

LAPPEENRANNAN-LAHDEN TEKNILLINEN YLIOPISTO LUT  
LUT School of Energy Systems  
Ympäristötekniikan koulutusohjelma  
Kandidaatintyö

**REHEVÖITYNEIDEN JÄRVIEN KUNNOSTAMINEN**  
**CASE: LAHDEN TUOMISTONRANTA**

**Rehabilitation of eutrophic lakes Case: Lahti's Tuomistonranta**

Työn tarkastaja: Apulaisprofessori, TkT Ville Uusitalo

Työn ohjaaja: Nuorempi tutkija, DI Jukka Luhas

Lappeenrannassa 27.4.2021

Kaisa Talvitie

## TIIVISTELMÄ

Lappeenrannan-Lahden teknillinen yliopisto LUT  
LUT School of Energy Systems  
Ympäristötekniikan koulutusohjelma

Kaisa Talvitie

### **Rehevöityneiden järvien kunnostaminen Case: Lahden Tuomistonranta**

Kandidaatintyö

2021

36 sivua, 1 taulukko, 4 kuvaa ja 1 liite

Työn tarkastaja: Apulaisprofessori, TkT Ville Uusitalo

Työn ohjaaja: Nuorempi tutkija, DI Jukka Luhas

Hakusanat: rehevöityminen, vesiensuojelu, vesihuolto, järven kunnostaminen, ravinne, valuma

Keywords: eutrophication, water protection, water supply, rehabilitation of lake, nutrient, catchment

Tämän kandidaatintyön tavoitteena on löytää monenlaisia toimenpiteitä rehevöityneiden järvien kunnostamiseen. Työ on toteutettu kirjallisuuskatsauksen avulla, jossa selvitetään erilaisia kunnostusmenetelmiä rehevöityneiden järvien kunnostamiseksi. Kirjallisuuskatsauksessa tutustutaan myös toteutuneisiin sekä meneillään oleviin rehevöityneiden järvien kunnostushankkeisiin. Työ on rajattu koskemaan Suomen järviä sekä Suomessa toteutettuja järvien kunnostushankkeita. Työssä tehdään myös case-tarkastelu Lahden Tuomistonrannalle. Case-tarkastelun tavoitteena on löytää sopivat kunnostusmenetelmät rehevöityneen Tuomistonrannan kunnostamiseen kirjallisuuskatsauksen perusteella.

Rehevöityminen on suuri ongelma Suomen vesistöissä. Ulkoisen kuormituksen vähentäminen on edellytys rehevöityneen järven toipumiseen, mutta sisäinen kuormitus pitää myös rehevöitymistä yllä. Ulkoisen ja sisäisen kuormituksen vähentämiseen löytyy monia menetelmiä. Tuomistonrannan kunnostamisessa on kyseessä ranta-alueen kunnostaminen koko järven sijaan, mikä tulee huomioida kunnostusmenetelmien valinnassa. Kirjallisuuskatsauksen perusteella huomataan, että suuri osa menetelmistä koskee koko järven kunnostamista. Tuomistonrannalle löydettiin sopivat menetelmät niin ulkoisen kuin sisäisen kuormituksen vähentämiseen. Rannan ruoppaus ja vesikasvien niitto ovat ainoat sisäisen kuormituksen vähentämiseen sopivat menetelmät, jotka soveltuvat ranta-alueen kunnostamiseen. Ulkoisen kuormituksen vähentämiseen soveltuvat menetelmät Tuomistonrannalle ovat kosteikko sekä suojavyöhyke. Paras lopputulos saadaan, kun kunnostukseen käytetään useampaa menetelmää.

## SISÄLLYSLUETTELO

SYMBOLILUETTELO .....	4
1 JOHDANTO .....	5
2 REHEVÖITYMINEN .....	7
2.1 Ulkoinen ja sisäinen kuormitus .....	7
2.2 Hajakuormitus ja pistekuormitus .....	9
2.3 Ilmastonmuutoksen vaikutus rehevöitymiseen .....	9
3 REHEVÖITYNEEN JÄRVEN KUNNOSTUSTOIMENPITEET .....	11
3.1 Ulkoisen kuormituksen vähentäminen .....	11
3.1.1 Suojavyöhyke .....	11
3.1.2 Laskeutusallas.....	12
3.1.3 Kosteikko.....	12
3.1.4 Säätosalaojitus .....	13
3.2 Sisäisen kuormituksen vähentäminen .....	13
3.2.1 Sisäisen kuormituksen hyödyntäminen .....	13
3.2.2 Ruoppaus .....	14
3.2.3 Hapetus .....	15
3.2.4 Vesikasvillisuuden poisto .....	15
3.2.5 Järven vedenpinnan nosto.....	16
3.2.6 Ravintoketjukurkennostus .....	16
3.2.7 Fosforin kemiallinen saostus .....	17
3.2.8 Järven tilapäinen kuivattaminen .....	17
3.2.9 Kipsaus .....	18
4 CASE: LAHDEN TUOMISTONRANTA .....	19
4.1 Tuomistonrannan taustaa .....	19
4.2 Sopivien menetelmien tunnistaminen .....	20
4.2.1 Ruoppaus .....	22
4.2.2 Vesikasvien niitto .....	23
4.2.3 Kosteikko.....	24
4.2.4 Suojavyöhyke .....	25
5 JOHTOPÄÄTÖKSET JA KESKUSTELUA .....	27
6 YHTEENVETO.....	29
LÄHTEET .....	31

## LIITTEET

Liite 1. Suomen vesien ekologinen tila vuonna 2019

## SYMBOLILUETTELO

### Lyhenteet

AVI	aluehallintovirasto
ELY-keskus	Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus
mg/l	milligrammaa litrassa
t/a	tonnia vuodessa

# 1 JOHDANTO

Suomen järvien pinta-alasta noin 87 % on pintavesien ekologisen tilan mukaan hyviä tai erinomaisia, ja varsinkin suuret järvet kuuluvat kyseiseen luokkaan. Vesimuodostumien määrän mukaan tarkasteltaessa 83 % järvistä on ekologiselta tilaltaan hyviä tai erinomaisia. (Ympäristö.fi 2020.) Ekologisen tilan mukaan voidaan määrittää järven kunnostustarve. Hyviä perusteluja järven kunnostamiseen ovat järven kuuluminen tyydyttävään tai välttävään luokkaan (Saarijärvi & Sammalkorpi 2005, 64), joka tuo mukanaan ongelmia esimerkiksi vedenlaatuun. Liitteessä 1 on esitetty Suomen vesien ekologinen tila vuonna 2019.

Rehevöityminen on edelleen Suomen vesien suurin ongelma, ja erityisesti pienet järvet kärsivät rehevöitymisestä (Ympäristö.fi 2020). Heiskanen et al. (2017) mukaan järvien rehevöitymiseen löytyy syitä niin maataloustuotannosta, maankäytöstä, ilmastonmuutoksesta kuin kemikalisoitumisesta. Rehevöitymistä aiheuttavat pääravinteet ovat typpi ja fosfori, joiden päästöjä yritetään hillitä (Heiskanen et al. 2017), ja keinona tähän on järven kunnostaminen (Lehtoranta 2005, 9).

Järven kunnostamisella pyritään palauttamaan järven tila mahdollisimman lähelle sen luonnonmukaista tilaa, jota on vaikea määrittää. Usein tavoitetila asetetaan liian vaativaksi järven olosuhteiden ja luontaisen kehityksen kannalta. Järven kunnostamisella tarkoitetaan kunnostusmenetelmiä, jotka kohdistuvat suoraan järveen. Valuma-alueella tehtävät kunnostustoimet eivät kuitenkaan kuulu järven kunnostamiseen, vaikka niitä pidetäänkin kunnostuksen onnistumisen edellytyksenä. Järven vedenlaadun parantaminen on yleensä kunnostamisen tavoitteena. Järven kunnostaminen on myös yksi vesiensuojelun keinoista, jossa vedenlaadun parantumisella on vaikutusta järven koko eliöyhteisöön. (Lehtoranta 2005, 9.)

Tämän kandidaatintyön tarkoituksena on kirjallisuuskatsauksen avulla selvittää, mitä rehevöityneille järville voidaan tehdä rehevöitymisen vähentämiseksi. Työssä tutustutaan muutamiiin toteutuneisiin ja meneillään oleviin rehevöityneiden järvien kunnostushankkeisiin. Työn tavoitteena on löytää ja tunnistaa erilaisia kunnostusmenetelmiä rehevöityneille järville. Työ rajataan koskemaan Suomen järviä sekä Suomen rehevöityneille järville toteutettuja kunnostusmenetelmiä.

Työssä tehdään case-tarkastelu Lahden Tuomistonrannalle. Lahden Tuomistonranta sijaitsee Vesijärven rannalla, joka on ekologiselta tilaltaan tyydyttävässä kunnossa (Vaikuta vesiin 2021). Case-tarkastelun tavoitteena on tunnistaa Lahden Tuomistonrannalle sopivat kunnostusmenetelmät rehevöitymisen poistamiseksi ja vähentämiseksi kirjallisuuskatsaukseen perustuen. Kunnostusmenetelmien valinnassa huomioidaan, että kyseessä on rehevöityneen rannan kunnostaminen koko järven sijaan. Työn lopussa verrataan Tuomistonrannalle soveltuvia kunnostusmenetelmiä Tuomistonrannan kunnostussuunnitelman kanssa ja tarkastellaan, onko kunnostussuunnitelmassa otettu huomioon kaikki Tuomistonrannalle soveltuvat kunnostustoimet.

## 2 REHEVÖITYMINEN

Rehevöitymisellä tarkoitetaan kasvien ravinteiden kertymistä vesistöihin ihmisten toiminnan seurauksena (Sarvilinna & Sammalkorpi 2010, 11). Yleisimpiä rehevyyttä aiheuttavia ravinteita, typpeä ja fosforia, päätyy vesistöihin sekä piste- että hajakuormituksen lähteistä (Ympäristö.fi 2013f). Ranta- ja vesikasvillisuuden sekä planktonin määrän lisääntyminen, veden laadun heikkeneminen ja kalaston muuttuminen särkikalavaltaiseksi ovat rehevöitymisestä johtuvia seurauksia. Rehevöitymisellä on myös heikentävä vaikutus järven ekologiseen tilaan sekä virkistyskäyttöön. (Sarvilinna & Sammalkorpi 2010, 11.) Lyytimäen ja Hakalan (2008, 48) mukaan rehevöitymisellä voi olla myös kasvihuoneilmiötä voimistava seuraus, sillä hapettomissa oloissa hajoamisen seurauksena syntyy voimakasta kasvihuonekaasua, metaania.

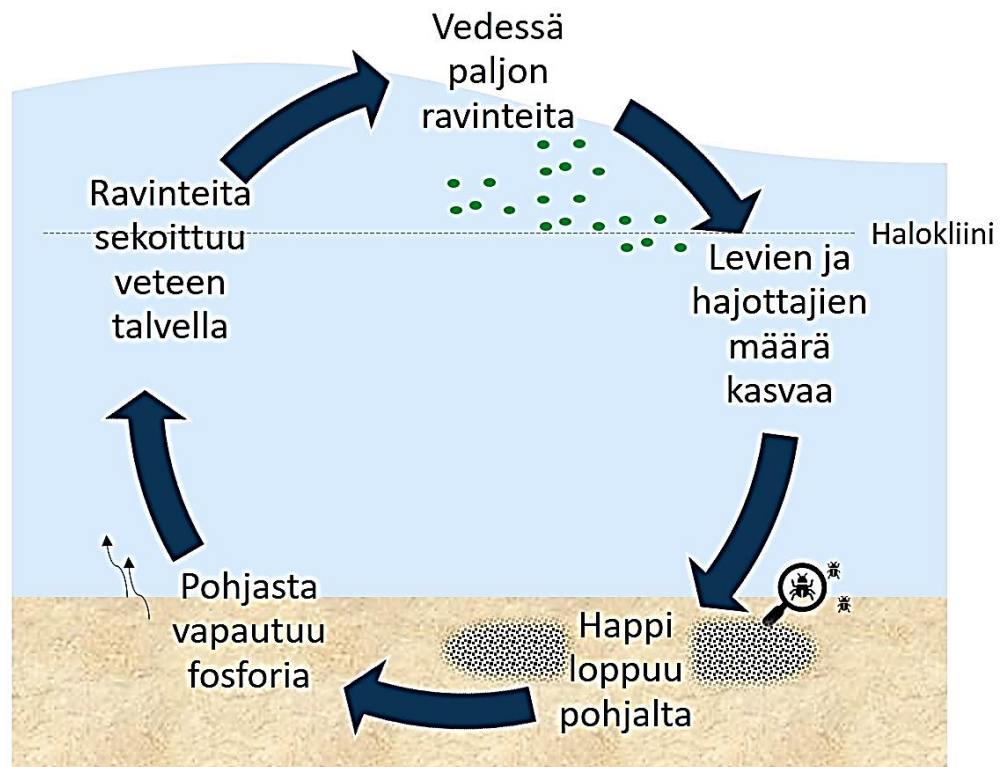
Rehevöitymistä esiintyy runsaasti matalissa järvissä sekä taajama- ja viljelyalueilla sijaitsevilla järvissä (Ympäristö.fi 2013c). Rehevöitymisen merkkejä ovat leväkukinnat ja levien määrän kasvu, vesikasvien ja -lintujen määrän ja lajiston muuttuminen, veden samentuminen ja värin muuttuminen, kalaston muuttuminen, kalaverkkojen ja rantakivien limoittuminen, hajuhaitat sekä veden käyttäjien terveyshaitat (Sarvilinna & Sammalkorpi 2010, 11).

### 2.1 Ulkoinen ja sisäinen kuormitus

Järven ulkoisella kuormituksella tarkoitetaan järveen ulkopuolelta saapuvia ravinteita. Ulkoinen kuormitus muodostuu järven valuma-alueelta tulevasta vedestä ja sen sisältämästä orgaanisesta aineesta ja ravinteista, jätevesikuormituksesta sekä ilmalaskeumasta. (Eloranta 2005, 23–24.) Suurin osa järveen kulkeutuvasta ravinne- ja kiintoainekuormituksesta johtuu ihmisten toiminnan seurauksena tulevista päästöistä (Mattila 2005, 137).

Sisäinen kuormitus on pohjasedimenttiin sitoutuneiden ravinteiden uudelleen vapautumista veteen. Kyseessä on noidankehä, jossa rehevöityminen ruokkii itse itseään. (Ympäristö.fi 2013c.) Kuvassa 1 on esitetty sisäisen kuormituksen kiertokulku vedessä. Pohjan hapettomuus on merkittävin sisäisen kuormituksen aiheuttaja (Ympäristö.fi 2013c). Muita sisäistä kuormitusta ylläpitäviä ja rehevöitymistä edistäviä tekijöitä ovat liian suuri pohjassa elävien

särkikalojen kanta sekä muut kalaston rakenteen muutokset (Sarvilinna & Sammalkorpi 2010, 12).



**Kuva 1.** Sisäinen kuormitus vedessä. (Itämeri.fi 2020)

Valuma-alueen koko, maankäyttö sekä veden viipymä järvestä vaikuttavat järveen tulevan kuormituksen määrään. Valuma-alueelta tulevan ulkoisen kuormituksen vähentäminen on järven tilan parantamisen tärkein toimenpide. Vaikka ulkoista kuormitusta saataisiin vähennettyä merkittävästi, sisäinen kuormitus voi pitää järven rehevöitymistä yllä (Sarvilinna & Sammalkorpi 2010, 10–12). Sisäistä kuormitusta on kuitenkin vaikeampi arvioida ulkoiseen kuormitukseen verrattuna, sillä sisäisessä kuormituksessa veden ja sedimentin välinen aineiden virtaus on kaksisuuntainen. Ulkoisessa kuormituksessa aineiden virtaus on puolestaan yksisuuntainen eli aineet kulkeutuvat ulkoisesta kuormituslähteestä veteen päin. (Eloranta 2005, 25.)



## 2.2 Hajakuormitus ja pistekuormitus

Järviin päätyvät ravinteet ovat seurausta piste- ja hajakuormituslähteistä. Hajakuormitus aiheuttaa suurimman osan järviin tulevista ravinnekuormista (Sarvilinna & Sammalkorpi 2010, 10). Merkittävämpiä hajakuormituksen lähteitä ovat luonnonhuuhtouma ja laskeuma, peltoviljely, karja- ja metsätalous, turvetuotanto sekä haja- ja vapaa-ajanasutus. Hajakuormitusta pyritään vähentämään estämällä kuormituksen synty sekä pitämällä syntyvä kuormitus mahdollisimman lähellä sen syntypaikkaa (Mattila 2005, 140–142).

Pistekuormituksen lähteitä ovat jätevedenpuhdistamot, yksittäiset tuotantolaitokset sekä maatalouden tuotantoyksiköt. (Sarvilinna & Sammalkorpi 2010, 10.) Pistekuormitusta on pystytty vähentämään merkittävästi, sillä pistekuormituksesta syntyvät haitat ovat näkyvämpiä verrattuna hajakuormitukseen. Pistekuormituksen lähteiden päästömääristä on monilta vuosilta tietoa, mikä myös auttaa päästöjen kartoittamisessa. Pistekuormituksen päästötiedot perustuvat mittauksiin ja ovat siksi varmempia verrattuna hajakuormituksen päästötietoihin, jotka ovat laskennallisia. Vaikka pistekuormitusta on pystytty vähentämään, koituu siitä edelleen paikallisia haittoja järviin. (Lyytimäki & Hakala 2008, 52.)

Vuonna 2019 Suomen vesien fosforin kokonaiskuormitus oli yhteensä 3 537 t/a. Pistemäisen kuormituksen osuus fosforin kokonaiskuormituksesta oli 342 t/a ja hajakuormituksen osuus 2 880 t/a. Samana vuonna Suomen vesien typen kokonaiskuormitus oli 69 816 t/a. Tästä pistemäisen kuormituksen osuus oli 14 016 t/a ja hajakuormituksen osuus 45 400 t/a. Jäljelle jääneet fosforin ja typen kuormitukset olivat peräisin ilmaperäisestä laskeumasta. (Ympäristö.fi 2013f.)

## 2.3 Ilmastonmuutoksen vaikutus rehevöitymiseen

Ilmastonmuutoksen seurauksena sademäärät lisääntyvät ja veden lämpötilassa sekä vedessä elävissä lajeissa tapahtuu muutoksia. Sademäärien odotetaan lisääntyvän erityisesti talvella ja keväällä, jolloin syntyy suurempia valumia. Suuremmat valumat lisäävät eroosiota sekä ravinteiden huuhtoutumista vesiin, minkä seurauksena syntyy rehevöitymistä. Myös ilman

lämpötilan ja kasvihuonekaasupitoisuuksien nousu ovat seurausta ilmastonmuutoksesta. Lisäksi järvien historialla voi olla merkitystä siinä, miten ne reagoivat ilmastonmuutokseen ja sitä kautta rehevöitymiseen. (Dokulil & Teubner 2014, 9–11.)

Ilman lämpötilan nousun myötä myös veden pintalämpötila nousee, jolloin siitä on haittaa kylmän veden kaloille. Kylmän veden kalat, kuten lohikalat ja made, joutuvat hakeutumaan yhä syvemmälle järveen, mikä saattaa kuitenkin estyä happikadon takia. Lämpötilan nousu lisää kasviplanktonin tuotantoa järvissä ja kohonnut lämpötila voimistaa järven kerrostuneisuutta. Nämä sekä lisääntyneen sademäärän runsas ravinteiden huuhtoutuminen lisäävät järven perustuotantoa ja kuluttavat happea, minkä seurauksena järvi rehevöityy ja kylmän veden kalat kärsivät. Lämpimän veden kalat, kuten särkikalat ja kuha, puolestaan hyötyvät ilmastonmuutoksesta ja siitä johtuvasta veden pintalämpötilan noususta. (Tolvanen & Luukkonen 2011, 118–119.)

### **3 REHEVÖITYNEEN JÄRVEN KUNNOSTUSTOIMENPITEET**

Rehevöityneen järven kunnostusprosessi on usein pitkäaikainen ja vaatii jatkuvia toimia. Monen rehevöityneen järven tapauksessa joudutaan tekemään myös uusia tai täydentäviä toimenpiteitä järven kunnostamiseksi. Järven ominaisuudet sekä kunnostustavoille aiheutuvat rajoitukset ovat tärkeitä tietää, kun suunnitellaan kunnostusohjelmaa ja valitaan sopivia kunnostusmenetelmiä. (Lehtoranta 2005, 11.) Usein onkin hyödyllistä käyttää montaa eri menetelmää järven kunnostamiseen parhaimman lopputuloksen saamiseksi. (Lyytimäki & Hakala 2008, 68).

Järven tilan muuttuessa ja tutkimustiedon karttuessa kunnostussuunnitelmat ja tavoitteet tulee tarkistaa, sillä ne voivat muuttua kunnostusprosessin aikana. Kunnostuksen aikana myös ihmisten arvot ja mielipiteet voivat vaihtua, millä on vaikutusta kunnostussuunnitelmiin ja -toimenpiteisiin. (Lehtoranta 2005, 11.) Tässä luvussa esitellään erilaisia rehevöityneiden järvien kunnostusmenetelmiä ja sekä toteutuneita että meneillään olevia hankkeita rehevöityneiden järvien kunnostamiseen.

#### **3.1 Ulkoisen kuormituksen vähentäminen**

Elorannan (2005, 25) mukaan ulkoinen kuormitus on suurimmillaan kevätkierron aikaan. Ulkoisen kuormituksen vähentäminen on edellytys järvien toipumiselle. Kuormitus tulee saada riittävän pieneksi esimerkiksi maatalouden vesiensuojelun, haja-asutuksen päästöjen puhdistamisen tai pistemäisten päästölähteiden tehokkaamman puhdistamisen avulla. (Lyytimäki & Hakala 2008, 66.) Tässä osiossa esitellään toimenpiteitä ulkoisen kuormituksen vähentämiseksi.

##### **3.1.1 Suojavyöhyke**

Suojavyöhyke on vesistön ja pellon tai rakennetun alueen välille rakennettu kaista, jonka tarkoituksena on estää ravinteiden ja torjunta-aineiden kulkeutumista vesiin sekä vähentää eroosiota. Suojavyöhyke voi helpottaa peltoalueen viljelyä, elävöittää maatalousmaisemaa

sekä lisätä lajirunsautta ja maiseman monimuotoisuutta. Myös uomien liettymistä ja kunnossapitotarvetta voidaan ehkäistä suojavyöhykkeellä. (Ympäristö.fi 2014c.) Suojavyöhykettä ei saa lannoittaa eikä käsitellä torjunta-aineilla, jotta vältetään ylimääräisten ravinteiden ja torjunta-aineiden synty sekä niiden kulkeutuminen veteen. (Lyytimäki & Hakala 2008, 306.)

### **3.1.2 Laskeutusallas**

Laskeutusallas on laskuojan yhteyteen kaivettu allas, johon ohjataan valuma-alueen vedet. Laskeutusaltaan tarkoituksena on poistaa valumaveteen sitoutuneita ravinteita ja kiintoaineita. Laskeutusaltaan toimintaperiaatteena on kiintoaineen laskeutuminen altaan pohjalle veden virtausnopeuden pienentyessä. (Ympäristö.fi 2014b.) Kun vesi viipty pitkän aikaa altaassa, pienimmätkin partikkelit ehtivät laskeutua altaan pohjalle, jolloin laskeutusallas toimii tehokkaammin. Parhaat paikat laskeutusaltaan rakentamiselle ovat ojien ja purojen notkelmat. (Mattila 2005, 146.)

### **3.1.3 Kosteikko**

Kosteikko on vesistön osa tai alue, joka on veden peitossa suuren osan vuodesta. Kosteikon tarkoituksena on pidättää kiintoaineita sekä ravinteita, jolloin se vähentää järven rehevöitymistä. Muita kosteikon hyötyjä ovat virtaamien tasaaminen, suojan ja ravinnon tarjoaminen monille eliölajeille sekä maiseman ja luonnon monipuolistaminen. (Ympäristö.fi 2014a.)

Kiteenjärven rantaan on suunnitteilla rakentaa hulevesikosteikko, jonka tarkoituksena on estää veden mukana tulevien kiintoaineiden kulkeutuminen järveen. Kiteenjärvi on matala ja rehevöitynyt valuma-alueelta tulevan ravinnekuorman vuoksi. Rehevöitymistä on myös edistänyt kaupunkialueelta järveen kulkeutuvat sade- ja sulamisvedet. (Kitee 2019.)

### **3.1.4 Säätosalaojitus**

Säätosalaojituksessa vettä, jota käytetään kasvukauden aikana, säädellään erilaisten kaivojen ja patojen avulla. Näin kaikkea pellolta valuvaa vettä ei ohjata pois, vaan sitä voidaan varastoida kuivien kausien varalle, jolloin veteen liuenneet ravinteet eivät päädy rehevöittämään järviä. (Lyytimäki & Hakala 2008, 306.) Säätosalaojituksen tavoitteena on pellon vesitalouden parantaminen kasvukauden aikana, kastelutarpeen pienentäminen sekä peltoalueelta poistuvan veden kokonaismäärän vähentäminen (Mattila 2005, 144).

## **3.2 Sisäisen kuormituksen vähentäminen**

Pienissä järvissä sisäisen kuormituksen tason kasvaminen näkyy nopeampana rehevöitymisenä verrattuna vesitulavuudeltaan suurikokoisiin järviin, jotka voivat sietää ravinnekuormituksen lisääntymistä ilman näkyviä haittoja pitkänkin ajan (Ympäristö.fi 2013c). Sisäinen kuormitus vaihtelee suuresti vuodenaikojen mukaan. Samassa järvessä sisäisen kuormituksen määrä ja merkitys voivat myös vaihdella esimerkiksi hapettoman kauden keston mukaan. (Eloranta 2005, 25.) Tässä osiossa esitellään erilaisia menetelmiä sisäisen kuormituksen vähentämiseksi.

### **3.2.1 Sisäisen kuormituksen hyödyntäminen**

Keinot rehevöitymisen estämiseksi liittyvät yleensä sisäisen kuormituksen hillitsemiseen, mutta uutena kunnostusmenetelmänä on tullut sisäisen kuormituksen hyödyntäminen. Menetelmän tarkoituksena on parantaa rehevöityneen järven tilaa ja tehostaa ravinteiden kiertäystä. Uudessa menetelmässä rannalle sijoitettuun ravinnesuodattimeen pumpataan runsasravinteista alusvettä, joka johdetaan takaisin järveen esimerkiksi kosteikon kautta. Menetelmän seurauksena sedimentin fosforivarat pienentyvät, järvi alkaa karuuntua ja poistettava fosfori saadaan talteen. (Päijät-Hämeen Vesijärvisäätiö.)

Sisäisen kuormituksen hyödyntämistä on kokeiltu Lahden Kymijärvellä. Alusvesisuodatusta tehtiin kolmena peräkkäisenä kesänä, jolloin alusveden kokonaisfosforista saatiin poistettua noin 80 % ja liukoisesta fosforista noin 90 %. Menetelmän käyttö on pitkäikäinen ja sen

käyttöä jatketaan edelleen Kymijärvellä. Menetelmää pyritään myös jatkokehittämään sekä järvikunnostuksen että kiertotalouden näkökulmasta. (Päijät-Hämeen Vesijärvisäätiö 2020.)

### 3.2.2 Ruoppaus

Ruoppauksella tarkoitetaan pohjasedimentin tai muun maa-aineksen poistamista vesialueen pohjasta. Ruoppauksen tavoitteena voi olla järven vesisyvyyden ja -tilavuuden lisääminen, kasvillisuuden sekä veden ja sedimentin välisen ravinnekierron vähentäminen tai myrkyllisten aineiden poistaminen järvestä. (Viinikkala et al. 2005, 211.)

Ruoppaus saattaa vaikuttaa negatiivisesti mataliin rantoihin, sillä matalat rannat ja niihin liittyvät tulva-alueet ovat monien lajien monimuotoisia elinympäristöjä. Useat lajit voivat kärsiä tai jopa kadota kokonaan ruoppauksen takia. Ruoppaustoimenpiteet voivat aiheuttaa myös veden samentumista, kalojen kutualueiden tuhoutumista, ravinteiden vapautumista pohjasedimentistä veteen, maiseman rumentumista sekä alueiden syöpymistä ja sortumista. (Ympäristö.fi 2013d.) Ruoppauksella voi myös olla häiritsevä vaikutus naapureihin ja muihin järven käyttäjiin (Sarvilinna & Sammalkorpi 2010, 56).

Massamäärältään yli 500 m<sup>3</sup>:n kokoiseen ruoppaamiseen tarvitaan aina lupa aluehallintovirastolta (AVI). Enintään 500 m<sup>3</sup> tai pienemmältä ruoppausmassamäärältä riittää ilmoitus elinkeino-, liikenne- ja ympäristö -keskukselle (ELY-keskus) sekä vesialueen omistajalle, ja ilmoitus on tehtävä vähintään 30 vuorokautta ennen ruoppauksen aloittamista. (Ympäristö.fi 2013d.)

Etelä-Pohjanmaalla sijaitsevalla Alavudenjärvellä on edelleen käynnissä ruoppaustoimenpiteet ja ruoppausta toteutetaan kahdessa kohtaa Alavudenjärveä. Ruoppaukset toteutetaan talvella jään päältä kuivatyönä, jolloin pyritään estämään mahdollinen veden samentuminen ruoppauksen seurauksena. (JPnews 2021.)

### 3.2.3 Hapetus

Hapetuksella tarkoitetaan järven koko vesimassan tai alusveden happipitoisuuden lisäämistä. Hapetus voidaan toteuttaa liuottamalla happea ilmasta tai happisäiliöstä veteen, johdattamalla hapekasta vettä vähähappiseen pohjaveteen tai lisäämällä happea veteen kemikaalina. (Lappalainen & Lakso 2005, 153.) Pohjan läheisyydessä tehtävällä happipitoisuuden parantamisella voidaan estää happikatojen syntymistä sekä hillitä fosforin liukenemistä pohjasedimentistä veteen (Ympäristö.fi 2013a).

Hapetus on ollut jo pitkään käytössä Tuusulanjärvellä, jossa hapetus on tehty Mixox-pumppujen avulla useita kertoja. Mixox-pumppujen avulla pyrittiin lisäämään järven kiertoherkyyttä sekä rikkomaan järven lämpötilakerrostuneisuus, ettei alusveden happipitoisuus pääse laskemaan liian alas. Tuusulanjärven tavoitteena oli pitää veden happipitoisuus ympärivuotisesti yli 2 mg/l arvossa, lieventää veden kerrostuneisuutta sekä ehkäistä kesäaikaista happikatoa. Näissä tavoitteissa Tuusulanjärvi onnistui, ja hapetusta tulisi edelleen jatkaa järven sisäisen kuormituksen estämiseksi. (Heitto & Saarijärvi 2010.)

### 3.2.4 Vesikasvillisuuden poisto

Vesikasvillisuuden poistolla tarkoitetaan kasvien irrottamista niiden kasvupaikalta leikkaamalla tai ruoppaamalla sekä irrotetun kasvimassan poistamista vedestä. Yleensä vesikasvillisuuden poiston tavoitteena on virkistyskäytön parantaminen, mutta vesikasvien poisto voi myös parantaa vedenlaatua paikallisesti. Vesikasvillisuuden poistoon käytettäviä menetelmiä ovat vesikasvien niitto, raivausnuotta, ruoppaus, haraus, kasvualustan peittäminen, vedenpinnan nosto, kalkitus, jäätyminen hyödyntäminen sekä kelluvien kasvustojen hinaaminen rantaan. (Kääriäinen & Rajala 2005, 255–260.)

Vesikasvillisuuden poistosta voi aiheutua tilapäistä veden samentumista ja planktonlevien määrä voi kasvaa merkittävästi. Runsaan vesikasvillisuuden poistamisen seurauksena lintujen ja kalojen elinolot heikentyvät. Vesikasvien poistosta voi aiheutua myös meluhaittaa. (Kääriäinen & Rajala 2005, 265–266.) Koneellisesta vesikasvien poistosta tulee tehdä ilmoi-

tus ELY-keskukselle sekä vesialueen omistajalle 30 vuorokautta ennen toteutusta. Laaja vesikasvien niitto voi tarvita luvan myös AVI:lta. Suojelualueella toteutettava niitto tulee suunnitella yhdessä viranomaisten kanssa. (Ympäristö.fi 2013e.)

Monen Pirkanmaan rehevöityneen järven umpeenkasvua, järvien virtausta sekä virkistyskäyttöä on parannettu vesikasvien niitolla. Niittoa on toteutettu muun muassa Lempäälän Mäyhäjärvellä, Pälkäneen Pitkäjärvellä, Ylöjärven Karhejärvellä ja Tampereen Teiskon Kaletonjärvellä. Kaletonjärven niittoa on toteutettu kyläläisten yhteisvoimin koko 2000-luvun ajan. (Huovinen 2018.)

### **3.2.5 Järven vedenpinnan nosto**

Järven vedenpinnan noston tarkoituksena on parantaa matalan järven käyttökelpoisuutta. Vedenpinnan noston seurauksena vesikasvillisuus vähenee, jolloin järven umpeenkasvu hidastuu ja rantojen virkistyskäyttömahdollisuudet parantuvat. Vedenpinnan noston myötä järven vesitilavuus kasvaa, minkä seurauksena talven aikainen happitilanne järvessä saattaa parantua. (Sarvilinna & Sammalkorpi 2010, 57.)

Vuonna 1991 Euran Koskeljärvellä nostettiin keskivedenkorkeutta 30 senttimetriä, jolloin järven keskisyvyudeksi saatiin 3,2 metriä. Vedenpinnan noston seurauksena vedenkorkeuden vaihteluväli pieneni, mikä vähensi rantaan kohdistuvaa eroosiota. Vedenpinnan noston myötä myös järven happitilanne parani, ravinteiden määrä laski ja järven kala-, lintu- ja kasvillisuuslajistoissa tapahtui muutoksia. (Sydänoja et al. 2004, 7, 52–53.)

### **3.2.6 Ravintoketjukurinnot**

Ravintoketjukurinnot eli biomanipulaatiolla vähennetään runsasta särkikalakantaa tehokalastuksen avulla. Ravintoketjukurinnotukseen voi kuulua myös petokalojen istutuksia, kalojen elinympäristön hoitoa sekä kalastuksen ohjausta. Ravintoketjukurinnotus on tärkeä toimenpide rehevöityneen järven kunnostamisessa, sillä riittävällä särkikalaston vähentämisellä voidaan parantaa järven näkösyvyyttä sekä vähentää sisäisen fosforikuormituksen ja



leväkukintojen määrää. (Ympäristö.fi 2013b.) Ravintoketjukurpennostus soveltuu järviin, jotka aikaisemman ulkoisen kuormituksen vaikutuksesta ovat rehevöityneet, ja joiden tila ei ole merkittävän ulkoisen kuormituksenkaan jälkeen parantanut (Sammalkorpi & Horppila 2005, 169).

Pudasjärvellä sijaitsevalla Saunajärvellä on tehty vuosina 2001–2003 särkikalaston tehokalastusta. Tehokalastuksen myötä järven sisäinen kuormitus sekä klorofyllipitoisuuden ja sinileväkukintojen määrät vähenivät merkittävästi. Tehokalastus lisäsi myös ahvenkannan määrää järvessä. (Sarvilinna & Sammalkorpi 2010, 54.)

### **3.2.7 Fosforin kemiallinen saostus**

Fosforin kemiallisen saostuksen tarkoituksena on alentaa vesimassan fosforipitoisuutta sekä vähentää vesimassan ja sedimentin välillä tapahtuvaa fosforin kiertoa. Fosforin saostuksessa kemikaalien avulla sidotaan järven vesimassassa fosforia pohjasedimenttiin sekä pyritään parantamaan sedimentin ominaisuuksia fosforin sitomisessa. (Oravainen 2005, 191.) Kemikaaleina käytetään rauta- ja alumiiniyhdisteitä. Fosforin saostus soveltuu pienehköjen, voimakkaasti rehevöityneiden järvien kunnostamiseen, joihin ei kohdistu merkittävää ulkoista kuormitusta. (Sarvilinna & Sammalkorpi 2010, 58.)

Kaarinan Littoistenjärveen ruiskutettiin pari sataa tonnia polyalumiinikloridia fosforipitoisuuden alentamiseksi. Kemikaalipuhdistus onnistui, sillä järvi muuttui kirkkaaksi kertaheittolla eli fosforin pitoisuus laski. Fosforin saostuksen seurauksena syntyi pieni määrä kala-kuolemia, mikä on tyypillistä kyseiselle menetelmälle. Myös valon määrä on paljon suurempi kirkkaassa vedessä, mikä voi johtaa vesikasvien määrän lisääntymiseen järvessä. (Sullström 2017.)

### **3.2.8 Järven tilapäinen kuivattaminen**

Järven tilapäisessä kuivattamisessa järvi tyhjennetään joko kokonaan tai osittain tietyksi ajaksi. Menetelmän tarkoituksena on matalan järven pehmeän pohjasedimentin tiivistäminen

ja kiinteyttäminen. Järven tilapäinen kuivattaminen kuivatyönä mahdollistaa rantojen kunnostamisen ja pohjan sedimentin poistamisen. Vesitulavuuden kasvu, sedimentin hapettuminen ja särkikalojen väheneminen ovat seurausta järven tilapäisestä kuivattamisesta, ja niiden myötä vedenlaatu parantuu. (Lehmikangas 2005, 301, 306.)

Järven tilapäistä kuivattamista on pääosin käytetty Pohjois-Amerikassa, mutta sitä on myös kokeiltu Suomessa Merijärven Lahdenlammella. Lahdenlampi kuivattiin tilapäisesti kokonaan ja kuivattamisen tavoitteena oli tiivistää pohjasedimenttiä sen poistamisen helpottamiseksi. Sedimentti kaivettiin jäätyneen sedimenttikerroksen päältä kahden talven aikana. (Lehmikangas 2005, 303.)

### **3.2.9 Kipsaus**

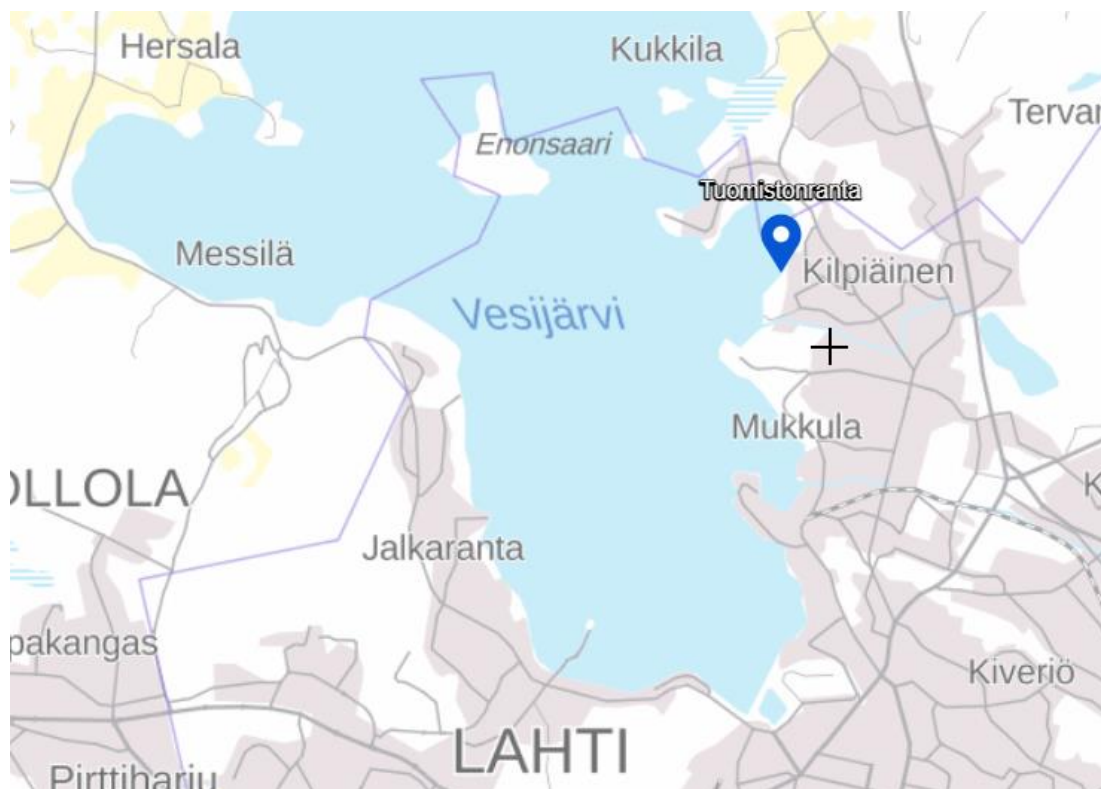
Kipsauksessa rautakipsi reagoi järven pohjasedimentin kanssa. Kipsauksella poistetaan vedestä kiintoainesta ja fosforia, minkä seurauksena vesi kirkastuu ja veden fosforipitoisuus alenee. Kipsaus myös vähentää sedimentissä tapahtuvaa hapenkulutusta, jolloin alusveden happipitoisuus saadaan nousemaan. Kipsausta käytetään usein muita järven kunnostusmenetelmiä täydentävänä menetelmänä. Kipsaus soveltuu parhaiten syvään järveen, jonka pohja on hapeton ja huonokuntoinen. Yleensä kipsausta on perusteellista käyttää järvissä, jotka sijaitsevat asutuksen keskellä ja joilla on merkittävä virkistyskäyttöarvo. (Varjo & Salonen 2005, 309, 313.)

## 4 CASE: LAHDEN TUOMISTONRANTA

Tässä osiossa esitellään Lahden Tuomistonranta alueena sekä tunnistetaan ja ehdotetaan parhaiten sopivat kunnostusmenetelmät rehevöityneen Tuomistonrannan kunnostamiseksi. Tuomistonrannan kunnostamisen tavoitteena on vedenlaadun parantaminen ja umpeenkasvun estäminen. Tuomistonrannan kunnostamisen myötä myös sen luonto-, käyttö- ja virkistysarvoja saadaan parannettua.

### 4.1 Tuomistonrannan taustaa

Lahden Tuomistonranta on Vesijärven rannalla sijaitseva ranta-alue. Vesijärven saastumisen ja rehevöitymisen takia Tuomistonranta on päässyt umpeen kasvamaan ja pajukoitumaan vuosikymmenien aikana. Rannan vesialue on matala ja aikoinaan myös ollut hiekkapohjainen. (Tuomiston Vesiyhdistys r.y. 2020.) Tuomistonrannan rantaviivan pituus on noin 175 metriä (Maanmittauslaitos 2021a) ja keskisyvyys 0,7 metriä (Maanmittauslaitos 2021b). Kuvassa 2 on esitetty Tuomistonrannan sijainti Vesijärvellä.



**Kuva 2.** Tuomistonrannan sijainti. (Maanmittauslaitos 2021a)

Tuomistonranta on yhteisranta omakotitaloalueen vieressä, ja rantaa onkin tähän asti hoidettu asukkaiden toimesta. Rantaan on rakennettu maalaituri ja sen jatkeeksi vielä vankka laituri. Ranta toimii myös venerantana ja kunnostuksen myötä Tuomistonrantaan on tarkoitettu lisätä soutuvenepaikkojen määrää. (Tuomiston Vesiyhdistys r.y. 2020.) Kuvassa 3 on esitetty ilmakuva rehevöityneestä Lahden Tuomistonrannasta.



**Kuva 3.** Lahden Tuomistonranta. (Maanmittauslaitos 2021 a)

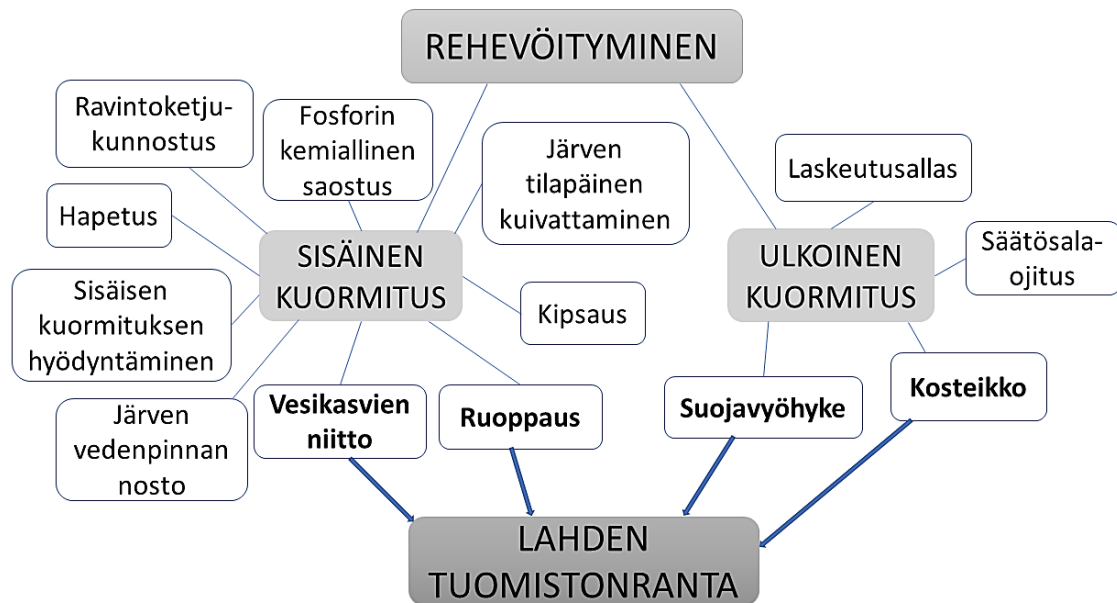
## **4.2 Sopivien menetelmien tunnistaminen**

Tuomistonranta on vain osa Vesijärveä, mikä tulee huomioida kunnostusmenetelmien valinnassa. Tarkoituksena on valita sellaiset menetelmät, joilla voidaan kunnostaa ranta-alue eikä koko järveä. Kunnostuksen tavoitteena on poistaa ylimääräinen vesikasvillisuus ja pajukot, jotta umpeenkasvu saataisiin poistettua ja estettyä. Kunnostuksessa pyritään myös poistamaan veden orgaanista ainesta ja parantamaan sekä vedenpohjan- että vedenlaatua. Taulukossa 1 on esitetty kunnostusmenetelmien sopivuus perusteluineen Tuomistonrannalle.

**Taulukko 1.** Kunnostusmenetelmien sopivuus Tuomistonrannalle.

<b>Menetelmä</b>	<b>Sopii</b>	<b>Ei sovi</b>	<b>Perustelut</b>
Suojavyöhyke	x		Muutama oja ja puro lähistöllä
Laskeutusallas		x	Suurempi laskuoja ei merkittävän lähellä
Kosteikko	x		Saa tehtyä rannan yhteyteen
Säätösalaajitus		x	Pelto ei merkittävän lähellä
Sisäisen kuormituksen hyödyntäminen		x	Uusi menetelmä: koskee koko järveä
Ruoppaus	x		Sopii rannan kunnostamiseen: vedensyvyyden kasvattaminen
Hapetus		x	Koskee koko järveä
Vesikasvillisuuden poisto	x		Ranta-alueen vesikasvillisuuden poistaminen: umpeenkasvun estäminen
Järven vedenpinnan nosto		x	Koskee koko järveä
Ravintoketjukuristutus		x	Koskee koko järveä
Fosforin kemiallinen saostus		x	Koskee koko järveä
Järven tilapäinen kuivattaminen		x	Koskee koko järveä
Kipsaus		x	Koskee koko järveä, muita menetelmiä täydentävä

Menetelmien sopivuuden perusteella Tuomistonrannalle on valittu sen kunnostamiseen ehdotetut menetelmät, jotka on esitetty kuvassa 4. Rehevöityminen on seurausta sekä sisäisen että ulkoisen kuormituksen lähteistä, ja niiden vähentämiseen on olemassa monia eri menetelmiä. Sisäistä kuormitusta voidaan vähentää ruoppauksella ja vesikasvien niitolla ja ulkoista kuormitusta kosteikolla sekä suojavyöhykkeellä.



**Kuva 4.** Lahden Tuomistonrannalle ehdotetut kunnostusmenetelmät.

#### 4.2.1 Ruoppaus

Ranta-alueen ruoppaus toteutetaan yleensä pienruoppauksena ja ruoppausmenetelmäksi suositellaan yleisintä, kaikille maalajeille soveltuvaa kauharuoppausta. Pienruoppauksessa työskentely tapahtuu rannalta tai matalan veden alueelta, jolloin sitä voidaan pitää teknisesti melko yksinkertaisena toimenpiteenä. Pienruoppauksella voidaan kunnostaa uimarantoja ja parantaa niiden virkistyskäyttöä, poistaa vesikasvillisuutta, vähentää veden ja sedimentin välistä ravinnekiertoa, rakentaa laitureita ja veneväyliä, veneiden pitopaikkoja sekä niiden nosto- ja laskurakenteita. (Viinikkala et al. 2005, 213, 224.)

Töiden ajoituksella on mahdollista vähentää ruoppauksesta aiheutuvia haittoja. Keväisin tulee välttää häiritsemästä lintujen pesintä- ja kalojen kutuaikoja, sillä pahimmassa tapauksessa veden samentuminen voi estää kalojen kudun kokonaan. Kesäisin ruoppauksesta voi

aiheutua haittaa naapurikiinteistöille, ja ruoppaus voi häiritä järven virkistyskäyttöä. Rannan ruoppaus on myös mahdollista toteuttaa talvella jään päältä rannan ollessa jäässä, jolloin paremman kantavuuden ansiosta kaivukone pystyy työskentelemään laajemmalla alueella. Talvella ruopatessa saadaan vähennettyä ruoppauksen aiheuttamia ympäristövaikutuksia, ja on siksi paras ajankohta ruoppaukselle. Kesäisin toteutettavista pienistä ruoppauksista on sovittava aina naapureiden kanssa. (Viinikkala et al. 2005, 223–224.)

Ruoppaus on mahdollista toteuttaa myös kuivatyönä. Viinikkala et al. (2005) mukaan ei varsinaisesti puhuta enää ruoppauksesta, koska massoja ei poisteta veden alta. Kuivatyön tarkoituksena on alentaa järven vedenpintaa tai tyhjentää järvi tilapäisesti kokonaan. Pohjan ja samalla myös sedimentin kuivuminen helpottaa sedimentin kaivamista ja sen massamäärä pienenee. Pohjan ollessa näkyvissä myös mahdollisten lisärakenteiden, kuten suodatinkankaiden ja pohjahiekan, asentaminen on helpompaa. (Viinikkala et al. 2005, 215–216.)

Ruoppaus soveltuu hyvin matalalle ranta-alueelle. Ruoppauksen avulla Tuomistonrannasta saadaan poistettua ylimääräistä vesikasvillisuutta sekä parannettua pohjanlaatua poistamalla sedimenttiä pohjasta. Samalla rannan vedensyvyyyttä saadaan kasvatettua ja rannan käyttökelpoisuus paranee ruoppauksen myötä. Ruoppauksen jälkeen asentamalla pohjaan suodatinkangas ja hiekkaa pohjasta saadaan jälleen rannalle tyypillinen hiekkapohja. Kuivatyönä toteutettava ruoppaus ei ole paras mahdollinen keino Tuomistonrannan kunnostamiseen, sillä kuivatyönä tehtävä ruoppaus vaatisi koko järven vedenpinnan alentamista tai järven tyhjentämistä kokonaan. Tuomistonrannan tapauksessa kyseessä on vain ranta-alueen kunnostaminen, joten kuivatyönä tehtävä ruoppaus ei ole ideaalinen kunnostusvaihtoehto.

#### **4.2.2 Vesikasvien niitto**

Vesikasvien niiton, joka on tavallisimmin käytetyin vesikasvien poiston menetelmä (Sarvlinna & Sammalkorpi 2010, 50), tarkoituksena on poistaa vesikasvit leikkaamalla ne mahdollisimman läheltä pohjaa. Niitto toteutetaan yleensä matalilla vesialueilla tai kauttaaltaan matalissa järvissä, jolloin liian suuri vesisyvyys ei pääse rajoittamaan työskentelyä. (Kääriäinen & Rajala 2005, 257.)

Vesikasvien niitto kannattaa toteuttaa silloin, kun kasvien ravinnemäärä on versoissa suurimmillaan ja juuristoissa pienimmillään. Kasvukauden lopulla verson sisältämät ravinteet ovat ehtineet varastoitua juuriin seuraavaa kasvukautta varten, joten niiton tekeminen kasvukauden lopussa ei ole hyödyllistä. Myös siementen avulla lisääntyvät kasvit ehtivät kasvattaa siemenpankkia ja varmistaa kasvustonsa uusiutumisen seuraavalle kasvukaudelle, jos niitto toteutetaan liian myöhään. (Kääriäinen & Rajala 2005, 262.)

Jos niitto toteutetaan vain kerran kesässä, kannattaa se tehdä heinäkuun puolesta välistä elokuun puoleen väliin ajoittuvalla ajanjaksolla. Jos tarkoituksena on niittää useamman kerran kesässä, ensimmäinen niitto tulee toteuttaa juuri ennen kasvien kukkimista kesäkuun loppupuolella ja muut niitot 3–4 viikon kuluttua aina edellisestä niitosta. Yhden kesän kerran tehdystä niitosta ei ole yleensä hyötyä, vaan niittoja suositellaan tehtäväksi vähintään kolmen kesän ajan. Mahdollisuuksien mukaan ensimmäisenä kesänä kannattaa niittää kaksi kertaa, toisena kesänä kerran ja sen jälkeen tarpeen mukaan. (Kääriäinen & Rajala 2005, 262.)

Umpeenkasvaneelle, pajukoituneelle ja matalalle Tuomistonrannalle vesikasvien niitto on merkittävä kunnostusmenetelmä liiallisen vesikasvillisuuden poistamiseksi. Tuomistorannalla niitot kannattaisi toteuttaa useamman kesän aikana, jotta siitä saataisiin paras mahdollinen hyöty. Niitoissa tulee myös huomioida kasvien kasvukausi sekä ravinnemäärät parhaimman hyödyn saamiseksi. Vesikasvien niiton seurauksena Tuomistonrannan vedenlaatu voi myös parantua ja virkistyskäyttö lisääntyä.

### **4.2.3 Kosteikko**

Kosteikko on yksi tärkeimmistä valumavesien puhdistusmenetelmistä. Kosteikon avulla voidaan vähentää veteen kulkeutuvan kiintoaineen määrää ja pysäyttää jo veteen joutunut kiintoaines. Parhaat paikat kosteikon rakentamiselle ovat peltojen lähellä sijaitsevat valuma-alueet sekä ojien ja purojen notkelmat. (Mattila 2005, 146.) Kosteikko on myös mahdollista rakentaa osaksi vesistöä (Ympäristö.fi 2014a).



Kosteikko rakennetaan yleensä patoamalla tai kaivamalla, ja siihen tehdään hoidon kannalta merkittävät reuna- ja suoja-alueet. Kosteikkoon tehdään myös tyhjennettävissä oleva syvämpi vesialue, joka laskeuttaa kiintoainesta. Kosteikon yhteyteen on myös mahdollista tehdä alue, johon vesi voi varastoitua mahdollisissa tulvatilanteissa. (Ympäristö.fi 2014a.)

Kosteikko vaatii jatkuvaa kunnossapitoa, ja sitä tulee hoitaa säännöllisesti. Kosteikon vesikasvillisuutta hoidetaan niitoilla ja raivauksilla, ja umpeenkasvaneen kosteikon ranta- ja vesikasvillisuutta voidaan poistaa aukottamalla. Kosteikon altaaseen kertyvän lietteen määrää tulee seurata sekä poistaa ylimääräinen liete tarvittaessa. Myös rakenteita ja kunnossapitoa tulee tarkkailla ja mahdolliset viat, kuten romahtaneet reunat, korjata. (Ympäristö.fi 2014a.)

Tuomistonrannan lähettyvillä kulkee muutama oja ja puro, ja suurempi laskuoja kulkee hie-man kauempana rannasta. Näiden mukana kiintoainesta sekä ravinteita kulkeutuu Tuomistonrantaan, jolloin seurauksena tapahtuu rehevöitymistä. Myös rannan lähettyvillä sijaitsevalta omakotitaloalueelta kulkeutuu valumien mukana mahdollisesti hulevesiä Tuomistonrantaan. Kosteikolla saataisiin estettyä ja vähennettyä ravinteiden ja kiintoaineiden kulkeutumista veteen. Tuomistonrannan tapauksessa kosteikko olisi mahdollista tehdä rannan yhteyteen osaksi vesistöä.

#### **4.2.4 Suojavyöhyke**

Suojavyöhykkeellä saadaan vähennettyä maa-ainesten ja ravinteiden kulkeutumista veteen. Suojavyöhyke rakennetaan yleensä vesistön ja peltoalueen väliin, ja se on edullista rakentaa kalteville peltoalueille. Helposti sortuville rantapelloille suojavyöhykkeet ovat hyödyllisiä. Suojavyöhykkeiden tyypillisimpiä rakennuspaikkoja ovat liettyneet rannat sekä ranta-alueet, jotka toistuvasti jäävät tulvavesien alle. (Mattila 2005, 144.)

Suojavyöhykkeellä kasvaa viljelemätöntä ja pysyvää kasvillisuutta, joka lisää maiseman monimuotoisuutta ja lajien määrää (Ympäristö.fi 2014c). Suojavyöhykkeitä hoidetaan vesikasvien niitolla tai laiduntamalla, jotta suojavyöhyke toimisi tehokkaasti (Mattila 2005, 144).

Hieman kauempana Tuomistonrannasta on peltoalue, josta valumavesien mukana voi kulkeutua ravinteita ja kiintoainesta Tuomistonrantaan asti. Pellon ja Tuomistonrannan välissä on luonnonsuojelualuetta, joka mahdollisesti rajoittaa joidenkin kunnostusmenetelmien käyttöä (Blomberg 2020; Tuomiston Vesiyhdistys r.y. 2020). Luonnonsuojelualueille laaditaan hoito- ja käyttösuunnitelmat tarpeellisuuden mukaan (Ympäristö.fi 2017). Tuomistonranta hyötyisi suojavyöhykkeestä, sillä veteen kulkeutuvien ravinteiden määrä sekä eroosio vähenisivät. Luonnonsuojelualueelle rakennettaessa täytyy kuitenkin saada lupa aluetta hallinnoivalta viranomaiselta (Ympäristö.fi 2017).

## 5 JOHTOPÄÄTÖKSET JA KESKUSTELUA

Tuomistonrannan rehevyyden poistamiseksi on ehdotettu sekä sisäistä että ulkoista kuormitusta vähentäviä toimenpiteitä. Rannan ruoppaus ja vesikasvien niitto ovat sisäisen kuormituksen vähentämiseen soveltuvat menetelmät, jotka sopivat rannan kunnostamiseen. Ruoppaus soveltuu hyvin matalalle ranta-alueelle, ja siitä on Tuomistonrannalle monenlaista hyötyä. Ruoppauksen tavoitteena on puhdistaa Tuomistonrannan vedenpohjaa. Samalla on mahdollista poistaa myös vesikasvillisuutta sekä kasvattaa rannan vedensyvyyttä. Vesikasvien niitto sopii myös hyvin matalalle Tuomistonrannalle, minkä avulla saadaan ylimääräinen vesikasvillisuus poistettua rannasta sekä estettyä rannan umpeenkasvu. Muut sisäisen kuormituksen vähentämiseen liittyvät menetelmät koskevat koko järveä eivätkä siksi sovellu pelkästään ranta-alueen kunnostamiseen.

Tuomistonrannalle aiheutuvan ulkoisen kuormituksen määrää voidaan vähentää kosteikon tai suojavaoähykkeen avulla. Kosteikko voisi olla parempi vaihtoehto, sillä sen voi tehdä rannalle vesialueen yhteyteen. Kosteikolla saataisiin vähennettyä ravinteiden ja kiintoaineiden kulkeutumista veteen, jolloin ranta ei pääsisi rehevöitymään helposti. Kosteikko myös pidättäisi mahdolliset omakotitaloalueelta kulkeutuvat hulevesien ravinteet. Suojavaoähykkeellä on sama tarkoitus kuin kosteikolla eli vähentää ravinteiden ja kiintoaineiden kulkeutumista veteen. Suojavaoähykkeen sijoittaminen lähelle Tuomistonrantaa voi kuitenkin olla vaikeaa, sillä Tuomistonrannan vieressä sijaitsee omakotitaloalue sekä luonnonsuojelualue.

Tuomistonrannan vesiyhdistyksen laatimassa hakemuksessa ehdotettiin kunnostusmenetelmiksi ruoppausta ja vesikasvien niittoa (Blomberg 2020; Tuomiston Vesiyhdistys r.y. 2020), joihin myös tässä kandidaatintyössä päädyttiin. Hakemuksessa on arvioitu ruoppauksesta syntyvän massamäärältään ruoppausmassaa yhteensä noin 480 m<sup>3</sup> (Blomberg 2020; Tuomiston Vesiyhdistys r.y. 2020), jolloin ruoppauksesta ei tarvitse tehdä ilmoitusta AVI:lle. Ruoppauksesta tulee kuitenkin ilmoittaa ELY-keskukselle sekä vesialueen omistajalle. Vesikasvien niiton tapauksessa, jos niitto toteutetaan koneellisesti, tulee siitä myös ilmoittaa sekä ELY-keskukselle että vesialueen omistajalle. Tuomistonrannan hakemuksessa ei ole otettu huomioon ulkoista kuormitusta ja sen mukana kulkeutuvia ravinteita ja kiintoaineita. Tuomistonrannan suunnitelmassa ei kiinnitetty huomiota Tuomistonrannan vieressä sijaitsevaan

kosteikkoon (Blomberg 2020; Tuomiston Vesiyhdistys r.y. 2020). Tuomistonrannan tapauksessa voisi olla järkevää rakentaa kokonaan uusi kosteikko Tuomistonrannan lähetyville tai vaihtoehtoisesti laajentaa ja kunnostaa olemassa olevaa kosteikkoa. Suojavyöhykkeen rakentamista kannattaa myös harkita, sillä sisäisen kuormituksen vähentäminen ei riitä yksinään vähentämään ja poistamaan rehevöitymistä. Myöskään Tuomistonrannan vedenlaatu ei parane ilman ulkoisen kuormituksen vähentämistä.

Tuomistonrannan tarkastelu tehtiin rannan tämänhetkisen tilan perusteella. Tarkastelussa ei otettu huomioon muita mahdollisia rehevöitymiseen vaikuttavia tekijöitä, kuten rannan käyttöä. Myös kunnostusmenetelmät valittiin rannan tilan ja kunnan mukaan sekä sen perusteella, mitkä menetelmät soveltuvat ranta-alueen kunnostamiseen. Kunnostusmenetelmien valinnassa ei huomioitu esimerkiksi kunnostusmenetelmien kustannuksia tai kunnostamisesta aiheutuvia päästöjä veteen.

Jos kyseessä olisi koko Vesijärven kunnostaminen, voitaisiin kunnostamisessa käyttää muita sisäisen kuormituksen vähentämiseen soveltuvia menetelmiä. Myös ulkoisen kuormituksen vähentämiseen voitaisiin miettiä lisämenetelmiä. Koko järveä koskevien menetelmien toteuttamisesta voi seurata hyötyä Tuomistonrannalle. Paras lopputulos saadaan kuitenkin, kun keskitytään pelkästään Tuomistonrannan ranta-alueen kunnostamiseen ja sille soveltuviin kunnostusmenetelmiin.

## 6 YHTEENVETO

Rehevöityminen on seurausta ravinteiden kulkeutumisesta veteen ihmisten toiminnan seurauksena. Rehevyyttä aiheuttavat pääravinteet ovat typpi ja fosfori, ja niitä pääsee järviin sekä ulkoisen että sisäisen kuormituksen seurauksena. Ulkoisella kuormituksella tarkoitetaan järveen ulkopuolelta kulkeutuvia ravinteita, esimerkiksi valumavesien mukana, ja ulkoinen kuormitus voi olla seurausta niin piste- kuin hajakuormituslähteistä. Sisäisellä kuormituksella tarkoitetaan pohjan sedimenttiin sitoutuneiden ravinteiden vapautumista veteen pohjan hapettomuuden seurauksena.

Ulkoinen kuormitus on merkittävin rehevöitymistä aiheuttava lähde, ja sen vähentäminen on edellytys rehevöityneen järven toipumiselle. Ulkoisen kuormituksen vähentämiseen soveltuvia menetelmiä ovat suojavyöhykkeet, kosteikot, laskeutusaltaat sekä säätösalaajitus. Rehevöitymisen estämiseksi ja vähentämiseksi ei kuitenkaan riitä vain ulkoisen kuormituksen vähentäminen, vaan myös sisäinen kuormitus tulee hillitä. Sillä vaikka ulkoista kuormitusta saataisiin vähennettyä merkittävästi, voi sisäinen kuormitus pitää järven rehevöitymistä yllä. Sisäisen kuormituksen vähentämisen menetelmiä ovat sisäisen kuormituksen hyödyntäminen, ruoppaus, hapetus, vesikasvillisuuden poisto, järven vedenpinnan nosto, ravintoketjukurkistus, fosforin kemiallinen saostus, järven tilapäinen kuivattaminen ja kipsaus.

Tämän kandidaatintyön tavoitteena oli löytää sopivat kunnostusmenetelmät rehevöityneen Tuomistonrannan kunnostamiseen. Työ toteutettiin kirjallisuuskatsauksen avulla, jossa tutustuttiin erilaisiin rehevöityneiden järvien kunnostusmenetelmiin sekä muutamiin jo toteutuneisiin ja meneillä oleviin kunnostushakkeisiin. Kunnostusmenetelmien sopivuutta tarkasteltiin Tuomistonrannalle ja sopivia kunnostusmenetelmiä ehdotettiin kirjallisuuskatsauksen perusteella. Tarkastelussa tuli huomioida, että kyseessä oli vain ranta-alueen eikä koko järven kunnostaminen, mikä rajasi huomattavan määrän vaihtoehtoja pois.

Tuomistonrannan kunnostamiseen löytyi menetelmiä niin ulkoisen kuormituksen kuin sisäisenkin kuormituksen vähentämiseen. Ulkoisen kuormituksen vähentämiseen parhaiten sopisi rannan yhteyteen rakennettava kosteikko, mutta myös suojavyöhyke voisi olla mahdollista toteuttaa. Sisäistä kuormitusta voitaisiin vähentää rannan ruoppauksella ja vesikasvien

niitolla, jotka ovat ainoat menetelmät rehevöityneen rannan kunnostamiseen, sillä muut sisäistä kuormitusta vähentävät menetelmät koskevat koko järveä. Tuomistonrannan kunnostamisen paras lopputulos saadaan, kun käytetään montaa eri menetelmää rannan kunnostamisessa. Kunnostamisen myötä myös Tuomistonrannan luonto-, käyttö- ja virkistysarvoja saataisiin parannettua.

## LÄHTEET

Blomberg Eeva. 2020. Rannan kunnostus- ja maisemasuunnitelma. Green Lahti -hankesuunnitelma.

Dokulil Martin T. & Teubner Katrin. 2014. Eutrophication and Climate Change: Present Situation and Future Scenarios. Teoksessa: Savarjeet S.G., Rast W, Lanza G.R. & Ansari A.A., Eutrophication: Causes, Consequences and Control. Dordrecht: Springer Netherlands. 9–11 s. e-ISBN 978-90-481-9625-8

Eloranta Pertti. 2005. Järvien kunnostuksen limnologiset perusteet. Teoksessa: Ulvi Teemu & Lakso Esko (toim.), Järvien kunnostus. Helsinki: Edita Publishing Oy. 13–28 s. Ympäristöopas 114. ISBN 951-37-4337-3

Heiskanen Anna-Stiina et al. 2017. Tuhansien vesin maa. [verkkojulkaisu]. Suomen ympäristökeskus SYKE. [viitattu: 26.1.2021]. Saatavissa: [https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/177569/YT\\_A4\\_4s\\_20170321\\_FI\\_web.pdf?sequence=4&isAllowed=y](https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/177569/YT_A4_4s_20170321_FI_web.pdf?sequence=4&isAllowed=y)

Heitto Anneli & Saarijärvi Erkki. 2010. Tuusulanjärven hapettaminen vuonna 2009. [verkkojulkaisu]. Vesi-Eko Oy. [viitattu: 11.2.2021]. Saatavissa: <http://www.tuusulanjarvi.org/wp-content/uploads/2013/10/Tuusulanj-vuosiraportti-2009.pdf>

Huovinen Jorma. 2018. Useita rehevöityneitä järviä on niitetty Pirkanmaalla tänä kesänä – heinä-elokuu on lintujen pesinnän jälkeen paras ajankohta. [verkkolehti]. Aamulehti. Päivitetty: 7.8.2018 [viitattu: 11.2.2021]. Saatavissa: <https://www.aamulehti.fi/uutiset/art-2000007309783.html>

Itämeri.fi. 2020. Sisäinen kuormitus. [verkkosivu]. Suomen ympäristökeskus (SYKE). [viitattu: 2.4.2021]. Saatavissa: [https://itameri.fi/fi-FI/Luonto\\_ja\\_sen\\_muutos/Itameren\\_tila/Rehevoityminen/Sisainen\\_kuormitus#:~:text=%20Sis%C3%A4inen%20kuormi-](https://itameri.fi/fi-FI/Luonto_ja_sen_muutos/Itameren_tila/Rehevoityminen/Sisainen_kuormitus#:~:text=%20Sis%C3%A4inen%20kuormi-)

tus%20s%C3%A4%C3%A4telee%20meren%20rehev%C3%B6ity-  
mist%C3%A4%20%201,rehev%C3%B6ityminen%20ei%20ole%20ihmisen%20kontrol-  
loitavissa.%20Jos...%20More%20

JPnews. 2021. Alavudenjärven ruoppaustyöt etenevät. [verkkouutinen]. [viitattu: 16.3.2021]. Saatavissa: <https://www.jpnews.fi/uutiset/alavudenjarven-ruoppaustyot-etenevat/>

Kitee. 2019. Kosteikko rakenteilla Kiteenjärven rantaan. [verkkouutinen]. [viitattu: 20.3.2021]. Saatavissa: <https://www.kitee.fi/-/kosteikko-rakenteilla-kiteenjarven-rantaan>

Kääriäinen Sannamari & Rajala Lasse. 2005. Vesikasvillisuuden poistaminen. Teoksessa: Ulvi Teemu & Lakso Esko (toim.), Järvien kunnostus. Helsinki: Edita Publishing Oy. 249–270 s. Ympäristöopas 114. ISBN 951-37-4337-3

Lappalainen K. Matti & Lakso Esko. 2005. Järvien hapetus. Teoksessa: Ulvi Teemu & Lakso Esko (toim.), Järvien kunnostus. Helsinki: Edita Publishing Oy. 151–168 s. Ympäristöopas 114. ISBN 951-37-4337-3

Lehmikangas Marko. 2005. Järven tilapäinen kuivattaminen. Teoksessa: Ulvi Teemu & Lakso Esko (toim.), Järvien kunnostus. Helsinki: Edita Publishing Oy. 301–308 s. Ympäristöopas 114. ISBN 951-37-4337-3

Lehtoranta Virpi. 2005. Johdanto. Teoksessa: Ulvi Teemu & Lakso Esko (toim.), Järvien kunnostus. Helsinki: Edita Publishing Oy. 7–12 s. Ympäristöopas 114. ISBN 951-37-4337-3

Lyytimäki Jari & Hakala Harri. 2008. Ympäristön tila ja suojele Suomessa. 2 painos. Helsinki: Gaudeamus Helsinki University Press: Suomen ympäristökeskus (SYKE). 447 s. ISBN 978-952-495-100-5



Maanmittauslaitos. 2021a. Karttapaikka. [karttapalvelu]. [viitattu: 16.3.2021]. Saatavissa: <https://asiointi.maanmittauslaitos.fi/karttapaikka/?lang=fi&share=customMarker&n=6766228.6517191725&e=426774.6628065447&title=Tuomistonranta&desc=&zoom=11&layers=%5B%7B%22id%22:2,%22opacity%22:100%7D%5D>

Maanmittauslaitos. 2021b. Paikkatietoikkuna. [karttapalvelu]. [viitattu: 16.3.2021]. Saatavissa: [https://kartta.paikkatietoikkuna.fi/?zoomLevel=11&coord=426798.1601268448\\_6766301.736010098&mapLayers=802+100+default,165+100+default,1302+100+syvyysalue\\_a,1303+100+syvyyskayra,1304+100+Syvyyspiste\\_point&markers=3|3|e41214|426839.15979115176\\_6766198.818702055|Tuomistonranta&uuid=90246d84-3958-fd8c-cb2c-2510ccccal1d3&noSavedState=true&showIntro=false](https://kartta.paikkatietoikkuna.fi/?zoomLevel=11&coord=426798.1601268448_6766301.736010098&mapLayers=802+100+default,165+100+default,1302+100+syvyysalue_a,1303+100+syvyyskayra,1304+100+Syvyyspiste_point&markers=3|3|e41214|426839.15979115176_6766198.818702055|Tuomistonranta&uuid=90246d84-3958-fd8c-cb2c-2510ccccal1d3&noSavedState=true&showIntro=false)

Mattila Harri. 2005. Ulkoisen kuormituksen vähentäminen. Teoksessa: Ulvi Teemu & Lakso Esko (toim.), Järvien kunnostus. Helsinki: Edita Publishing Oy. 137–150 s. Ympäristöopas 114. ISBN 951-37-4337-3

Oravainen Reijo. 2005. Fosforin kemiallinen saostus. Teoksessa: Ulvi Teemu & Lakso Esko (toim.), Järvien kunnostus. Helsinki: Edita Publishing Oy. 191–202 s. Ympäristöopas 114. ISBN 951-37-4337-3

Päijät-Hämeen Vesijärvisäätiö. Järvien kunnostus ja ravinteiden kierrätys sisäistä kuormitusta hyödyntämällä – alusveden puhdistuksen uusi sovellus. [verkkajulkaisu]. [viitattu: 18.2.2021]. Saatavissa: <https://www.vesijarvi.fi/hankkeet/jarvien-kunnostus-alusvetta-kierattamalla/>

Päijät-Hämeen Vesijärvisäätiö. 2020. Alusveden suodatus puhdistaa vesiä, mutta syntyvän ravinnesakan hyötykäyttö vaatii kehittämistä. [verkkajulkaisu]. [viitattu: 18.2.2021]. Saatavissa: <https://www.vesijarvi.fi/2020/10/27/alusveden-suodatus-puhdistaa-vesia-mutta-syntyvan-ravinnesakan-hyotykyaytto-vaatii-kehittamista/>

Saarijärvi Erkki & Sammalkorpi Ilkka. 2005. Kunnostustarpeen määrittäminen. Teoksessa: Ulvi Teemu & Lakso Esko (toim.), Järvien kunnostus. Helsinki: Edita Publishing Oy. 61–74 s. Ympäristöopas 114. ISBN 951-37-4337-3

Sammalkorpi Ilkka & Horppila Jukka. 2005. Ravintoketjukunnostus. Teoksessa: Ulvi Teemu & Lakso Esko (toim.), Järvien kunnostus. Helsinki: Edita Publishing Oy. 169–190 s. Ympäristöopas 114. ISBN 951-37-4337-3

Sarvilinna Auri & Sammalkorpi Ilkka. 2010. Rehevöityneen järven kunnostus ja hoito. Vammalan kirjapaino Oy: Suomen ympäristökeskus (SYKE). 64 s. Ympäristöopas 2010. ISBN 978-954-11-3723-5

Sullström Heidi. 2017. Pahasti rehevöitynyt Littoistenjärvi muuttui kertaheitolla kirkkaaksi – syynä puhdistuskemikaali. [verkkouutinen]. Yle Uutiset. Päivitetty: 23.5.2017. [viitattu: 15.2.2021]. Saatavissa: <https://yle.fi/uutiset/3-9625720>

Sydänoja Asko et al. 2004. Vedenpinnan noston vaikutukset Euran Koskeljärvässä. Kirjapaino Astro Oy: Lounais-Suomen ympäristökeskus. 57 s. Suomen ympäristö 700. ISBN 952-11-1703-6

Tolvanen Petteri & Luukkonen Jari. 2011. Ilmastonmuutoksen vaikutukset Suomen luontoon. Teoksessa: Virtanen Anne & Rohweder Liisa (toim.), Ilmastonmuutos käytännössä, Hillinnän ja sopeutumisen keinoja. Helsinki: Gaudeamus Helsinki University Press. 109–120 s. ISBN 978-952-495-178-4

Tuomiston Vesiyhdistys r.y. 2020. Green Lahti -hankesuunnitelma.

Vaikuta vesiin. 2021. Pintavesien ekologinen tila tai ekologinen potentiaali (3. vesienhoitokausi). Suomen ympäristökeskus (SYKE) ja Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. [karttapalvelu]. [viitattu: 29.1.2021]. Saatavissa: <http://paikkatieto.ymparisto.fi/vaikutavesiinvie>

wers/Html5Viewer\_4\_12/Index.html?configBase=http://paikkatieto.ymparisto.fi/Geocortex/Essentials/REST/sites/VaikutaVesiin/viewers/VesikarttaHTML5/virtualdirectory/Resources/Config/Default

Varjo Eila & Veli-Pekka Salonen. 2005. Kipsaus. Teoksessa: Ulvi Teemu & Lakso Esko (toim.), Järvien kunnostus. Helsinki: Edita Publishing Oy. 309–316 s. Ympäristöopas 114. ISBN 951-37-4337-3

Viinikkala Jouni, Mykkänen Erkki & Ulvi Teemu. 2005. Ruoppaus. Teoksessa: Ulvi Teemu & Lakso Esko (toim.), Järvien kunnostus. Helsinki: Edita Publishing Oy. 211–226 s. Ympäristöopas 114. ISBN 951-37-4337-3

Ympäristö.fi. Ympäristöhallinnon yhteinen verkkopalvelu. 2013a. Järven hapetus. [verkkosivu]. Suomen ympäristökeskus (SYKE). Päivitetty: 10.7.2020. [viitattu: 11.2.2021]. Saatavissa: [https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Vesistojen\\_kunnostus/Jarvien\\_kunnostus/Kunnostusmenetelmat/Hapetus](https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Vesistojen_kunnostus/Jarvien_kunnostus/Kunnostusmenetelmat/Hapetus)

Ympäristö.fi. Ympäristöhallinnon yhteinen verkkopalvelu. 2013b. Järven ravintoketjukurkunnostus. [verkkosivu]. Suomen ympäristökeskus (SYKE). Päivitetty: 10.7.2020. [viitattu: 12.2.2021]. Saatavissa: [https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Vesistojen\\_kunnostus/Jarvien\\_kunnostus/Kunnostusmenetelmat/Ravintoketjukurkunnostus](https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Vesistojen_kunnostus/Jarvien_kunnostus/Kunnostusmenetelmat/Ravintoketjukurkunnostus)

Ympäristö.fi. Ympäristöhallinnon yhteinen verkkopalvelu. 2013c. Järven rehevöityminen. [verkkosivu]. Suomen ympäristökeskus (SYKE). Päivitetty: 10.7.2020. [viitattu: 30.1.2021]. Saatavissa: [https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Vesistojen\\_kunnostus/Jarvien\\_kunnostus/Kunnostustarvetta\\_aiheuttavia\\_tekijoita/Rehevöityminen](https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Vesistojen_kunnostus/Jarvien_kunnostus/Kunnostustarvetta_aiheuttavia_tekijoita/Rehevöityminen)

Ympäristö.fi. Ympäristöhallinnon yhteinen verkkopalvelu. 2013d. Rannan ruoppaus. [verkkosivu]. ELY-keskukset. Päivitetty: 12.8.2019. [viitattu: 10.2.2021]. Saatavissa: [https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Vesistojen\\_kunnostus/Rantojen\\_kunnostus/Rannan\\_ruoppaus](https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Vesistojen_kunnostus/Rantojen_kunnostus/Rannan_ruoppaus)

Ympäristö.fi. Ympäristöhallinnon yhteinen verkkopalvelu. 2013e. Vesikasvien poisto ja niitto. [verkkosivu]. Suomen ympäristökeskus (SYKE). Päivitetty: 2.9.2020. [viitattu: 29.3.2021]. Saatavissa: [https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Vesistöjen\\_kunnostus/Rantojen\\_kunnostus/Vesikasvien\\_poisto](https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Vesistöjen_kunnostus/Rantojen_kunnostus/Vesikasvien_poisto)

Ympäristö.fi. Ympäristöhallinnon yhteinen verkkopalvelu. 2013f. Vesistöjen kuormitus ja luonnon huuhtouma. [verkkosivu]. Suomen ympäristökeskus (SYKE). Päivitetty: 27.10.2020. [viitattu: 1.2.2021]. Saatavissa: [https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kartat\\_ja\\_tilastot/Vesistöjen\\_kuormitus\\_ja\\_luonnon\\_huuhtouma](https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kartat_ja_tilastot/Vesistöjen_kuormitus_ja_luonnon_huuhtouma)

Ympäristö.fi. Ympäristöhallinnon yhteinen verkkopalvelu. 2014a. Kosteikot. [verkkosivu]. Suomen ympäristökeskus (SYKE). Päivitetty: 8.2.2021. [viitattu: 22.3.2021]. Saatavissa: [https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Vesien\\_kaytto/Maankuivatus\\_ja\\_ojitus/Luonnonmukainen\\_peruskuivatus/Monivaikutteiset\\_kosteikot](https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Vesien_kaytto/Maankuivatus_ja_ojitus/Luonnonmukainen_peruskuivatus/Monivaikutteiset_kosteikot)

Ympäristö.fi. Ympäristöhallinnon yhteinen verkkopalvelu. 2014b. Laskeutusaltaat, liete-kuopat ja -taskut. [verkkosivu]. Suomen ympäristökeskus (SYKE). Päivitetty: 7.1.2020. [viitattu: 9.2.2021]. Saatavissa: [https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Vesien\\_kaytto/Maankuivatus\\_ja\\_ojitus/Luonnonmukainen\\_peruskuivatus/Laskeutusaltaat](https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Vesien_kaytto/Maankuivatus_ja_ojitus/Luonnonmukainen_peruskuivatus/Laskeutusaltaat)

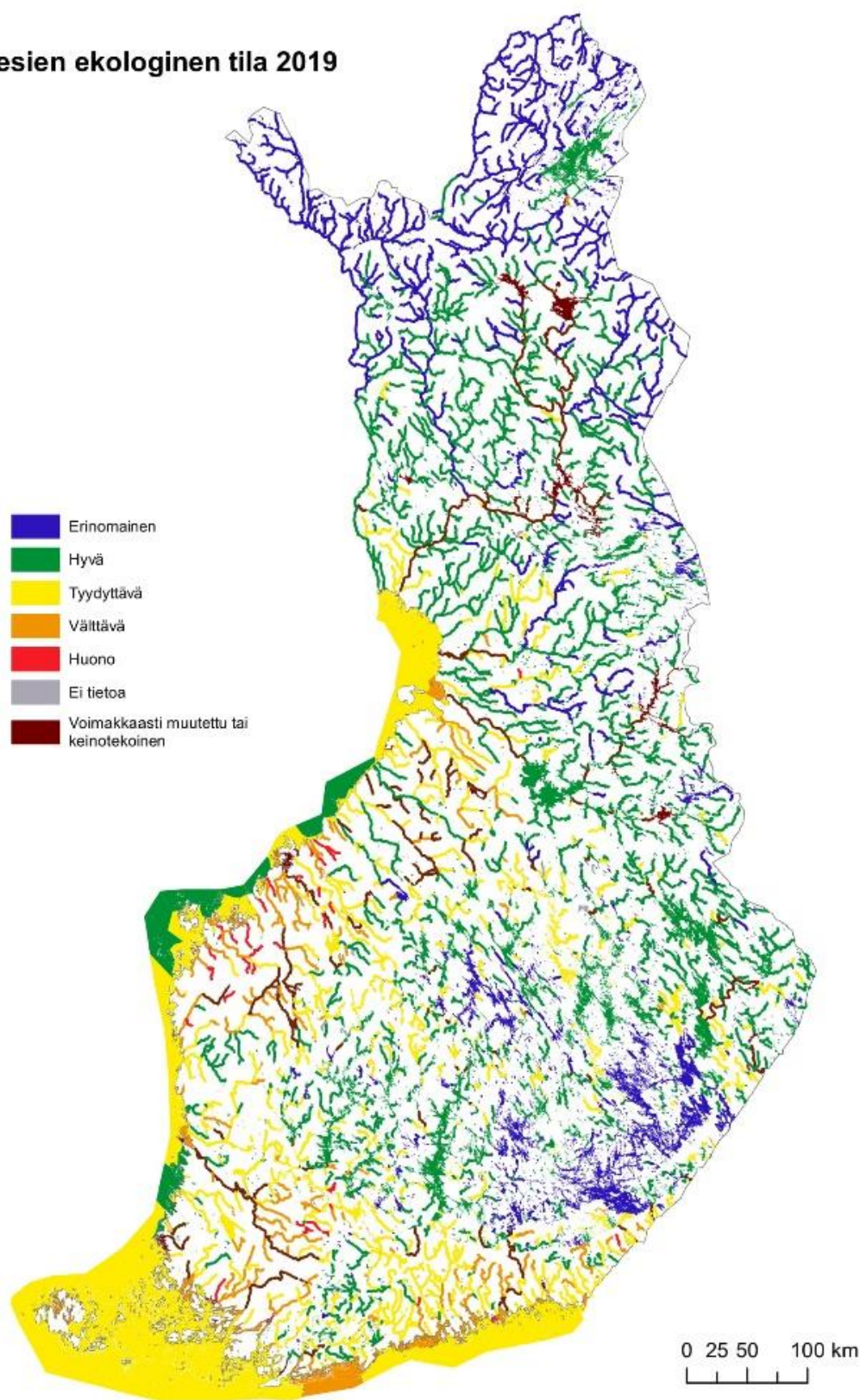
Ympäristö.fi. Ympäristöhallinnon yhteinen verkkopalvelu. 2014c. Suojakaistat ja -vyöhykkeet. [verkkosivu]. Suomen ympäristökeskus (SYKE). Päivitetty: 7.1.2020. [viitattu: 9.2.2021]. Saatavissa: [https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Vesien\\_kaytto/Maankuivatus\\_ja\\_ojitus/Luonnonmukainen\\_peruskuivatus/Suojakaistat\\_ja\\_vyohykkeet](https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Vesien_kaytto/Maankuivatus_ja_ojitus/Luonnonmukainen_peruskuivatus/Suojakaistat_ja_vyohykkeet)

Ympäristö.fi. Ympäristöhallinnon yhteinen verkkopalvelu. 2017. Suojelualueet. [verkkosivu]. Suomen ympäristökeskus (SYKE). Päivitetty: 8.10.2020. [viitattu: 22.3.2021]. Saatavissa: <https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Luonto/Suojelualueet>

Ympäristö.fi. Ympäristöhallinnon yhteinen verkkopalvelu. 2020. Pintavesien ekologinen ja kemiallinen tila. [verkkosivu]. Suomen ympäristökeskus (SYKE). Päivitetty: 2.12.2020. [viitattu: 26.1.2021]. Saatavissa: [https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Pintavesien\\_tila](https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Pintavesien_tila)

## Suomen vesien ekologinen tila vuonna 2019 (Ympäristö.fi 2020)

## Pintavesien ekologinen tila 2019



Arvio perustuu 2012-2017 aineistoihin.

© SYKE, ELY-keskukset, Luke, Ahvenanmaan maakuntahallinto, MML