistöjen_kunnostus/Jarvien_kunnostus/Kunnostusmenetelmat/Vedenpinnan_nostaminen)

Ympäristöhallinnon yhteinen verkkopalvelu.Ymparisto.fi 2013f. Ympäristöhallinto. Vesikasvien poisto ja niitto [viitattu 26.7.2017]. Saatavissa: [http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Vesistojen\\_kunnostus/Rantojen\\_kunnostus/Vesikasvien\\_poisto](http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Vesistojen_kunnostus/Rantojen_kunnostus/Vesikasvien_poisto)

Ympäristöhallinnon yhteinen verkkopalvelu.Ymparisto.fi 2013g. Nitraatin ja nitriitin poisto kaivovedestä [viitattu 26.7.2017]. Saatavissa:<http://www.ymparisto.fi/download/noname/%7BD673265D-543E-430A-AFD1-D34145D8E7B5%7D/57152>

Ympäristöhallinnon yhteinen verkkopalvelu.Ymparisto.fi 2013h. Järven ulkoisen kuormituksen vähentäminen [viitattu 1.9.2017]. Saatavissa: [http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Vesistojen\\_kunnostus/Jarvien\\_kunnostus/Kunnostusmenetelmat/Ulkoisen\\_kuormituksen\\_vahentaminen](http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Vesistojen_kunnostus/Jarvien_kunnostus/Kunnostusmenetelmat/Ulkoisen_kuormituksen_vahentaminen)

Ympäristöhallinnon yhteinen verkkopalvelu.Ymparisto.fi 2013i. Järven rehevöityminen [viitattu 1.9.2017]. Saatavissa: [http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Vesistojen\\_kunnostus/Jarvien\\_kunnostus/Kunnostustarvetta\\_aiheuttavia\\_tekijoita/Rehevoityminen](http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Vesistojen_kunnostus/Jarvien_kunnostus/Kunnostustarvetta_aiheuttavia_tekijoita/Rehevoityminen)

Ympäristöministeriö 2013a. Liite 3 Vedenlaatuluokituksen raja-arvot ja lähteet. Ympäristö, J [viitattu 20.8.2017]. Saatavissa:<http://www.ymparisto.fi/download/noname/%7B8A7CACB5-3A30-4443-8470-E612AEBCF5FA%7D/91995>

Ympäristöministeriö 2017b. Haja-asutuksen jätevesisääntelyn kohtuullistaminen voimaan huhtikuussa, Tiedote 16.3.2017 [viitattu 20.8.2017]. Saatavissa: [http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Tiedotteet/Hajaasutuksen\\_jatevesisaantelyn\\_kohtuull\(42463\)](http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Tiedotteet/Hajaasutuksen_jatevesisaantelyn_kohtuull(42463))

Ympäristöopas. 2011. Haja-asutuksen jätevedet. Lainsäädäntö ja käytännöt [viitattu 16.8.2017]. Saatavissa: [https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/38826/YO\\_2011\\_Hajaasutuksen\\_jatevedet\\_verkkoversio.pdf?sequence=1](https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/38826/YO_2011_Hajaasutuksen_jatevedet_verkkoversio.pdf?sequence=1)

## Karttakuvat

Kuvat 4, 5, 6 ja 14, Maanmittauslaitoksen Maastotietokannan 8/2017 aineistoa, kuvien lisenssi tiedot saatavissa: <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/legalc>