

# Rauvalanpohjan vesistönhoitosuunnitelma

LAB-ammattikorkeakoulu  
Insinööri (AMK), Ympäristötekniikka  
2021  
Lasse Virtanen

## Tiivistelmä

Tekijä(t) Virtanen, Lasse	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Valmistumisaika 2021
	Sivumäärä 23	
Työn nimi <b>Rauvalanpohjan vesistönhoitosuunnitelma</b>		
Tutkinto Insinööri (AMK)		
Toimeksiantajan nimi, titteli ja organisaatio Maija-Liisa Lindqvist, Rauvalanpohjan vesistönhoitoyhdistys ry		
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyön tarkoitus oli luoda Asikkalan kunnassa sijaitsevasta Ruotsalaisen järven osasta, Rauvalanpohjasta, vesistönhoitosuunnitelma. Suunnitelman tarkoituksena on arvioida kohdealueen nykytilaa ja luoda tämän pohjalta ensimmäinen vaihe vesialueen kunnostukseen. Työssä arvioidaan alueen rehevöitymisen syitä ja käsitellään erilaisia vesistönhoidon kunnostusmenetelmiä.</p> <p>Työssä käsitellään järvien kuormitustekijöitä, kunnostukseen liittyvää lainsäädäntöä ja kunnostusmenetelmiä yleisellä tasolla, sekä varsinaiseen kohdealueeseen liittyen. Tiedonhaku perustuu kirjalliseen materiaaliin, vedentilatutkimukseen, paikkatietoon sekä kohdealueella tehtyihin havaintoihin.</p> <p>Opinnäytetyön lopputulemana on ehdotus alueella suoritettavista nopean vesistötilan parantamisen toimenpiteistä. Pysyvän ja jatkuvan vesistön hoidon toimenpiteiden arviointi vaatii alueelle suoritettavia jatkotutkimuksia esimerkiksi ulkoisen kuormituksen todellisesta vaikutuksesta sekä rannan mahdollisen ruoppauksen seurannan arviointia.</p>		
Asiasanat Järvi, vesistö, vesistönhoitosuunnitelma, kunnostusmenetelmät		

## Abstract

Author(s) Virtanen, Lasse	Type of Publication Thesis, UAS	Published 2021
	Number of Pages 23	
Title of Publication <b>Water management plan for Rauvalanpohja</b>		
Name of Degree Engineer (UAS)		
Name, title and organization of the client Maija-Liisa Lindqvist, Rauvalanpohjan vesistöhoitoyhdistys ry		
Abstract <p>The purpose of the thesis was to make water management plan for Rauvalanpohja, which is a part of Ruotsalainen Lake. Rauvalanpohja locates in the municipality of Asikkala. Eutrophication is limiting the usage of Rauvalanpohja. The area has got into bad condition over the years and the main point of this plan is to analyze the current state of the area.</p> <p>This thesis contains also in general information water management and lake rehabilitation. Research is based on literature about the subject, regulations and the water law, geographic data, and analyzing water data of the area.</p> <p>The results of the research show that there can be done short term lake restoration with the current information of the area. The usability of area can be increased with dredging. To make long term decisions there must take more research about external load sources and monitor the effects of dredging.</p>		
Keywords Lake, water system, water management plan, rehabilitation methods		

## Sisällys

1	Johdanto.....	1
2	Järvien kuormitustekijät .....	2
2.1	Ulkoisen kuormitus .....	2
2.2	Sisäinen kuormitus .....	5
3	Lainsäädäntö ja luvat.....	6
4	Kunnostusmenetelmät .....	7
4.1	Ruoppaus .....	7
4.1.1	Kauharuoppaus .....	8
4.1.2	Imuruoppaus.....	9
4.2	Vesikasvien niitto .....	10
4.3	Kosteikot ja laskeutusaltaat .....	11
4.4	Ravintoverkkokunnostus.....	12
5	Opinnäytetyön laatiminen .....	14
5.1	Työn tavoitteet .....	14
5.2	Työssä käytetyt menetelmät ja aineistot .....	14
6	Rauvalanpohjan tilanteen kartoitus .....	15
6.1	Yleiskuvaus järven tilasta.....	15
6.2	Kohdealueen tilanne .....	15
7	Alueelle suunnitellut toimenpiteet.....	19
8	Kustannusarviot .....	21
	Lähteet .....	22

## 1 Johdanto

Opinnäytetyön tavoitteena on analysoida kohdealueena olevan vesialueen nykytilaa ja luoda alueen kunnostukseen liittyvä suunnitelma. Työssä käsitellään lisäksi vesistön kuormitukseen ja kunnostukseen liittyviä tekijöitä yleisesti. Lisäksi työssä käsitellään vesistön tilan muokkaamiseen liittyvien lakien ja asetusten vaikutusta mahdollisiin kunnostusmenetelmien valintaan. Opinnäytetyön keskeisenä tavoitteena on luoda työn kohteena olevasta vesialueesta tämänhetkinen kokonaiskuva, jotta kunnostus- ja jatkotoimien määrittäminen olisi helpompaa. Työ jakautuu kahteen osakokonaisuuteen, joista ensimmäisessä käsitellään järvien tilaan ja kunnostukseen liittyviä asioita yleisesti ottaen ja toisessa käsitellään työn kohdealuetta.

Työn kohdealueena on Rauvalanpohja niminen pohjukka Ruotsalaisen järvellä, Asikkalassa. Alueen veden käyttökelpoisuudesta virkistyskäyttöön huolestuneet vapaa-ajan asukkaat ovat perustaneet Rauvalanpohjan vesistöhoitoyhdistys ry:n. Yhdistys on toimeksiantajana tälle opinnäytetyölle, jonka on tarkoitus olla yksi vaihe alueen tilan kartoittamis- ja kunnostushankkeessa. Asikkalan kunta on myös tukenut opinnäytetyön tekoa ja työssä on hyödynnetty kunnan teettämää vedenlaadun tutkimusta alueesta.

Puhtaan vesistön kunnioitus ja arvostus on kasvanut viime vuosikymmenien aikana, jolloin vesistöihin liittyvän tutkimustiedon tarve kasvaa entisestään. Muutokset vesiekosysteemeissä voivat aiheuttaa yllättäviä seurauksia, jotka eivät aina ole positiivisia ympäristön kannalta. Tämän vuoksi on tärkeää tehdä laadullista analyysia kulloisestakin vesistöstä ennen siihen kohdistuvien toimenpiteiden toteuttamista.

## 2 Järvien kuormitustekijät

Järven tai muun vesiekosysteemin rehevöityminen aiheutuu ekosysteemiin kohdistuvasta kuormituksesta. Vesiekosysteemi on kehittynyt vuosituhansien aikana omanlaisekseen useiden tekijöiden, kuten sijainnin, maaperän, valuma-alueen ja veden viipymääjän mukaan. Näiden pohjalta kasvien ja eliöiden yhteisö muodostaa kokonaisuutena vesiekosysteemin. Erilaiset ulkoiset tekijät, kuten valuma-alueen muutos, muovaavat ekosysteemiä ajan saatossa. Ihmisen muokatessa elinympäristöään järvien ja vesistöjen ekosysteemeihin kohdistuvat muutokset voivat tapahtua hyvinkin nopeasti. (Sarvilinna & Sammalkorpi 2010, 9.)

Ihmisen aiheuttama kuormitus voi kohdistua ekosysteemin eri osiin joko suorasti tai epäsuorasti. Liiallinen ja hallitsematon kalastus voi aiheuttaa epätasapainon petokalojen ja muiden kalojen välillä. Kalakantoja kaitsevien petokalojen kuten kuha, hauen ja ahvenen vähentyessä kasvaa esimerkiksi särkikalojen määrä järvessä. Kalamassojen kasvaessa ekosysteemin hapen tarve lisääntyy. Yleensä yksi suurin ihmisen aiheuttama ongelma on kuitenkin ravinteiden päätyminen järviin, mikä järven kestokyvyn ylittyessä aiheuttaa rehevöitymistä. Peltojen lannoitteet ja haja-asutusalueiden jätevedet voivat, ilman asianmukaista käsittelyä, kulkeutua valumavesien mukana järviin. Rehevöitymisen kannalta oleellimmat ravinteet ovat typpi ja fosfori, joita kasvit tarvitsevat kasvaakseen. Rehevöityneessä järvessä vesikasvillisuuden määrä kasvaa horjuttaen ekosysteemin tasapainoa - ravintoverkot muuttuvat - mikä voi pahimmassa tapauksessa hävittää kokonaisia lajeja järvestä ja tehdä vesistöistä jopa käyttökelvottoman. (Lyytimäki & Hakala 2008, 47, 48, 294.)

Vesikasvillisuuden ja kasviplanktonin määrän kasvaessa veden laatu heikkenee ja särkikalojen suhteellinen määrä kasvaa. Tämä itsessään voi aiheuttaa rehevöitymistä kiihdyttävän tilanteen, koska kalojen määrän kasvaessa myös hapen kulutus kasvaa, mikä pahentaa happikatoa kasvukauden ulkopuolella. Särkikalat käyttävät ravinnokseen eläinplanktonia ja sen vähentyessä ne etsivät ravintoa pohjasedimentistä. Sameaa vettä sietävät särjet pöyhivät järven pohjaa sotkien vettä entisestään, mikä puolestaan vähentää petokalojen kuten ahvenen ja hauen menestystä. Tässä tilanteessa vaaditaan usein toimenpiteitä ekosysteemin korjaamiseen, vaikka ravinteiden päätyminen järveen - ulkoinen kuormitus - olisikin jo loppunut. (Niinimäki & Penttinen 2014, 25, 26.)

### 2.1 Ulkoinen kuormitus

Järveen kohdistuva ravinnekuormitus jaotellaan tyypillisesti sisäiseen ja ulkoiseen kuormitukseen. Sisäisellä kuormituksella viitataan ekosysteemin oman tasapainon muuttumisen vaikutuksiin. Tämä sisäisen kuormituksen aiheuttama rehevöitymisen kierre saa yleensä

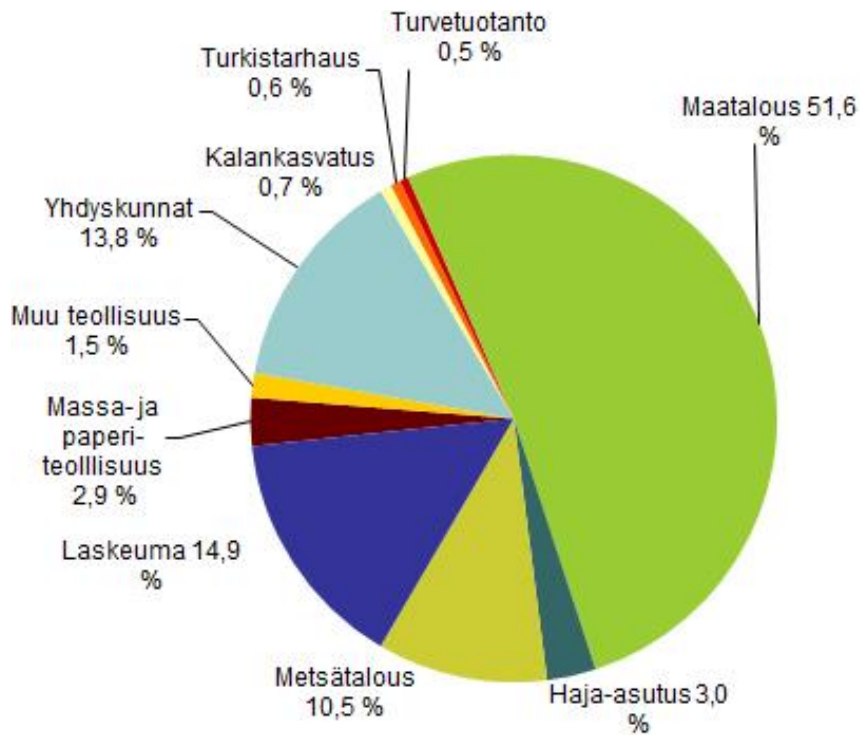
alkunsa ulkoisesta ravinnekuormituksesta. Ulkoisella kuormituksella tarkoitetaan ravinteiden päätymistä ulkopuolelta järven ekosysteemiin. Ihmisen toiminnan seurauksena järviin ja vesistöihin voi päätyä huomattavia määriä ravinteita, jotka laukaisevat rehevöitymisen kierteen.

Ulkoisen kuormituksen lähde voidaan määrittää joko piste- tai hajakuormituslähteeksi. Tämän luokittelun avulla voidaan analysoida ravinnekuormituksen lähteitä kulloisessakin tapauksessa. Pistelähteellä tarkoitetaan usein yksittäistä isoa ravinnekuormituksen lähdeettä esimerkiksi jätevedenpuhdistamoa tai teollisuuden tuotantoyksikköä. Hajakuormituksella puolestaan tarkoitetaan yleisesti ihmisen toiminnan aiheuttamaa fosfori- ja typpipäästöä, esimerkiksi maataloutta tai haja-asutusta. Maa- ja metsätalouden sekä haja-asutuksen aiheuttama hajakuormitus aiheuttavat suurimman osan vesistöihin kohdistuvasta typen (kuvio 3) ja fosforin (kuvio 4) ulkoisesta kuormituksesta Suomessa. (Tatteri ym. 2015, 11, 12)

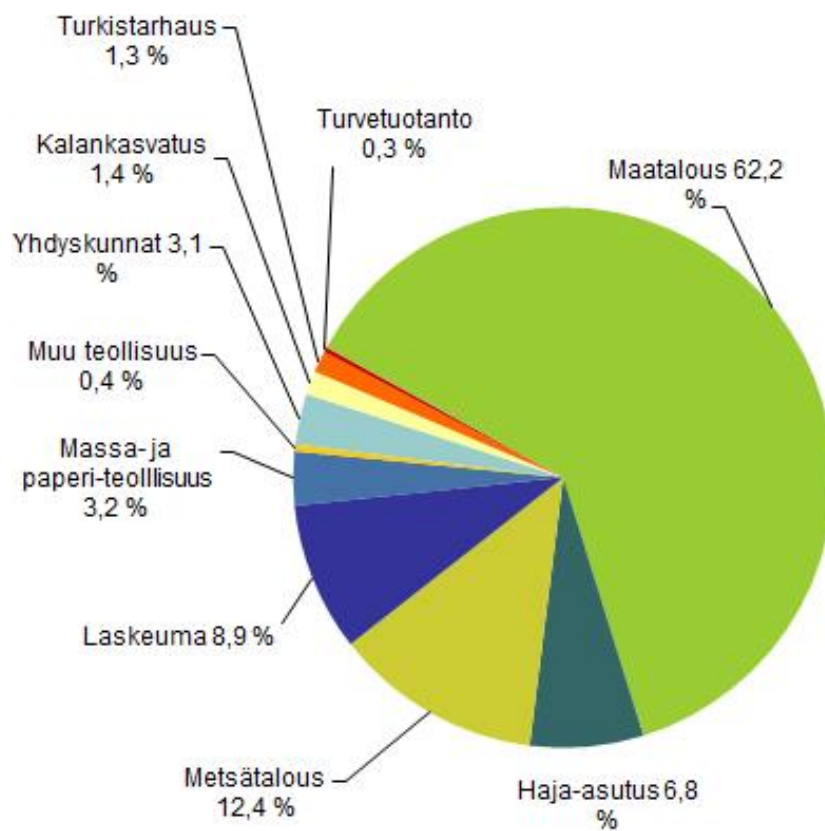
Ravinteet päätyvät järviin pintavaluntana tai salaojien kautta. Ihmisen toiminta muokkaa ympäristöä myös siten, että maahan satava vesi ohjautuu järviin uudella tavalla, mikä voi aiheuttaa kiintoaineiden ylimääräistä kulkeutumista järviin. Pintavalunta kuljettaa järviin kiintoaineiden ja ravinteiden lisäksi myös muita ekosysteemeille haitallisia asioita, kuten raskasmetalleja ja ulosteperäisiä bakteereja. (Sarvilinna & Sammalkorpi 2010, 10, 11.)

Järviin kohdistuvaa ulkoista kuormitusta pyritään vähentämään erilaisin toimenpitein kuormituslähteistä riippuen. Vähentämisen keinot vaihtelevat lainsäädännöstä sertifikaatteihin ja ympäristöarvoihin. Valtioneuvoston asetus velvoittaa käsittelemään haja-asutusalueen talousvesiä ennen niiden laskemista vesistöön, mikä pyrkii suojelemaan vesistön kuormitusta (Valtioneuvoston asetus talousjätevesien käsittelystä viemäriverkostojen ulkopuolisilla alueilla 157/2017, 2§). Talousmetsän arvoa nostavien sertifikaattien ehtoina voi myös olla vesistön ja metsän välisen suojeluvöhykkeen leveys. (Skyttä 2018).

Järven tilan parantaminen pitkällä aikavälillä edellyttää ulkoisen kuormituksen vähentämisen järven sietokyvyn tasolle. Ekosysteemin tulee siis pystyä käsittelemään järveen ulkoisesti päätyvät ravinteet siten, että järven tila pysyy stabiilina. Pelkät järveen kohdistuvat kunnostustoimet eivät siis riitä, koska tilanne palautuu ennemmin tai myöhemmin huonoksi, ellei ulkoisen kuormituksen määrää saada hallittua. (Sarvilinna & Sammalkorpi 2010, 11.)



Kuvio 3. Tyypipäästölähteet (Suomen Ympäristökeskus, 2013)



Kuvio 4. Fosforipäästölähteet (Suomen Ympäristökeskus, 2013)



## 2.2 Sisäinen kuormitus

Ulkoisen kuormituksen aiheuttama rehevöityminen kiihdyttää usein järven sisäistä kuormitusta. Kun järvi rehevöityy, sen yhteyttävä biomassa kasvaa, mikä lisää hapentuotantoa. Talvella kasvien yhteyttäminen vähenee ja lopulta ne lahoavat, mikä lisää hapen kulutusta aiheuttaen talvisin happikatoa. Talvella Suomessa järvet tavallisesti jäätyvät, mikä edelleen vähentää veden happipitoisuutta, koska jää estää hapen siirtymisen ilmasta veteen. Hapen vähentyminen vaikuttaa suoraan eliöiden toimintaan, mutta se myös vapauttaa järven pohjasedimentistä fosforia. Pohjaan sitoutuneena fosfori on sellaisessa muodossa, etteivät vesikasvit voi sitä hyödyntää, eikä se kierrä ekosysteemissä, mutta hapettomissa olosuhteissa fosfori vapautuu veteen. Rehevöityminen siis aiheuttaa kierteen, joka lisää järviekosysteemin fosforin määrää. Tällöin pelkkä ulkoisen kuormituksen vähentäminen ei enää auta, koska rehevöityminen ruokkii itseään. (Ulvi & Lakso 2005, 25.)

Tavallisesti sisäisen kuormituksen merkitys on suurin talvella. Talviolosuhteet keskeyttävät hapetta tuottavan yhteyttämisen, mutta hapen kulutus pysyy ennallaan. Lisäksi jääpeite estää hapen siirtymistä ilmasta veteen. Hapettomuuden laajuus ja hapettoman kauden kesto riippuvat kuitenkin useista tekijöistä. Järven koko, syvyys, rehevöitymisen tila ja sääolosuhteet vaikuttavat hapettomuuteen ja sen mahdollisiin rehevöittäviin vaikutuksiin. Matalissa järvissä jääpeitteeseen sitoutunut vesimäärä voi olla suhteellisen suuri, jolloin jään alle jäänyt vesimassa ei välttämättä pysty tarjoamaan riittävästi hapetta eliöilleen. Tällöin hapettomuus vapauttaa pohjasta rehevöittävää fosforia. Hapen puute voi lisäksi aiheuttaa kalakuolemia. Erittäin rehevässä järvessä saattaa olla alueita, joiden happitilanne ei edes ehdi palautua kesän aikana, jolloin fosforia saattaa vapautua ympäri vuoden.

Järven eliötoiminnan muodostama kokonaisuus on monimutkainen ja ekosysteemin eri osien välinen yhteys ei ole aina yksiöoikoista. Kasvillisuuden valtaamaa ranta saattaa haitata järven virkistyskäyttöä, joten niitolla pyritään parantamaan järven käyttöä ja edistämään ekosysteemin toimivuutta. Jossain tapauksissa tällainen toiminta saattaa todellisuudessa aiheuttaa negatiivisia vaikutuksia. Rantakasvillisuus pidättää valumaveden mukana tulevia ravinnemääriä, sekä saattaa rikkoa vettä sekoittavia aaltoja. Myös kasvillisuuden poisto saattaa lisätä kasviplanktonin ja sitä kautta sinilevän kasvua. Kunnostustoimien vaikutusta tuleekin miettiä tarkkaan, jotta vältytään mahdollisilta negatiivisilta vaikutuksilta. (Ulvi & Lakso 2005, 26, 27.)

### 3 Lainsäädäntö ja luvat

Vesistönkunnostusta suunniteltaessa tulee selvittää lainsäädännön vaatimukset ja mahdollisten lupien tarvetta. Kaikissa vesialueen kunnostukseen liittyvissä toimissa vaaditaan vähintään vesialueen omistajan suostumus tai lupa. Vesilaissa (587/2011) ja ympäristönsuojelulaissa (527/2014 määritellään, tarvitaanko kunnostustoimenpiteeseen lisäksi lupa ympäristöviranomaiselta. Näiden lakien tarkoituksena on huolehtia vesistöjen kestävästä käytöstä ja ehkäistä vesistön käytöstä aiheutuvia haittoja vesistölle. (Ulvi & Lakso 2005, 40.)

Vesilaissa määritellään vesistöön kohdistuvien hankkeiden luvanvaraisuus. Kunnostus- ja hoitotoimenpiteiden kannalta merkittäviä luvanvaraisia toimenpiteitä, eli vesitaloushankkeita, voivat olla esimerkiksi ruoppaus ja järven vedenpinnan nostaminen. Ruoppaus ei vaadi viranomaisen lupaa, jos ruoppaus massan määrä alittaa 500 kuutiometriä. Näissä tapauksissa tulee kuitenkin tehdä ilmoitus viranomaisille. Lisäksi laki kieltää ruoppausmasojen hylkäämisen Suomen aluevesille. (Vesilaki 587/2011, 3 §.)

Vesitaloushankkeelle myönnetään lupa, jos sen aiheuttamat hyödyt ovat huomattavat suhteessa haittoihin. Lisäksi hanke ei saa loukata yksityistä tai yleistä etua. Lupaa ei myönnetä, jos vesitaloushanke vaarantaa yleistä terveydentilaa ja turvallisuutta tai aiheuttaa huomattavia vahingollisia muutoksia vesistöön tai ympäröivään alueeseen. Myös asuinolosuhteisiin ja alueen elinkeinoihin kohdistuvat vahingolliset seikat huomioidaan lupapäätöstä tehtäessä. (Vesilaki 587/2011, 3 §.)

Alueelliset ympäristökeskukset arvioivat luvan tarvetta vesitaloushankkeelle. Ympäristöviranomaiselle jätetään lupahakemus, joka määrittää voidaanko kunnostustoimet toteuttaa suunnitellulla tavalla. (Ulvi & Lakso 2005, 42.)

## 4 Kunnostusmenetelmät

Kunnostusmenetelmien valinnan kannalta on oleellista tietää kohdealueen lähtötilanne ja pohtia kunnostuksen tavoitteita. Kunnostusprosessi vaatii aikaa ja rahaa, joten suunnittelu- vaiheessa on tärkeää priorisoida kohdealueen sisällä eri osa-alueiden kunnostuksen tarvetta. Esimerkiksi virkistyskäytössä olevan rannan kunnostus voidaan nähdä tärkeämpänä osa-alueena kuin jonkin muun rannan tilan kohentaminen. (Sarvilinna & Sammalkorpi 2010, 31.)

Ravinnetasapainen saattaminen kuntoon on keskeistä, jotta kunnostusmenetelmien hyödyt eivät jää vain lyhytaikaisiksi. Menetelmiä valittaessa tulee ottaa huomioon sekä ulkoinen että sisäinen kuormitus ja arvioida erilaisten toimenpiteiden kumulatiivinen vaikutus. Väärin arvioituna kunnostustoimenpide voi poistaa yhden ongelman mutta samalla aiheuttaa jonkin toisen järven tilaa heikentävän ilmiön. (Sarvilinna & Sammalkorpi 2010, 47.) Esimerkiksi kasvillisuus voi vähentää veteen pääsevää valon määrää, jolloin alueen niitto lisää valoa ja samalla kiihdyttää kasviplanktonin tuotantoa.

Yleensä järven kunnostukseen ei riitä yksittäinen toimenpide. Prosessi koostuu useista erilaisista menetelmistä, joiden yhteisvaikutuksella pyritään saavuttamaan tavoitteiden kannalta paras mahdollinen lopputulos. Jokainen projekti on yksilöllinen, jolloin menetelmät, joita on käytetty jossain muualla eivät välttämättä toimi toisessa projektissa yhtä tehokkaasti. Käytettävissä olevia menetelmiä rajaavat usein myös resurssit sekä mahdollisesti kohdealueen sijainti ja kulkuyhteydet.

Varsinaisten järveen kohdistuvien kunnostustoimien lisäksi on ulkoisen kuormituksen kannalta tärkeää huomioida myös valuma-alueen tilanne. Valuma-alueen laajuuden ja ravinne huuhtouman määrän arvioinnin kautta voidaan arvioida kunnostuksen vaikutusten kestävyyttä pitemmällä aikavälillä. Tarvittaessa voidaan tehdä suoria toimenpiteitä joko merkittävissä ravinnelähteissä tai esimerkiksi ohjata hulevedet ensin laskeutusaltaaseen, jolloin järveen kohdistuva kuorma pienenee. (Sarvilinna & Sammalkorpi 2010, 49.)

### 4.1 Ruoppaus

Ruoppaus on menetelmä, jolla poistetaan järven ravinnepitoista pohjasedimenttiä. Pohjasedimentin sisältävät ravinteet vapautuvat yleensä rehevöityneessä järvessä alhaisen happipitoisuuden vuoksi, jolloin sedimentin poistolla vähennetään kierrossa olevien ravinteiden määrää järvessä. Ruoppauksen toteuttamiseen on useita eri tilanteisiin sopivia menetelmiä, kuten kauha- ja imuruoppaus. Eri menetelmien sopivuutta kohdealueelle tulee arvioida kustannusten ja logistiikan kannalta. Toteutustavasta riippumatta toimenpide sisältää

sedimentin läjityksen ja mahdollisen jatkokäytön, jotka tulee myös huomioida projektin toteutuksessa ja kustannuksissa. (Ulvi & Lakso 2005, 213.)

Ruoppaukset pienille alueille, kuten yksittäisten kiinteistöjen rannoille ovat yleisiä. Ruoppauksen kustannukset pinta-alayksikköä kohti ovat melko suuret, joten sitä ei käytetä yleensä kovin suurille vesialueille. Läjitetävän sedimenttilietteen kuljetus ja käsittely aiheuttavat myös lisäkustannuksia. Sopivan läjitysalueen löytyminen voi koitua rajoittavaksi tekijäksi ruoppaukselle. Jos läjitystä ei hoideta kunnolla, voi ruopattu liete valua takaisin järveen, jolloin ruoppauksen hyödyt katoavat. Ruopattu liete vaatii tietyn ajan kestävän viipymän läjitysaltaassa, jotta ravinteet eivät palaa takaisin veteen. Alimitoitettu läjitysallas lyhentää viipymää ja veteen palaavan veden mukana kulkeutuva kiintoaines samentaa järveä. (Ulvi & Lakso 2005, 213 & 219.)

Ruoppauksesta syntyvää lietettä voidaan hyödyntää peltoviljelyssä. Usein rehevöityminen johtuu ainakin osittain pelloilta sadeveden mukana huuhtoutuneista ravinteista. Tämä ravinteikas liete voidaan hyödyntää maanparannusaineena rannan läheisillä pelloilla, jolloin voidaan säästää lietteen käsittelyn logistiikkakuluissa. Näin voidaan siis vähentää järven ravinnekuormaa ja hyödyntää ravinteet maanviljelykseen. Tällaisissa tilanteissa tulee analysoida läjitettävän lietteen koostumusta ja raskasainepitoisuuksia. Ruoppausmassoja voidaan hyödyntää myös esimerkiksi viherrakentamiseen tai maisemointiin. (Ulvi & Lakso 2005, 219 & 220.)

Ruoppausvyvyyden määrittäminen on oleellista, koska ruopatessa halutaan poistaa vain ravinteikas sedimentti. Ravinteikkaan sedimentin alta voi löytyä parempilaatuista sedimenttiä, jonka poisto kunnostuksen kannalta ei ole oleellista. Ruopattavan alueen tilavuus voi muuttua merkittävästi riippuen ruoppauksen syvyydestä. Syvyyttä kannattaa arvioida myös käytön perusteella, esimerkiksi veneväylän kannalta oleellista syvyyttä. (Ulvi & Lakso 2005, 220.)

#### 4.1.1 Kauharuoppaus

Yleisin ruoppausmenetelmä on kauharuoppaus. Kauharuoppauksessa käytetään kaivukonetta, traktorikaivuria tai erityisesti ruoppaukseen suunniteltua kelluvaa ruoppausalusta. Laitteen mukaan menetelmää voidaan soveltaa joko rannalta, kelluvalta lautalta tai talvisin jään päältä jääpeitteen sen salliessa. Kauharuoppauksessa laitteen kauhalla nostetaan vedestä pohjalietettä, mikä lasketaan esimerkiksi kuorma-auton lavalle. Tämän jälkeen liete kuljetetaan läjityspaikalle. (Ulvi & Lakso 2005, 213.)

Kauharuoppaus soveltuu kaikille maalajeille erittäin vesipitoista liejua lukuun ottamatta. Hie-non liejun nostaminen kauhalla ei välttämättä onnistu tehokkaasti, sillä lieju sekoittuu

veteen. Tämä puolestaan voi aiheuttaa veden sameutumista ja heikentää veden laatua ainakin hetkellisesti. Vesikasvit eivät hankaloita kauharuoppausta vaan voivat jossain tapauksissa olla hyödyksikin. Vesikasvien juuret sitovat maa-ainesta yhteen, jolloin kauhalla on helpompi ruopata vedenpohjaa. (Ulvi & Lakso 2005, 213, 214.)

Pienissä kohteissa maalta ruoppaaminen on yleensä helpoin ja kustannustehokkain vaihtoehto. Tällöin laitteen ulottuvuus jää usein alle 20 metriin. Maalta suoritettava ruoppaus soveltuukin pääasiassa vain rantojen ruoppaukseen. Rannan tulee lisäksi olla tarpeeksi avoin laitteen liikkeille ja tarvittaessa rannalla suoritetaan puuston raivausta ruoppauksen mahdollistamiseksi. Pidemmältä suoritettavissa ruoppauksissa käytetään lauttaa ja läjitettävä liete kuljetetaan esimerkiksi proomulla rantaan ja siitä läjitysalueelle (Ulvi & Lakso 2005, 214, 215.)

Laajoissa ruoppaustöissä ruoppaus suoritetaan jään päältä talvisaikaan. Jäältä ruoppaus lisää laitteen ulottuvuutta mutta lisää ruoppaukseen tarvittavia resursseja. Jään päällä mahdollisesti oleva lumi tulee raivata pois, jään paksuutta mahdollisesti vahvistetaan veden avulla ja laitteiden kuljetukseen liittyvät kustannukset voivat kasvaa heikkojen kulkuyhteyksien takia. Lisäksi pakkasen vaikutus esimerkiksi koneiden käyttöön ja toimintaan, sekä lietteen jäätyminen ehkäisy kuljetusalustaan, tulee huomioida. Jään päältä suoritettava ruoppauksen aiheuttamat negatiiviset vaikutukset vesistöön ovat pienimmät kaikista ruoppausmenetelmistä. (Ulvi & Lakso 2005, 215.)

#### 4.1.2 Imuruoppaus

Imuruoppaus eroaa kauharuoppauksesta siten että siinä liete imetään imuputkella järvenpohjasta. Imuruoppausta käytetään pehmeiden ja hienojakoisten sedimenttien ruoppaukseen. Pumppu imee maamassan ensin ruoppaajaan, josta se johdetaan putkea pitkin läjitysalueelle. Imuruoppauksessa voidaan läjitysalue sijoittaa jopa useiden satojen metrien päähän itse ruoppaajasta. Pidempi etäisyys heikentää ruoppaajan tehokkuutta. (Ulvi & Lakso 2005, 216.)

Pumppu imee järvestä sedimentin lisäksi myös paljon vettä, mikä tulee huomioida läjitysalueen mitoituksessa. Kauharuoppaus onnistuu siis pienemmällä läjitysalueella kuin imuruoppaus. Kiintoaineen määrä putkistossa riippuu imupään syötöstä, ja keskimäärin sedimentin suhteellinen määrä koko imumassasta on noin 10 %. Liian pieni saattovesimäärä estää sedimentin kulkeutumisen. Veden tarve vaatii vähintään puolen metrin kerroksen vettä sedimentin päällä, joten erittäin mataliin olosuhteisiin imuruoppaus ei sovellu. (Ulvi & Lakso 2005, 216.)

Imuruoppauksen käyttöä tulee harkita, sillä sen kustannukset voivat olla kaluston vuoksi suuret. Lisäksi tarvittavan läjitysalueen löytäminen voi muodostua ongelmaksi, sillä imuruoppaus vaatii käytännössä vähintään kolme kertaa ruoppausaluetta suuremman läjitysalueen. Nykyisin on kuitenkin pieniä imuruoppausyksiköitä, joiden siirto ja käyttökustannukset ovat melko pienet. Näiden yksiköiden kuljetus onnistuu esimerkiksi peräkärryllä, ja imuteholtaan ne sopivat pienten vesialueiden ruoppaamiseen.

Imuruoppauksessa vaadittava suuri läjitysalue voidaan korvata myös geotuubilla. Geotuubi perustuu suodattaviin kerroksiin, jotka vesi läpäisee jättäen siihen sekoittuneen kiintoaineen geotuubin sisälle. Näin suuriakin määriä läjitettävää lietettä voidaan käsitellä pienellä alueella. Lietteeseen sekoitetaan yleensä saostumista edistäviä kemikaaleja kuten polymeerejä kuivatustehon parantamiseksi. Lopulta tuubi voidaan purkaa ja sisälle jäänyt aine voidaan kuljettaa jatkokäyttöä varten muualle. (Kaarela 2015, 12.)

## 4.2 Vesikasvien niitto

Vesikasveilla on hyödyllinen rooli järvessä, mutta oikein kohdistetuilla niitoilla voidaan poistaa järvestä ravinteita parantaen järven tilaa. Yleensä niittoja suoritetaan välittömästi virkistyskäytössä olevien rantojen edustalla. Pienimuotoisena niittoja voi suorittaa ilman ympäristölupaviraston lupaa.

Vesikasvien poisto voidaan jaotella tekotavan mukaan mekaaniseen, fysikaaliseen ja kemialliseen. Yleisin vaihtoehto on mekaaninen poisto, jolloin kasvi katkaistaan, revitään tai kavietaan ylös pohjasta. Fysikaalisiin menetelmiin kuuluvat kasvien kasvuominaisuuksiin vaikuttavat tekijät. Järven pinnan korkeutta muuttamalla, jäätyminen hyödyntäminen ja valon pääsyn estäminen ovat fysikaalisen niiton menetelmiä. Kemiallisessa poistossa hyödynnetään kohteena olevien kasvien suosimia olosuhteita ja pyritään muuttamaan ne epäoptimaalisiksi kasvien kasvun kannalta. Esimerkiksi emäksisen kalkin avulla voidaan poistaa happamissa oloissa viihtyviä kasveja. (Ulvi & Lakso 2005, 256.)

Niiton tarpeellisuutta ja sijaintia tulee arvioida parhaan lopputuloksen saavuttamiseksi. Rannoilla sijaitsevat vesikasvit pidättävät ja sitovat veteen huuhtoutuvia ravinteita. Lisäksi vesikasvillisuus vähentää tuulen ja virtausten aiheuttamaa veden sekoittumista, pitäen veden kirkkaampana. Monien kalojen lisääntymisen ja ravinnon saannin kannalta vesikasvit ovat oleellisia, joten huonosti kohdistettu niitto voi aiheuttaa epätoivottuja muutoksia järven ravintoverkkoihin. (Niinimäki & Penttinen 2014, 44)

### 4.3 Kosteikot ja laskeutusaltaat

Yhtenä vesistönhoidon menetelmänä käytetään kosteikkoja. Kosteikko koostuu vesi- ja kosteikkokasvillisuudesta, jotka pidättävät vesistöön saapuvaa ravinnekuormitusta. Kosteikko sijaitsee yleensä järveen laskevan vesireitin kuten ojan varrella. Kosteikon kasvit suodattavat vettä, jolloin järveen päätyvä vesi on puhdasta ja vähäravinteista.

Kosteikko tarjoaa vesistönhoidollisten hyötyjen lisäksi myös erilaisille eliöille suotuisan elinolosuhteen. Erilaiset kasvit ja eläimet saavat kosteikosta suojaa, mikä kasvattaa vesialueen biodiversiteettiä. Samalla alueen viihtyisyys ja virkistyskäyttö kasvavat, sekä harrastusten kuten lintubongauksen tai metsästyksen edellytykset kohenevat. Esimerkkinä (kuva 1) ilmakuvaa Vuorelan kosteikosta. (Ympäristöhallinto 2021)

Kosteikko voi parhaimmillaan parantaa alueen kasvi- ja eläinlajiston monimuotoisuutta, mutta väärin toteutettuna sillä voi olla myös päinvastaisia seurauksia. Järviruoko, osmanikäämi ja järvikaisla ovat esimerkkejä kasvillisuudesta, joka luo liian tiheän kasvualan. Tällöin esimerkiksi vesilinnut eivät voi hyödyntää aluetta. Tällaisten kasvien leviäminen on nopeaa, joten niiden poistaminen alueelta voi osoittautua hankalaksi. Kosteikkokasveiksi suositellaankin väljemmin kasvavia lajeja, kuten kortetta ja kurjenjalkaa. Lintujen kannalta tärkeä tekijä on ravinto, kuten äyriäiset. Äyriäiset puolestaan käyttävät ravinnokseen pinnalla kelluvia kasveja, kuten kilpukka ja pikkulimaska. (Alhainen ym. 2015, 17-19)



Kuva 1. Kuva Lahden sijaitsevasta Kivipuron kosteikosta

Järvien rehevöitymisen ehkäisyksi rakennettavien kosteikoiden sijainti on tärkeä tekijä. Luonnostaan kosteat ja tulva-alttiit alueet ovat hyviä lähtökohtia kosteikon perustamiselle. Kosteikko rakennetaan kaivamalla tai patoamalla. Sopivia paikkoja ovat notkot ja painanteet, tulva-alueet ja pengerrytyt kuivatusalueet. Fosforipitoinen pintamaa tulee poistaa ennen kosteikon perustamista. (Ympäristöhallinto 2021)

Laskeutusaltaan toiminta perustuu kosteikon tapaan kiinneaineen pidättämiseen. Kosteikossa toiminta perustuu kasvien biologiaan, kun taas laskeutusaltaassa kyse on veden virtaamisnopeudesta. Veden virtaamisnopeuden lasku aiheuttaa kiinneaineen putoamisen altaan pohjalle. Pidempi viipymäaika parantaa laskeutusaltaan tehokkuutta ja saa myös pienemmät partikkelit altaan pohjalle. (Ulvi & Lakso 2005, 146.)

Kosteikot ja laskeutusaltaat sopivat parhaiten valuma-alueille, joilla sijaitsee paljon peltoja. Tutkimusten mukaan kosteikon pinta-alan tulisi olla 2% ja laskeutusaltaan pinta-alan 1% valuma-alueen peltopinta-alaan nähden. Laskeutusaltaisiin kertyvä liete tulee tyhjentää tiettyin väliajoin, jolloin se voidaan hyödyntää esimerkiksi lähialueiden pelloilla ravinteena. (Ulvi & Lakso 2005, 146.)

Onnistuneen ja toimivan kosteikon rakentaminen vaatii taustatiedon keräämistä, suunnittelua ja lopputuloksen valvomista. Kosteikon rakentaminen edellyttää maan- ja vesistönomistajien luvan, viranomaislupia sekä kaikkien asianomaisten suostumuksen kosteikon rakentamiseen. Lähtökohdat ja tarpeen huomioon ottava suunnittelu vaatii vielä toimijan, joka valvoo ja ylläpitää kosteikon toimintaa. Kosteikkoa ei voi siis jättää hoitamattomaksi tai se voi esimerkiksi kasvaa umpeen, jolloin kosteikko ei tarjoa enää haluttua hyötyä vesistölle. (Alhainen ym. 2015, 24-25)

#### 4.4 Ravintoverkkokunnostus

Järven rehevöityminen johtuu ravinteiden kierron muutoksesta, jolloin yksi keino tilanteen palauttamiseen on huolehtia järven ravintoverkon tasapainosta. Ravintoverkko koostuu pedoista, kasvinsyöjistä ja kasveista. Rehevöityneessä järvessä eläinplanktonia syövien kalojen määrä kasvaa, mikä vähentää eläinplanktonin määrää, jolloin kasviplankton valtaa itselleen lisää kasvutilaa. Tämä voidaan havaita esimerkiksi sinilevän kukintana. Ravintoverkko koostuukin useista toisiinsa liittyvistä tekijöistä, joiden yhteisvaikutus muodostaa järven ekosysteemin. (Niinimäki & Penttinen 2014, 25.)

Ravintoverkkokunnostuksen kannalta yksi merkittävä kunnostusmenetelmä on hoitokalastus. Näin pyritään poistamaan järvestä pikkukaloja kuten särkeä, jonka liian suuri määrä järvessä heikentää sen tilaa. Samalla järvestä poistuu ravinteita, jotka muuten jäisivät



järven sisäiseen kiertoon. Kaloihin kohdistuva pyynti on valikoivaa ja näin pyritään tasapainottamaan järven kalakantoja. (Niinimäki & Penttinen 2014, 86.)

Kemikaalien avulla voidaan saostaa fosforia, jolloin se saadaan sitoutumaan pohjan sedimenttiin. Tällöin fosfori on sellaisessa kemiallisessa muodossa, ettei se kulkeudu ravintoverkon mukana järven ekosysteemiin. Yleensä kemiallinen saostaminen ei sovellu järviolosuhteisiin ja sen vaikutukset voivat olla lyhytikäisiä. Saostuksessa rauta- ja alumiini-ionit muodostavat fosforin kanssa fosfaattiyhdisteitä, jotka muodostavat flokin, joka vajoaa veden pohjaan. Saostukseen käytetään muun muassa rautasulfaattia ja alumiinikloridia. (Niinimäki & Penttinen 2014, 102.)

## 5 Opinnäytetyön laatiminen

### 5.1 Työn tavoitteet

Opinnäytetyön tavoitteena oli luoda tilannekuva ja kunnostussuunnitelma Ruotsalaisen järvellä sijaitsevalle Rauvalanpohjalle. Työssä käsitellään varsinaisen kohdealueen lisäksi yleisesti vesistön kunnostusta ja siihen liittyviä osa-alueita kuten kunnostusmenetelmät ja lainsäädäntö. Työssä käsitellään lisäksi yleisesti järviin ja sisävesiin kohdistuvia kuormitus-tekijöitä ja niiden vaikutusta järven rehevöitymiseen ja vedenlaadun heikentymiseen.

### 5.2 Työssä käytetyt menetelmät ja aineistot

Opinnäytetyön tulosten hankintaan käytettyjä tiedonkeruumenetelmiä olivat kenttävierailut, alueelta otettujen vedenlaatua mittaavien tulosten analysointi sekä alueesta saatavilla olevan paikkatiedon hyödyntäminen. Lisäksi yleisesti vesistöjen kunnostukseen liittyvät osuudet pohjautuivat kirjalliseen materiaaliin kuten lainsäädäntöön, asetuksiin, vesistön hoitoon ja kunnostukseen liittyviin oppaisiin. Varsinaisen kohdealueen tilasta ja sen muutoksesta löytyi vähän tietoa, eikä alueesta löydy pidemmän aikavälin tutkimustietoa vedenlaadun muutoksesta tai lietteen kertymästä.

## 6 Rauvalanpohjan tilanteen kartoitus

### 6.1 Yleiskuvaus järven tilasta

Hankkeen kohteena oleva pohjukka sijaitsee Ruotsalaisen järvellä Asikkalan kunnassa (kuva 2). Ruotsalainen sijaitsee Päijät-Hämeen maakunnassa Heinolan ja Asikkalan kunnissa. Järven pinta-ala on 74,12 km<sup>2</sup> ja se vesi virtaa siitä Kymijoen kautta Itämeren Suomenlahteen. Järvi kuuluu Hämeen ELY -keskuksen ympäristövaikutusalueeseen. Järvi on yleisesti ottaen hyvässä ekologisessa tilassa, sen vesi on vähäravinteista ja kirkasta. Ympäristökeskus luokittelee järven käyttökelpoisuuden erinomaiseksi. (Järviwiki 2015.)



Kuva 2 Yleiskarttakuva alueesta

### 6.2 Kohdealueen tilanne

Kohdealueena oleva Rauvalanpohja sijaitsee Asikkalan kunnan puolella Päijänteeltä Ruotsalaiseen virtaavan Kymin loppupäässä. Kohdealueen vieressä järven selällä virtaus on vielä melko voimakas. Rauvalanpohjan pinta-ala on kokonaisuudessaan noin 12 hehtaaria, mutta varsinaisen kohdealueen (kuva 3) pinta-ala on noin 1,9 hehtaaria. Rauvalanpohjan kautta Ruotsalaiseen virtaa Pyhäjärveltä Pyhäjoki, jonka valuma-alue koostuu pääasiassa metsästä ja pelloista. Selän voimakas virtaus kierrättää vettä järvessä tehokkaasti, mutta

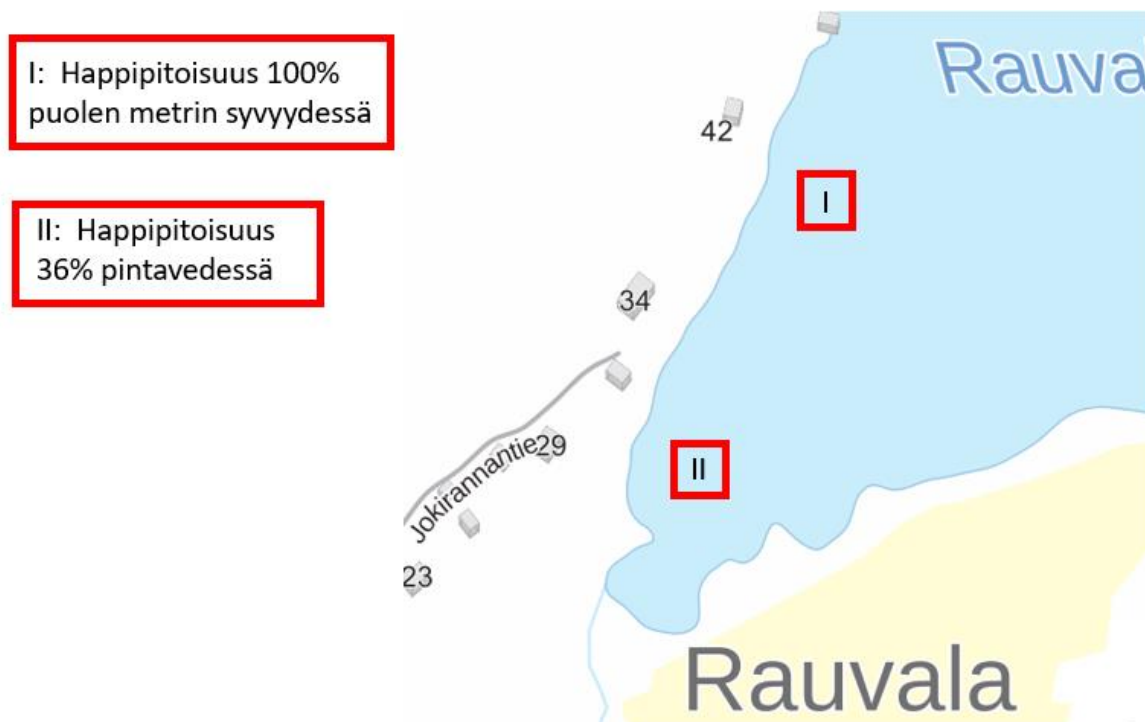
tämä vaikutus ei ulotu kohdealueelle. Nykyisessä tilassaan kasvillisuus estää jo veden vaihtuvuuden ja rajoittaa alueen virkistyskäyttöä.



Kuva 3. Kunnostuksen kohdealueen rajaus (Paikkatietoikkuna 2021)

Tilanteen kehittäminen tähän pisteeseen johtuu usean tekijän yhteisvaikutuksesta ja ekologisen tasapainon muutos luo itseään kiihdyttävän ketjureaktion. Nykyisin valuma-alueella sijaitsevat peltojen suojavyyhykkeet ovat lainsäädännön mukaisella tasolla, joten ulkoisen kuormituksen ulkoisen kuormituksen merkityksen voi olettaa vähenevän. Sisäinen kuormitus on voimistunut vuosien aikana ja vesistömittausten perusteella alueen happitilanne on erittäin huono jo pintavedessä.

Kesällä 2020 suoritetuissa mittauksessa pintaveden hapen kylläisyysasteeksi saatiin pintavedessä 37%, kohdealueen reunalla vastaavasti kylläisyysaste oli 100% puolen metrin syvyydessä (kuva 4). Hapen kylläisyysaste kuvastaa veteen sitoutuneen hapen määrää suhteessa veden kykyyn sitoa happea. Tavallisesti päällysveden kylläisyysaste on 80-90%. Hapettomuus mahdollistaa fosforin vapautumisen pohjasedimentistä, mikä parantaa entisestään kasvillisuuden leviämistä heikentäen alueen tilaa ja veden vaihtelevuutta. (Ahava 2020)



Kuva 4. Happipitoisuus mittauspisteissä

Pyhäjärvestä virtaa vettä Pyhäjoen kautta Rauvalanpohjaan. Kuvassa 5 mustalla rajattu alue on valuma-alue, jonka sade- ja pintavedet kulkeutuvat Pyhäjoen kautta Rauvalanpohjaan. Suurimpana kuormitustekijänä valuma-alueella voidaan pitää peltoja. Valuma-alueella sijaitsee useita peltoja, joilta sadeveden pintavalunta kuljettaa kiintoainetta ja ravinteita vesistöön. Peltojen reunoilla sijaitsevilla suojavyöhykkeillä pyritään vähentämään vesistöön kohdistuvaa kuormitusta, mutta kokonaan tätä ei voida estää. Kumulatiivisesti jokeen kertyvä ravinne- ja kiintoainekuorma päätyvät lopulta kohdealueelle Rauvalanpohjaan. Joen heikko virtaus ei jaksakaan työntää veden mukana kulkeutuvaa maa-ainesta pidemmälle Ruotsalaiseen, jolloin kuormitus kohdistuu pohjukkaan.



Kuva 5. Rauvalanpohjaan virtaavan Pyhäjoen valunta-alue

## 7 Alueelle suunnitellut toimenpiteet

Alueen tilanne ei ole huonontunut yksittäisestä syystä eikä kerralla, joten on vaikea arvioida, onko esimerkiksi ulkoisen kuormituksen määrä ja vaikutus muuttunut vuosien aikana. Läh-  
tökohtaisesti voidaan olettaa pelloilta valuvien ravinteiden määrän vähentyneen vuosien ai-  
kana suojavyöhykkeiden ja vastuullisemman viljelyn johdosta. Järven ja sen alueiden tilan  
parantumiseen vaikuttaa kuitenkin useita tekijöitä, joiden kaikkien kartoittaminen ja huomi-  
oon ottaminen voi olla vaikeaa. Lisäksi hoitotoimien kustannusten on pysyttävä kohtuulli-  
sina, jotta niiden suorittaminen on mielekästä tai ylipäänsä mahdollista.

Kunnostuksen ensisijainen tavoite on parantaa alueella sijaitsevien vapaa-ajan asuntojen  
uima- ja veneilyolosuhteita. Kunnostustoimet voisi näin ollen jakaa pidemmälle aikavälille,  
jotta tehtyjen toimenpiteiden vaikutukset voidaan arvioida ja tulevat kunnostustoimet voi-  
daan kohdentaa tehokkaammin. Pienempiin osakokonaisuuksiin jaettuna voidaan kunnos-  
tustoimet suorittaa pienemmällä kalustolla, mikä myös on taloudellisesti kannattavaa. Li-  
säksi tällöin ranta-alueen luontoon kohdistuu pienempi rasitus.

Lietteen määrän vuoksi virkistyskäytön parantamisen kannalta tärkein toimenpide on ranta-  
alueen ruoppaus. (kuva 6) Tällöin rantaa voi taas käyttää uimiseen ja veneilyyn, mutta li-  
säksi voidaan mitata veden vaihtuvuuden parantumisesta ja arvioida sen vaikutusta veden  
tilan parantumiseen. Ruopattavan määrän ollessa alle 500 m<sup>3</sup> voidaan ruoppaus suorittaa  
ilmoitusmenettelyllä, ja käytettävissä olevan tilan huomioiden lietteen käsittely onnistuu pai-  
kan päällä.

Koska ensimmäisessä vaiheessa toimenpiteet kohdistuvat vain vapaa-ajanasuntojen puo-  
leiselle osalle pohjukkaa, voidaan pellon puoleinen osa jättää koskemattomaksi. Näin ollen  
Pyhäjoesta virtaavan veden ja virkistyskäytössä olevan rannan väliin jää useamman metrin  
levyinen vesikasvillisuutta kasvava kaistale, mikä omalta osaltaan estää uusien ravinteiden  
pääsyn kohdealueelle.

Ruoppauksen vaikutusten seuraaminen ja analysointi määrittävät millaisia jatkotoimia alu-  
eelle olisi syytä toteuttaa. Lisäksi Pyhäjoen valuma-alueen aiheuttaman ulkoisen kuorman  
määrän tutkiminen parantaisi käsitystä alueeseen kohdistuvasta tämänhetkisestä ulkoi-  
sesta kuormasta. Jatkotoimien taloudellinen mittakaava ja toimenpiteiden pitkäkestoisuus  
tulee myös arvioida syntyvien muutosten perusteella.





Kuva 6. Yleiskuva vapaa-ajan asuntojen puoleisesta rannasta



## 8 Kustannusarviot

Alueen kunnostukseen liittyvien kustannusten arvioinnissa tulee huomioida toteutettavien kunnostustoimenpiteiden laajuus ja toteuttamiseen liittyvät käytännön toimenpiteet. Lisäksi varsinaiset toimeksiantajan suorittamat kustannukset voivat muuttua riippuen kunnostushankkeelle saatavista tuista kuten valtionavusta. Valtioneuvoston asetus vesistön ja vesiympäristön käyttöä ja tilaa parantavien hankkeiden avustamisesta (714/2015) on luotu toimeksiannon mukaisten hankkeiden avustamiseen. Asetuksen mukaan Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus arvioi hankkeen ja siihen liittyvät selvitykset, joiden pohjalta se myöntää tuen, joka on enimmillään 50 % kunnostushankkeen hyväksyttävistä kokonaiskustannuksista. (ELY-keskus 2021)

Suunnitelman mukaisessa ensimmäisessä vaiheessa alueelle on tarkoitus tehdä alle 500 m<sup>3</sup> suuruinen ruoppaus, joka on tarkoitus toteuttaa kauharuoppauksena. Ruoppauksen hinta määräytyy pitkälti hankkeen toteuttajan mukaisesti, sillä varsinkin pienten ruoppauksen hinta-arvioinnissa voi esiintyä suurta vaihtelevuutta varsinaisesta kohdealueesta riippuen. Maasto ja alueen saavutettavuus ruoppauskalustolla, läjitysalueen sijainti ja koko sekä ruopattavan sedimentin laatu ja tyyppi vaikuttavat tapauskohtaisesti ruoppauksen kustannuksiin.

## Lähteet

Ahava, T. 2020. Asikkalan järviseuranta Rauvalanpohja. Viitattu 3.5.2021 Saatavissa: <https://asikkala.fi/wp-content/uploads/2020/11/Rauvalanpohja-selostus.pdf>

Alhainen, M., Niemelä, T., Siekkinen, J., Svensberg, M., Kuittinen, J., Nurmi, J., Väyrynen H., Rautiainen, M., Väänänen, V., Nummi, P., Berndtson, S. & Korhonen, P. 2015. Kosteikko-opas. Helsinki: Suomen Riistakeskus. Viitattu 4.9.2021. Saatavissa <https://www.sli-deshare.net/Riistakeskus/kosteikkoopas>

ELY-keskus. 2021. Harkinnanvaraiset valtionavustukset vesien- ja merenhoidon sekä vesistö-, vesitalous- ja kalataloustoimenpiteiden toteuttamiseen. Viitattu 25.9.2021 Saatavissa: <https://www.ely-keskus.fi/avustukset-vesisto-ja-kalataloushankkeisiin>

Järviwiki. 2015. Ruotsalainen. Viitattu 4.5.2021. Saatavissa: [https://www.jarviwiki.fi/wiki/Ruotsalainen\\_\(14.141.1.001\)](https://www.jarviwiki.fi/wiki/Ruotsalainen_(14.141.1.001))

Kaarela, T. 2015. GEOTEKSTIILITUUBIEN KÄYTTÖPOTENTIALI SUOMESSA. Viitattu 20.3.2021. Saatavissa: <http://jultika.oulu.fi/files/nbnfioulu-201503031129.pdf>

Lyytimäki, J. & Hakala H. 2008. Ympäristön tila ja suojele Suomessa. Toinen uudistettu laitos. Helsinki: Gaudeamus

Muuttola, M. 2015. Viitattu 1.3.2021. Saatavissa [https://kosteikko.fi/tietoa-hankkeesta-sotka/hankkeen-tausta/kotiseutukosteikko-life/mallikosteikot/varsinais-suomi/vuorela/?doing\\_wp\\_cron=1615164401.5045740604400634765625](https://kosteikko.fi/tietoa-hankkeesta-sotka/hankkeen-tausta/kotiseutukosteikko-life/mallikosteikot/varsinais-suomi/vuorela/?doing_wp_cron=1615164401.5045740604400634765625)

Niinimäki, J. & Penttinen, K. 2014. Vesienhoidon ekologiaa: Ravintoverkkokunnostus. Helsinki: Books on Demand

Sarvilinna, A. & Sammalkorpi, I. 2010. Rehevoityneen järven kunnostus ja hoito. Helsinki: Suomen ympäristökeskus (SYKE). Viitattu 1.3.2021. Saatavissa [https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/38819/YO\\_2010\\_Rehevoityneen\\_jarven\\_kunnostus\\_ja\\_hoito.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/38819/YO_2010_Rehevoityneen_jarven_kunnostus_ja_hoito.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Skyttä, V. 2018. Suojakaista vesistölle – mutta millainen? Metsälehti. Nro 7/2018. Viitattu 1.3.2021. Saatavissa <https://www.metsalehti.fi/nakoislehdet/metsalehti-7-2018/>

Suomen Ympäristökeskus. 2013. Vesistöjen kuormitus ja luonnon huuhtouma. Viitattu 1.3.2021. 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)

Tatteri, S., Puustinen, M., Koskiaho, J., Röman E. & Riihimäki J. 2015. Vesistöjen ravinnekuormituksen lähteet ja vähentämismahdollisuudet. Helsinki: Suomen ympäristökeskus (SYKE). Viitattu 1.3.2021. Saatavissa [https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/159464/SYKEra\\_35\\_2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/159464/SYKEra_35_2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Ulvi, T. & Lakso E. 2005. Järvien kunnostus. Helsinki: Suomen ympäristökeskus (SYKE). Viitattu 1.3.2021. Saatavissa <https://helda.helsinki.fi/handle/10138/41746>

Valtioneuvoston asetus talousjätevesien käsittelystä viemäriverkostojen ulkopuolisilla alueilla 157/2017. Viitattu 21.9.2021. Saatavissa <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2017/20170157>

Vesilaki 587/2011. Viitattu 20.7.2021. Saatavissa <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2011/20110587>

Vuoristo, H., Gustafsson, J., Helminen, H., Jokela, S., Londesborough, S., Mannio, J., Mehtonen, J., Mononen, P., Nakari, T., Ojanen, P., Ruoppa, M., Silvo, K. & Sainio, P. 2010. Haitallisten aineiden tarkkailu: Päästöt ja vaikutukset vesiin. Helsinki: Suomen ympäristökeskus (SYKE)

Ympäristöhallinto. 2021. Kosteikot. Viitattu 1.3.2021. 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)