

Henry Haataja

RUOTTISENJÄRVEN NYKYTILAN SELVITYS JA KUNNOSTUS

RUOTTISENJÄRVEN NYKYTILAN SELVITYS JA KUNNOSTUS

Henry Haataja
Opinnäytetyö
Kevät 2020
Yhdyskuntatekniikka
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikan tutkinto-ohjelma, yhdyskuntatekniikan suuntautumisvaihtoehto

Tekijä: Henry Haataja

Opinnäytetyön nimi suomeksi: Ruottisenjärven nykytila ja kunnostussuunnitelma

Opinnäytetyön nimi englanniksi: Current State and Restoration Plan of Lake Ruottisenjärvi

Työn ohjaaja: Jere Kangas

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2020

Sivumäärä: 59 + 3 liitettä

Jongun osuuskunta sekä alueen asukkaat ovat tehneet aloitteen Ruottisenjärven kunnostamisesta virkistyskäyttömahdollisuuksien parantamiseksi. Ruottisenjärven ongelmina ovat mataluus ja rehevöityminen. Järven erityispiirteenä on tulva-aikainen bifurkaatio, jolloin Ruottisenjärven kautta virtaa vettä lijoen vesistöstä Kiiminkijoen vesistöön.

Työn tavoitteena oli koota yhteen tähänastiset tiedot Ruottisenjärven tilasta ja muodostaa niistä selkeä kokonaisuus. Lisäksi tarkoituksena oli selvittää menetelmiä järven kunnostamiseen. Työn tilaajana toimii Pohjois-Pohjanmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus (ELY-keskus).

Aluksi perehdyttiin yleisesti järvien hoitoon ja kunnostusmenetelmiin Suomessa. Sen jälkeen selvitettiin Ruottisenjärven nykytila ja siihen vaikuttavat tekijät. Selvitysten perusteella suunniteltiin Ruottisenjärvelle soveltuvat kunnostusmenetelmät.

Opinnäytetyössä todettiin, että Ruottisenjärven tilaa voitaisiin parantaa erilaisilla kunnostustoimenpiteillä, kuten vesikasvien poistolla, ruoppauksilla sekä vedenpinnan nostolla pohjakynnysten avulla. Näiden myötä järven ekologinen tila sekä virkistyskäyttömahdollisuudet paranisivat. Kunnostustoimista saadut hyödyt eivät kuitenkaan ole pysyviä, sillä järvi vaatii paljon ylläpitoa myös varsinaisten kunnostustoimien jälkeen.

Asiasanat: järvi, nykytila, kunnostussuunnitelma

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Civil Engineering, Municipal Engineering

Author: Henry Haataja

Title of thesis: Current State and Restoration Plan Lake Ruottisenjärvi

Supervisor: Jere Kangas

Term and year when the thesis was submitted: Spring 2020

Pages: 59 + 3 appendices

Residents of Lake Ruottisenjärvi have taken the initiative to refurbish Lake Ruottisenjärvi to improve possibilities for leisure use. The major challenges at the lake are shallowness, eutrophication and bifurcation water during the flood season when water flows into Ruottisenjärvi and its surrounding swamp areas.

The aim of this thesis is to gather up all the existing information about the current status of Lake Ruottisenjärvi and compose a clear and coherent overall impression. In addition, the goal is to plan possible restoration measures which can be implemented if necessary. The commissioner of the thesis is Northern Ostrobothnia's Economic Development, Transport and the Environment Centre.

At the beginning of the research, restoration and care of the lakes in Finland in general were surveyed. After that the current state and influencing factors of Lake Ruottisenjärvi were clarified. Based on the studies, suitable rehabilitation methods for the lake were planned.

The status of Lake Ruottisenjärvi can be affected by different restoration measures: for example with removing aquatic plants, dredging and lifting the water level with different kinds of dam constructions. With these actions ecological situation and leisure usage of the lake could be improved. However, benefits of the restoration measures are not permanent since the lake requires maintenance.

Keywords: lake, current state, restoration plan

ALKULAUSE

Haluan kiittää työn ohjaajana toiminutta lehtori Jere Kangasta opastuksesta työn aikana. Opinnäytetyön aiheesta kiitän Pohjois-Pohjanmaan Elinkeino- liikenne- ja ympäristökeskuksesta vesitalousasiantuntija Timo Hampista sekä johtavaa vesitalousasiantuntija Arto Iwendorffia.

8.6.2020

Henry Haataja

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
SISÄLLYS	6
SANASTO	8
1 JOHDANTO	9
2 JÄRVIEN KUNNOSTUS	10
3 LAINSÄÄDÄNTÖ	13
4 RUOTTISENJÄRVEN KUNNOSTUSHANKE	15
4.1 Aloite Ruottisenjärven kunnostamiseksi	18
4.2 Kunnostushankkeen tavoitteet ja yhteistyötahot	18
5 RUOTTISENJÄRVEN NYKYTILA	19
5.1 Lähtötilanne	19
5.2 Vesistöalue ja hydrologia	19
5.3 Natura 2000 -verkosto	20
5.4 Vedenkorkeus	21
5.5 Vedenlaatu	21
5.6 Kalastus selvitys	26
5.7 Linnustus selvitys	27
5.8 Kasvillisuus selvitys	28
6 JÄRVIÄ KUORMITTAVAT TEKIJÄT	29
6.1 Ulkoinen kuormitus	29
6.2 Sisäinen kuormitus	30
7 JÄRVEN KUNNOSTUSMENETELMÄT	32
7.1 Hapetus	32
7.2 Fosforin kemiallinen saostus	33
7.3 Kalkitus	34
7.4 Ravintoketjukurin kunnostus	34
7.5 Ruoppaus	35
7.6 Vesikasvien poisto	36
7.7 Vedenpinnan nosto	37
8 RUOTTISENJÄRVEN KUNNOSTUSUUNNITELMA	39
8.1 Kunnostusvaihtoehto 1: Vesikasvien poisto	39

8.2 Kunnostusvaihtoehto 2: Ruoppaus	41
8.3 Kunnostusvaihtoehto 3: Pohjapato	43
8.4 Kunnostusvaihtoehto 4: Pohjakynnys	44
8.5 Kunnostusvaihtoehto 5: Kuivattaminen	45
8.6 Kunnostusvaihtoehto 6: Yhdistelmä	46
9 KUSTANNUKSET	48
10 KUNNOSTUSHANKKEEN RAHOITUS	52
11 KUNNOSTUSHANKKEEN JATKUMINEN	54
12 POHDINTA	55
LIITE 1	60
LIITE 2	61
LIITE 3	62

SANASTO

Bifurkaatio	Vedenvirtaus vedenjakajan poikki kahden eri valuma-alueen välillä
Biomassa	Tarkoittaa biologiassa kaikkien elollisten olioiden yhteispainoa tietyllä pinta-alalla
ELY-keskus	Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus
Hydrologis-morfologinen	Vesiuoman muotoon, vesiolosuhteisiin ja esteettömyyteen vaikuttavia ja muutoksia palauttavia toimenpiteitä
Luke	Luonnonvarakeskus on tutkimus- ja asiantuntijaorganisaatio, joka tekee työtä luonnonvarojen kestävän käytön ja biotalouden edistämiseksi
N2000	Valtakunnallinen korkeusjärjestelmä
N60	N2000 edeltävä korkeusjärjestelmä
Sisäinen kuormitus	Vesistön pohjasedimenttiin varastoituneet ravinteet vapautuvat takaisin veteen
Ulkoinen kuormitus	Vesistöön saapuva kuormitus järven valuma-alueelta
Valuma-alue	Maantieteellinen alue, jonne satanut vesi kerääntyy maanpinnan muotojen ohjaamana lopuksi yhteen matalalla sijaitsevaan kohtaan
Vesistöalueen numero	Ruottisenjärvi, (60.072)

1 JOHDANTO

Suomi on maailmanlaajuisesti tunnettu tuhansien järvien maana ja järvet ovatkin merkittävä osa suomalaista kansallismaisemaa. Näiden järvien rannoilla miljoonat suomalaiset viettävät aikaansa mökeissä sekä vapaa-ajan asunnoissaan. Nämä samat kansalaiset käyttävät järviä elinkeinona, mutta myös virkistyskäyttöön, kuten kalastukseen ja veneilyyn. Viime vuosina ympäristöarvot ovat korostuneet kansalaisten keskuudessa ja tätä myöten myös järvien tila on herättänyt kiinnostusta. Kiinnostus järvien tilaa kohtaa on saanut ryhtymään kunnostustoiimiin yhdessä viranomaistahojen kanssa. (1.)

Ruottisenjärvi on matala runsashumuksinen järvi Pudasjärven kunnassa. Järven tila on luokiteltu tyydyttäväksi kolmannella luokittelukierroksella 2012 - 2017. Jongun osuuskunta sekä alueen asukkaat ovat tehneet aloitteen Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskukselle Ruottisenjärven kunnostamisesta, sillä järven virkistyskäyttömahdollisuudet ovat heikentyneet erityisesti alivirtaamakaudella esiintyvän matalan vedenpinnan myötä. Vedenpinnan korkeuden lisäksi virkistyskäyttöä haittaa rehevöityneen järven laaja pintakasvillisuus. (1.)

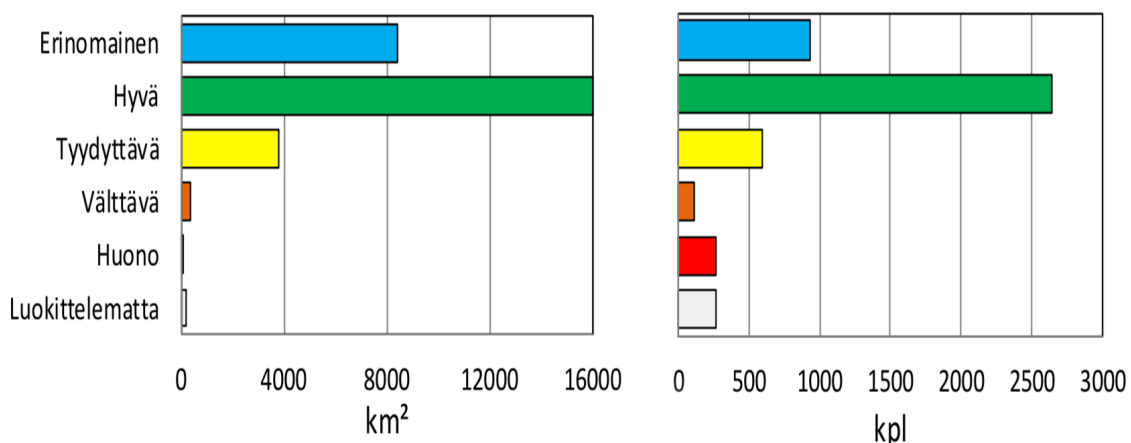
Tämän työn tavoitteena on koota yhteen eri tahojen tekemät selvitykset Ruottisenjärven nykytilaan liittyen ja muodostaa niistä selkeä kokonaisuus. Näiden tietojen perusteella arvioidaan, mitä jatkotoimenpiteitä Ruottisenjärvelle kannattaisi tehdä, jotta järven virkistyskäyttömahdollisuuksia saataisiin lisättyä sekä järven tilaa parannettua. Työn tilaajana on Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus.

2 JÄRVIEN KUNNOSTUS

Järviin liittyvät toimenpiteet voidaan jakaa kahteen eri kategoriaan: järvien kunnostamiseen ja hoitoon. Kunnostuksessa tähdätään muutokseen sekä järven tilan parantamiseen. Yleensä kunnostuksen tavoitteena on parantaa järven virkistyskäyttöä lisäämällä järven vesisyvyyttä sekä parantamalla veden laatua. Veden laadun parantuminen vaikuttaa järvessä ja sen ympärillä elävään eliöyhteisöön. Järven hoidolla tarkoitetaan huomattavasti pienempiä vuosittain toistettavia toimenpiteitä, kuten pieniä niittoja sekä järven roskakalakannan säätelyä kalastuksen ohjauksella. (2, s. 9.)

Järven kunnostus vaatii erilaisia toimenpiteitä niin järven sisällä kuin ulkopuolellakin. Valuma-alueella tehtävillä toimenpiteillä pyritään vähentämään valuma-alueelta tulevia ravinne- ja kiintoaineita, jotka lisäävät järven ulkoista kuormitusta. Järven sisäpuolella pyritään vähentämään järven sisäistä fosforikuormitusta, sinileväkukintoja, rantojen liettymistä, mataluutta, happikatoa sekä kalaston särkikalavaltaistumista. (3, s. 2.)

Keskimäärin Suomen järvien tila on hyvä, sillä järvien pinta-alasta 85 % on hyvässä tai erinomaisessa tilassa. Työtä kuitenkin riittää paikallisella tasolla. Heikompaan tilaan järvien pinta-alasta jää 15 %, joista 598 järveä on luokiteltu tyydyttävään tilaan ja 382 järveä välttävään tai huonoon tilaan. (Kuva 1.) (3, s. 2.)



KUVA 1. Suomen järvien pinta-ala sekä lukumääräjakauma ekologisten luokittelun perusteella (3, s. 2)

Kunnostushanke on monivaiheinen prosessi, joka vaatii onnistuakseen saumattontta ja läpinäkyvää yhteistyötä organisaation, palveluntuottajan, urakoitsijan sekä sidosryhmien välillä. Hankkeen käynnistää useimmiten henkilö, joka on huolissaan vesistön tilasta. Kokoonkutsuja etsii paikalliset aktiivit sekä asiantuntijat ja herättää kiinnostuksen vesistön käyttöhaitoista. Näistä henkilöistä muodostuu hankkeen ydinryhmä, joka ottaa yhteyttä alueen viranomaisiin ja tutkijoihin, hankkii tietoa vesistön kunnostuksesta, pohtii mahdollisia kunnostustoimia ja kartoittaa alustavasti rahoituskanavia. Näiden pohjalta ydinryhmä tekee päätöksen hankkeeseen ryhtymisestä. Mikäli hankkeeseen ryhdytään, ydinryhmä perustaa yhdistyksen hanketta varten. (4.)

Uuden yhdistyksen perustaminen ei ole aina välttämätöntä. Mikäli alueella on jo toimivia organisaatioita, kuten asukaskasyhdistys, kyläyhdistys, osakaskunta, kalastuskunta tai muu vastaava, voidaan sitä käyttää hankkeessa organisaation sääntöjen salliessa. Hankkeen tulee kuitenkin saada organisaatiossa riittävä painoarvo, sillä hankkeen hoitaminen ja ylläpitäminen eivät onnistu sivutoimisena. (4.)

Kunnostushankkeen organisaation tehtävänä on järjestää tiivis yhteistyö eri sidosryhmien välillä, hankkia alkurahoitus, kasvattaa yhdistyksen jäsenpohjaa, tunnistaa muut toimijat, järjestää yhteisötoimintaa sekä luoda hankkeesta kunnianhimoisen, mutta toteutumiskelpoisen visio. Vision ideana on kertoa, mitä alueella näkyy esimerkiksi kymmenen vuoden päästä sekä onko alueen kalastorakenne parantunut tai vesistön kuormitus pienentynyt nykytilanteeseen verrattuna. Lisäksi visiosta tulisi käydä ilmi, onko alueelle rakennettu vesienhoitorakenteita ja onko niillä ollut vaikutusta järven virkistyskäyttöön. Hankkeesta hyötyjien lisäksi visio tunnistaa intressiristiriidat esimerkiksi järven rannoilla asuvien ja kunnostettavan valuma-alueen maanomistajien välillä ennen kuin ne muodostuvat konfliktiksi. (4.)

Organisaatio hyväksyy hankkeen ja siirtyy hankkimaan lisää tietoa kunnostusmenetelmiin liittyen eri referenssinhankkeiden kautta. Organisaatio järjestää tarvittavat tutkimukset ja vesianalyysit omien kykyjensä mukaan joko itsenäisesti tai täysin tilaustyönä. Tutkimustulosten ja analyysien perusteella saadaan selville

vesistön tila, jonka perusteella organisaatio tilaa suunnitelman vesienkunnostus-
alalla toimivalta yritykseltä tai asiantuntijalta. Suunnitelmien kustannuksissa voi
olla suuriakin eroja, joten suunnitelmat kannattaa kilpailuttaa. Organisaatio esit-
telee suunnitelman asukkaille sekä maanomistajille ja tekee heidän kanssaan
asianmukaiset sopimukset. (4.)

Näiden lisäksi organisaatio hankkii tarvittavat viranomaisluvat ja rahoituksen han-
ketta varten. Kun tarvittavat viranomaisluvat, sopimukset ja rahoitus on hoidettu,
organisaatio valitsee hankkeen toteutustavan. Toteutustavan löydyttyä organi-
saation hallitus johtaa projektia, mutta urakoitsijat yhdessä organisaation jäsen-
ten kanssa toteuttavat suunnitellut kunnostustyöt. (4.)

Suunnitelmien mukaisten kunnostustoimien toteuttamisen jälkeen kunnostus-
hanke ei kuitenkaan pääty siihen. Rakennetut vesienhoitorakenteet vaativat jat-
kuvaa huolenpitoa, sillä ne ovat useimmiten kevytrakenteisia ja näin ollen alttiita
olosuhteiden vaihtelulle. (4.)

Vesienhoitorakenteet muuttavat myös virtauksia vesistössä, joten veden käyttäy-
tymistä tulee seurata ja tarvittaessa varautua estämään vahinkoja. Rakenteiden
seurannan lisäksi vedestä tulisi ottaa vesinäytteitä hankkeen ylä- ja alapuolelta
hankkeen vaikutuksen selvittämiseksi. Näytteenotosta ja analyyseistä aiheutuu
kustannuksia, joten näytemäärää joudutaan usein rajoittamaan. Tämän vuoksi
vaikutuksien seurantaohjelma tulisi suunnitella huolellisesti kuitenkin niin, että
näytteitä otettaisiin vähintään kolme kertaa avovesikauden aikana. (4.)

Muutokset järvessä saattavat näkyä vasta vuosien päästä. Tästä syystä järvien
kunnostaminen sekä hoitaminen vaatiikin siihen ryhtyviltä tahoilta pitkäjäntei-
syyttä sekä sitoutuneisuutta vuosien ajaksi. (4.)

3 LAINSÄÄDÄNTÖ

Vesistöjen kunnostustoimintaa säätelee vesilaki (27.5.2011/587). Muita kunnostustoimintaan liittyviä lakeja ovat ympäristönsuojelulaki (27.6.2014/527), luonnonsuojelulaki (20.12.1996/1096), kalastuslaki (10.4.2015/379) sekä maankäyttö- ja rakennuslaki (5.2.1999/132). Vesistöä kunnostettaessa tarvitaan aina vesialueen omistajan sekä usein myös rannanomistajan lupa. Yleinen tapa on, että kunnostusta ajava taho on saanut vesialueen omistajan sekä naapurien suostumuksen hankkeelle jo suunnitteluvaiheessa. (5.)

Vesilain tavoitteena on

1. edistää, järjestää ja sovittaa yhteen vesivarojen ja vesiympäristön käyttöä niin, että se on yhteiskunnallisesti, taloudellisesti ja ekologisesti kestävä
2. ehkäistä ja vähentää vedestä ja vesiympäristön käytöstä aiheutuvia haittoja
3. parantaa vesivarojen ja vesiympäristön tilaa. (6.)

Mikäli kunnostushankkeessa on tarkoitus nostaa vedenpintaa, muokata rantaviivaa ruoppaamalla tai poistaa vesikasvillisuutta laajoilta alueilta, tulee oikeudelliset näkökulmat ottaa huomioon jo suunnitteluvaiheessa ja olla hyvissä ajoin yhteydessä ELY-keskukseen. Lupakysymyksillä on suora vaikutus hankkeen kustannuksiin sekä aikatauluun. (5.)

Vesistöjä koskevien lakien myötä kunnostushanke vaatii paljon erilaisia lupia sekä sopimuksia hanketta ajavien, maanomistajien ja viranomaisten välillä. Tästä johtuen hanke käy läpi mittavan hyväksyttämisen prosessin eri tahojen välillä. Ensimmäinen askel hankkeen hyväksynnälle on aina hanketta koskevan maanomistajan lupa. Mikäli kaikki maanomistajat antavat suostumuksensa hankkeeseen, seuraava vaihe on arvioida, tarvitaanko hankkeeseen viranomaislupaa. Viranomaislupa saatetaan tarvita hankkeen luonteesta ja ominaisuuksista riippuen. (4.)

Vesilain näkökulmasta hanke esiintyy ominaisuuksista ja olosuhteista riippuen kolmella eri tavalla:

1. Hanke voidaan toteuttaa maanomistajan suostumuksella, ilman viranomaislupaa.
2. Hanke vaatii viranomaisluvan, maanomistajien suostumuksen lisäksi.
3. Hanke voidaan toteuttaa viranomaisluvalla, vaikka kaikki maanomistajat eivät olisi antaneet suostumustaan. Aiheutuvista vahingoista säädetään korvaus lupapäätöksessä. (4.)

Kaikissa tilanteissa on kuitenkin syytä pyytää lausunto paikalliselta ELY-keskuksesta luvantarpeesta. Mikäli kunnostushankkeeseen tarvitaan viranomaislupa, haetaan se aluehallintovirastolta. Hakemus on vapaamuotoinen, mutta sen laatuun tulee panostaa tosissaan, sillä viranomaisen pyytää usein täydentämään hakemusta ja käsittelyajat ovat jopa kuukausia. (4.)

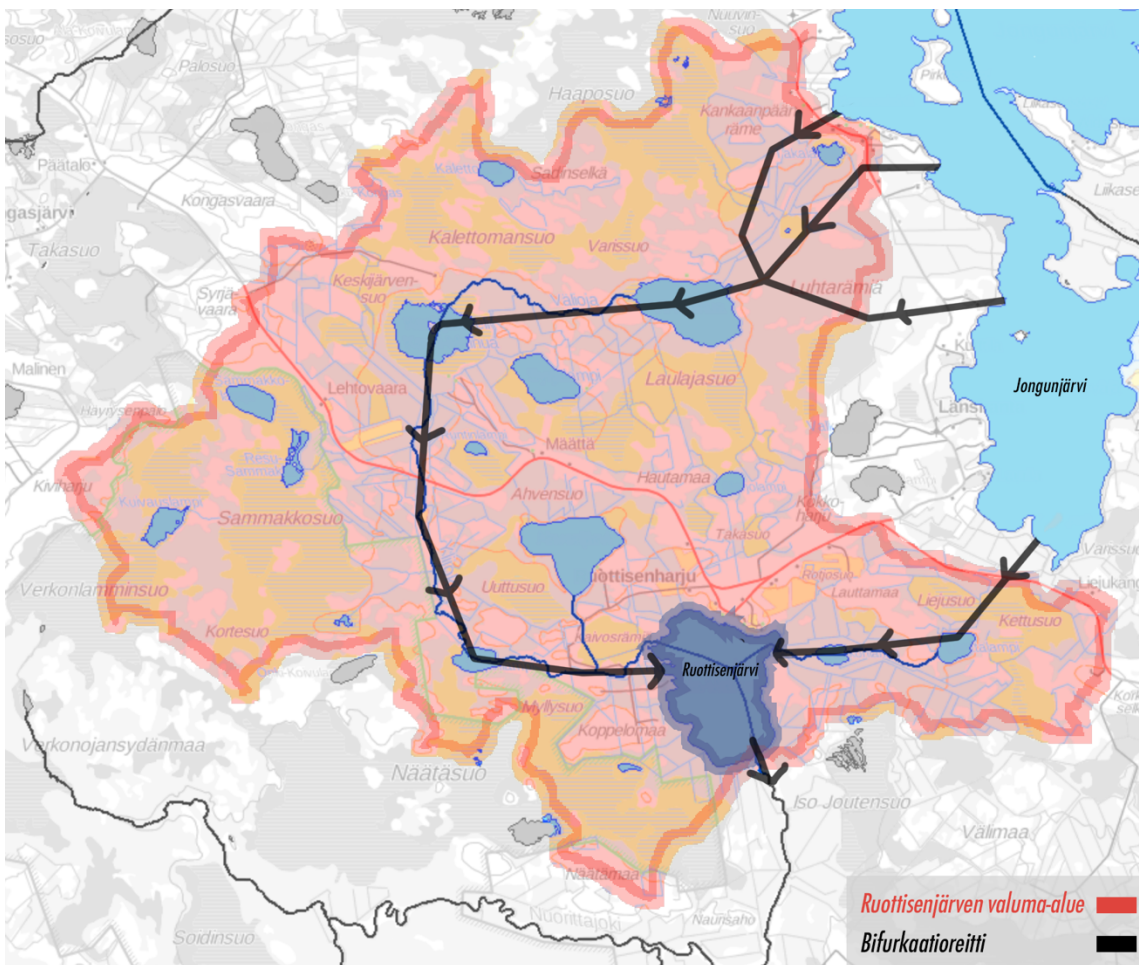
Nopeuttaakseen hankkeen hyväksyntää vesistökuunnostajan kannattaakin turvautua asiantuntijan apuun hakemusta laadittaessa. Viranomaisen pyytämät lisätiedot saattavat olla pahimmillaan vuodenajasta riippuvaisia maastotutkimuksia. Tämän takia on erittäin tärkeää, että hakemuksen laatija tuntee vesilupaprosessin vaatimukset läpikotoisin. (4.)

Aluevirasto lähettää hakemuksen lausunnon kunnan ympäristösuojeluviranomaiselle, ELY-keskukselle ja muille viranomaisille todettuaan hakemuksen sisältävän kaiken tarvittavan. Lausuntojen jälkeen aluehallintovirasto lähettää ne eteenpäin hakijalle. Tässä vaiheessa hakija voi tehdä suunnitelmaan vielä pieniä muutoksia, mikäli uudet näkökulmat antavat siihen aihetta. (4.)

Saatuana kaiken hankkeeseen vaikuttavan tiedon aluehallintovirasto antaa päätöksensä hankkeesta. Päätöksestä voi valittaa 30 päivän ajan Vaasan hallinto-oikeuteen. (4.)

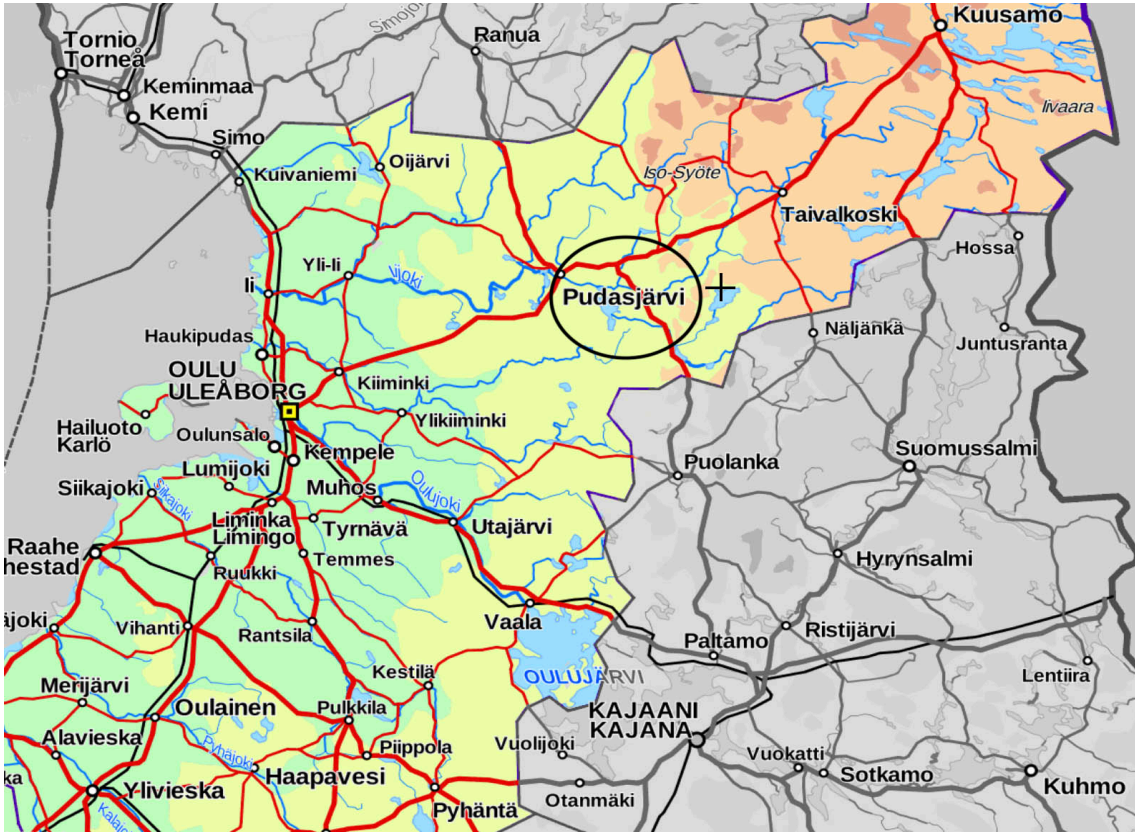
4 RUOTTISENJÄRVEN KUNNOSTUSHANKE

Kunnostushankkeen kohteena on Pudasjärvellä, Ruottisenjärven valuma-alueella (60.072) sijaitseva Ruottisenjärvi (60.072), joka on toiselta nimeltään Ala-Mainua. Ruottisenjärvi kuuluu Kiiminkijoen vesistöön (60) ja se on pinta-alaltaan 200,22 ha. Valuma-alueen pinta-ala 93,19 km² ja järvisuusprosentti 5,74 %. Järvi on varsin matala, keskisyvyyden ollessa vain noin 1 m. Ruottisenjärven erityispiirteinä on tulva-aikainen bifurkaatio Jongun alueen vesistöstä (61.214). (Kuva 2.) (7; 8.)



KUVA 2. Ruottisenjärven valuma-alue (60.072) sekä bifurkaatioreitti (8)

Ruottisenjärvi sijaitsee Pohjois-Pohjanmaalla, Pudasjärven kunnassa (kuva 3). Alue kuuluu Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksen ympäristövastuualueeseen. Ruottisenjärvi sijaitsee noin 23 kilometrin päässä Pudasjärven kaupungin keskustasta. Kuvassa 3 näkyy Ruottisenjärvi kokonaisuudessaan.



KUVA 3. Ruottisenjärven sijainti Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksen ympäristövastuualueella (9)

Ruottisenjärven ympäristö on laajalti suoaluetta. Alueelta löytyy myös paljon metsäteollisuuden rakentamia metsäojituksia. (Kuva 4.)



KUVA 4. Ruottisenjärvi (10)

Ruottisenjärvi on harvaan asuttua seutua. Alueen kiinteistöt sijoittuvat järven pohjoisosaan ja ne koostuvat vakituisesti asutuista sekä vapaa-ajan asunnoista. Alueella harjoitetaan vähissä määrin viljely- ja karjataloutta. (Kuva 5.)



KUVA 5. Ruottisenjärven alueen kiinteistöt (10)

4.1 Aloite Ruottisenjärven kunnostamiseksi

Jongun osuuskunta sekä alueen asukkaat ovat tehneet aloitteen Ruottisenjärven kunnostamisesta virkistyskäyttömahdollisuuksien parantamiseksi. Virkistyskäyttömahdollisuudet ovat heikentyneet erityisesti alivirtaamakaudella esiintyvän matalan vedenpinnan korkeuden myötä. Järven keskisyvyys on vain 1 metrin. Vedenpinnan korkeuden lisäksi virkistyskäyttöä haittaa rehevöityneen järven laaja pintakasvillisuus. Osakaskunta on hakenut vuonna 2019 avustusta ELY-keskuksesta kunnostushankkeelle.

4.2 Kunnostushankkeen tavoitteet ja yhteistyötahot

Kunnostushankkeen tavoitteena on selvittää ja tarkastella erilaisia toimenpidevaihtoehtoja, joilla järven vesienhoidollinen luokitus saataisiin nostettua tyydyttävältä tasolta. Vesienhoidollisen tilan lisäksi tarkastellaan virkistyskäyttömahdollisuuksia parantavia toimenpidevaihtoehtoja lyhyellä sekä pitkällä tähtäimellä.

Ruottisenjärven kunnostushanke toteutetaan yhteistyössä Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksen sekä Jongun osuuskunnan kanssa. Opinnäytetyön ohjausryhmään kuuluvat ELY-keskuksesta johtava vesitalousasiantuntija Arto Iwendorff ja vesitalousasiantuntija Timo Hampinen sekä Oulun ammattikorkeakoulusta rakennustekniikan lehtori Jere Kangas.

5 RUOTTISENJÄRVEN NYKYTILA

5.1 Lähtötilanne

Ruottisenjärven ongelmana ovat mataluus, rehevöityminen sekä tulva-aikainen bifurkaatio. Vedenpinta laskee kesän aikana hyvin matalalle tasolle ja haittaa virkistyskäyttöä. Matalan vedenpinnan lisäksi järvellä kasvaa runsaasti vesikasvustoa, mikä myös vaikuttaa virkistyskäyttöön. Tulva-aikana Ruottisenjärveen ja sen ympärillä oleville laajoille suoalueille virtaa bifurkaatiovettä Iijoen vesistöstä. Bifurkaatiovedet purkautuvat Ruottisenjärveen paikallisteiden rumpujen sekä osittain teiden yli. (11, s. 13.)

Ruottisenjärven tila luokiteltiin asiantuntija-arviona hyväksi paine- ja mallitietojen perusteella edellisellä luokittelujaksolla 2006-2012. Vuosina 2012-2017 tehdyn kolmannen luokittelujakson aikana Ruottisenjärven tila luokiteltiin tyydyttäväksi. Elokuussa 2018 Ruottisenjärven rehevöitymisestä tehtiin vesistöilmoitus. (12.)

5.2 Vesistöalue ja hydrologia

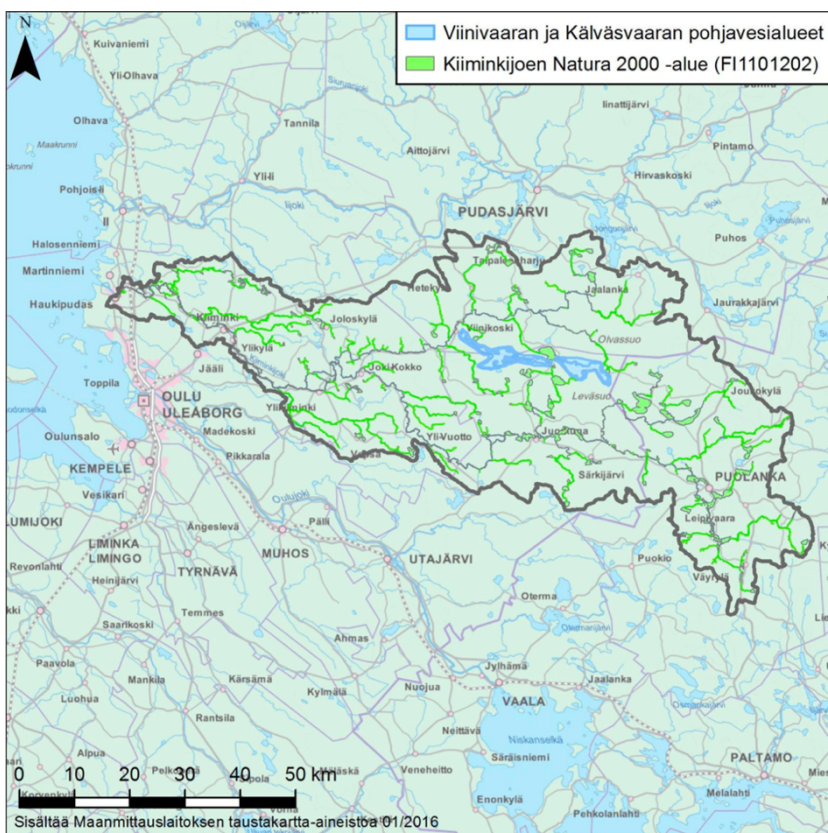
Ruottisenjärvi kuuluu Nuorittajoen valuma-alueeseen (60.07) joka on pinta-alaltaan 457,76 km². Nuorittajoen valuma-alue on osa Kiiminkijoen valuma-aluetta (60). Pinta-alaltaan Kiiminkijoen valuma-alue on 3 845 km² ja pituudeltaan noin 170 km. Korkeuseroa joen alkukohdan ja merenpinnan välillä on 151 m. Kiiminkijoen valuma-alueen järvisyys on 3,4 %. Kiiminkijoki kuuluu pohjoismaiseen suojeluvesien luetteluun ja on näin ollen suojeltu voimataloudelliselta rakentamiselta vesilain (587/2011) ja koskiensuojelulain (35/1987) puitteissa. (7.)

Järvien hydrologis-morfologiset laatutekijät jaetaan kahteen osaan. Hydrologiset laatutekijät kuvaavat järven pinnan tasoa, virtauksen määrää, viipymää sekä yhteyttä pohjaveteen. Morfologiset laatutekijät käsittelevät pohjasedimentin määrää, pohjan rakennetta, syvyyden vaihtelua sekä rantavyöhykkeen rakennetta. Näiden osalta Ruottisenjärven hydrologis-morfologinen tila on luokiteltu erinomaiseksi kolmannella luokittelujaksolla. (13; 14, s. 80.)

5.3 Natura 2000 -verkosto

Natura 2000 -alueiden verkostolla suojellaan Euroopan unionissa tärkeitä luontotyyppiä ja lajeja. Tavoitteena säilyttää luonnon monimuotoisuus. (15.)

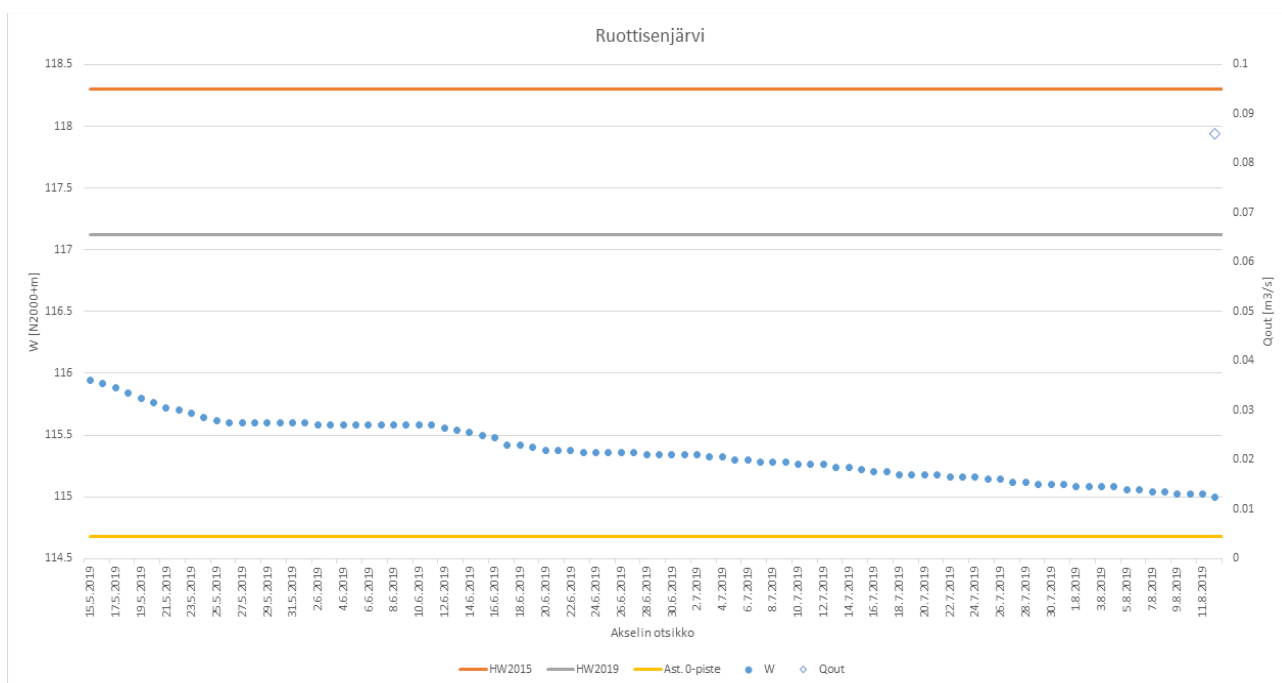
Ruottisenjärvi sijaitsee Kiiminkijoen Natura 2000 -alueella, mikä luo omat lainsäädännölliset velvoitteensa järven kunnostukseen (kuva 6). Natura-arvioinnista säädetään luonnonsuojelulain (1996/1096) pykälissä 65 ja 66 sekä luontodirektiiviin (2009/147/ETY) 6. artiklassa. Kiiminkijoen Natura-alueen suojeluperusteena ovat seuraavat neljä luontotyyppiä: Fennoskandian luonnontilaiset jokireitit, humuspitoiset järvet ja lammet, purot ja pikkujotet sekä karut kirkasvetiset järvet. Edellä mainittujen luontotyyppien lisäksi suojeluperusteena on luontodirektiivin liitteessä II mainittu lietetatar (*Persicaria foliosa*). Lietetatar on erittäin uhanalainen yksivuotinen hennohko ruoho, joka kasvaa matalassa vedessä tai märeällä maalla, useimmiten jokien ja järvien lieterannoilla. Jokien säännöstelyn sekä vesien rehevöitymisen aiheuttaman umpeenkasvun seurauksena lietetatar on hävinnyt useilta esiintymispaikoiltaan. (16, s. 5, 12.)



KUVA 6. Kiiminkijoen Natura 2000 -alue (16, s. 10)

5.4 Vedenkorkeus

Ruottisenjärven vedenpinnan korkeuksista löytyy tietoa vuodelta 2015 sekä vuodelta 2019 eteenpäin. Kuvasta 6 nähdään, että vedenpinta vaihtelee Ruottisenjärven huomattavasti ylä- ja aliveden välillä. Vedenpinnan korkeutta nostaa erityisesti tulva-aikaan tapahtuva bifurkaatio Jongunjärvestä. Bifurkaatio alkaa, kun Jongunjärven vedenpinta nousee tason N2000+120,86 metriä yläpuolelle. Bifurkaatiovedet virtaavat noin 10 m³/s vauhdilla Jongunjärvestä Ruottisenjärven vesistöön. Poikkeuksellisen suurella tulvalla vedet voivat virrata jopa 100 m³/s Jongunjärvestä Ruottisenjärven vesistöön. (17.)



KUVA 7. Ruottisenjärven vedenpinnan korkeustietoja vuodelta 2019 (18)

5.5 Vedenlaatu

Ruottisenjärvi on runsashumuksinen järvi, jonka vedenlaatuun vaikuttavat valuma-alueelta virtaavat metsäojien vedet sekä tulva-aikaan Jongun alueen vesistöistä bifurkaation kautta virtaavat vedet. Ensimmäisen kerran Ruottisenjärven vedenlaatua on tutkittu 1980-luvun lopulla. Tämän jälkeen mittauksissa on ollut lähes 30 vuoden tauko ja uusimmat mittaukset ovat vuosilta 2014 sekä 2019. (Taulukko 1.) (18.)

TAULUKKO 1. Ruottisenjärven vedenlaatutiedot vuosilta 1986, 2014 ja 2019 (19)

Mitattu suure	1986	2014	2019
Näytteenottojen lukumäärä	1	1	3
Happipitoisuus (mg/l)	8,2	8,4	8,9
Sameus (FNU)	7,8	8,9	7,5
Väriluku (mg/l Pt)	120	200	163,3
COD _{mn} (mg/l)	21,2	26	25,7
Kokonaisfosfori (µg/l)	57	56	67,3
Kokonaistyyppi (µg/l)	750	1100	1013,3
Klorofylli-a (µg/l)	25,5	39	24,3
pH	6,9	6,4	6,6
Rauta (µg/l)	2600	2700	3147

Rehevän järven kunnostaminen on perustelua, kun kokonaisfosforin sekä klorofylli-a:n pitoisuudet ylittävät taulukossa 2 esitetyn järvityypin hyvän tilan ylärajan.

TAULUKKO 2. Järvityypin hyvän tilan ylärajat (14)

Järven tyyppi vesienhoidossa	Väri mg Pt/l	Keskisyvyys (m)	Kokonaisfosfori µg/l	Klorofylli-a µg/l
Matala runsashumuksinen (MRh)	> 90	< 3	45	25
Ruottisenjärvi (MRh)		< 1	67,3	24,3

Vedessä oleva happi on tärkeä vedenlaaduntekijä ja hyvä happipitoisuus viestii vesistön hyvästä kunnosta. Happipitoisuuksia tulkittaessa tulee kuitenkin huomioida, milloin mittaus on tehty. Talvella päällysveden normaali happipitoisuus on 12-13 mg/l lämpötilassa 0,5-1,0 °C ja vastaavasti kesällä lämpötilassa 18-20 °C

normaali happipitoisuus on 8-9 mg/l. Ruottisenjärven happipitoisuus on tois-
taiseksi pysynyt hyvällä tasolla. (20, s. 4.)

Vedessä olevaa sameutta kuvaa sameusarvo, jonka yleisimmin käytetty yksikkö
on FTU (Formazin Turbidity Units). FTU:n lisäksi käytetään myös yksikköä FNU
(Formazin Nephelometric Unit). Sameuden mittaaminen tapahtuu siihen valmis-
tetulla erikoismittarilla, jossa mittausyksiköstä riippuen käytetään erilaisia mit-
tausparametreja kuten erilaista aallonpituutta ja valon eri värejä. Näin ollen eri
laitteilla eri yksikössä tehdyt mittaukset eivät ole suoraan verrannollisia toisiinsa.
(21, s. 7.)

Sameusarvo vaihtelee vuodenajan mukaan. Kesällä päällysveden pinnassa
esiintyvän leväsamennuksen vuoksi sameusarvo on suurempi kuin talvella. FTU-
yksiköllä määritettynä kirkkaan veden sameus on pienempi kuin 1,0 FTU ja lie-
västi samean veden lukuarvo 1-5 FTU. Sameuden vaihtelu jokivesissä on huo-
mattavasti suurempaa verrattuna järviin, mikä johtuu voimakkaammasta eroosi-
osta ja sadannasta. (20, s. 8-9.)

Veden väriluku kuvaa veden ruskeutta ja väriarvot määrittyvät vesistötyypin mu-
kaan värillisiksi tai värittömiksi. Väriluvun yksikkönä käytetään keinotekoista pla-
tina asteikkoa mgPt/l. Tutkittavan vesinäytteen väriä verrataan platina-asteikkoon
värikiekon avulla. Värittömien vesien värilukemat ovat 5-15 mgPt/l, lievästi hu-
muspitoisten vesien väriarvo asettuu välille 20-40 mgPt/l ja humuspitoiset vedet
50-100 mgPt/l. Erittäin ruskeiden (suovesien) värilukema voi olla jopa 100-200
mgPt/l. Ruottisenjärven väriluku on hyvin tyypillinen runsashumuksiselle järvelle.
(20, s. 14.)

Kemiallinen hapenkulutus COD_{Mn} kuvaa vedessä olevien kemiallisesti hapetta-
vien aineiden lukumäärää. Arvot vaihtelevat valumaolojen mukaan samaan ta-
paan kuin väriarvot. Järven kemiallinen hapenkulutus lisääntyy järvessä olevan
orgaanisen aineen lisääntyessä ja etenkin metsätalouden toimenpiteillä on vai-
kutuksen nousuun. (20, s. 15-16.)

Veden rehevyyttä arvioitaessa tärkeäksi parametriksi typen lisäksi muodostuu kokonaisfosforipitoisuus (taulukko 3). Fosfori on myös veden perustuotannon kannalta tärkeä ravinne. Fosforipitoisuus jakautuu pinta- ja pohjavesikerrostu-
mien välillä vertikaalisesti siten, että sedimentoituva aines vie fosforia alusveteen. Tästä johtuen fosforipitoisuus on pohjavedessä pääsääntöisesti suurempi kuin pintavedessä. (20, s.17.)

TAULUKKO 3. Rehevyysluokitus kokonaisfosforipitoisuuden perusteella (20, s. 17)

rehevyyssluokitus	kokonaisfosforipitoisuus	yleisluokitus (vesihallitus)
karu	<10 µgP/l	<12 µgP/l
lievästi rehevä	10 – 20 µgP/l	12 – 30 µgP/l
rehevä	20 – 50 µgP/l	30 – 50 µgP/l
erittäin rehevä	50 – 100 µgP/l	50 – 100 µgP/l
ylirehevä	>100 µgP/l	>100 µgP/l
Ruottisenjärvi	67,3	

Veden tuotannon ja rehevöitymisen kannalta tärkeä ravinne fosforin rinnalla on typi (taulukko 4). Kokonaistypen määrä kertoo vedessä olevan typen määrän ja se koostuu typen eri olomuodoista, kuten orgaanisesta- ja epäorgaanisesta ty-
pestä. Vesistöihin typpeä päätyy sade, valuma- ja jätevesien mukana. Typen määrään vaikuttaa merkittävästi valuma-alueen peltovaltaisuus. (20, s. 19.)

TAULUKKO 4. Rehevyyssuokitus typpipitoisuuden mukaan (20, s. 19)

rehevyyssuokitus	typpipitoisuus
luonnontilaiset kirkaat vedet	200 – 500 µg/l
humuspitoiset vedet	400 – 800 µg/l
erittäin ruskeat vedet	>1000 µg/l
Ruottisenjärvi	1013

Järven rehevyyttä fosforin ja typen rinnalla kuvaa erinomaisesti klorofylli-a:n pitoisuus. Se on suoraan verrannollinen järvessä olevaan levämäärään ja siten rehevyytasoon. Klorofyllimääryksiä tulisi tehdä vähintään kolme kertaa avovesikaudella, koska leväbiomassan määrä vaihtelee runsaasti säästä johtuen (taulukko 5). (20, s. 23.)

TAULUKKO 5. Rehevyyssuokitus klorofylli-a:n pitoisuuden mukaan (20, s. 23)

rehevyyssuokitus	klorofylli-a
karu	<4 µgP/l
lievästi rehevä	4 – 10µgP/l
rehevä	10 – 20 µgP/l
erittäin rehevä	20 – 50 µgP/l
ylirehevä	>50 µgP/l
Ruottisenjärvi	24,3

Happamuuden ilmaisuun käytetään pH-lukua, joka normaalilla vedellä on lähellä neutraalia pH=7. Suomen vesistöt ovat lievästi happamia pH 6,5-6,8 luontaisesta humuskuormituksesta johtuen ja vesien eliöstö onkin sopeutunut elämään pH-

alueella 6 - 8. Veden happamuuteen vaikuttaa vuodenaika, sillä kesällä levätuotanto kohottaa päällysveden pH-tasoa verrattuna talviaikaan. Hajotustoiminnan tuloksena veteen vapautuu hiilidioksidia, joka reagoi veden kanssa muodostaen hiilihappoa, joka vastaavasti laskee veden pH-arvoa. Ruottisenjärven happamuus on Suomen vesistöihin verrattuna oikealla tasolla. (20, s.12.)

Rautapitoisuus on vesistölle tunnusomainen arvo. Vapautunut rauta hapettuu sitoen fosforia sedimentteihin. Terveessä järvessä tämä järjestely huolehtii, ettei järven fosforipitoisuus nouse liian korkeaksi. Pienimmät rautapitoisuudet esiintyvät kirkkaissa karuissa vesistöissä, joissa rautapitoisuus on luokassa 50-200 µgFe/l. Humuspitoisissa vesistöissä raudan määrä on selkeästi korkeampi 400-600 µgFe/l. Erittäin ruskeat suovedet sisältävät rautaa jopa 1 000 µgFe/l. (20, s. 21, 22.)

5.6 Kalastoselvitys

Ruottisenjärvellä on tehty kalastotutkimuksia koekalastamalla kesän 2019 aikana, Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksen toimesta. Koekalastukset toteutettiin elokuun alku- sekä loppupuolella. Tutkimuksen mukaan Ruottisenjärven kalasto koostuu pääasiallisesti ahven- ja särkikaloista (taulukko 6).

TAULUKKO 6. Ensimmäinen koekalastus (22)

Ruottisenjärvi / koekalastus 02.8.2019 – 03.8.2019 / Nordic-verkot							
Verkko nro	Pyyntiruutu	Laji	Ahvenkalat		Särkikalat		
			Ahven	Kiiski	Särki	Salakka	Lahna
1	B4	kpl	5	2	23	6	3
		paino (g)	157	15	439	78	314
2	D11	kpl	10		29	2	2
		paino (g)	395		752	27	340
3	D6	kpl	13	4	12	4	5
		paino (g)	1075	28	274	50	540
4	E3	kpl	12		24	1	4
		paino (g)	986		790	15	1378
5	E9	kpl	11	1	18		8
		paino (g)	362	18	379		999
6	F4	kpl	12	7	19		11
		paino (g)	562	54	304		1412
7	F8	kpl	10	13	10	2	4
		paino (g)	1030	61	237	28	717
8	H4	kpl	12	1	11	1	10
		paino (g)	277	6	254	23	1195
Yhteensä		kpl	85	28	146	16	47
		paino (g)	4844	182	3429	221	6895

Ruottisenjärvestä saatiin ensimmäisellä koekalastuskerralla yhteensä viittä eri kalalajia: ahven, kiiski, särki, salakka ja lahna. Taulukosta 7 nähdään särkikalajien biomassan olevan kaksinkertaisesti suurempi verrattuna ahvenkaloihin.

TAULUKKO 7. Toinen koekalastus (22)

Ruottisenjärvi / koekalastus 26.8.2019 – 27.8.2019 / Nordic verkot										
Verkko nro	Pyyntiruutu	Laji	Ahvenkalat			Petokalat		Särkikalat		
			Ahven	Kiiski	Hauki	Särki	Salakka	Lahna	Säyne	
1	G11	kpl	12	1	1	17	4	6	1	
		paino (g)	1147	8	997	262	53	1542	10	
2	H10	kpl	14	1		9	2	12		
		paino (g)	497	14		164	41	1010		
3	H7	kpl	16	2		14	5	4		
		paino (g)	702	16		227	69	418		
4	I2	kpl	9	3		13	5	8		
		paino (g)	477	42		223	66	830		
5	I7	kpl	6			42	4	9		
		paino (g)	149			388	68	1132		
6	J5	kpl	20	3	1	12	5	5		
		paino (g)	393	51	1260	206	63	579		
7	L10	kpl	16	3		27		2		
		paino (g)	638	38		277		311		
8	L7	kpl	9	3		22	1	1		
		paino (g)	333	17		391	15	39		
9	L8	kpl	17	1		27		5	2	
		paino (g)	521	7		558		959	27	
10	N10	kpl	14	2	2	22	4	9		
		paino (g)	388	19	1411	506	59	871		
11	N9	kpl	17	4	1	10	1	4		
		paino (g)	787	37	119	153	22	488		
12	O6	kpl	4	1		38	2	17		
		paino (g)	190	7		955	22	2918		
Yhteensä		kpl	154	24	5	253	33	82	3	
		paino (g)	6222	256	3787	4310	478	11097	37	

Toisella koekalastuskerralla kalalajeja löytyi ensimmäiseen kertaan verrattuna kaksi enemmän, hauen ja säyneen lisätessä kalalajien kirjoa. Tälläkin kertaa särkikalajien biomassa oli lähes kaksinkertainen verrattuna ahvenkalajien biomassaan, mikä kertoo Ruottisenjärven olevan erittäin ravinteikas ja särkikalajille suosittu järvi elää.

5.7 Linnustaselvitys

Ruottisenjärvellä ei ole tehty varsinaista linnustaselvitystä, mutta joitain hajahavaintoja alueen linnuista kuitenkin on. Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksessa työskentelevän ylitarkastaja Jorma Pessan mukaan alueella on mahdollisesti alueelle tunnusomaisia sorsa- ja kahlaajalintuja. Joukossa voi olla myös uhanalaisiksi arvioituja lajeja, joista ei kuitenkaan ole tarkempaa tietoa. (23.)

5.8 Kasvillisuus selvitys

Ruottisenjärvestä ei ole tehty varsinaista kasvillisuus selvitystä. ELY-keskus on kuvannut kasvillisuuden määrää ja sijoittumista, mutta kasvilajeja ei ole systemaattisesti määritetty. Tämä tulisi kuitenkin tehdä mahdollista kunnostus lupaa varten. Samalla alueen kasvillisuudesta saisi paremman kuvan, mikä helpottaisi myöhemmin esimerkiksi niitettävien alueiden suunnittelua.



KUVA 8. Ruottisenjärvi 2000-luvun alkupuolella (24)



KUVA 9. Ruottisenjärvi vuonna 2019 (24)

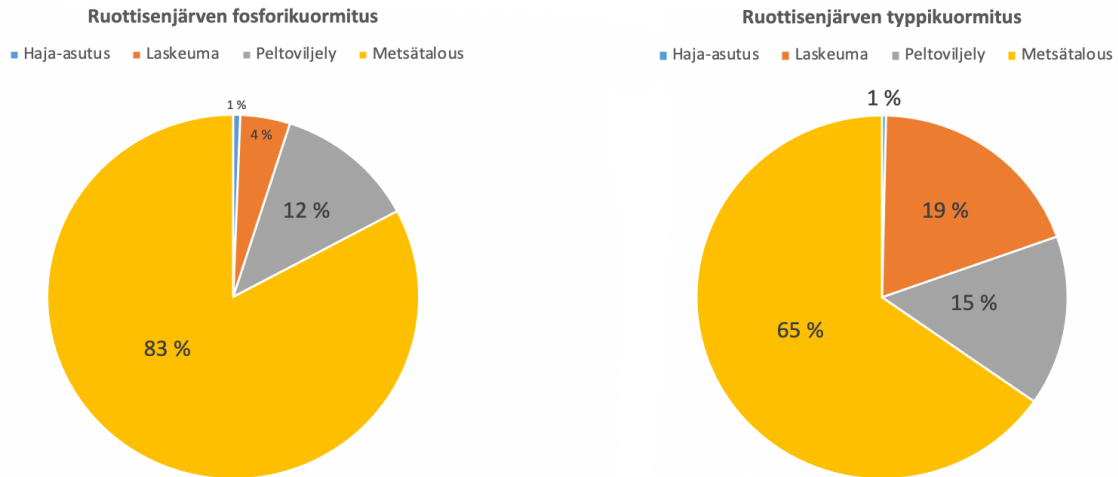
6 JÄRVIÄ KUORMITTAVAT TEKIJÄT

Järven tilaa kuormittavat tekijät voidaan jakaa kahteen eri kategoriaan: sisäiseen ja ulkoiseen kuormitukseen. Ulkoinen kuormitus muodostuu valuma-alueelta virtaavan veden sisältämästä ravinteista ja orgaanisesta aineesta sekä suoraan järveen kohdistuvasta ilmalaskeumasta ja jätevesikuormituksesta. Sisäisellä kuormituksella tarkoitetaan järven pohjasedimenttiin varastoituneiden ravinteiden vapautumista takaisin veteen hapen vähetessä. Tämä kiihdyttää yhä enemmän järven rehevöitymistä. (2, s. 23 – 24; 12.)

Ulkoisen- ja sisäisen kuormituksen arvioiminen edellyttää aina valuma-alueen maa- ja kallioperän ominaisuuksien sekä maakäyttömuotojen perusteellista selvittämistä. Lähtökohtaisesti hiekkaisilta harjumailta huuhtoutuu vähemmän ravinteita kuin savisilta alueilta tai tuoreilta metsäkankailta. (2, s. 24.)

6.1 Ulkoinen kuormitus

Valuma-alueelta virtaavien vesien mukana kulkeutuu erilaisia ravinteita, joista Suomessa eniten ulkoista kuormitusta aiheuttavat fosfori ja typpi. (Kuva 10.) Näitä vesistöjä rehevöittäviä ravintoaineita pääsee veteen eri lähteiden, kuten metsätalouden, haja-asutuksen, laskeuman sekä maatalouden kautta. Näistä suurin kuormittaja Suomessa on maatalous, jonka osuus kokonaisfosforipäästöistä on 58,3 % ja typpipäästöistä 50,9 %. Valuma-alueelta virtaavat vedet lisäävät myös veden vaihtuvuutta ja voivat näin vastaavasti myös viedä ravinteita järvestä pois. (25.)



KUVA 10. Ruottisenjärven fosfori- ja typpipäästölähteet (26)

Ruottisenjärveen ulkoista kuormitusta ei tule juurikaan maatalouden kautta, sillä suurin ulkoinen kuormittaja on metsätalous. Ruottisenjärven ympäristössä on tehty viime vuosien aikana tavanomaista enemmän kunnostusojituksia. Ravinteet liikkuvat ojissa virtaavan veden mukana Ruottisenjärveen ja lisäävät näin ollen järven kuormitusta. Tällä hetkellä ei ole kuitenkaan tarkalleen tiedossa, mitkä metsäojituksen laskuojista kuormittavat eniten Ruottisenjärveä. (12.)

Metsätaloudesta aiheutuvaan kuormaan voidaan kuitenkin vaikuttaa tekemällä kunnostustyöt mahdollisimman kevyesti ja rakentamalla ravinteita pidättäviä perkuukatkoja, laskeutusaltaita sekä patorakenteita. Metsäojien lisäksi ravinteita huuhtoutuu Ruottisenjärveen tulvavesien mukana, kun lijoen vesistöstä virtaavat vedet huuhtoutuvat metsäkankaiden, ojien, teiden ja suoalueiden yli Ruottisenjärveen. (Kuva 2 sivulla 15.)

6.2 Sisäinen kuormitus

Sisäisen kuormituksen arvioiminen ilman tarkempia lisätutkimuksia on ulkoista kuormitusta haastavampaa, sillä veden ja sedimentin välillä oleva ainevirta on kaksisuuntainen. Ulkoisen kuormituksen tuomat ravinteet varastoituvat pohja-sedimenttiin, josta ne voivat kuitenkin vapautua takaisin levien käyttöön esimerkiksi kovasta tuulesta aiheutuvan sekoitusvirran tai diffuusion johdosta. Sisäisen

kuormituksen vuodenaikainen vaihtelu on suurta ja huippukohtat sijoittuvat kevät talvesta kesän loppupuolelle. (2, s. 25.)

Ruottisenjärvi on vedenlaatutietojen (taulukko 1 sivulla 22.) perusteella erittäin rehevöitynyt järvi, jossa on paljon pintakasvillisuutta. Järven pinnalla oleva kasvillisuus vajoaa aikanaan järven pohjalle, minkä seurauksena käynnistyy hajotusprosessi. Tämä prosessi kuluttaa happea pohjasedimentistä ja vapauttaa näin ollen ravinteita takaisin veteen. Prosessin seurauksena järven sisäinen kuormitus lisääntyy. (27.)

Koekalastustietojen perusteella Ruottisenjärven kalasto on särkivaltainen. Särkikalat pöyhivät järven pohjaa ja vapauttavat samalla ravinteita veteen ja näin ollen lisäävät järven sisäistä kuormitusta. Särkikaloista 0,7-0,8 % on fosforia, joten tuhannen kilon särkisaalis poistaa järvestä 7-8 kiloa fosforia. Hoitokalastuksen lisäksi järven sisäistä kuormitusta voidaan vähentää sedimentin kemiallisella käsittelyllä sekä veden hapettamisella. (3, s. 14.)

7 JÄRVEN KUNNOSTUSMENETELMÄT

Järvet ovat luonnostaan hitaassa muutoksen tilassa, jota ihmisen toiminta kuitenkin kiihdyttää. Ihmisen toiminnasta riippuvaa järven muuntumista, kuten rehevöitymistä ja umpeenkasvua, voidaan kuitenkin hidastaa erilaisten kunnostustoimenpiteiden avulla. Täysin järvien luontaista muuntumista ei kuitenkaan voida, eikä ole tarpeenkaan pysäyttää. (13.)

Koska järvien kunnostus on aina järvikohtaista, tarkasteltiin Ruottisenjärveen souvia kunnostusmenetelmiä tarkemmin yleissuunnitteluvaiheessa.

7.1 Hapetus

Yleensä järven rehevöityessä happea kuluttava hajotustoiminta lisääntyy, minkä seurauksena järveen saattaa muodostua alustava happikato, joka kiihdyttää sisäistä fosforin tuotantoa. Pohjan tuntumassa happitilannetta parantamalla voidaan estää happikadon syntyminen ja täten parantaa eliöstön hyvinvointia sekä hillitä fosforin liukenemista pohjasedimentistä veteen (taulukko 8). (13.)

Happikato ei aina merkitse hapetustarvetta, sillä fosforin vapautumista järveen lisäävät järvessä elävät särkikalat. Kalat pöyhivät järven pohjaa etsiessään ravintoa ja näin fosforia vapautuu pohjasedimentistä järveen. Leväkukintoihin liittyvä pH:n nousu lisää myös fosforin vapautumista. (28.)

Suomessa yleisimpiä käytössä olevia hapetusmenetelmiä ovat hapen vienti veteen ilman ja paineilmakuplituksen avulla sekä päällysvedessä olevan hapellisen veden johtaminen alusveteen. (28.)

TAULUKKO 8. Hapetuksen hyvät ja huonot puolet (3, s.21)

Toimenpide	Hyvät puolet	Huonot puolet
Hapetus	Talviaikaan tehtävällä hapetuksella voidaan estää kala- ja rapukuolemia	Suuret investointi- ja käyttökustannukset
	Hapettaminen vähentää fosforin vapautumista pohjasedimentistä	Hyötyjen arviointi epävarmaa

7.2 Fosforin kemiallinen saostus

Järven sisäistä kuormitusta voidaan joissain tapauksissa vähentää sitomalla järven vesimassassa oleva fosfori pohjasedimenttiin kemikaalien avulla. Saostus alentaa vesimassan fosforipitoisuutta ja hidastaa fosforin kiertoa vesimassan ja sedimentin välillä. Aikaisemmin saostuskemikaaleina on käytetty rauta- ja alumiinisulfaattia, mutta nykyään on siirrytty käyttämään kasvavassa määrin alumiinikloridia. Rautayhdisteisiin verrattuna alumiinikloridi toimii myös hapettomissa olosuhteissa. Alumiinikloridilla on todella happamoittava vaikutus, joka aiheuttaa kala- ja rapukuolemia annostuksen ollessa liian suuri (taulukko 9). Fosforin kemiallinen saostus vaatii aina vesilain mukaisen luvan. (29.)

TAULUKKO 9. Fosforin hyvät ja huonot puolet (2, s. 191)

Toimenpide	Hyvät puolet	Huonot puolet
Fosforin kemiallinen saostus	Helppo toteuttaa	Mahdolliset kalakuolemat. Voidaan kuitenkin välttää oikeanlaisella annotuskella
	Tulokset heti nähtävissä	Lyhyt vaikutusaika, uusintakäsittely tarpeellinen muutaman vuoden välein
	Pienissä kohteissa suhteellisen edullinen	Edellyttää lupakäsittelyä sekä hyviä taustatutkimuksia

7.3 Kalkitus

Kalkitusta käytetään happamien vesistöjen vedenlaadun palauttamisessa normaalille tasolle, jotta vesistöissä elävä eliöyhteisö säilyy ja järven ekologinen toiminta parantuu (taulukko 10). Vesistöjen happamoituminen aiheutuu yleensä ilmansaasteista, jotka huuhtoutuvat sadeveden mukana maahan ja sitä kautta järviin. Suomessa kalkitukset pyritään toteuttamaan talviaikaan jään päällä. Kesäaikaan kalkitus suoritetaan kalkitusveneillä. (30.)

TAULUKKO 10. Kalkituksen hyvät ja huonot puolet (2, s. 275)

Toimenpide	Hyvät puolet	Huonot puolet
Kalkitus	Veden laatu paranee (happamuus laskee)	Kustannukset
	Voidaan parantaa kalojen ja rapujen istutusedellytyksiä	Kalkitusaineen epäpuhtaudet voivat vaikuttaa fosforin ja typen pitoisuuksiin

7.4 Ravintoketjukurkennostus

Ravintoketjukurkennostuksella eli biomanipulaatiolla pyritään parantamaan rehevöityneen järven vedenlaatua tehokalastamalla särkikalakantaa pienemmäksi (taulukko 11). Särkikalat ylläpitävät järven sisäistä kuormitusta, veden korkeaa fosforipitoisuutta ja sinileväkukintoja, joten särkikalojen vähentäminen on erittäin tärkeä toimenpide rehevöityneen järven kunnostuksessa ja hoidossa. Särkikalat sisältävät 0,7–0,8 % fosforia, joten tuhannen kilon saalis poistaa 7–8 kiloa fosforia järvestä. Biomanipulaatio voi käsittää myös kalastuksen ohjausta, kalojen elinympäristön hoitoa sekä petokalojen istutuksia. Petokalot syövät särkikaloja ja näin ollen vähentävät luontaisesti särkikalakantaa. (31; 3, s. 14.)

TAULUKKO 11. Ravintoketjukurinostuksen hyvät ja huonot puolet (3, s. 14)

Toimenpide	Hyvät puolet	Huonot puolet
Ravintoketju- kunnostus	Parantaa vedenlaatua, kalaston rakennetta sekä luonnon monimuotoisuutta	Kustannuksien kattaminen ja pitkäjänteisyys
	Järven kalataloudellinen arvo paranee	Suurien järvien hoitokalastaminen teetettävä ammattikalastajalla
	Tärkeä sinileväkukintojen vähentämisen keino	Suurten poistosaliiden jatkokäyttö suunniteltava tarkasti

7.5 Ruoppaus

Ruoppauksella tarkoitetaan vesistön pohjalle kertyneen sedimentin tai muun kiinteän maa-aineksen poistamista veden alta. Ruoppaus jaetaan kolmeen päätyövaiheeseen: maa-aineksen irrottaminen ja nostaminen, siirtäminen läjityspaikalle ja sijoittaminen. Työvaiheet voidaan toteuttaa monin eri tavoin ja varsinainen ruoppausmenetelmä muodostuu niiden yhdistelmästä. (2, s. 211.)

Ruoppausmenetelmät jaetaan kolmeen eri kategoriaan: kauharuoppaus, imuruoppaus ja pumppukauharuoppaus. Näistä yleisin on kauharuoppaus, joka voidaan suorittaa rannalta, matalasta rantavedestä, kelluvalta lautalta tai vastavasti talvella jään päältä. Imuruoppauksessa järvestä irrotettava massa sekoitetaan ensin veteen pumppauskelpoiseksi lietteeksi kauhapyörällä, leikkurilla tai vesisuihkulla. Tämän jälkeen massa imetään pumpulla ruoppaajaan, josta se siirretään paineen avulla paineputkea pitkin läjityspaikalle. (2, s. 213, 217.)

Pumppukauharuoppaus on imu- ja kauharuoppauksen välimuoto. Imuruoppauksen verrattuna siinä ei ole imulinjaa, vaan pumppujen nielut avautuvat kauhan pohjalle, josta ruopattava massa pumpataan haluttuun paikkaan. (2, s. 213, 217.)

Pienimmästäkin ruoppauksesta on aina tehtävä ilmoitus paikalliseen ELY-keskukseen ennen ruoppauksen aloittamista. Ruoppaukset, joissa ruopattavan massan tilavuus ylittää 500 m³, vaatii aina vesilain (587/2011 2:6 §) mukaisen luvan (taulukko 12). (32.)

TAULUKKO 12. Ruoppauksen hyvät ja huonot puolet (3, s. 32)

Toimenpide	Hyvät puolet	Huonot puolet
Ruoppaus	Suuremman vesisyvyyden myötä virkistyskäyttö helpottuu	Työnaikainen veden samentuminen
	Matalien rantojen avaaminen voi parantaa kalojen ja lintujen elinympäristöä	Konetyön kustannukset
	Vedenlaatu voi parantua	Luvanvaraista

7.6 Vesikasvien poisto

Vesikasveja poistamalla liikkuminen, kalastus ja uiminen järvellä helpottuvat sekä kalojen ja lintujen elinolosuhteet paranevat (taulukko 13). Liiallista vesikasvien niittoa tulee välttää, sillä etenkin peltovaltaisilla rannoilla ja ojien suistoissa kasvillisuus pidättää ravinteita, jotka muuten valuisivat järveen. Vesikasvit suojaavat myös rantaviivaa aallokon aiheuttamalta eroosiolta. (13 s. 50.)

Yleisin tapa vesikasvien poistoon on niitto. Kasvillisuuden niittäminen tulisi tehdä ensimmäisenä kesänä kahteen kertaan, toisena kerran ja tämän jälkeen tarpeen vaatiessa. Sopiva aika niitolle on heinäkuun puolivälistä elokuun puoliväliin. Niitto on syytä suunnitella hyvin, sillä pieneltäkin alueelta syntyy kymmenien tuhansien kilojen edestä kasvimassaa, joka on korjattava pois järvestä. Kerätty kasvimassa tulee käsitellä asianmukaisesti esimerkiksi kompostoimalla. (13, s. 50.)

TAULUKKO 13. Vesikasvien poiston hyvät ja huonot puolet (3, s. 26)

Toimenpide	Hyvät puolet	Huonot puolet
Vesikasvien poisto	Virkistyskäyttö helpottuu, umpeenkasvu hidastuu	Kustannukset
	Kalastus mahdollisuut ja lintujen olosuhteet paranevat	Massan läjitys
	Veden vaihtuvuus ranta-alueilla parantuu	Liian laaja-alainen kasvillisuuden poisto voi suosia leväkukintoja

7.7 Vedenpinnan nosto

Järven vedenpinnan noston perimmäisenä tavoitteena yhdessä muiden kunnostustoimenpiteiden kanssa on estää järven umpeenkasvu sekä parantaa järven käyttökelpoisuutta (taulukko 14). Vesisyvyyden kasvaessa kasvillisuus vähenee ja umpeenkasvu hidastuu. Korkeamman vedenpinnan myötä rantojen virkistyskäyttömahdollisuudet paranevat. Vedenpinnan noston kautta vesitulavuus kasvaa, minkä lisäksi järven happitilanne talviaikaan voi parantua, kun happea kulluttava vaikutus kohdistuu suurempaan vesimassaan. Tyypillisesti järvien kunnostushankkeissa vesikasvien poisto on täydentänyt vedenpinnan nostoa. (33; 2, s. 227.)

Vedenpinnan noston seuraukset koskettavat vesistön käyttäjiä ja osaa rannan asukkaista, joten vedenpinnan nostoa suunniteltaessa on välttämätöntä tehdä yhteistyötä eri asianosaisten kanssa ja varmistaa ymmärrys asetetusta päämäärästä. (33.)

TAULUKKO 14. Vedenpinnan noston hyvät ja huonot puolet (3, s. 31)

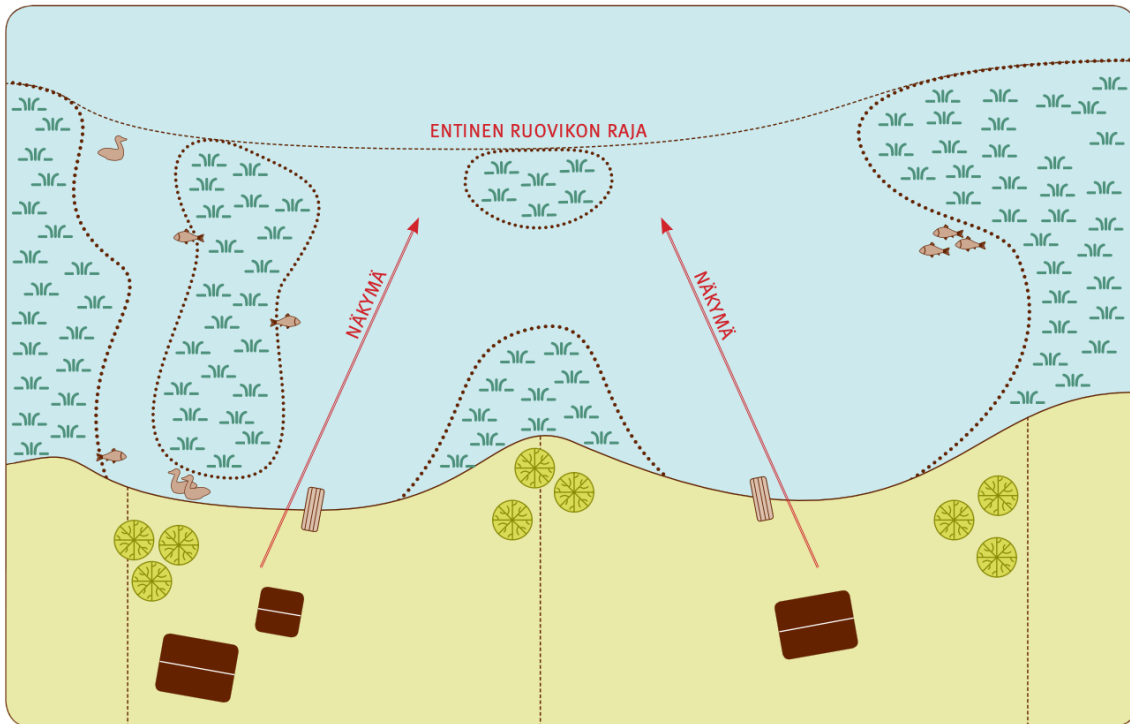
Toimenpide	Hyvät puolet	Huonot puolet
Vedenpinnan nosto	Virkistyskäyttö mahdollisuudet paranevat	Suunnittelu- ja lupaprosessit raskaita
	Arvokalojen ja lintujen elinolot paranevat	Happitilanteen paraneminen voi kasvattaa särkikalakantoja
	Pohja jäätyy suhteellisesti pienemmällä alueella	Ravinteita huuhtoutuu vesistöön ensimmäisten vuosien aikana

8 RUOTTISENJÄRVEN KUNNOSTUSUUNNITELMA

Ruottisenjärven suurimpina ongelmina ovat rehevyys sekä järven mataluus, jotka vaikeuttavat etenkin järven virkistyskäyttöä. Paikallisten keskuudessa on ollut esillä pohjapadon rakentaminen, millä pystyttäisiin nostamaan Ruottisenjärven vedenpintaa. Pohjapadon suunnittelu ja rakentaminen ei kuitenkaan ole yksiselitteistä suuren vedenpinnan ja bifurkaatiosta johtuvan tulovirtaaman vaihtelun takia. Alueella vallitsevien haastavien olosuhteiden myötä järveen kohdistuvat toimenpiteet olisivat lähinnä vesikasvillisuuden poistot ja kiinteistöjen rantojen ruoppaukset sekä järven luusuaan rakennettavat pohjakynnykset. Näiden lisäksi kunnostustoimenpiteitä tulisi suunnata myös Ruottisenjärven valuma-alueelle ulkoisen kuormituksen vähentämiseksi etenkin metsätalouden osalta.

8.1 Kunnostusvaihtoehto 1: Vesikasvien poisto

Vedenlaatutietojen perusteella (taulukko 1 sivulla 22) Ruottisenjärvi on erittäin rehevöitynyt järvi, jossa on paljon pintakasvillisuutta. Laajalle levinneen pintakasvillisuuden leviämisen hidastamiseksi sekä estämiseksi ensimmäisenä kunnostustoimenpiteenä toteutettaisiin vesikasvien poisto niittämällä. Vesikasvillisuus toimii kalojen ja lintujen elinympäristönä sekä hyvänä näköesteenä kiinteistöjen välillä. Tämän takia niitoissa tulee suosia aukko- ja käytävämäisiä muotoja sekä välttää suoraviivaisia esim. kiinteistörajoiden mukaan tehtäviä rajauksia. (Kuva 10.) Vesikasvit sitovat myös ravinteita, joten ojien edustat on syytä jättää niittämättä järveen päätyvän ulkoisenkuorman vähentämiseksi. (3.)



KUVA 11. Niiton toteuttaminen eläin ja ihmisystävällisellä tavalla (3, s. 29)

Ennen varsinaista niittoa Ruottisenjärvestä tulisi tehdä kasvillisuusselvitys, jotta varmistuttaisiin alueen kasvillisuudesta.

Ilmaversoiset kasvit, kuten järviruoko, järvikaisla ja järvikorte voidaan hävittää niittämällä mahdollisimman läheltä pohjaa. Uposkasvit kuten lumme, ulpukka ja uistinviita voidaan niittää, mutta ne kasvavat useimmiten takaisin vahvan ja ravinnepitoisen juurakon myötä. (2; 34.)

Uposkasvien osalta niittoa parempi vaihtoehto olisi nuottoaus, jossa kasvit poistetaan juurineen. Kelluslehtisiä kasveja kuten vesiruttoa, ahvenviitaa ja karvalehteä ei yleensä kannata niittää, sillä ne lisääntyvät versojen palasista ja niitto saattaa näin kiihdyttää kasvua. (2; 34.)

Niitto tulee suorittaa ensisijaisesti sellaisilta alueilta, joilla kasvillisuus koetaan haitallisen runsaaksi. Liian laaja-alaiset niitot voivat suosia leväkukintoja sekä altistaa rantoja eroosiolle. Niittoalueiden suunnittelun tueksi järvestä olisi hyvä ottaa uudet ilmakuvat, jotka toimisivat apuna niitto- ja läjitysalueiden suunnittelussa. (2; 34.)

Niitto voidaan suorittaa vuodenajasta riippumatta erilaisten välineiden avulla. Kesällä optimaalinen niittoaika on lintujen pesimäkauden jälkeen, heinäkuun puolesta välin elokuun puoleen väliin. Niittäminen onnistuu tarvittaessa myös talvella, mikäli jään paksuus sen sallii. Vesikasvien poisto voidaan toteuttaa ruoppaamalla tai erilaisten moottoroitujen niittolaitteiden sekä harvestereiden avulla. Matalan rantaveden niitto onnistuu myös käsin viikatteella. (3.)

Niitetty kasvimassa tulee kerätä pois järvestä, sillä jo pieneltä alueelta niitetyistä kasveista muodostuu kymmenientuhansien kilojen edestä kasvimassaa. Kerätty kasvimassa tulee kuljettaa kompostoitavaksi riittävän kauaksi läjitysalueelle. Näin estetään kasvimassan pääsy takaisin järveen. Kasvimassan siirto läjitysalueelle on itse niittoa kalliimpaa ja lisää näin ollen merkittävästi niitosta aiheutuvia kustannuksia (taulukko 16). (2, s. 262.)

Vesikasvienpoisto vaatii paljon työtä ja suunnittelua. Se on myös suhteellisen kallis kunnostustoimenpide ulkopuoliselta toimijalta tilattuna, joten se kannattaa pyrkiä toteuttamaan talkootyönä. Vesikasvien poistosta voi syntyä myös haju- ja meluhaittoja sekä hetkellistä veden samentumista. Vesikasvien poistolla on kuitenkin merkittävä vaikutus järven tilan ja käytön kannalta. Järven umpeen kasvu hidastuu, veden vaihtuvuus ranta-alueilla paranee ja järven virkistyskäytönmahdollisuudet kuten kalastus helpottuu. (2, s. 265.)

8.2 Kunnostusvaihtoehto 2: Ruoppaus

Rehevöitymisen lisäksi Ruottisenjärven ongelmana on sen mataluus. Järven keskisyvyys on vain noin 1 m ja erityisesti kesäaikaan vedenpinta laskee hyvin alhaiselle tasolle. Suuret vedenpinnan vaihtelut vaikuttavat negatiivisesti järven virkistyskäyttömahdollisuuksiin. Tämän takia toinen mahdollinen kunnostustoimenpide olisi järven osittainen ruoppaaminen.

Ruoppauksen myötä järven vesisyvyys sekä vesitilavuus kasvaisivat ja näin ollen virkistyskäyttömahdollisuudet lisääntyisivät. Ruoppausta ennen laaditaan ruoppaussuunnitelma, joka sisältää muun muassa ruopattavan alueen, ruopattavan aineksen määrän ja laadun, läjitysalueen sijainnin ja etäisyyden ruopattavasta

järvestä sekä mahdollisen luvan/ilmoituksen ruoppauksesta. Alle 500 m³:n ruoppauksesta riittää ilmoitus kuukautta ennen alueen ELY-keskukselle. Suuremmat ruoppaukset vaativat vesilain (27.5.2011/587) mukaisen luvan. (32.)

Ruoppaukset sijoittuisivat ennen tarkempia suunnitelmia kiinteistöjen rantavesiin sekä järven luusuan läheisyyteen. Järven pohjasedimentti tulisi tutkia, jotta varmistetaan sedimentin laadusta ja pystytään valitsemaan oikea ruoppausmenetelmä. (2, s. 220.)

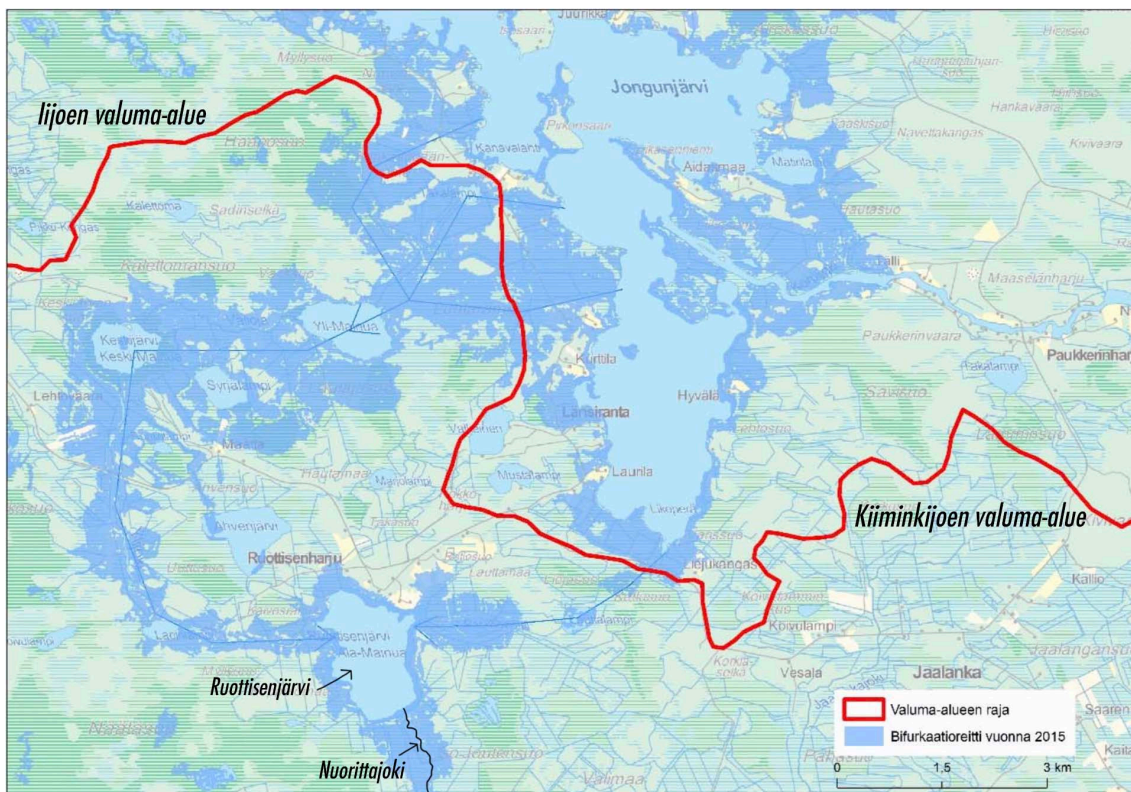
Ruoppaus voidaan suorittaa kauha- tai imuruoppauksena riippuen pohjasedimentin laadusta. Mikäli pohjasedimentti ei ole erityisen liejuinen, käytetään kustannustehokkainta ruoppausmenetelmää, kauharuoppausta. Imuruoppaukseen turvaudutaan pohjan ollessa erittäin vetinen, turpeinen tai mutainen. Ruoppaus suoritetaan alimman veden korkeuden aikaan järven rannoilta tai rantavedestä. Ruoppaus voidaan suorittaa myös talvella jään päältä. (2, s. 220.)

Ruopatut massat kuljetetaan läjitysalueelle. Alueen tulee olla sellaisessa paikassa, ettei järven vesi pääse kosketuksiin ruopattujen massojen kanssa. Läjitysalueella kuivamassa olevista massoista ei myöskään saa valua vastaavasti vesiä takaisin järveen. Ruopattuja maita voidaan käyttää hyväksi maanviljelyssä, viherkentämissä sekä täyttömaina erilaisissa rakenteissa. (2, s. 218.)

Ruoppaus on erittäin kallis ja tarkkuutta vaativa kunnostusmenetelmä, joten ruopattavat alueet tulee suunnitella erityisen tarkkaan ja harkiten (taulukko 17). Pohjasedimentin ruoppaaminen voi vapauttaa kiinto- ja ravinneaineita veteen ja tämän seurauksena metallipitoisuudet voivat kasvaa. Ruoppaus aiheuttaa myös hetkellistä veden samentumista, mutta sameus palaa yleensä ennalleen muutamassa viikossa. Ruoppaus toimii myös hyvin vesikasvien poiston yhteydessä, sillä silloin kasvit saadaan poistettua juuria myöten. Vesitilavuuden ja vesisyvyyden kasvun myötä järven virkistyskäyttömahdollisuudet kasvavat ja parhaassa tapauksessa ruoppaus vaikuttaa positiivisesti järven tilaan sekä vedenlaatuun. (2, s. 222.)

8.3 Kunnostusvaihtoehto 3: Pohjapato

Ruottisenjärven vedenpinnan korkeutta voitaisiin nostaa rakentamalla pohjapato. Pohjapadon rakentaminen sekä mitoittaminen ei kuitenkaan ole ongelmattonta. Jongunjärven länsipuolella sijaitsee bifurkaatiopaikka, mistä tulva-aikaan osa lijoen vesistä purkautuu eri reittejä pitkin Ruottisenjärveen ja sitä ympäröiville laajoille suoalueille (kuva 12). Bifurkaation myötä Ruottisenjärven vedenpinnan sekä tulovirtaaman vaihtelu korkeimman ja alimman veden aikaan ovat niin suuria, että kustannuksiltaan järkevän ja toimivan pohjapadon mitoittaminen olisi erittäin haastavaa. Vedenpinnan nosto tarvitsee myös vesilain mukaisen luvan. (17, s. 13.)



KUVA 12. Satelliittikuva bifurkaatioreitistä ja valuma-alueiden rajasta vuodelta 2015 (11, s. 49)

Mikäli pohjapadon rakentamiseen kuitenkin päädyttäisiin, rakennettaisiin se Ruottisenjärvestä lähtevään Nuorittajokeen.

Pohjapadon avulla voidaan hidastaa sekä tasata virtaamaa ja nostaa padon yläpuolella olevan uoman vedenpinnan korkeutta. Pohjapadon rakentamiseen voitaisiin mahdollisesti käyttää ympäristöstä löytyviä materiaaleja, kuten kiviä ja puita. Mikäli ympäristöstä ei löydy rakentamiseen soveltuvia kiviä, tilataan niitä paikalliselta toimijalta.

Pohjapadon rakentaminen vaatii lisätutkimuksia virtaamasta sekä pohjaolosuh-teista, jotta pystytään mitoittamaan oikean kokoinen ja materiaaleiltaan oikeanlainen pohjapato. Ruottisenjärvestä laskeva Nuorittajoki on noin 10-20 metriä leveä, joten pohjapadon rakenteen sekä kustannusten havainnollistamiseksi käytetään Saarijärvellä tehtyä pohjapatoa, joka vastaa leveyden puolesta Nuorittajoen leveyttä (liite 2).

Pohjapadon kustannuksiin vaikuttavat rakennuspaikassa vallitsevat olosuhteet, kuten se, onko rakennuspaikalle olemassa olevaa tietä, kuinka kaukaa massat siirretään paikalle sekä kuinka syvälle kaivetaan. Saarisenjärvelle rakennetun pohjapadon arvioidut kustannukset on esitetty taulukossa 18 sivulla 51.

8.4 Kunnostusvaihtoehto 4: Pohjakynnys

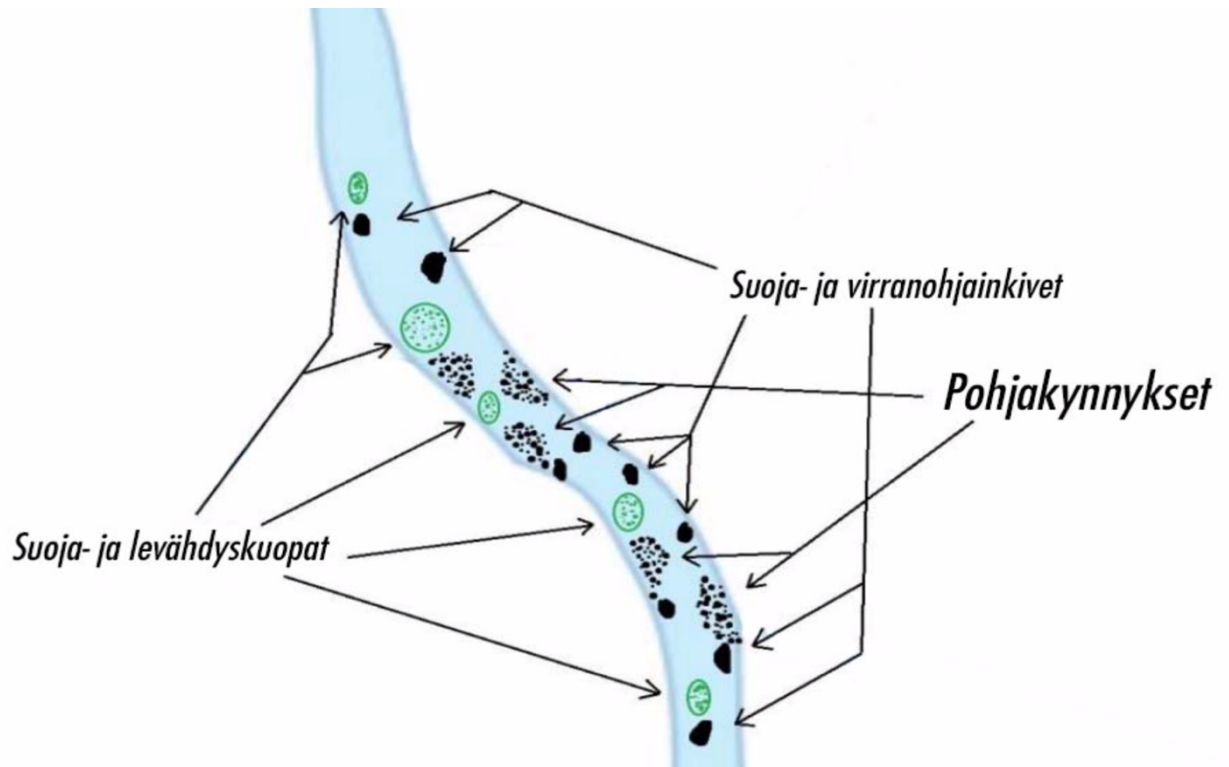
Pohjapadon sijasta varteen otettava ratkaisu olisi rakentaa luonnon koskea muistuttavia pohjakynnyksiä Ruottisenjärvestä lähtevään Nuorittajokeen. Pienet pohjakynnykset nostaisivat vedenpintaa sekä hidastaisivat veden virtausta järvestä.

Pohjakynnyksen rakentamiseen käytettäisiin soraa ja kiviä. Rakennusmateriaalit tilattaisiin paikalliselta kiviainesmyyjältä. Tilattujen kivien lisäksi rakentamisessa hyödynnettäisiin mahdollisimman paljon ympäristöstä löytyviä eri kokoisia kiviä.

Eri kokoiset kivet toimivat hyvänä elinpaikkana pieneliöille ja erinomaisena kutupaikkana kaloille. Erityisesti isot kivet toimivat hyvin virranohjauskivinä sekä kalojen suojapaikkoina (kuva 12). Oikein toteutettu luonnonmukainen pohjakynnys ei estä kalojen liikkumista. (35.)

Pohjakynnysten rakentaminen vaatii vesilain mukaisen luvan (35).

Pohjakynnyksen rakentaminen toteutettaisiin pääsääntöisesti talven aikana. Ruottisenjärven ympärillä ei ole teitä, joten rakennusmateriaalit vietäisiin traktorilla jäätä pitkin suunnitellun pohjakynnyksen läheisyyteen, josta kaivinkone siirtäisi kivet eri kohtiin uoman pohjalle. Jäiden lähdettyä kiviä olisi mahdollista siirtää käsin tarvittaessa.



KUVA 12. Esimerkki pohjakynnyksen kivien sijoittelusta (36)

8.5 Kunnostusvaihtoehto 5: Kuivattaminen

Yksi vaihtoehto pohjapadon lisäksi on Ruottisenjärven kuivattaminen tilapäisesti.

Kuivattamisen avulla järven pohjasedimenttiä voitaisiin tiivistää ja tämän myötä järven vesitilavuus kasvaisi. Pohjasedimentin tiivistäminen voidaan tehdä talven aikana laskemalla jääkannen alta vesi, minkä seurauksena jääkansi painuu pohjaan tiivistäen pohjasedimenttiä. (2, s. 303–307.)

Kesällä järvi voidaan vastaavasti pumpata tyhjäksi purkujoen kautta. Pohjasedimentti tiivistyy, kun vedenpinnan taso laskee sedimentin alapuolelle ja samaan aikaan sedimentin pinnasta haihtuu vettä. Kuivaamisen myötä järven vesitilavuus

voi kasvaa riippuen siitä, kuinka hyvin pohjasedimentti on tiivistynyt. (2, s. 303–307.)

Sedimentin tiivistämisellä voi olla positiivinen vaikutus vedenlaatuun sekä jär-
vessä kasvaviin kasveihin. Kuivaamisen yhteydessä olisi hyvä tehdä muita kun-
nostustoimenpiteitä kuten niittoja sekä ruoppauksia. Ruoppausten avulla pystyt-
täisiin muokkaamaan järven pohjassa olevia uomia ja kierrättämään näin vettä
paremmin. (2, s. 303–307.)

Järven kuivattaminen ei ole kuitenkaan täysin ongelmaton. Kuivattamista var-
ten tarvitaan ympäristölupaviraston ja maanomistajien lupa. Ruottisenjärvi sijait-
see myös Natura 2000 -alueella, mikä luo omat lainsäädännölliset vaatimukset.
(2, s. 303-307.)

Lupien lisäksi tarvitaan tietoja järven vedenlaadusta, virtauksista, syvyydestä,
pohjasedimentin paksuudesta ja koostumuksesta sekä valuma-alueesta ja pur-
kujoen yksityiskohtaisista pinnanmuodoista. Näiden lisäksi tulee selvittää kuiva-
uksen vaikutukset alueen kasvillisuuteen sekä linnustoon. (2, s. 303-307.)

Järven kuivatus soveltuu erityisesti järviin, joiden tulovirtaamat ovat pieniä. Ruot-
tisenjärvellä tuloveden määrä vaihtelee vuosittain hyvin paljon ja näin ollen järven
kuivana pitäminen ja pumppaaminen olisi teknisesti haastavaa sekä erittäin kal-
lista. (2, s. 303-307.)

Kuivaaminen on myös hyvin epävarma kunnostustoimenpide, joka voidaan jou-
tua uusimaan, mikäli sedimentin tiivistyminen onkin jäänyt arvioitua pienem-
mäksi. (2, s. 303-307.)

8.6 Kunnostusvaihtoehto 6: Yhdistelmä

Tämä vaihtoehto olisi ylempänä esitettyjen vesikasvienpoiston, ruoppauksen ja
vedenpinnan noston yhdistelmä. Yhdistelmä sisältäisi vesikasvien poiston niittä-
mällä ja ruoppaamalla sekä vedenpinnan noston osittaisten ruoppausten ja poh-
jakynnyksen avulla.

Kunnostusmenetelmiä yhdistelemällä saataisiin kerralla suurempi vaikutus. Samalla säästettäisiin kustannuksissa, kun koneita ei tarvitsisi tuoda useaan kertaan paikalle.

Pienemmät vesikasvien poistot suoritettaisiin niittojen avulla, mutta pahimmin umpeen kasvaneilta alueilta vesikasvillisuus poistettaisiin ruoppaamalla. Näin tehtäessä vesikasvit saataisiin poistettua juurineen.

Vesikasvien poiston lisäksi ruoppaamalla voitaisiin poistaa huonolaatuista sedimenttiä järven pohjasta ja näin kasvattaa järven vesitilavuutta. Ruoppausten lisäksi pohjakynnyksen avulla saataisiin nostettua vedenpinnan tasoa, mikä parantaisi järven virkistyskäyttömahdollisuuksia.

9 KUSTANNUKSET

Rehevöityneen järven kunnostuksesta muodostuvat kustannukset voidaan jakaa karkeasti kahteen luokkaan: pinta-alaltaan suuremmat kuin 5 km² sekä pinta-alaltaan pienemmät kuin 5 km² (taulukko 15). Tässä työssä esitetyt kustannusarviot ovat suuntaa antavia ja ne on laskettu eri lähteistä hankittujen yksikköhintojen perusteella.

TAULUKKO 15. Rehevöityneen järven kunnostuksen hinta pinta-alan mukaan (37)

Rehevöityneen järven kunnostus	Pinta-ala > 5km ²	Pinta-ala < 5km ²
Selvitys	4000€ (kohde)	2000€ (kohde)
Suunnittelu	30€ (vesialuehehtaari)	10 000€ (kohde)
Toteutus	150€ (vesialuehehtaari)	50 000€ (kohde)
Käyttö ja ylläpito	20€ (vesialuehehtaari)	5000€ (kohde)

Todelliset yksikköhinnat muodostuvat kuitenkin järvellä vallitsevien olosuhteiden perusteella, kuten sen, minkälaiset kulkuyhteydet kunnostettavalle alueelle ovat, paljonko niitettävää kasvillisuutta on ja mikä vuodenaika on kyseessä. Kustannuksien laskuun käytetyt pinta-alat sekä tilavuudet ovat havainnollistamista varten. Tuntiperusteisissa hinnoissa kokonaiskustannus on laskettu tuntihintojen keskiarvosta.

Kolmannelta osapuolelta ostetut palvelut sekä työkoneet ovat lähtökohtaisesti arvokkaita. Kustannuksia pystytään vähentämään, mikäli kunnostavilta henkilöiltä löytyy hankkeeseen tarvittavia työkoneita, kuten traktoreita tai kaivinkoneita. Koneista muodostuvien kulujen lisäksi kustannuksia pystytään leikkaamaan, jos kunnostushenkilöistä löytyy ammattitaitoisia henkilöitä esimerkiksi metsurin töihin.

TAULUKKO 16. Niiton yksikköhinnat (38, s. 38)

Niitto	Yksikköhinta (€/ha)	Pinta-ala (ha)	Kokonaiskustannus
Kesä	400 €	10	4 000 €
Talvi	300 €	10	3 000 €

Ruoppauksen kustannukset vaihtelevat ruoppausmenetelmästä riippuen (taulukko 17).

TAULUKKO 17. Ruoppauksen yksikköhinnat (2; 39)

Ruoppaus	Tilavuus / Pinta-ala	euroa / yksikkö m ³ ktr		Kokonaiskustannus (€)
		kesä	talvi	
Kaivu rannalta	500 (m ³ ktr)	1,5	2,2	750 € 1 100 €
Kaivu lautalta		4,2	–	2 100 €
Kaivu jäältä		–	3,5	1 750 €
Imuruoppaus		2,9	–	1 450 €
Jään vahvistaminen	1000 (m ²)	–	0,15	150 €
Lupamaksu (alle 2000m ³ ktr)	kpl	1		1 670 €

Pohjapadon kustannuksien havainnollistamiseen on käytetty Saarisenjärvelle rakennettua pohjapatoa, joka vastaa kokonsa puolesta Ruottisenjärvelle suunniteltua pohjapatoa (taulukko 18).

TAULUKKO 18. Saarisenjärven pohjapadon arvioidut kustannukset vuonna 2009 sekä maanrakennuskustannusindeksin avulla muutettuna vuodelle 2020 (40)

Saarisenjärven Pohjapato	Suorite yksikkö	Suoritemäärä	Yksikkökustannus
Maaleikkaukset			
pintamaiden leikkaus, välivarastoon	m2	500	7
liejusten maiden leikkaus, kulj. Läjityks.	m3ktr	1400	8
Ohjuokutusuoman leikkaus, viereen	m3ktr	140	6
Penkereet, padot ja täytöt			
Padon runko, sora / murske	m3ktr	300	13
Padon sydän, hiekkamoreeni	m3ktr	70	15
Padon verhoilu, luonnonkivi	m3ktr	250	19
Muut päällysteet ja pintarakenteet			
läjitysalueiden tasaus	erä	1	800
viimeistelytyöt	erä	1	2400
Työmaateiden rakentaminen ja ylläpito			
työmaatialueen vahvistaminen	erä	1	1500
Avustavat rakennustyöt			
Mittaukset, raivaukset, luukkujen poisto	erä	1	2100
Rakennuttamistehtävät			
Valmistelu ja kilpailutus	erä	1	2000
Hanketehtävät			
Arvaamattomat kustannukset yleis ja yhteiskustannukset noin 20%	erä	1	3000
	erä		
Hankkeen kokonaiskustannukset 2009			45 000 €
Hankkeen kokonaiskustannukset 2020			54 000 €
	Maanrakennus kustannus indeksi	1,2	

Pohjapatoa huomattavasti edullisempi ratkaisu on rakentaa pohjakynnyksiä (taulukko 19).

TAULUKKO 19. Pohjakynnyksen arvioidut kustannukset (39; 41; 42.)

Pohjakynnys	Hinta (alv. 0%)	Työpäivä (8h)	Kokonaiskustannus (€)
Louhekuorma (24 tonnia)	n. 300€	-	300 €
Pyörialustainen kaivinkone (sisältää kuljettajan)	60 – 85€/h	2	1 160 €
Traktori (sisältää kuljettajan)	40 – 60€/h	2	800 €
Lupamaksu (keskikokoinen padotusalue: 0,1-4km ²)	9 550 €	-	9 550 €
Yhteensä			11 810 €

10 KUNNOSTUSHANKKEEN RAHOITUS

Järven kunnostaminen vaatii ison taloudellisen panoksen ja rahoituksen järjestäminen onkin koko toiminnan perusedellytys sekä useimmiten eräs hankalimmista osa-alueista kunnostushankkeessa.

Rahoitukseen on olemassa monia erilaisia vaihtoehtoja, kuten omarahoitus, valtion tuet ja Euroopan Unionin myöntämä tuki. Rahoitusta haettaessa olennaista on hankkeen uskottavuus. Toiminnan pitää olla suunnitelmallista sekä hyvin hallintoa, sillä rahoittaja arvioi hankkeen onnistumismahdollisuuksia ja vaikuttavuutta omasta näkökulmastaan. Kunnostushankkeen kehittelyä ei kuitenkaan pidä keskeyttää tai lopettaa rahoituksen puuttumisen perusteella, sillä lähtökohdaisesti pienimuotoisille kunnostushankkeille löytyy rahoitus. (4.)

Kunnostushankkeen omarahoitus koostuu jäsenmaksuista, talkootöistä, sponsoroinnista sekä yksityishenkilöiden tuesta. Kunnostushankkeen ympärillä toimiva järjestäytynyt yhdistys voi kerätä jäseniltään jäsenmaksuja, jotka käytetään vesistön kunnostamiseen. (4.)

Omarahoituksen kannalta merkittävin panos muodostuu talkootöiden kautta. Vesienhoitohankkeisiin liittyy yleensä sellaisia työtehtäviä, joihin yhteisön jäsenillä voi olla osaamista sekä työkaluja. Parhaimmassa tapauksessa käyttöön voidaan saada jopa vesirakennusteknistä osaamista. (4.)

Ulkopuoliset rahoittajat vaativat usein riittävää omarahoituspansosta, joten tehdystä talkootyöstä on syytä pitää tilastoja. Alueen yritykset voivat tuoda oman panoksensa rahoitukseen sponsoroinnin kautta. Esimerkiksi alueen ruokakauppa voi myydä muovipussia kunnostettavan vesistön teemalla tavanomaista pussia kalliimmalla ja siitä saatu lisätulo luovutetaan alueen vesien hoitoon. (4.)

Yritysten lisäksi myös monet yksityishenkilöt voivat olla valmiita maksamaan vapaaehtoista kannustusmaksua tuloksellisesta toiminnasta alueen vesistöjen hyväksi. (4.)

Kunnostushanke vaatii rahoitusta myös ulkopuolelta tulevista rahoituskanavista. Näitä ovat kunnan maksamat avustukset, ELY-keskuksen tuki, erilaiset maa- ja metsätalouden rahastot sekä Euroopan Union maksamat tuet. (4.)

Julkisen vallan varat ovat pienentyneet viime vuosina ja näin ollen kunnat ovat alkaneet välttää hankkeita, joihin heillä ei ole velvoitetta. Kunta voi kuitenkin halutessaan tukea kunnostusta rahallisella avustuksella. (4.)

ELY-keskuksen kautta on mahdollista saada rahallista tukea pienimuotoisiin kunnostushankkeisiin. Rahoituksen kohteena ovat ensisijaisesti sellaiset vesistöt, joissa tarvitaan vesienhoitolain mukaisia toimenpiteitä ekologisen luokituksen nostamiseksi. Vaikka vesistö olisi vesipuidedirektiivissä esitettyjen luokitteluperusteiden mukaan hyvässä tilassa, voivat vesistön virkistyskäyttöhaitat olla ihmisen näkökulmasta merkittävät. Direktiivin mukainen hyvä tila ei välttämättä sulje tukimahdollisuutta pois, sillä ELY-keskuksella on tällaisessa tapauksessa mahdollista ottaa vallitseva tilanne huomioon ja tehdä direktiivistä eriävä päätös. (4.)

Metsäkeskus voi myöntää rahoitusta kunnostushankkeeseen rahoituslain 544/2007 (KEMERA) nojalla. Laki soveltuu erityisesti valuma-alueille, joiden maankäytöstä merkittävän osan muodostaa metsätalous. Lain mukaan tuen kohteena voi olla yhteisö, mikäli tuen tarkoituksena on edistää yksityisten maanomistajien metsien hoitoa sekä käyttöä. Rahoitustuen avulla tehtävien töiden on oltava tarkoituksenmukaisia ja ne tulee toteuttaa mahdollisimman vähin kustannuksin. (4.)

EU-lähtöistä rahoitusta on mahdollista saada kertakorvauksena kuin myös maaseuturahaston kautta. Pienen toimijan kannalta varteen otettavin rahoitusmuoto on kertakorvausmenettely eli lump sum, joka on kehitetty helpottamaan byrokratiaa rahoituksen hakemiseen liittyen. Kertakorvausmenettelyssä rahoituspäätös tehdään hakemuksen perusteella, joten hakemus ja kustannusarvio tulee laatia niin uskottavasti ja yksityiskohtaisesti, että viranomaisen voi sen hyväksyä. Kertakorvausmenettelyn yläraja on 100 000 €. Kertakorvausmenettelyn lisäksi rahoitusta voi hakea maa- ja metsätalousministeriön kautta, joka hyödyntää Euroopan maaseuturahastoa. (4.)

11 KUNNOSTUSHANKKEEN JATKUMINEN

Ruottisenjärven kunnostushankkeen jatkumisen kannalta seuraava vaihe on se, että kunnostushanketta ajavat perehtyvät tässä työssä esitettyihin tietoihin ja suunnitelmiin.

Työssä esitettyjen tietojen ja ratkaisujen pohjalta osuuskunnan tulee päättää, ryhdytäänkö järveä kunnostamaan vai annetaanko sen rehevöityä entisestään. Mikäli järven kunnostukseen päädytään tässä työssä esitettyjen tietojen valossa, seuraava vaihe on päättää, minkä menetelmän turvin järveä lähdetään kunnostamaan: valitaanko jokin yksittäinen vaihtoehto vai turvaudutaanko useampaan eri ratkaisuun.

Yhteisen valinnan jälkeen päätetään, kenen vastuulla kunnostushanke on ja kuinka pitkän aikaa. Tämän lisäksi päätetään, kuka lähtee ajamaan lupa-asioita viranomaisten suuntaan sekä kuka hankkii rahoituksen. Tarvittavia lupia varten Ruottisenjärvestä tulee tehdä lisäselvityksiä muun muassa järvellä kasvavista ja elävistä kasveista sekä linnuista.

Seuraavana vaiheena on järven kunnostaminen valittujen kunnostusmenetelmien avulla, mikäli viranomaiset ovat myöntäneet hankkeelle tarvittavat luvat ja hankkeelle on saatu rahoitus.

Kunnostustoimien toteutuksen jälkeen järven tilaa tulee seurata ja tehdä havainnot siitä, oliko kunnostamisesta hyötyä vai pahensiko kunnostaminen järven tilaa jopa entisestään. Olisi tärkeää myös miettiä etukäteen ratkaisu siihen, miten toimitaan, mikäli näin pääsee käymään.

Seurannan lisäksi kunnostettava järvi vaatii ylläpitoa, josta syntyy myös kustannuksia. Jälkihoidosta ja seurannasta aiheutuvat kustannukset tulee ottaa huomioon suunnitteluvaiheessa. Kunnostustoimia kuten niittoja voidaan joutua uusimaan ja tästä syystä on tärkeää, että hankkeessa on mukana myös sellaisia henkilöitä, jotka ovat valmiita järven ylläpitoon vielä tulevaisuudessakin.

12 POHDINTA

Työn tavoitteena oli koota yhteen eri lähteissä esitetyt tiedot Ruottisenjärven tilasta. Tietojen keräämisen lisäksi tarkoituksena oli esittää mahdollisia kunnostusmenetelmiä Ruottisenjärven tilan parantamiseksi niin ekologisessa kuin virkistyskäytöllisessä mielessä.

Ruottisenjärven mataluuteen sekä rehevöitymiseen pystyttäisiin vaikuttamaan tässä työssä esitetyillä kunnostustoimenpiteillä, kuten vesikasvien poistolla, ruopauksilla ja pohjakynnyksillä. Kunnostustoimien avulla järven ekologinen tila parantuisi ja virkistyskäyttömahdollisuudet, kuten kalastus, veneily ja uinti lisääntyisivät. Järven kunnostaminen voisi mahdollisesti lisätä alueen elinvoimaisuutta ja näin ollen Pudasjärven kaupunki sekä alueen yritykset voisivat hyötyä kunnostuksesta myös taloudellisesti.

Ruottisenjärven kunnostukseen lisähaastetta tuo tulva-aikainen bifurkaatio. Alueen ihmiset haluaisivat rakentaa pohjapadon järvelle, mutta oikean kokoisen, toimivan ja kustannuksiltaan järkevän pohjapadon rakentaminen paikalle on hyvin haasteellista, mikä johtuu vedenpinnan sekä tulovirtaaman suuresta vaihtelusta ylä- ja alivedenaikojen välillä.

Kunnostustyöt ovat osittain kalliita ja niitä joudutaan uusimaan jopa vuosittain. Tästä syystä kunnostustöitä kannattaa tehdä mahdollisimman paljon talkootöinä, jolloin säästetään kustannuksissa. Ruottisenjärven lisäksi kunnostustoimia tulisi kohdistaa valuma-alueelle, jotta metsätalouden kautta järveä rehevöittävä ulkoinen kuormitus saataisiin vähemmäksi.

Opinnäytetyön tekeminen opetti paljon lisää vesistöjen kunnostamisesta. Ruottisenjärvestä löytyi kohtalaisen hyvin tietoa, mutta tulevaisuutta ajatellen järvestä täytyy tehdä lisäselvityksiä.

LÄHTEET

1. Haataja, Henry – Hampinen, Timo – Jere, Kangas – Arto, Iwendorff 2019. Aloituspalaveri. 25.11.2019
2. Lakso, Esko – Ulvi, Teemu 2005. Järvien kunnostus. Helsinki: Edita Prima Oy.
3. Järvien kunnostus. 2010. Ympäristöhallinto. Saatavissa: <https://www.ymparisto.fi/download/noname/%7B5FFC91D5-BF6A-433A-B668-99B9F2F5EDB4%7D/119855>. Hakupäivä 13.3.2020.
4. Vesienhoidon käsikirja. 2016. Kiimingin – Jäälin vesienhoitoyhdistys. Saatavissa: <http://vesienhoidonkasikirja.fi/>. Hakupäivä 19.2.2020.
5. Lupa-asiat ja suostumukset vesistöjen kunnostamisessa. 2019. Ympäristöhallinto. Saatavissa: https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Vesistöjen_kunnostus/Kunnostushankkeen_suunnittelu_ja_toteutus/Lupaasiat_ja_suostumukset. Hakupäivä 14.3.2020.
6. Vesilaki. 2020. Finlex. Saatavissa: <https://finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2011/20110587>. Hakupäivä 9.3.2020.
7. Kiiminkijoki. 2013. Ympäristöhallinto. Saatavissa: [https://ymparisto.fi/fi-FI/Luonto/Suojelualueet/Natura_2000_alueet/Kiiminkijoki\(17420\)](https://ymparisto.fi/fi-FI/Luonto/Suojelualueet/Natura_2000_alueet/Kiiminkijoki(17420)). Hakupäivä 3.2.2020.
8. Valuma-alueen rajaustyökalu KM10. 2020. Suomen Ympäristökeskus. Saatavissa: <https://paikkatieto.ymparisto.fi/value/>. Hakupäivä 20.20.2020
9. Paikkatietoikkuna. 2020. Maanmittauslaitos. Saatavissa: <https://kartta.paikkatietoikkuna.fi/>. Hakupäivä 6.3.2020.
10. Karttapaikka. 2020. Maanmittauslaitos. Saatavissa: <https://asiointi.maanmittauslaitos.fi/karttapaikka/>. Hakupäivä 6.3.2020.
11. Kettunen, Kaisa 2015. Iijoen vesistöalueen tulvariskien hallintasuunnitelma. Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus.
12. Heikkinen, Mirja 2020. Re: Opinnäytetyö, Ruottisenjärvi. Sähköpostiviesti. Vastaanottaja: Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus. 12.3.2020.
13. Sammalkorpi, Ilkka – Sarvilinna Auri 2010. Rehevöityneen järven kunnostus ja hoito. Sastamala: Vammalan kirjapaino Oy.

14. Aroviita, Jukka – Mitikka, Sari – Vienonen, Sanna 2019. Pintavesien tilan luokittelu ja arviointiperusteet vesienhoidon kolmannella kaudella. Helsinki: Suomen ympäristökeskus.
15. Natura 2000 -alueet. 2018. Metsähallitus. Saatavissa: <https://www.metsa.fi/natura2000alueet>. Hakupäivä 11.3.2020.
16. Viinivaara hankkeen Kiiminkijoen Natura -arviointi. 2016. Pöyry. Saatavissa: https://www.ouka.fi/documents/399509/16879845/Kiiminkijoen_Natura-arvio_30112016.pdf/841abbbe-90c8-4875-a29b-406c8beeb2b1. Hakupäivä 11.3.2020.
17. Arola, Kari – Leiviskä, Pekka 2005. Iijoen vesistön tulvatorjunnan toimintasuunnitelma. Oulu: Multiprint OY Oulu.
18. Hampinen, Timo 2020. Re: Vedenkorkeus. Sähköpostiviesti. Vastaanottaja: Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus. 8.5.2020.
19. Vedenlaatu. 2020. Suomen ympäristökeskus. Saatavissa: https://www.syke.fi/fi-FI/Avoin_tieto/Ymparistojarjestelmat. Hakupäivä 12.12.2020
20. Oravainen, Reijo 1999. Vesistötulosten tulkinta. Opasvihkonen. Tampere.
21. Virtanen, Ville 2013. VT7-hankkeen siltatöiden sameuspäästöjen seuranta vuonna 2012. Opinnäytetyö. Lahti: Lahden ammattikorkeakoulu, ympäristötekniikka. – https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/63329/Virtanen_Ville.pdf?sequence=1
22. Koekalastusrekisteri. 2020. Luonnonvarakeskus. Saatavissa: https://www.wp2.ymparisto.fi/koekalastus_nordic/yhteinen/Login.aspx?ReturnUrl=%2fkoekalastus_nordic. Hakupäivä 11.3.2020
23. Pessa, Jorma 2020. Re: Ruottisenjärven linnustoselvitys. Sähköpostiviesti. Vastaanottaja: Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus. 2.4.2020.
24. Eskelinen, Riku 2020. Re: Ruottisenjärvi, ilmakuvat. Sähköpostiviesti. Vastaanottaja Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus. 26.5.2020.
25. Vesistöjen kuormitus ja luonnon huuhtouma. 2013. Ympäristöhallinto. Saatavissa: https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kartat_ja_tilastot/Vesistojen_kuormitus_ja_luonnon_huuhtouma. Hakupäivä 12.3.2020.
26. Rintala, Jaana 2020. Re: Ruottisenjärven Vemala. Sähköpostiviesti. Vastaanottaja Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus. 18.5.2020.

27. Sisäinen kuormitus. 2014. Järvi & Meri Wiki. Saatavissa: https://www.jarviwiki.fi/wiki/Sis%C3%A4inen_kuormitus. Hakupäivä 28.4.2020
28. Hapetus. 2019. Ympäristöhallinto. Saatavissa: https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Vesistojen_kunnostus/Jarvien_kunnostus/Kunnostusmenetelmat/Hapetus. Hakupäivä 12.3.2020.
29. Ravinteita saostavat kemialliset käsittelyt. 2020. Ympäristöhallinto. Saatavissa: https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Vesistojen_kunnostus/Jarvien_kunnostus/Kunnostusmenetelmat/Ravinteita_saostavat_kemialliset_kasittelyt. Hakupäivä 12.3.2020.
30. Vesistöjen kalkitus. 2020. Farmit. Saatavissa: <https://www.farmit.net/kasvinviljely/kalkitus/vesistojen-kalkitus>. Hakupäivä 12.3.2020.
31. Ravintoketjukkunnostus. 2020. Ympäristöhallinto. Saatavissa: https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Vesistojen_kunnostus/Jarvien_kunnostus/Kunnostusmenetelmat/Ravintoketjukkunnostus. Hakupäivä 13.3.2020
32. Ruoppaus. 2020. Ympäristöhallinto. Saatavissa: [https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Vesistojen_kunnostus/Jarvien_kunnostus/Kunnostusmenetelmat/Ruoppaus/Ruoppaus\(8257\)](https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Vesistojen_kunnostus/Jarvien_kunnostus/Kunnostusmenetelmat/Ruoppaus/Ruoppaus(8257)). Hakupäivä 14.3.2020.
33. Vedenpinnan nosto. 2019. Ympäristöhallinto. Saatavissa: https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Vesistojen_kunnostus/Jarvien_kunnostus/Kunnostusmenetelmat/Vedenpinnan_nostaminen. Hakupäivä 14.3.2020.
34. Vesikasvien poisto ja niitto. 2020. Ympäristöhallinto. Saatavissa: https://www.ymparisto.fi/fi-fi/vesi/vesistojen_kunnostus/rantojen_kunnostus/Vesikasvien_poisto. Hakupäivä 20.4.2020.
35. Pohjapadot ja kynnykset. 2020. Ympäristöhallinto. Saatavissa: https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Vesien_kaytto/Maankuivatus_ja_ojitus/Luonnonmukainen_peruskuivatus/Pohjapadot_ja_kynnykset. Hakupäivä 15.3.2020.
36. Pohjakynnys. 2017. Oulun kalatalouskeskus. Saatavissa: https://www.panuma.fi/media/hanke/panumanojan_kunnostussuunnitelma.pdf. Hakupäivä 20.4.2020.

37. Hampinen, Timo 2020. Re: Järvien kunnostusmenetelmien yksikkökustannuksia. Sähköpostiviesti. Vastaanottaja: Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus. 16.4.2020.
38. Martinmäki, Kati – Marttunen, Mika – Ulvi, Teemu – Visuri, Mika – Dufva Mika – Sammalkorpi, Ilkka – Ahtiainen, Heini – Lemmelä, Eini – Auvinen Heini – Partanen-Hertell, Marjut – Lehto, Arto – Väisänen, Tero – Mustajoki, Jyri – Ihme, Raimo 2010. Uusia menetelmiä järven kunnostushankkeen suunnitteluun. Helsinki: Edita Prima Oy 2010.
39. Maksutaulukko. 2011. Aluehallintovirasto. Saatavissa: https://www.avi.fi/documents/10191/12981904/Maksutaulukko_3_V.pdf. Hakupäivä 16.4.2020.
40. Annunen, Miikka 2020. Re: Pohjapadon yksikkökustannukset. Sähköpostiviesti. Vastaanottaja Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus. 23.4.2020.
41. Työkoneiden hinta. 2020. Kuljetuspudas Oy. Puhelu. 27.4.2020.
42. Louhekuorman hinta. 2020. Kettumäki Oy. Puhelu. 27.4.2020.

LIITE 1

