

ALAJÄRVEN VESIENSUOJELUTOIMENPITEIDEN KARTOITUS



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Kestävä kehitys, Forssa

Kevät 2023

Marco Orpana

Kestävä Kehitys

Tekijä Marco Orpana

Työn nimi Alajärven vesiensuojelutoimenpiteiden kartoitus

Ohjaaja Tero Ahvenharju

Tiivistelmä

Vuosi 2023

Opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia Alajärven valuma-alueita ja selvittää sopivat vesiensuojelutoimenpiteet ravinnekuorman vähentämiseksi. Työn tilaajana toimii Alajärven ja Takajärven suojeluyhdistys ry. Tilaajan toiveissa oli viiden Alajärveen laskevan uoman tarkastelu, joihin kuuluivat Alajoki, Kuuslahti, Vesajoki, Heinisuonoja ja Kivioja. Työn tavoitteina oli selvittää jokaiseen uomaan sopiva vesiensuojelutoimenpide, toimenpiteen kustannukset, toimivuus ja mahdolliset paikat vesiensuojelutoimenpiteitä varten.

Opinnäytetyö alkoi valuma-alueen tarkastelulla. Karttoja ja maastokäyntejä apuna käyttäen selvitettiin uomien reitit, valuma-alueen maalajit ja ympäristön rajoitteet. Seuraavaksi uomien pitoisuuksista ja virtaamasta laskettiin kokonaiskuormitus, jotta saatiin arvio mikä uoma kuormittaa eniten.

Saatujen tuloksien mukaan viidestä tutkitusta uomasta Alajärven alueella, Alajoki on kaikkien kuormittavin. Uomassa on suurin kiintoaine-, fosfori-, typpi- ja humuskuormitus. Kuuslahdessa typpi ja fosforipäästöt nousevat suuriksi, kun taas Heinisuonojan ja Vesajoen humusarvot ovat korkealla. Kivioja on jokaisella osa-alueella vähiten kuormittavin uoma. Tuloksia apuna käyttäen tehtiin uomakohtaiset ehdotukset vesiensuojelutoimenpiteistä. Uomiin ehdotettiin laskeutusaltaita, erilaisia fosforisieppareita ja suodattimia.

Avainsanat Vesiensuojelu, valuma-alue, ulkoinen kuormitus, sisäinen kuormitus

Sivut 46 sivua

The aim of this thesis was to study the Alajärvi catchment area and to investigate suitable water protection measures to reduce the nutrient load. The work was commissioned by Alajärven ja Takajärven suojeluyhdistys ry. The purpose of the association is to monitor and promote the protection of Alajärvi and Takajärvi and their catchment areas. The commissioner's wish was the review of five riverbeds in Alajärvi area including Alajoki, Kuuslahti, Vesajoki, Heinisuonoja and Kivioja. The goal was to find out the appropriate water protection measure for each riverbed, the cost of the procedure, its functionality and possible locations for the water protection measures.

The starting point of the thesis was a review of the catchment area. Next, by using maps and fields trips, the routes of the riverbeds, type of the soil and restrictions of the environment were determined. The total load of the riverbeds was calculated from the content of nutrients and flow of the water to obtain an estimate of which riverbed burdens Alajärvi the most.

According to the results, Alajoki is the most burdening riverbed in the Alajärvi catchment area. Alajoki has the highest amount of solid matter, phosphorous, nitrogen and humus. In Kuuslahti nitrogen and phosphorous emissions are notably high, while the humus values of Heinisuonoja and Vesajoki are high. Kivioja ranks last in every category and is the least burdening riverbed. Based on the results, proposals for water protection measures were made, such as various phosphorus traps, filters and settling ponds.

Keywords Water preservation, catchment area, external load, internal load

Pages 46 pages

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Alajärvi ja suojeluyhdistys	2
2.1	Alajärvi	2
2.1.1	Uomat.....	4
2.2	Suojeluyhdistys	6
2.3	Tutkimusongelma ja tutkimuskysymykset.....	6
3	Järvien kunnostaminen	6
3.1	Ulkoisen kuormitus.....	6
3.1.1	Maatalous.....	7
3.1.2	Metsätalous.....	8
3.1.3	Suot	8
3.1.4	Haja-asutus ja virkistyskäyttö.....	10
3.2	Sisäinen kuormitus.....	11
3.3	Ulkoisen kuormituksen vähentämisen toimenpiteet	11
3.3.1	Laskeutusallas	12
3.3.2	Pintavalutuskenttä	13
3.3.3	Lietekuopat, kaivu ja perkauskatkot	13
3.3.4	Patorakenteet	14
3.3.5	Kosteikot.....	15
3.3.6	Siepparit ja suodattimet.....	16
3.4	Lainsäädäntö	17
4	Veden laatu.....	18
4.1	Happi	18
4.2	Fosfori	18
4.3	Typpi.....	19
4.4	Humus	19
4.5	Kiintoaineet	20
5	Aineisto ja menetelmät	21
5.1	Tutkimuksellinen opinnäytetyö	21
5.2	Tutkimusmenetelmät ja aineisto	21

5.3	Aineistojen luotettavuus.....	22
5.4	Maastokäynnit	22
6	Tulokset	23
6.1	Uomien pitoisuudet	23
6.2	Uomien kokonaiskuormitus kevätkaudella	25
6.3	Uomien kokonaiskuormitus syyskaudella.....	28
7	Johtopäätökset ja kehitysehdotukset	31
7.1	Yhteenveto.....	31
7.2	Toimenpiteet.....	32
7.2.1	Alajoki.....	32
7.2.2	Kuuslahti.....	35
7.2.3	Vesajoki	39
7.2.4	Heinisuonoja.....	41
7.2.5	Kivioja	42
7.2.6	Pohdinta	44
	Lähteet.....	45

Kuvat, taulukot ja kaavat

Kuva 1. Alajärven valuma-alue (Syke, n.d.)	4
Kuva 2. Suomen vesienhoitoalueet (Vesi.fi, n.d.).....	17
Kuva 3. Alajärveen laskevien uomien kiintoainekuormituksen keskiarvo kevään mittauksissa vuosina 2016–2022.....	25
Kuva 4. Alajärveen laskevien uomien kemiallisen hapenkulutuksen (CODM) keskiarvo kevään mittauksissa vuosina 2016–2022	26
Kuva 5. Alajärveen laskevien uomien kokonaistypen (N) keskiarvo kevään mittauksissa vuosina 2016–2022.....	26

Kuva 6. Alajärveen laskevien uomien kokonaisfosforin (P) keskiarvo kevään mittauksissa vuosina 2016–2022.....	27
Kuva 7. Alajärveen laskevien uomien fosfaattifosforin (PO ₄ -P) keskiarvo kevään mittauksissa vuosina 2016–2022.....	27
Kuva 8. Alajärveen laskevien uomien kiintoainekuormitusten keskiarvo syksyn mittauksissa vuosina 2016–2022.....	28
Kuva 9. Alajärveen laskevien uomien kemiallisen hapenkulutuksen (CODM) keskiarvo syksyn mittauksissa vuosina 2016–2022.	29
Kuva 10. Alajärveen laskevien uomien kokonaistypen (N) keskiarvo syksyn mittauksissa vuosina 2016–2022.....	29
Kuva 11. Alajärveen laskevien uomien kokonaisfosforin (P) keskiarvo syksyn mittauksissa vuosina 2016–2022.....	30
Kuva 12. Alajärveen laskevien uomien Fosfaattifosforin (PO ₄ -P) keskiarvo syksyn mittauksissa vuosina 2016–2022.	30
Kuva 13. Esimerkkikuva PuuMaVesi-hankkeessa toteutetusta koekäsittelystä. (Forest.fi, 2021).....	34
Kuva 14. Ehdotettu alue puumateriaalille Alajoella. (MML, n.d.).....	35
Kuva 15. Esimerkki ojanpohjasuodattimesta (waterchain, n.d.).....	36
Kuva 16. Esimerkkikuva Saloy Oy:n fosforisiepparista (Saloy oy, 2014)	38
Kuva 17. Itserakennettu fosforisuodatin Loppijärvellä (Loppijärven ystävät ry, n.d.)	38
Kuva 18. Huhmariston altaiden ehdotettu paikka (MML, n.d.).	40

Kuva 19. Setti ja v- pato (Maa- ja metsätalousministeriö, n.d., kuva: © Matti Seppälä & Juha Varhi)	41
Kuva 20. Ehdotettu alue toimenpiteille Heinisuonojassa (MML, n.d.)	42
Kuva 21. Ehdotettu alue toimenpiteelle Kiviojassa (MML, n.d.)	43
Kuva 22. Ehdotettu alue toimenpiteelle Kiviojassa (MML, n.d.)	43

1 Johdanto

Järvet ja muut vesistöt ovat erittäin suuri osa suomalaista maisemaa. Eläimille ne tarjoavat monipuolisen elinympäristön ja ihmiselle ne tarjoavat upeita maisemia ja loputtomia virkistysmahdollisuuksia aina uimisesta veneilyyn tai mökkeilyyn sekä kalastukseen.

Vesistöjen kuntoon vaikuttavat vahvasti useat eri tekijät. Valuma-alueen koko, sijainti, maaperä, kasvillisuus ovat kaikki asioita, jotka muokkaavat vesistöjä aikojen saatossa. Vesistöt ovat luontaisesti hitaassa muutoksessa, mutta ihmisen toiminta on nopeuttanut muutosta voimakkaasti. Kalataloudesta, kaupallisesta kalastuksesta, metsä- ja maataloudesta aiheutuvat ravinnekuormat heikentävät vesistöjen kuntoa. Ihmisen toiminnan ansiosta vesistöihin valuu tyypeä, fosforia sekä muita ravinteita, jotka aiheuttavat rehevöitymistä. Kasvit ja planktonit valtaavat elintilaa, joten vesistö alkaa kasvamaan umpeen ja veden laatu huononee. Rehevöityminen aiheuttaa myös happikatoja, jolloin kalojen elintila vähenee ja lajisto yksipuolistuu. Ilmastonmuutos on myös suuri riskitekijä vesistöjen kuntoa ajatellen. Talvien lämmittäessä maa ei enää ole jäässä ja eroosiota syntyy enemmän. Pelloilta ja vesistöjen viereltä ravinteita valuu yhä enemmän ja kuormitus kasvaa. Talvisateiden tullessa vetenä eroosio lisääntyy, joka myös moninkertaistaa ravinnevalumia. Erittäin kuumat kesähelteet edesauttavat levien ja kasviplanktonin kasvua ja aiheuttavat haittaa muille eliöille. Vesistöjen rehevöityminen vaikuttaa myös paljolti virkistyskäyttöön. Haitallisen sinilevän määrä saattaa kasvaa räjähdysmäisesti ja esimerkiksi uiminen ei enää ole mahdollista. (Tattari ym., 2015, s. 9)

Vesistön kunnostamisella yritetään parantaa veden laatua ja palauttamaan se lähelle luonnonmukaista tilaa. Yleensä vesistöjä kunnostetaan virkistyskäyttöä ajatellen. Järvi voidaan esimerkiksi ruopata, jolloin se on ihmisen näkökulmasta parempi uimiseen tai veneilyyn. Kun vesistöä parannetaan virkistyskäyttöä ajatellen, voi sillä olla ikäviä haittapuolia. Matalat ja rehevät järvet ovat vesilintujen suosiossa, joten niiden elintila vähenee huomattavasti, jos järveä ruopataan. (Vanhanen, n.d.)

Vesistön tilan parantamiseksi on olemassa monia erilaisia toimenpiteitä. Ne voidaan jakaa kahteen kategoriaan: vesistössä itsessään tehtäviin toimenpiteisiin, jotka vaikuttavat sisäiseen kuormitukseen ja valuma-alueen toimenpiteisiin, jotka keskittyvät ulkoiseen

kuormitukseen. Sisäisellä kuormituksella tarkoitetaan rehevän järven loputonta kiertoa, jolloin kuolleet levät valuvat vesistön pohjalle ja ruokkivat samalla uusia kukintoja ja aiheuttavat happikatoja pohjassa. Sisäinen kuormitus aiheutuu, kun ulkoinen kuormitus on ollut liian suurta liian kauan. Keinoja sen estämiselle on muutamia erilaisia. Vesistöjä voidaan hapettaa, kaivaa sedimenttiä pohjasta tai lisätä kemikaaleja. (McCrackin, 2018) Ulkoisella kuormituksella taas tarkoitetaan valuma-alueella syntyvää ravinnekuormaa, joka virtaa vesistöön. Esimerkiksi maatalouden pellot tai metsätalouden avohakkuut tai soiden ojittaminen ovat suuria päästölähteitä. Keinoja ulkoisen kuormituksen vähentämiseen on monia. Erilaiset laskeutusaltaat, padot ja kosteikot estävät tehokkaasti ravinteiden pääsyn vesistöihin. Näitä toimenpiteitä tehdään yleensä pienempiin uomiin, jotka virtaavat järveen tai mereen. Näin saadaan kiinni valuma-alueelta virtaavat ravinteet ennen kuin ne päätyvät suurempaan vesistöön. (Tattari ym., 2015, s. 9)

Tämä opinnäytetyö tehdään Alajärven ja Takajärven Suojeluyhdistykselle. Opinnäytetyössä keskitytään Alajärveen ja vielä tarkemmin viiteen siihen virtaavaan uomaan. Uomista virtaa Alajärveen kiintoaineita, humusta, fosforia ja typpeä. Tarkoituksena opinnäytetyössä on tutkia uomien ravinnekuormaa ja kartoittaa mahdollisia keinoja sen vähentämiseksi. Työssä selviää, mitkä ovat parhaat keinot ravinteiden pääsyn estämiseksi järveen ja missä parhaat paikat toimenpiteille sijaitsevat. Opinnäytetyö keskittyy tarkastelemaan ulkoista kuormitusta.

2 Alajärvi ja suojeluyhdistys

2.1 Alajärvi

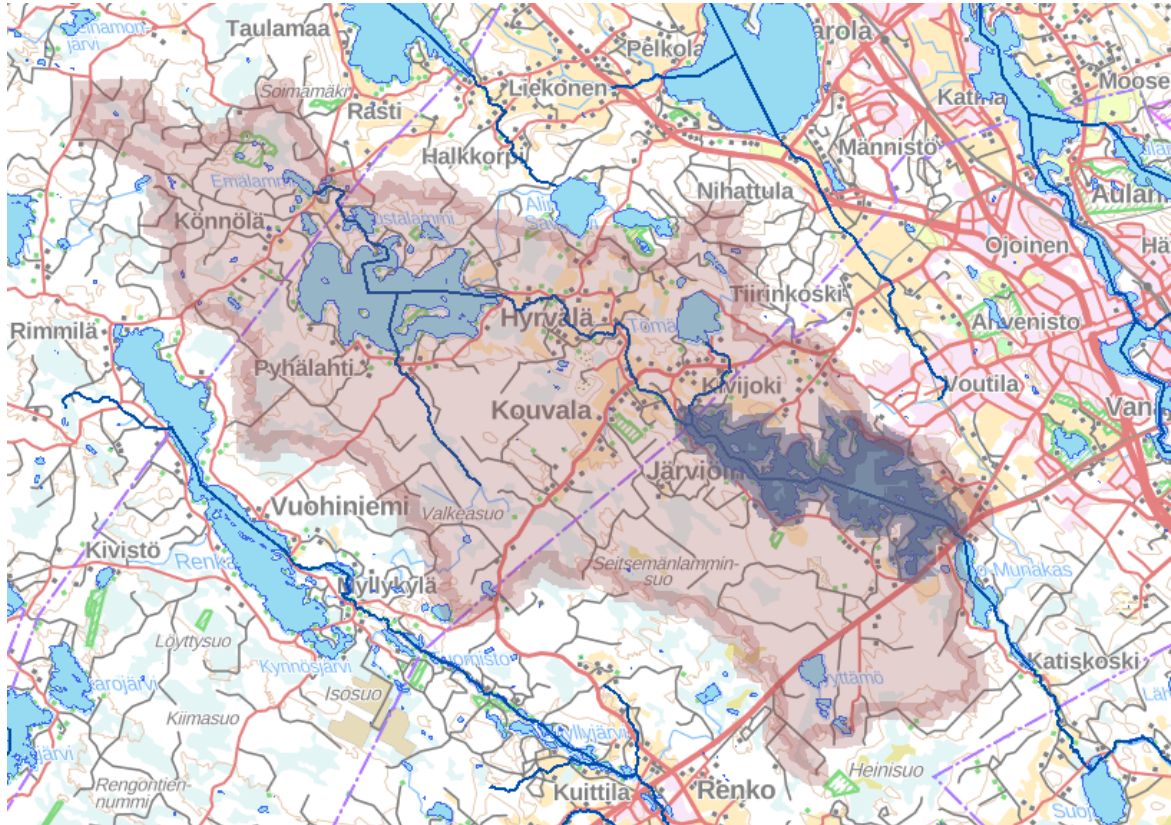
Alajärvi sijaitsee muutaman kilometrin päässä Hämeenlinnan keskustasta. Se kuuluu suurimmalta osin Hämeenlinnan kaupunkiin, mutta Hattulan kunta omistaa pienen osan luoteisosista. Alajärven koko on 6,27 neliökilometriä ja sen keskisyvyys on 4,6 metriä. Syvin kohta löytyy järven keskiosista ja se on 19,1 metriä syvä. (Syke, n.d.-b)

Alajärven tila on melko hyvä, mutta rehevöitymisen merkkejä on kuitenkin nähtävissä. Pohjalla esiintyy happikatoja ja järvellä esiintyy myös sinilevää (Malinen & Vinni, 2019). Alajärveä käytetään virkistyskäytössä ympärivuotisesti. Esimerkiksi Järven rannalla sijaitseva

Tervaniemen virkistysalue on yksi suosituimmista kohteista Hämeenlinnassa. Tervaniemessä sijaitsee koko perheen uimaranta, koiraranta, lentopallokenttä, nuotiopaikkoja ja veneenlaskupaikkoja. Talvisin säiden salliessa jäälle tehdään luistelu- ja hiihtolatuja. Alajärvellä on myös suosittu kelkkaparkki, josta voi vapaasti lainata potkukelkkoja jäällä liikkumiseen. (Hämeenlinnan kaupunki, 2023) Toinen suosittu kohde Tervanniemen lisäksi on Alajärvellä sijaitseva Soininsaari. Se on luonnontilainen saari, joka tarjoaa luonnonystävälle paljon. Kasvillisuus ja monipuolinen linnusto ovat saaren valtteja. Saarella on muutama kävelyreitti, nuotiopaikka ja uimaranta. Pääsy saarelle tapahtuu veneellä, uiden tai talvella jäätä pitkin liikkuen. (Hämeenlinnan kaupunki, 2022) Alajärvi on myös kalavetenä hyvä. Ahvenia, kuhaa ja haukia voi pyytää kesällä ja talvella. (Vanavesikeskus, n.d.)

Alajärven valuma alue on n. 130 neliökilometriä (kuva 1). Se kattaa sisälleen Takajärven ja muutamia pienempiä järviä. 68,4 % valuma-alueesta on sulkeutunutta metsää ja 10 % on harvapuista metsää. Viljelysmaat kattavat noin 6 %, teollisuus, rakennusalueet ja virkistystoiminta ja asuinalueet kattavat yhteensä 3,3 %. (Syke, n.d.-a)

Kuva 1. Alajärven valuma-alue (Syke, n.d.).



2.1.1 Uomat

Alajoki on suurin tässä työssä tutkittava uoma. Sen valuma-alue on 77 neliökilometriä Takajärvi mukaan luettuna. Alajoen valuma-alue koostuu 70,4 % metsistä ja 6,2 % viljelysmaista. (Syke, n.d.-a) Maalajeina yläjuoksulla ovat hiesu, hieno hieta, hiekkamoreeni ja saraturve. Uoman keskivaiheilla maalaji vaihtuu uoman loppuun asti saraturpeeksi. (GTK, n.d.) Alajoki saa alkunsa Takajärvestä. Alajoki virtaa ensimmäisenä Saunasuon ohi, joka on ojittamaton suo. Saunasuon jälkeen uoma virtaa toisen, pienen ojittamattoman suon ohi, jonka jälkeen se hetkellisesti levenee. Levennyskohta on kiinteistöjen ympäröimä ja vaikuttaa olevan virkistyskäytössä. Alajokeen liittyy koko sen matkalta pienempiä uomia. Ensimmäinen uomista virtaa ojitetulta Äijäsuolta ja toinen myös ojitetulta Alassuolta. Näiden kahden uoman jälkeen Alajokeen virtaavat vielä Verioja ja Myllyoja. Myllyojaan suojeluyhdistys on jo tehnyt suojelutoimenpiteitä. Aivan alajuoksulla noin 200 metriä ennen Alajärveä uoma jakautuu kahdeksi eri haaraksi. Toinen, suurempi haara on kaivettu suoraksi 50-luvulla ja toinen haara on Alajoen luonnollinen uoma, joka mutkitellen laskee Alajärveen. Uomat yhdistyvät yhdeksi juuri ennen järveen laskua. Kaivetussa uomassa on suuri virtaama,

koska vesi pääsee aivan suoraan järveä kohti, kun taas luonnollisessa uomassa virtaama ja vesimäärä on vähäinen.

Kivioja saa alkunsa Tömäjärvestä, josta se virtaa kiinteistöjen ja pienen luonnonsuojelualueen läpi kohti Alajärveä. Hieman ennen Hämeen Härkätien alitusta, uoma kulkee peltoalueiden vierestä ja saa mukaansa vettä myös ojitetulta suolta. Hämeen Härkätien jälkeen uoma kulkee peltojen vierestä, kunnes se laskee Inkalan Kartanon vierestä Alajärveen. Uoman maaperä on suurimmalta osin hiekkamoreenia ja hiesua (GTK, n.d.). Kivioja on joistain kohdista erittäin kapea ja vettä ei virtaa paljoakaan. Uoman valuma-alue on 7,7 neliökilometriä. Alue koostuu 61,7 % sulkeutuneista metsistä ja 11,7 % viljelysmaista. (Syke, n.d.-a)

Kuuslahdella on kaksi pientä uomaa, jotka saavat alkunsa kallioiselta metsämaalta ja virtaavat lopuksi peltoalueiden ohitse Alajärveen. Osa pelloista on viljelyskäytössä ja osa laidunmaina. Uomat ovat pienikokoisia normaaleja pelto-ojia, joissa ei juurikaan esiinny virtaamaa. Veden pinta on samalla tasolla Alajärven kanssa, joten vesi ei pääse virtaamaan järveen. Uomissa esiintyi runsaasti vesikasvillisuutta. Maalajeina uoman ympäristössä ovat saraturve, hiesu ja hiekkamoreeni (GTK, n.d.). Valuma-alue on n. 1,9 neliökilometriä (Metsäkeskus n.d.-c) ja koostuu 61 % metsistä, 28 % pelloista ja 1,31 % rakennetuista alueista.

Heinisuonoja on pieni uoma, joka virtaa ojitetulta suolta kohti Alajärveä, ohittaen matkalla muutaman kiinteistön. Soiden jälkeen uomassa on pieni virta kivikkoisella pohjalla, jossa ei kesäisin ainakaan ole juurikaan vettä. Suurin osa Heinisuonojan maaperästä koostuu hiekkamoreenista. Uoman varrelta löytyy myös saraturvetta ja alajuoksulta juuri ennen järveä hienoa hietaa (GTK, n.d.). Heinisuonojan valuma-alueesta 13 % on ojittamattomia soita, 18 % ojitettuja soita ja 53 % metsää. Valuma-alueen koko on 6,2 neliökilometriä (Metsäkeskus n.d.-c.).

Vesajoki saa alkunsa Pyyttämöstä. Se virtaa muutaman suurehkon ojitetun suon ja pienien ojittamattomien soiden läpi Alajärveen. Vesajoen valuma-alue on isolta osalta hiekkamoreenia, mutta Huhmariston altaiden kohdalla on myös pieni alue saraturvetta. Alajuoksulla on pieniä esiintymiä savea ja hienoa hietaa. (GTK, n.d.) Valuma-alue on kooltaan n. 8 neliökilometriä (Metsäkeskus n.d.-c.) ja noin 63 % siitä on metsää ja 11 % soita.

2.2 Suojeluyhdistys

Alajärven ja Takajärven suojeluyhdistys ry on vuonna 2016 perustettu yhdistys. Puheenjohtajana kaudella 2022–2023 toimii Sami Haapanala ja hallitukseen kuuluu hänen lisäksi kuusi muuta jäsentä. (Alajärven ja Takajärven suojeluyhdistys, n.d.) Yhdistyksen tarkoitus on seurata ja edistää Alajärven ja Takajärven ja niiden valuma-alueiden ympäristönsuojelua. Suojeluyhdistys kokoaa tietoa järvien tilasta ja mahdollisista riskeistä sekä ottaa osaa alueen kunnostustoimenpiteisiin. Yhdistys myös tiedottaa toiminnastaan jäsenille ja muille alueen asukkaille. (Alajärven ja Takajärven suojeluyhdistys, 2022)

2.3 Tutkimusongelma ja tutkimuskysymykset

Opinnäytetyön tutkimusongelmaksi määritettiin: Millaisilla valuma-alueen toimenpiteillä Alajärven ulkoista kuormitusta voidaan vähentää?

Opinnäytetyölle asetettiin seuraavat tutkimuskysymykset:

1. Mikä Alajärven laskevista viidestä uomasta on kuormittavin?
2. Mitä Alajärven laskeviin uomiin tehtävät vesiensuojelutoimenpiteet maksavat?
3. Miten uomiin tehtävät vesiensuojelutoimenpiteet vaikuttavan Alajärven tilaan tulevaisuudessa?

3 Järvien kunnostaminen

3.1 Ulkoinen kuormitus

Ulkoisella kuormituksella tarkoitetaan järveen valuma-alueelta valuvia kiintoaine- ja ravinnepäästöjä. Päästöt aiheuttavat rehevöitymistä ja sitä kautta tuhoavat lopulta koko järven ekosysteemin. Järveen virtaa aina sateiden ja lumen sulamisten aiheuttamia päästöjä, mutta ne eivät rasita järveä niin paljon kuin ihmisten aiheuttamat päästöt. (Mattila, 2005, s. 137) Ihmisen aiheuttama kuormitus voidaan jakaa kahteen eri kategoriaan: piste- ja hajakuormitukseen. Pistekuormituksella tarkoitetaan kuormitusta, jonka lähde on määriteltävissä tarkasti kuten esimerkiksi turvetuotannon tai teollisuuden alueet. Hajakuormituksella taas tarkoitetaan sellaisen alueen kuormitusta, jonka lähde ei ole tarkoin

tiedossa. Tähän kuuluvat maa- ja metsätalouden alueet sekä haja-asutusalueet. (Tattari ym., 2015, s. 9)

Kuormituksen vesistölle aiheuttamat vahingot riippuvat monista eri tekijöistä. Valuma-alueen toimenpiteet, maankäytön laajuus ja alueella tehtävien toimenpiteiden voimakkuus vaikuttavat kaikki kuormitukseen. Eri maankäyttömuodot aiheuttavat vaihtelevia rasituksia vesistölle. Metsätaloudessa kuormitus tapahtuu pitkissä sykleissä ja syklien välillä kuormitus voi palautua jopa luonnonmukaiselle tasolle. Turvetuotantoa taas ohjaa luonnollinen veden kierto sekä vuodenaajat ja maataloudessa peltojen vuoden mittainen tuotantocykli. (Tattari ym., 2015, s. 9)

3.1.1 Maatalous

Maataloudesta aiheutuva kuormitus johtuu peltojen viljelystä sekä kotieläintaloudesta. Kuormitus aiheutuu suurimmalta osin kasvukauden ulkopuolella syysateiden ja kevään tulvahuippujen aikaan (Tattari ym., 2015, s. 20).

Kulmalan (2021) mukaan peltoviljelyn ravinnevirtojen hallitsemiseen on monia erilaisia keinoja, jotka pitää sovittaa aina peltokohtaisesti. Pellon maaperästä on tärkeää huolehtia, jotta kasvu on hyvää ja ravinteet saadaan hyötykäytettyä eivätkä ne pääse vesistöihin. Talvikasvillisuus on erinomainen tapa suojata peltoa eroosiolta. Ilmastonmuutoksen edetessä talvisateet yleistyvät ja ympärivuotinen kasvillisuus suojaa ylimääräiseltä ravinteiden huuhtoutumiselta. Se nousee tärkeäksi etenkin kaltevilla vesistöjen lähellä sijaitsevilla pelloilla, joilla ravinnehuuhtouma on suuri.

Lannoitteiden ja lannan merkitys korostuu vesiensuojelua ajatellessa. Lannoitteiden määrä on sovittava siten, että kasvit saavat tarpeellisen määrän, mutta ei ylimääräistä, koska se on riski ympäristölle. Lannan käytössä pitää olla tarkkana myös säilytyksessä ja käsittelyssä, jotta valumat pysyvät mahdollisimman pieninä. Lannan ongelma on myös se, että kasvit tarvitsevat fosforia ja typpeä eri suhteissa. Jos peltoon ajetaan lantaa typpilannoitusta varten, fosforia voi tulla pellolle liikaa. Oikeaoppinen lannoitus on myös tärkeää, koska ylimääräiset ravinteet ovat vain turha menoerä viljelijälle. (Kulmala, 2021)

Yksi keino maatalouden päästöjen vähentämiseen ovat suojavyöhykkeet. Ympäristötuki vaatii noin metrin levyiset pientareet pellon reunoihin. (Ruokavirasto, 2022)

Ravinnehuuhtouman estämistä voidaan tehostaa suojakaistoilla ja -vyöhykkeillä. Suojakaistat eivät ole vapaaehtoisia, mutta ne ovat tarkoitettu pelloille, jotka ovat valtavesistöjä suurempien uomien varrella. Suojavyöhykkeet taas ovat vapaaehtoisia uomien varteen perustettavia monivuotisen kasvillisuuden alueita, jotka estävät ravinteiden kulkeutumisen vesistöihin. (Vanajavesikeskus, n.d.a.)

3.1.2 Metsätalous

Metsätalouden päästöt ovat pääasiassa ravinne- ja kiintoainepäästöjä. Metsässä tehtävät toimenpiteet kuten hakkuut ja kunnostusojitus lisäävät eroosiota ja valuntaa, jotka taas edistävät päästöjen kulkeutumista vesistöihin. Metsätaloudelle tyypillistä on päästöhuippujen esiintyminen toimenpiteitä tehtäessä ja heti niiden jälkeen. Päästöjen aikaväli on toimenpidekohtainen, mutta kesto on noin 2–10 vuotta. Ajan saatossa päästöt toipuvat luonnolliselle tasolle, ennen kuin tehdään jälleen uusia toimenpiteitä. (Tattari ym., 2015, s.29) MetsäVesi- hankkeen mukaan metsätalouden osuus kaikesta ihmisen aiheuttamista typpipäästöistä on 12 % ja fosforipäästöistä 14 %. Osuus on siis suhteellisen pieni. (Syke, 2020)

Metsätalouden päästöjen torjuntakeinot ovat hyvin samantapaiset kuin maataloudessa. Suojavyöhykkeet, patorakenteet, laskeutusaltaat, kosteikot ja pintavalutuskentät ovat käytössä niin metsä- kuin maataloudessakin. Metsätaloudessa käytetään myös perkaus- ja kaivukatkoja. Metsätalouden vesiensuojelutoimenpiteissä oletuksena on, että ne hoidetaan aina parhaan käytännön mukaan ja niitä ei arvioida paikan mukaan. Alueen ominaispiirteitä ei myöskään yleensä huomioida. (Tattari ym., 2015, ss.40–41)

3.1.3 Suot

Siivonen (2020) kertoo ojittamattomien luonnonmukaisten soiden olevan hyödyllisiä vesiensuojelua ajatellen. Ne sitovat virtaavasta vedestä itseensä ravinteita ja kiintoaineita. Suon suodatustekniikka on monimutkainen. Vesi virtaa eri kerroksissa ja jopa pystysuunnassa ja myös suon pintakasvillisuus imee itseensä osan ravinteista.

Soita ojitetaan puuston kasvun lisäämiseksi. Vaikka se edistääkin metsätaloutta, sillä on negatiivisia vaikutuksia vesistöille. (Nieminen & Ahti, 2000) Varsinkin ojituksen alkuaikana soilta tulevat päästöt ovat korkeat, koska valunta suolta lisääntyy. Soihin varastoitunut vesimassa pääsee purkautumaan ja valumaan vesistöihin. Myös suon pintakasvillisuuden kerros tuhoutuu ja haihdunta sitä kautta vähenee. (Siivonen, 2020) Suurin haitta vesistöille on kaivettujen ojien syöpyemisestä aiheutuva kiintoaineksen lisääntyminen. Kiintoaineksen määrä riippuu ojitetun suon maaperästä. Pelkkään turpeeseen kaivetusta ojasta syntyy haittaa vain varsinaisen kaivuutyön aikana, kun taas hiekka-, hiesu- ja hietamaat ovat eroosioherkempiä ja siten kiintoainetta valuu vesistöihin monia vuosia kaivuutöiden jälkeenkin. Fosforin kokonaismäärä saattaa ojituksen myötä kasvaa, mutta rehevöitymistä aiheuttava vesiliukoinen fosfori ei ole ojituksessa merkittävä uhka. Typpipitoisuudet saattavat myös kasvaa ojituksen yhteydessä, mutta vähenevät ajan saatossa. (Nieminen & Ahti, 2000)

Soiden ojitusta on tehty Suomessa jo kauan. Soita ojitettiin aluksi viljelysmaiksi ja myöhemmin metsämaiksi. Taloudellisesti soiden ojitus on ollut ainakin osin kannattavaa, mutta luonnolle sillä on ollut huonoja seurauksia. Ojitetut suot ovat vapauttaneet valtavan määrän hiilidioksidia ilmakehään ja ravinteita vesistöihin. (Rönty, 2020) Soiden ojittaminen on myös aiheuttanut eläimille haittaa elinympäristön tuhouduttua (Pelli, 2021).

Uudisojituksen valtiontuki loppui 1990-luvulla ja sitä ei enää suositella. Kuitenkin vuosina 2014–2018 Suomessa on tutkimuksen mukaan uudisojitettu vielä noin 46 000 hehtaaria ennen ojittamattomia soita. Tosin selvisi, että noin puolet tuosta luvusta on täydennysojitettu eli uudet uomat on kaivettu vanhojen jo umpeenkasvaneiden uomien väliin. (Pelli, 2021) Vaikka uudistusojitus on periaatteessa lopetettu, kunnostusojitusta tehdään edelleen. Se tarkoittaa, että suolle aikanaan kaivettuja ojia putsataan ja avataan uudelleen. Kunnostusojitus tehdään yleensä 20–40 vuoden välein, kun pohjaveden taso nousee liian korkeaksi ja maa on liian märkää puuston kasvulle. (Metsäkeskus, n.d.b) Kunnostusojituksen vaikutusta valuntaan ei tunneta niin hyvin kuin uudisojituksen. Siihen vaikuttaa paljolti puiden määrä ja miten paljon ne lisäävät haihduntaa alueella. (Nieminen & Ahti, 2000)

Suomessa soita on alettu myös ennallistaa. Kun suo on ojitettu, se tietenkin kuivuu. Ennallistamisessa ojat padotaan ja tukitaan. Tällä yritetään saada suota takaisin lähelle

luonnollista tilaa. Valuma-alueilta pyritään myös ohjaamaan vettä soille, jotta ne vettyisivät uudelleen. Puustoa saatetaan myös poistaa suolta, jos se on tarpeellista ennallistamisen kannalta. Suon palautuminen kokonaan samanlaiseksi kuin se olisi täysin luonnollisena ollut on kuitenkin epätodennäköistä ja prosessi vaatii paljon aikaa ennen kuin tuloksia näkyy. (Kareksela ym., 2021) Soiden ennallistaminen on kuitenkin erittäin tärkeää. Suot tarjoavat elinpaikan monille uhanalaisille eliöille sekä tasaavat ja puhdistavat vesistöjä. Suot ovat valtamerien jälkeen toiseksi suurin hiilivarasto koko maailmassa. On siis ilmastonmuutoksenkin kannalta tärkeää suojella soita. (SSL, n.d.)

3.1.4 Haja-asutus ja virkistyskäyttö

Haja-asustusalueet kuormittavat fosforin osalta kolmanneksi eniten vesistöjä maatalouden ja teollisuuden jälkeen. Ongelmana on huonosti käsitellyt jätevedet. (Syke, 2013) Vakinaiset haja-asustusalueella sijaitsevat asunnot vertaavat päästöjen osalta taajamiin, mutta mökkien ja muiden loma-asuntojen päästöt ovat paljon vaihtelevampia. Mökkeillä syntyy usein harmaita jätevesiä eli kylpy- ja tiskausvesiä, joiden kiintoainepitoisuudet eivät ole yleensä niin haitallisia kuin esimerkiksi vesivessojen. (Tattari ym., 2015, s. 44) Nykyään mökit saattavat olla yhtä hyvin varustettuja pesu- ja tiskikoneineen kuin taajamiensa asunnot. Tämä on osaltaan lisännyt vesistönkuormitusta, mutta lait ja säädökset pitävät huolen, että asutuksen jätevesienkäsittely on oikealla mallilla. (Syke, 2021)

Haja-asutuksessa jätevesien puhdistamiseen on monia keinoja. Harmaan veden käsittelyyn soveltuu maahan imeytys, jossa vesi painuu maan läpi kohti pohjavettä suodattuen samalla. Maasuodattamo toimii samalla tavalla, mutta suodattimen sijaan käytetään tehtaalla tehtyjä suodatinmateriaaleja veden suodattamiseen, jonka jälkeen se ohjataan ojaan. Umpisäiliötä voidaan myös käyttää niin harmaiden vesien kuin jätevesien puhdistamiseen. Siinä vedet kerätään nimensä mukaisesti umpinaiseen säiliöön, mistä ne sitten tietyin aikavälein kuljetetaan jäteasemalle puhdistettavaksi. (Tattari ym., 2015, s.44)

Veneilyn, matkailun ja muun virkistyskäytön aiheuttamat päästöt vesistöille ovat vähentyneet viime aikoina. Tietyt maalipinnat ovat kielletty sisävesillä ja polttoaineen vuodot ovat vähäisempiä. Myös matkailuveden tyhjennyspisteitä käytetään enemmän.

Virkistyskäytön haittaa kohdistuu enemmänkin mikromuoviin, meluhaittoihin ja roskaamiseen. (Syke, 2021)

3.2 Sisäinen kuormitus

Sisäinen kuormitus ei itsessään ole rehevöitymisen syy vesistöissä vaan sen seuraus. Ulkoisista lähteistä vesistöön päätyneet ravinteet ovat varastoituneet järven pohjasedimenttiin. Rehevöitymisen seurauksena pohjan tuntumassa esiintyy happikatoja, jotka aiheuttavat ravinteiden vapautumisen pohjasedimentistä. Näitä ravinteita pystyvät hyödyntämään esimerkiksi levät ja sitä kautta rehevöityminen voimistuu. (McCrackin, 2018) Kun levät aikanaan kuolevat, kasvusto vajoaa pohjalle ja eloperäisen aineen hajotustoiminta käynnistyy. Tämä lisää pohjan happivarastojen käyttöä, joka taas puolestaan lisää ravinteiden vapautumista veteen. Eli kyseessä on loppumaton ympyrä, joka toistaa itseään, jollei asialle tehdä jotain. (Järvi-meriwiki, 2014)

Sisäisen kuormituksen vähentämiselle on muutamia keinoja. Järviä voidaan yrittää hapettaa eli pumpata happea pohjalle, kaivaa pohjasedimenttiä pois tai lisätä kemikaaleja. Hyvänä esimerkkinä kemikaalitoimenpiteistä toimii Varsinais-Suomen Littoistenjärvi johon suihkutettiin 200 tonnia polyalumiinikloridia (Lehtola, 2019). Yhtenä keinona voidaan käyttää myös hoitokalastusta, jossa järvestä kalastetaan pois särkikaloja. Etenkin lahnat tonkivat ruokaansa pohjasta vapauttaen näin lisää ravinteita pohjasedimentistä. (Kvvy, n.d.) Paras keino on kuitenkin ulkoisen kuormituksen vähentäminen. Kun järveen ei enää virtaa ylimääräisiä ravinteita, sen pitäisi alkaa ajan saatossa palautua normaalille tasolle. Tämä voi kuitenkin viedä paljonkin aikaa riippuen kuormituksen määrästä, järven rehevöitymisen tasosta ja toimenpiteiden toimivuudesta. (McCrackin, 2018)

3.3 Ulkoisen kuormituksen vähentämisen toimenpiteet

Vesiensuojelutoimenpiteinä käytetään monia erilaisia keinoja, jotka määräytyvät valuma-alueen, maaperän, vesimäärän ja alueen sijainnin mukaan. Maa- ja metsätalouden alueet vaativat hieman erilaisia vesistöjen suojelukeinoja, koska alueet eroavat toisistaan jonkun verran. Erilaisia ohjeistuksia toimenpiteitä varten on paljonkin, mutta ne seuraavat kansainvälisiä ohjeistuksia. (Jussila ym., 2014)

Vesistöjen kunnostuksella pyritään parantamaan vesistön nykytilaa. Kunnostamisella voidaan lisätä vesistön käyttömuotoja, elvyttää lintu-, kala- ja kasvikantoja sekä elvyttää elinympäristöjä. Virkistysmahdollisuuksien parantaminen ja arvokkaiden maisemien palautus tai ylläpito ovat myös mahdollisia seurauksia onnistuneesta kunnostuksesta. Vesistöjen kunnostamisella voidaan myös ylläpitää veden tilaa sekä ennakoida tulevia päästöjä.

Kunnostusta aloitettaessa on tärkeää huomioida vesistön ja sen valuma-alueen lähtötiedot. Joistain vesistöistä saattaa löytyä jo tarpeeksi olemassa olevaa dataa kunnostuksen aloittamiseksi ja jotkut vesistöt voivat vaatia lisätietoja. Tarvittavia perustietoja ovat: vesialueen tilavuus, syvyys, pinta-ala ja viipymä. Lisäksi tarvitaan valuma alueen pinta-ala ja sen jakautuminen sektoreihin kuten metsiin, rakennettuun alaan ja peltoihin. Näitä tietoja pystyy hakemaan maksutta Suomen ympäristökeskuksen rekistereistä sekä hydrologisista vuosikirjoista. Tarvittavia karttoja löytyy karttapaikasta tai muista vastaavista karttasivustoista. (Penttinen & Niinimäki, 2010)

3.3.1 Laskeutusallas

Laskeutusaltaan toiminta perustuu veden virtaaman hidastamiseen, jolloin vedessä oleva kiintoaines valuu altaan pohjalle, eikä pääse jatkamaan matkaa vesistöihin. Laskeutusaltaita kaivettaessa on tärkeää, että ne mitoitetetaan oikein, jotta puhdistusteho on riittävä. (Syke, 2020) Laskeutusaltaan pitää olla minimissään 0,1–0,2 % valuma-alueen pinta-alasta. Veden virtaaman pitäisi olla 1–2 cm sekunnissa ja veden pitäisi viipyä altaassa vähintään tunti. (Velin, 2013) Allasta rakennettaessa on tavoitteena soikion muoto, jonka pituus- ja leveysuhde on 1:3–1:7 välillä. Oikea suhde on tärkeä, koska se mahdollistaa veden jakautumisen tasaisesti. Laskeutusallas kaivetaan myös veden tulopäästä syvemmäksi, koska suuret partikkelit laskeutuvat sinne nopeamman laskeutumisenopeuden takia. Se vähentää mahdollisia tyhjennysvälejä. Altaiden reunat on kaivettava loiviksi, jotta sinne joutuvat eläimet pääsevät sieltä pois. (Maa- ja metsätalousministeriö, n.d.) Kun allas on rakennettu oikein se puhdistaa keskimäärin 30–50 % kiintoaineesta (Joensuu, 2020).

Laskeutusaltaan tehoa voidaan parantaa altaaseen yhdistetyillä vesiensuojelutoimenpiteillä. Pintavalutuskenttä, virtaamaan säätelevät patorakenteet ja suojakaistat ovat kaikki käytettyjä menetelmiä tehon parantamiseksi. Puumateriaalin lisääminen altaaseen on myös

yksi vaihtoehtoista tehostamaan altaan toimintaa. Uppopuu vähentää typen, fosforin ja kiintoaineen määrää. Teho perustuu siihen, että puun pintaan muodostuu biofilmi eli eräänlainen limainen kerros, jota erilaiset pieneliöt käyttävät ravinnokseen. Puhdistustehon lisäksi luonnon monimuotoisuus kasvaa, kun altaaseen lisätään puuta. PuuMaVesi-hankkeen mukaan kuusi ja mänty ovat parhaita puulajeja biofilmin kehittymistä ajatellen. Laskeutusaltaaseen laitettavat puut ovat nippuina, jotka lasketaan koneellisesti altaaseen. Altaaseen voi kaivaa taskuja johon puut asetetaan. Puumateriaalin ei ole tarkoitus nostaa veden pinnan tasoa tai vaikuttaa siihen mitenkään. Tärkeää on, että puut eivät missään tapauksessa estä veden virtaamista. Biofilmin muodostuminen tarvitsee valoa ja se on tehokkainta veden pinnalla. Puut voidaan niputtaa pohjaa myöten, jolloin puumateriaali auttaa myös karkeamman kiintoaineen pidättymiseen. (Metsäkeskus, n.d.-a) PuuMaVesi-hanketta on testattu monissa eri kohteissa Etelä- Karjalassa ja Keski- Suomessa. Kohteissa tulva-aikaan saadut tulokset olivat hyviä. Humus- ja ravinnepitoisuudet vähenivät 40 %. Kiintoaineksen pitoisuus taas väheni 70 %. (Ympäristöhallinto, 2021)

3.3.2 Pintavalutuskenttä

Pintavalutuskenttiä käytetään enimmäkseen metsätaloudessa. Ne ovat yksinkertaisesti kaistale koskemattonta maata, joka jätetään vesistön ja kohteen väliin. Metsätalouden vedet ohjataan ojien avulla pintavalutuskentille. Kenttien yhteydessä käytetään usein laskeutusaltaita, jotta puhdistusteho kasvaa. (Vikman ym., 2009)

Pintavalutuskentän toiminnan kannalta tärkeää on sen koko ja veden virran tasainen jakautuminen. Pintavalutuskentän tulisi olla vähintään 1 % valuma- alueen pinta alasta. Pienempiä kenttiä on mahdollista tehdä, mutta puhdistusteho laskee mitä pienemmäksi mennään. Puhdistustehon kannalta on tärkeää, että vesi jakautuu alueelle tasaisesti. Jos vettä tulee liikaa yhdestä kohtaa, se aiheuttaa oikovirtauksia, jotka heikentävät tehoa. Usein vesi ohjataan kampojien avulla, jotka tasoittavat virtaamaa. (Joensuu ym., 2019)

3.3.3 Lietekuopat, kaivu ja perkauskatkot

Lietekuopat ovat ojiin 100 metrin välein kaivettavia 1–2 m kuutiometrin kuoppia, joiden tarkoitus on pidättää karkeaa kiintoainetta. Lietekuoppia käytetään uusissa tai perattavissa

ojissa. Lietekuoppia ei tyhjennetä, vaan niiden annetaan täyttyä toimenpiteiden jälkeen. (Joensuu ym., 2019)

Kaivukatkot ovat ojiin jätettäviä koskemattomia osuuksia, jotka auttavat kiintoaineen pidättämisessä. Niiden pituus vaihtelee metristä kymmeneen metriin. Perkauskatkot taas ovat perkauksessa koskemattomaksi jätettyjä osuuksia. Toiminta kaivukatkoihin verrattuna on samanlainen. Katkoon jäänyt kasvillisuus kuten rahkasammal auttaa suodattamaan veden epäpuhtauksia. (Joensuu ym., 2019)

3.3.4 Patorakenteet

Patorakenteiden tehtävä on yksinkertaisesti hidastaa virtaamaa ja estää maa-aineksen kulku veden mukana. Patorakenteita voidaan käyttää itsenäisinä vesiensuojelurakenteina, mutta yleensä ne tukevat muita rakenteita. Patoja on monia erilaisia ja niiden valinta tehdään kohteen mukaan. (Joensuu ym., 2019)

Putkipatoa käytetään metsäojissa ja se auttaa varsinkin tulvavesien kontrolloimisessa. Putkipadossa vesi kertyy padon yläpuolelle ja virtaa sitten maahan kaivetusta putkesta kohti uomien alajuoksua. Maahan on kaivettu myös ylivuotoputki, jotta tulvavedet eivät pääse virtamaan yli reunojen. Kiintoaineet pidättyvät padon yläpuoliseen altaaseen eivätkä pääse siten vesistöön. Putkipato soveltuu hyvin laajoille ojitusalueille, missä esiintyy virtaamapiikkejä. Putkipato ei sovellu lainkaan eroosioherkille maalajeille ja luonnon puroihin. (Jämsén, 2011)

Munkki on säätökaivo, joka kaivetaan patopenkereeseen. Vesi virtaa munkkiin putken avulla ja se virtaa toisesta samalla tasolla olevasta putkesta pois. Putkien välissä on levy, jolla munkin vedenpintaa säädellään ja näin myös vaikutetaan virtaamaan. Munkkeja saa tehdasvalmisteisina, mutta niitä voi myös rakentaa itse kaivonrenkaista ja muovista. Munkkia voi käyttää ympäri vuoden, koska se ei jäädy. (Joensuu ym., 2019)

Settipato on siltarummun yhteydessä oleva metallista rakennettu kehikko, jossa lankuilla pystytään säätämään virtaamaa. Settipadot soveltuvat hyvin esimerkiksi laskeutusaltaan yhteyteen. Sitä ei voida kuitenkaan käyttää kohteissa, joissa on kalankulkua. (Maa- ja metsätalousministeriö, n.d.)

V-pato on yksinkertaisesti vain vanerista leikattu v-kirjaimen muotoinen levy, joka kaivetaan maahan ja tuetaan kivillä tai muulla materiaalilla. Se soveltuu erityisesti pieniin uomiin. (Joensuu ym., 2019)

Ojan pohjalle voidaan myös rakentaa pohjapato. Pohjapadot on tehty laittamalla kiviä uoman pohjalle ja siten vähentämällä virtausta. Pohjapadot vähentävät eroosiota ja vähentävät uoman pohjalla liikkuvaa karkeaa maa-ainesta. Useita pohjapatoja voidaan rakentaa peräkkäin, jolloin puhutaan putousportaista. Pohjapatoja voidaan liittää muihin vesiensuojelurakenteisiin kuten laskeutustaltauksiin etenkin, jos vesitulavuutta on vaikea lisätä kaivamalla. Pohjapato kannattaa rakentaa kuivaan aikaan kuten keskikesällä. Uoma luiskataan koneellisesti kaivinkoneella. Pienempiin uomiin riittää suodatinkangas, jonka päälle kiviä ladotaan, mutta suuremmat uomat vaativat tukiseinämän. (Maa- ja metsätalousministeriö, n.d.)

3.3.5 Kosteikot

Kosteikot ovat tehokkaita vesiensuojelukeinoja. Ne hidastavat veden virtaamaa ja pidättävät ravinteita. Kosteikot vähentävät tulvien aiheuttamia haittoja ja eroosiota. Kosteikko edistää myös luonnon monimuotoisuutta. Se tarjoaa elinpiirin monille eri vesilinnulle ja muille vesistön läheisyydessä viihtyville lajeille. (Härjämäki ym., 2011)

Kosteikko pyritään rakentamaan pengertämällä ja padottamalla, jotta suuremmalta kaivuutyöltä vältyttäisiin ja liiallisia kiintoainekuormia ei vapautettaisi vesistöön turhan kaivuun takia. Rakentamisessa suositetaan luonnollisesti kosteita paikkoja kuten vanhat lammet tai usein tulvivat pellot. Kosteikko voi olla esimerkiksi laskeutusaltaan ja pintavalutuskentän yhdistelmä ja siihen voidaan lisätä vielä muitakin vesiensuojelutoimenpiteitä lisäämään tehoa. Kosteikkoon kannattaa lisätä kasvillisuutta, koska se parantaa tehoa. Samalla maisemallista arvoa voidaan parantaa lisäämällä saarekkeita. Kasvillisuus parantaa myös monimuotoisuutta. (Puustinen, ym., 2011)

Kosteikkoja on paljon eri kokoisia ja ne rakennetaan yleensä niin suureksi kuin mahdollista kullakin alueella. Rakennettaessa tärkeää on kuitenkin pitää huoli, että veden viipymä kosteikossa on 1–2 vuorokautta. Viipymä on tärkeä etenkin tulva-aikoina, kun kosteikossa on paljon vettä. Kosteikon koko lasketaan aina tarkasti mitoitusvaiheessa ennen kaivuutöitä.

Kosteikon keskisyvyys pitäisi olla vähintään 0,5 metriä, jotta kosteikko ei kasva umpeen. Tulopäässä kosteikkoa on syvempi allas, josta on helppo tehdä tyhjennys. (Joensuu ym., 2019)

3.3.6 Siepparit ja suodattimet

Fosforisieppari toimii yksinkertaistetusti siten, että uomaan asennetaan laitos, joka annostelee painovoiman ja virtaaman avulla kemikaalia veteen. Kemikaali sitoutuu fosforiin ja tekee siitä sakkaa, joka sitten painuu veden pohjalle sen sijaan, että virtaisi vapaasti järveen. Uomaan on siepparin jälkeen kaivettava laskeutusallas, jotta virtaamaa saadaan hidastettua. Ilman allasta fosforisakka ei ehdi asettua kunnolla ja siepparista ei saada täyttä hyötyä. Sieppareita on monia erilaisia. On yrityksiä, jotka rakentavat isoja laitoksia, mutta siepparin voi helposti rakentaa myös itse, jolloin kustannuksissa säästytään. (Saloy Oy, 2014) Kemikaalinaan fosforisieppari käyttää yleensä ferrisulfaattia. Sen käytössä pitää olla tarkkana, koska väärin käytettynä se voi laskea vesistön pH- arvoja ja voi siten olla haitallista vesieläöille. (Granholm ym., 2017)

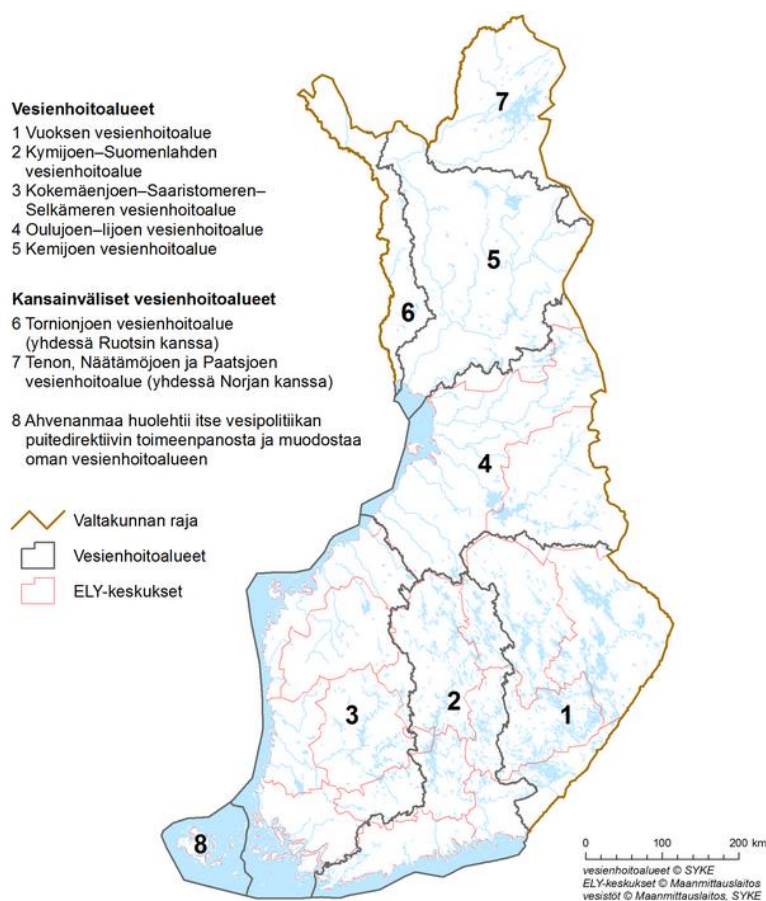
Fosforisuodattimissa vesi johdetaan tietyn suodatinaineen läpi, jolloin vesi puhdistuu ja fosfori jää suodattimeen. Suodattimia on rakenteeltaan monia erilaisia ja niiden valinta määräytyy budjetin ja kohteen mukaan. Kuitenkin yksikertaisin idea fosforisuodattimessa on, että oja padotaan ja sen pohjalle asennetaan salaojaputkia. Putkien päälle laitetaan kerros suodatinainetta. Vesi virtaa putkien läpi ja suodattuu alhaalta ylöspäin suodatinaineen läpi. Suodatinaineeksi voidaan valita erilaisia seoksia halutun vaikutuksen mukaan. Esimerkiksi kalkin ja hiekan sekoitus on toimiva ratkaisu. Virtaamaa voidaan hallita padon sijaan esimerkiksi kaivon avulla, jonne vesi salaojaputkista johdetaan. (Granholm ym., 2017) Suodattimen ympäristön kasvillisuus täytyy olla maltillinen, jotta se ei tuki suodatinta ja suodatusmateriaalia voi joutua vaihtamaan aika ajoin. (Waterchain, n.d.)

Suodattimet ovat helppohoitoinen ja kustannustehokas ratkaisu fosforin poistoon, koska ne voidaan mitoittaa juuri uoman tarpeiden mukaan ja ne eivät vaadi kauheasti hoitotoimenpiteitä (Granholm ym., 2017).

3.4 Lainsäädäntö

Vesistöt ovat tarkkaan suojeltuja niin EU:n kuin Suomenkin toimesta. Suomessa on käytössä vesilaki, ympäristönsuojelulaki ja luonnonsuojelulaki. Euroopan unionin tasolla toimii Euroopan unionin vesipolitiikan puitedirektiivi. Direktiivi tuli voimaan vuonna 2000 ja Suomen lainsäädäntöön tarvittavat muutokset direktiivin liittyen astuivat voimaan vuonna 2005. Päätaavoite direktiivissä ja Suomen laissa on suojella vesiekosysteemejä sekä estää niiden huonontumista, edistää kestävästä vedenkäytöstä, vähentää pohjavesien pilaantumista ja tehostaa vesiensuojelua vähentämällä haitallisten aineiden käyttöä. Direktiivi vaatii EU:n jäsenmaiden jakamaan ja määrittelemään vesistöalueet. Suomessa vesistöt ovat jaettu vesienhoitoalueiksi, joita on kahdeksan (kuva 2). Jokaisen alueen tulee määrittää vesistön ominaispiirteet ja arvioida ihmisten toiminnan vaikutukset alueella. Suojeltavat alueet lisätään rekisteriin ja juomavesiä sekä pinta- ja pohjavesiä tarkkaillaan ja seurataan. Suomessa valtioneuvosto on hyväksynyt jokaiselle vesienhoitoalueelle hoitosuunnitelmat, jotka ovat luettavissa ympäristöhallinnon verkkopalvelusta. (Penttinen & Niinimäki, 2010)

Kuva 2. Suomen vesienhoitoalueet (Vesi.fi, n.d.)



4 Veden laatu

4.1 Happi

Eniten happea vesistöt saavat ilmasta, josta se liukenee veteen. Vesikasvit tuottavat myös happea vesistöihin. Hapen pitoisuus on liitoksissa veden lämpötilaan. Lämpimään veteen ei liukene läheskään niin paljon happea kuin kylmään. Happi on elintärkeää vesieliöille. Hapenpuute voi aiheuttaa kalakuolemia ja vahvistaa sisäisen kierron noidankehää. (Penttinen & Niinimäki, 2010) Nopeasti virtaavilla vesistöillä happea on yleensä enemmän kuin paikallaan olevilla vesimassoilla kuten lammilla tai järvillä (USGS, 2018).

Jos veden kyllästysaste on 100 %, veden happipitoisuus on 14,63 mg/l lämpötilan ollessa 0 astetta. 20 asteissa vedessä happipitoisuus on 9,08 mg/l. Paljon happea vaativat vesieliöt kuten lohi suosivat kylmempää vettä ja eivät pysty elämään vedessä, jonka hapen pitoisuus on 3 mg/l tai alle. Hauet ja särkikalat sietävät 1,5 mg/l happipitoisuuksia, kun taas esimerkiksi ruutana selviää vieläkin kriittisimmissä olosuhteissa. (Penttinen & Niinimäki, 2010)

Happikatoa vesistöissä ilmenee lähinnä rehevöitymisen takia. Kun ravinteita virtaa vesistöihin levien määrä lisääntyy. Kun levät mädäntyvät, bakteerit rupeavat kuluttamaan happea. Ongelma on vakava etenkin kuumina kesinä. Pinnan olosuhteet ovat liian kuumia vesieliöille, jolloin ne liikkuvat kohti pohjaa. Pohjassa esiintyy hajotustoiminnan takia myös happikatoja, joten sekään ei ole sopiva elinympäristö. Tämä voi pahimmassa tapauksessa johtaa kalakuolemiin ja tehdä koko vesistöistä asuinkelvottoman monille eliöille. (USGS, 2018)

4.2 Fosfori

Fosfori on elintärkeä ravinne kasvillisuudelle, mutta sen liiallinen pääsy vesistöihin nopeuttaa rehevöitymistä (USGS, 2018). Yleensä fosfori varastoituu nopeasti vesistön orgaanisiin aineisiin ja niiden hajotessa sedimenttiin. Kesällä veden ollessa lämpimämpää prosessi on

nopeampi kuin talven kylmissä vesissä. Jos fosforikuormitus jatkuu pitkään, alkaa vesistön pohjasta vapautua ravinteita. Liiallisen määrän takia järven eliöt ja sedimentti eivät pysty enää varastoimaan fosforia ja sitä liukenee veteen. Ylimääräinen fosfori lisää eliöiden perustuotantoa ja sitä kautta rehevöittää järven. Erityisesti levät lisääntyvät ja levien kuoltua massa hajoaa ja kuluttaa happea. Sisäinen kierto on alkanut. (Hellsten, 2020)

Hellstenin (2020) mukaan Ihminen on toiminnallaan lisännyt fosforikuormaa. Turkistarhaus, maatalous, metsien lannoitus ja yhdyskuntien jätevedet aiheuttavat kaikki fosforipäästöjä. Vaikka jätevedet pystytään nykyään puhdistamaan kiitettävästi, vanha kuormitus näkyy vesistöissä vieläkin tänä päivänä. Kallioperän mineraalit rapautuessaan vapauttavat fosforia ja kalkkimaiden lähellä sijaitsevat järvet ovat luontaisesti fosforipitoisia.

4.3 Typpi

Fosforin tavoin typpi on elintärkeä ravinne kasvien kasvun kannalta ja vesistöön päästessään niin ikään kiihdyttää rehevöitymistä. Maatalous, teollisuus, yhdyskunnat, kalankasvatus ja turkistarhaus ovat kaikki lähteitä typpipäästöille. Maatalous kattaa kuitenkin päästöistä noin 50 %, tehden siitä suurimman päästölähteen. Teollisuuden ja yhdyskuntien päästöt ovat laskeneet huomattavasti 1980- luvun alusta tekniikan kehittyessä, mutta ne ovat silti merkittävä päästölähde. Kalankasvatuksen päästöt ovat myös laskusuunnassa ja turkistarhaus on pysynyt samoissa lukemissa. (Luonnontila, 2014)

4.4 Humus

Humus koostuu hajoavista kasvi- ja eläinaineksista, jotka ovat lienneet veteen. Humuksen koostumus on n. 50 % hiiltä, n. 40 % happea, n. 5 % vetyä ja n. 2 % typpeä. (Karosto & Lukkarinen, 2016) Humus sitoo rakenteensa ansiosta rautaa ja muita metalleja. Se on lähtöisin vesistön valuma-alueelta tai vesistön omasta tuotannosta. Humus värjää veden joko kellertäväksi tai ruskeaksi riippuen sen koostumuksesta ja määrästä. Suomessa on erittäin paljon soita, joten humuksen määrä on täällä suuri. Suomi kuuluu myös havupuuvyöhykkeeseen, joka lisää humuksen määrää entisestään. Sateet ja tulvat huuhtovat kangasmailta ja soilta humusta vesistöihin samalla värjäten veden. (Keränen, 2019)

Humusta löytyy kaikkialta maasta. Se ei kuitenkaan värjää jokaista Suomen puroa tummaksi, koska esimerkiksi kariekerros pystyy suodattamaan humuksen tehokkaasti. Suot tarjoavat oivallisen ympäristön humuksen syntymiselle. Se hajoaa hitaasti kosteassa ympäristössä. Soilla ei ole humusta suodattavaa kerrosta eikä sitä hajottavia suoloja, joten olot ovat sille ihanteelliset. Hajonneempaa humusta löytyy yleensä soiden pohjakerroksesta ja luonnontilaisessa suossa vesi virtaa pinnalla, joten humusta ei kerry virran mukaan niin paljoa. Soiden ojitukset ovat lisänneet humuksen kulkeutumista. Suuret sademäärät tai tulvat aiheuttavat ylivirtaamia ja humusta pääsee valumaan vesistöihin. Isot vesimassat voivat toki laimentaa humuspitoisuuksia, mutta vesimäärä on niin iso, että sitä kautta ainevirtaamat voivat kasvaa. (Karosto & Lukkarinen, 2016)

4.5 Kiintoaineet

Kiintoaine on kooltaan yli 45 µm olevaa epäorgaanista tai orgaanista ainetta. Kiintoainetta irttoa maaperästä eroosiota aiheuttavien toimenpiteiden takia. Suomessa vähäisten korkeuserojen ja eroosiolta suojaavan kasvillisuuden takia luontaista eroosiota esiintyy vain vähän. Tätä ihmistoiminnasta riippumatonta eroosiota kutsutaan luonnonhuuhtoumaksi. Keskimääräinen luonnonhuuhtouma Suomessa on n. 5,1 kg /vuosi. Kiintoaine kulkeutuu vesistöissä suspensiona tai pohjakulkeumana. Suspensio tarkoittaa kaikkein hienojakoisimman aineen kuten saven tai siltin kulkeutumista vedessä laskeutumatta pohjalle. Pohjakulkeumassa raskaammat partikkelit kuten hiekka ja sora vierivät pohjalla. Molempia kulkeumaprosesseja voi tapahtua samanaikaisesti. Kiintoaineen kulkeutumisaika vaihtelee erittäin suuresti päivistä ja viikoista jopa vuosisatoihin. Aika on riippuvainen useista tekijöistä esimerkiksi kiintoaineen partikkelikoosta ja virtausolosuhteista. Tulvahuiput ja paikalliset olosuhteet kuten vesistön syvyys ja kasvillisuus ja monet muut tekijät vaikuttavat myös kiintoaineen kulkeutumis aikaan. (Turunen ym., 2019)

Kiintoainekuorman nouseminen on suoraan liitännäinen ihmisen toimintaan. Maa- ja metsätalous, kaupungit, turvetuotanto ja kaivokset aiheuttavat kaikki eroosiota maaperään. Ilmastonmuutoksella on myös vaikutuksia eroosioon. Lämpötilan nousu johtaa siihen, että talvella ei enää välttämättä sada lunta tai synny routaa, jotka antaisivat maaperälle luonnollisen eroosiosuojan. Vesistöt eivät myöskään jäädy enää talvisin, joka vaikuttaa sedimenttien liikkumiseen virtaavissa vesissä. (Puustinen, 2019)

Ongelmia kiintoaineesta syntyy, kun määrät ylittävät vesistön luontaisen tason. Liiallisella kiintoaineella on monia negatiivisia vaikutuksia vesistöön ja sen ekosysteemiin. Vesikasvit, pohjaeläimet, kalat ja hajottajamikrobit kärsivät kaikki liiallisesta kiintoainemäärästä. Vesistöt saattavat myös kiintoaineen takia värjäytyä ruskeiksi, joka on ongelma kuin myös vesieläimille kuin myös ihmisille virkistyskäyttöä ajatellen. (Turunen ym., 2019)

5 Aineisto ja menetelmät

5.1 Tutkimuksellinen opinnäytetyö

Työn malliksi valikoitui ohjaajan kanssa pidettyjen keskustelujen jälkeen tutkimuspainotteinen opinnäytetyö. Tutkimuksellisessa opinnäytetyössä tutkimusongelmiin vastataan tarkistelemalla aineistoja sekä tavallisia tutkimusmenetelmiä. Lähtökohtana on yleensä työelämälähtöinen ongelma, johon etsitään ratkaisu. (HAMK, 2023) Tässä tapauksessa selvitetään viiden Alajärveen virtaaman uomat päästöt ja yritetään keksiä parhaat mahdolliset vesiensuojelutoimenpiteet päästöjen vähentämiseksi. Työssä selviää myös sopivat paikat toimenpiteiden rakentamiselle.

5.2 Tutkimusmenetelmät ja aineisto

Perustiedot Alajärvestä on kerätty suurimmaksi osaksi ympäristöhallinnon Hertta-tietokannasta (Syke, n.d.-b). Se sisältää perustietoja järvestä, sekä veden laadun mittaustuloksia. Tietokannasta löytyi tuloksia vuodesta 1995 vuoteen 2015 asti. Mittaustietoja ei kuitenkaan ole kovin montaa eikä läheskään jokaisena vuonna. Alajärven ja uomien valuma-alueita on tarkasteltu erilaisten sovellusten kanssa. Valuma-alueen rajaukset on tehty VALUE-työkalulla. (Syke, n.d.-a) ja pienempien uomien rajauksiin on käytetty metsäkeskuksen ArcGis-työkalua (Metsäkeskus n.d.). VALUE laskee vesistön valuma alueen ja antaa maankäyttötiedot valmiiksi. Sovelluksella ei voinut laskea pienempien uomien valuma-alueita, mutta metsäkeskuksen työkalulla se onnistui. Se ei kuitenkaan antanut valmiiksi laskettuna maankäyttötietoja vaan ne piti laskea käsin. Alueen perustarkasteluun ja valuma-alueiden laskemiseen on käytetty Maanmittauslaitoksen karttapaikka- sovellusta (MML, n.d.) sekä paikkatietoikkunaa (Paikkatietoikkuna.fi, n.d.), joka niin ikään käyttää Maanmittauslaitoksen materiaaleja pohjatietona.

Opinnäytetyössä käsiteltävissä viidestä uomasta sain mittaustulokset Excel-taulukkona Alajärven ja Takajärven suojeluyhdistykseltä. Näytteenottopäivämäärät ovat seuraavat: 15.8.2016, 6.11.2016, 17.4.2017, 17.10.2017, 3.1.2018, 23.4.2018, 22.11.2018, 3.4.2019, 21.10.2019, 23.2.2020, 19.4.2021 ja 25.04.2022. Uomien pitoisuuksista laskin kevään ja syksyn keskiarvot (taulukko 1) ja niistä laskin uomien kokonaiskuormituksen myös kevään (kuvat 3–7) ja syksyn (kuvat 8–12) osalta. Näistä luvuista saa tiedon mikä uomista kuormittaa Alajärveä eniten.

5.3 Aineistojen luotettavuus

Alajärven ja Takajärven suojeluyhdistys ry on mitannut uomia vuodesta 2016 lähtien. Näytteitä on otettu vuosittain keväällä ja syksyllä. Se antaa dataa lumien sulamisen aiheuttamista tulvista ja virtaamahuipuista kuten myös syksyn sateiden vaikutuksesta. Osassa mittauksissa joitain tuloksia ei ollut saatavilla. Esimerkiksi kokonaiskuormitusta laskettaessa muutaman uoman kohdalla näytteenottopäivä piti jättää kokonaan pois laskuista, koska virtaamaa tai muuta tilastoa ei ollut merkitty tai saatu siltä päivältä laskettua. Se aiheutti kokonaiskuormitusta laskettaessa paljon ongelmia, koska kokonaisotanta jäi hyvin pieneksi. Kahden tai kolmen tuloksen keskiarvon laskeminen ei anna oikeata pitkän aikavälin tulosta, joten osa tuloksista saattaa vääristyä. Vesimittauksia tehdessä on erittäin tärkeää yrittää ottaa mittauksen aina samaan vuodenaikaan ja dataa tarvitaan pitkältä ajalta, jotta tulokset ovat luotettavia. Tässä tapauksessa kevään ja syksyn arvot laskettiin erikseen juuri luotettavuuden takia.

5.4 Maastokäynnit

Maastokäyntien tarkoitus on tukea ja tarjota apua tutkimuskysymysten ja -ongelmien selvittämisessä. Kartoista ja ilmakuvista saa hyvin tietoa maankäytöstä ja maaperästä, mutta kaikkia päätelmiä ei pysty selvittämään käymättä paikan päällä.

Maastokäynnin ensimmäinen askel on tarkkaan tehty suunnitelma. Alueeseen kannattaa tutustua etukäteen ja reitti suunnitella hyvin, jotta aikaa jää enemmän tärkeisiin tutkimuksiin. Oikeanlainen ja monipuolinen varustus maasto-olosuhteiden ja sään

mahdollisten vaihteluiden vuoksi helpottaa tutkimista huomattavasti. Nykyään kännykkä toimii hienosti karttana, mutta mukaan kannattaa silti varata myös paperinen kartta.

Kohteissa käytiin kaksi kertaa kesällä 2022. Ensimmäinen kerta oli alueiden ja uomien kokonaisvaltaista kartoitusta varten ja toisella kerralla varmistin epäselvät asiat. Kohteen valittiin helppokulkuisuuden mukaan, koska uomien läheisyydessä oli paljon kiinteistöjä, soita ja muita kulkua estäviä alueita. Kohteissa tehtiin muistiinpanoja, karttamerkintöjä ja otettiin valokuvia. Maastokäyntien jälkeen purettiin kohteissa tehdyt muistiinpanot, kun asiat olivat vielä tuoreessa muistissa.

Maastokäynnit ajoittuivat kesäopintojen ajalle, joten uomissa ei ollut paljon vettä.

Paremmat kuvaukset uomista olisi saanut, jos olisi nähnyt tilanteen kevään tulvahuippujen ja syksyn sateiden aikaan.

6 Tulokset

6.1 Uomien pitoisuudet

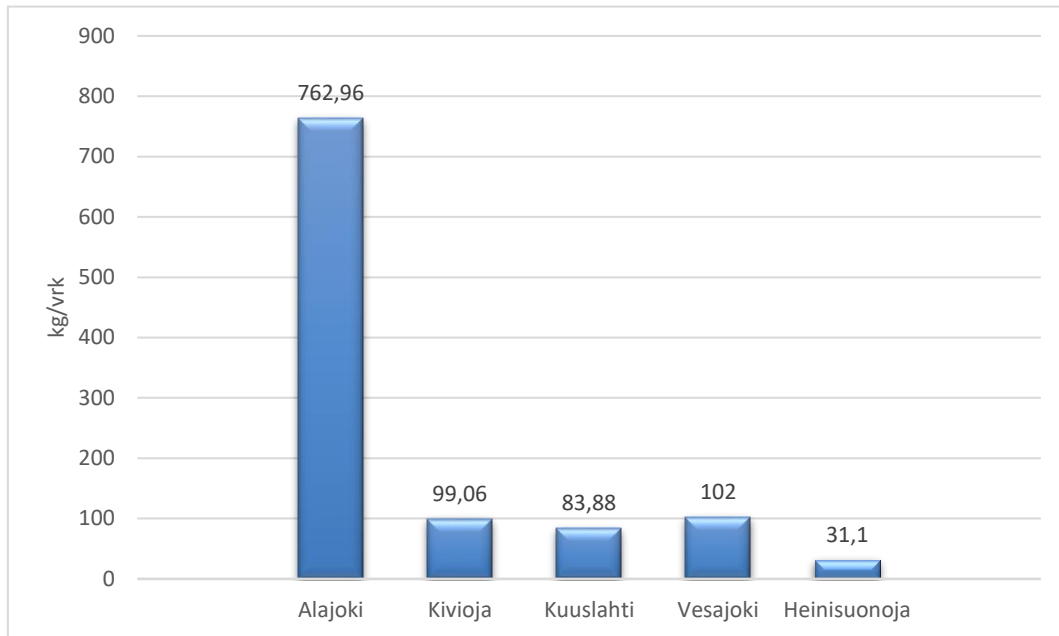
Kiviojan, Kuuslahden, Vesajoen ja Heinisuonojan virtaama on keskimääräisesti hyvin samanlainen n. 0,2 m³/s kevään mittauksissa ja 0,8 m³/s syksyllä. Alajoen alajuoksulla taas virtaama on moninkertainen yltäen keväällä 1,07 m³/s ja syksyllä hieman maltillisempaan 0,4 m³/s. Kiintoainepitoisuudet ovat suhteellisen korkeat kaikissa muissa uomissa paitsi Heinisuonojassa. Fosfori- ja typpipitoisuudet ovat maltilliset lukuun ottamatta Kuulahtea. Sen keskimääräiset fosforipitoisuudet ovat kevään mittauksissa 93 ug/l ja syksyllä 123 ug/l. Humuspitoisuudet uomissa ovat tasaiset, mutta Vesajoessa ja etenkin Heinisuonojassa pitoisuudet ovat suuret. (Taulukko 1.)

Taulukko 1. Uomien pitoisuuksien keskiarvo

Alajoen alajuoksu (pitoisuuksien keskiarvo)	Kevät	Syksy	Yksikkö
Virtaama	1,07	0,39	m ³ /s
Kiintoaine	8,25	2,54	mg/l
CODM/humus	20,28	15,4	mg/l
Kokonaistyyppi, N	1414,28	1007,5	ug/l
Kokonaisfosfori, P	25,57	17	ug/l
Fosfaattifosfori, PO ₄ -P, liukoinen	8	4,75	ug/l
Kivioja (pitoisuuksien keskiarvo)	Kevät	Syksy	Yksikkö
Virtaama	0,21	0,09	m ³ /s
Kiintoaine	5,46	3,48	mg/l
CODM/humus	13,52	14,8	mg/l
Kokonaistyyppi, N	1250	2000	ug/l
Kokonaisfosfori, P	27	27,75	ug/l
Fosfaattifosfori, PO ₄ -P, liukoinen	4	7,5	ug/l
Kuuslahti (pitoisuuksien keskiarvo)	Kevät	Syksy	Yksikkö
Virtaama	0,19	0,02	m ³ /s
Kiintoaine	5,11	3,78	mg/l
CODM/humus	28,66	22,8	mg/l
Kokonaistyyppi, N	2900	3575	ug/l
Kokonaisfosfori, P	93	123,5	ug/l
Fosfaattifosfori, PO ₄ -P, liukoinen	43,33	62	ug/l
Heinisuonoja (pitoisuuksien keskiarvo)	Kevät	Syksy	Yksikkö
Virtaama	0,2	0,09	m ³ /s
Kiintoaine	1,8	1,14	mg/l
CODM/humus	40	44,66	mg/l
Kokonaistyyppi, N	982,5	1175	ug/l
Kokonaisfosfori, P	25,75	21,5	ug/l
Fosfaattifosfori, PO ₄ -P, liukoinen	8,66	5,25	ug/l
Vesajoki (Pitoisuuksien keskiarvo)	Kevät	Syksy	Yksikkö
Virtaama	0,26	0,15	m ³ /s
Kiintoaine	4,55	3,3	mg/l
CODM/humus	36,5	34,6	mg/l
Kokonaistyyppi, N	890	860	ug/l
Kokonaisfosfori, P	21,75	17,5	ug/l
Fosfaattifosfori, PO ₄ -P, liukoinen	3	3,25	ug/l

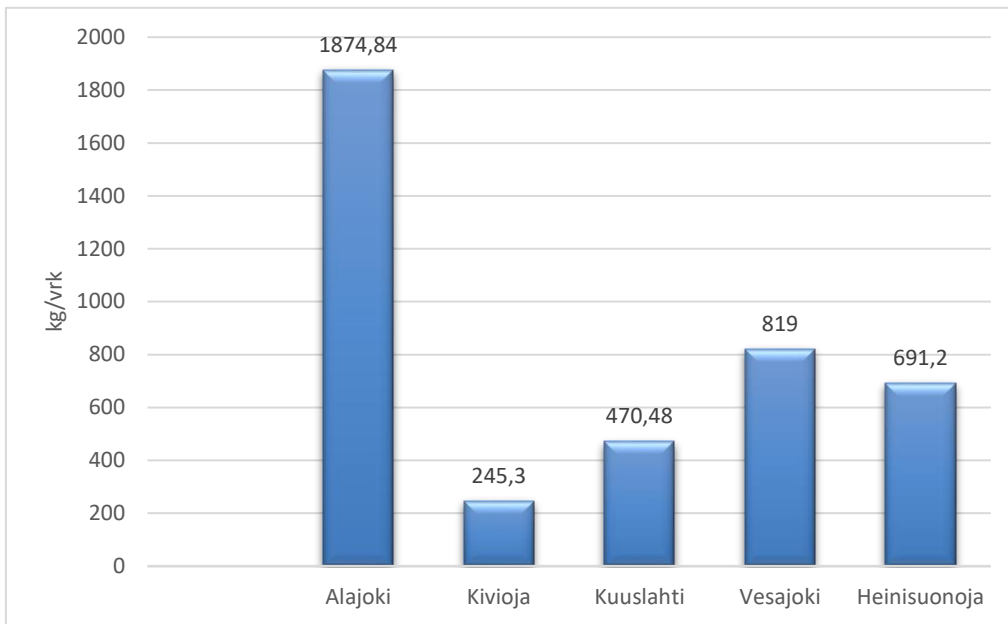
6.2 Uomien kokonaiskuormitus kevätkaudella

Kuva 3. Alajärveen laskevien uomien kiintoainekuormituksen keskiarvo kevään mittauksissa vuosina 2016–2022



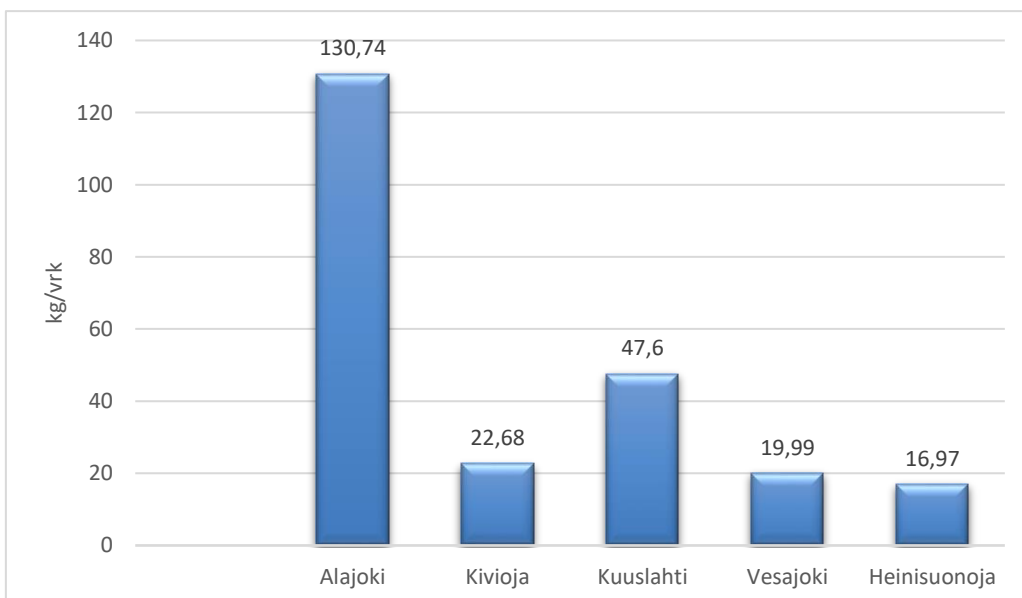
Alajoki on kiintoaineen osalta selvästi kuormittavin uoma. Kiintoainetta kulkeutuu Alajärveen n. 760 kg/vrk. Kivioja, Kuuslahti ja Vesajoki ovat tasassa kuormittavuuden suhteen ja kuljettavat kiintoainetta n. 90 kg/vrk. Heinisuonoja on kuormittavuudessa pohjalla ja kuljettaa vain 30 kg kiintoainetta vuorokaudessa.

Kuva 4. Alajärveen laskevien uomien kemiallisen hapenkulutuksen (CODM) keskiarvo kevään mittauksissa vuosina 2016–2022



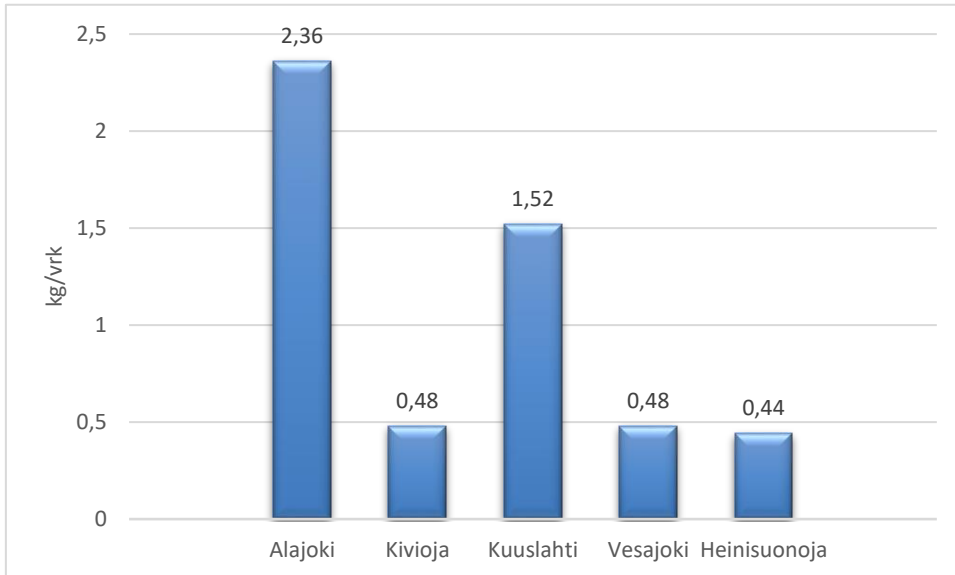
Humuksen osalta Alajoki on jälleen suurin kuormittaja. Se kuljettaa n. 1870 kg humusta vuorokaudessa. Toiseksi ja kolmanneksi eniten kuormittavat uomat ovat Vesajoki ja Heinisuonoja. Vesajoen kuormitus on n. 800 kg/vrk ja Heinisuonojan 690 kg/vrk. Kuuslahden humuskuorma on 470 kg/vrk ja Kiviojan 245 kg/vrk.

Kuva 5. Alajärveen laskevien uomien kokonaistypen (N) keskiarvo kevään mittauksissa vuosina 2016–2022.



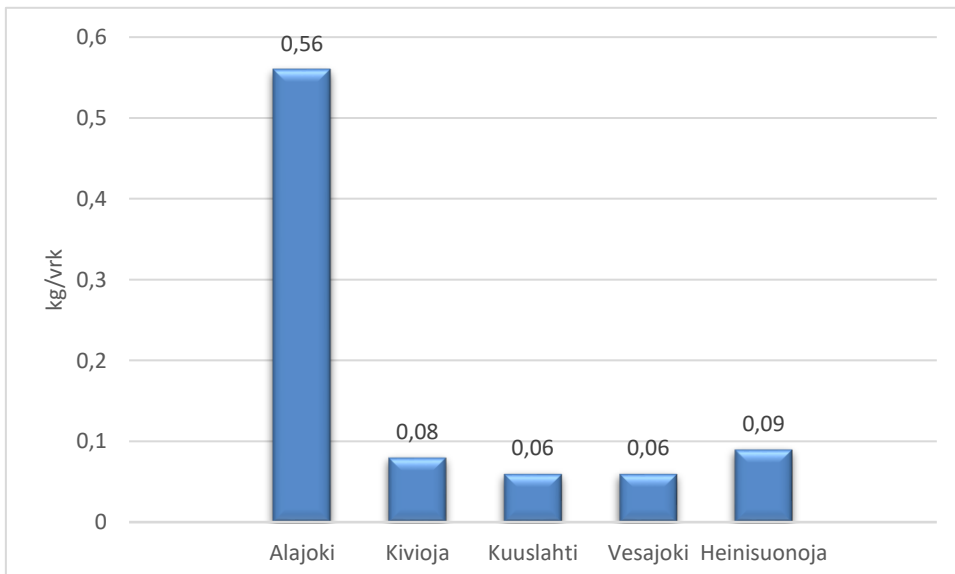
Typpikuormituksessa Alajoki on kärjessä yli 120 kg/vrk arvolla. Kivioja, Vesajoki ja Heinisuonoja ovat hyvin tasoissa n. 20 kg/vrk kuormituksella. Kuuslahdella on iso typpikuormitus arvon ollessa n. 47 kg/vrk.

Kuva 6. Alajärveen laskevien uomien kokonaisfosforin (P) keskiarvo kevään mittauksissa vuosina 2016–2022.



Fosforikuormitus on hyvin samannäköinen kuin typpikuorma. Alajoki on kärjessä saavuttaen yli 2 kg/vrk kuormituksen ja Kuuslahti seuraa perässä 1,5 kg/vrk kuormituksella. Muut uomat ovat tasoissa alle 0,5 kg/vrk arvolla.

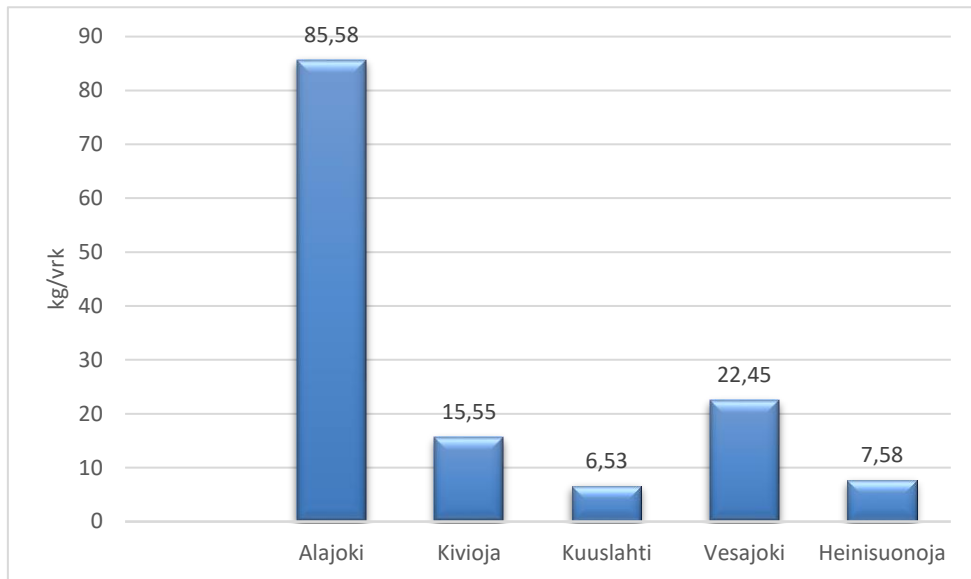
Kuva 7. Alajärveen laskevien uomien fosfaattifosforin (PO₄-P) keskiarvo kevään mittauksissa vuosina 2016–2022.



Alajoki kuljettaa eniten fosfaattifosforia Alajärveen arvon ollessa 0,5 kg/vrk. Muiden uomien kuormitus on hyvin samanlaista arvon ollessa alle 0,1 kg/vrk.

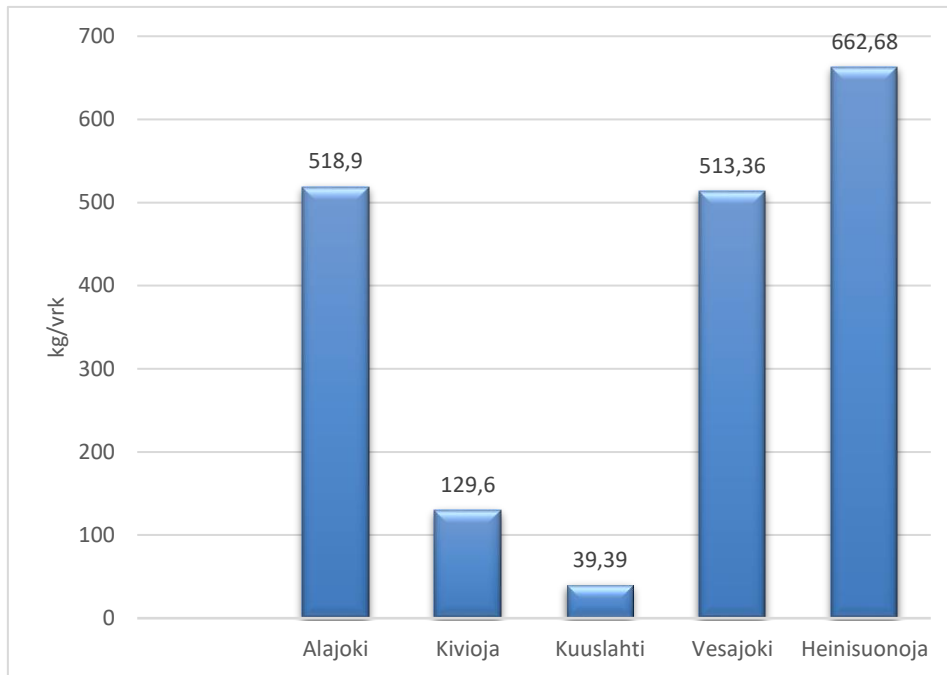
6.3 Uomien kokonaiskuormitus syyskaudella

Kuva 8. Alajärveen laskevien uomien kiintoainekuormitusten keskiarvo syksyn mittauksissa vuosina 2016–2022.



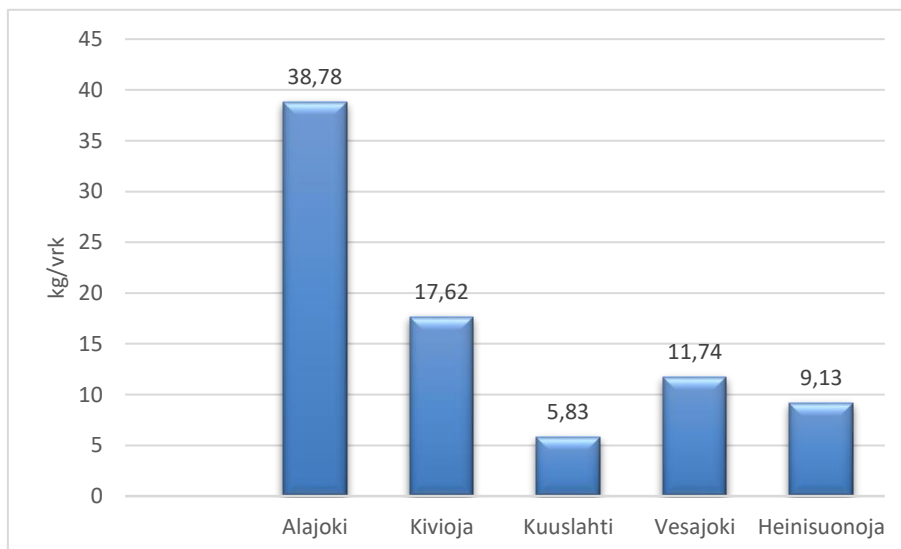
Alajoki on syyskauden mittauksissa myös suurin kiintoainekuormittaja arvon ollessa 80 kg/vrk. Seuraavana ovat Vesajoki ja Kivioja 20 kg/vrk ja 15 kg/vrk arvoilla. Kuuslahti ja Heinisuojoja kuormittavat vähiten alle 10 kg/vrk.

Kuva 9. Alajärveen laskevien uomien kemiallisen hapenkulutuksen (CODM) keskiarvo syksyn mittauksissa vuosina 2016–2022.



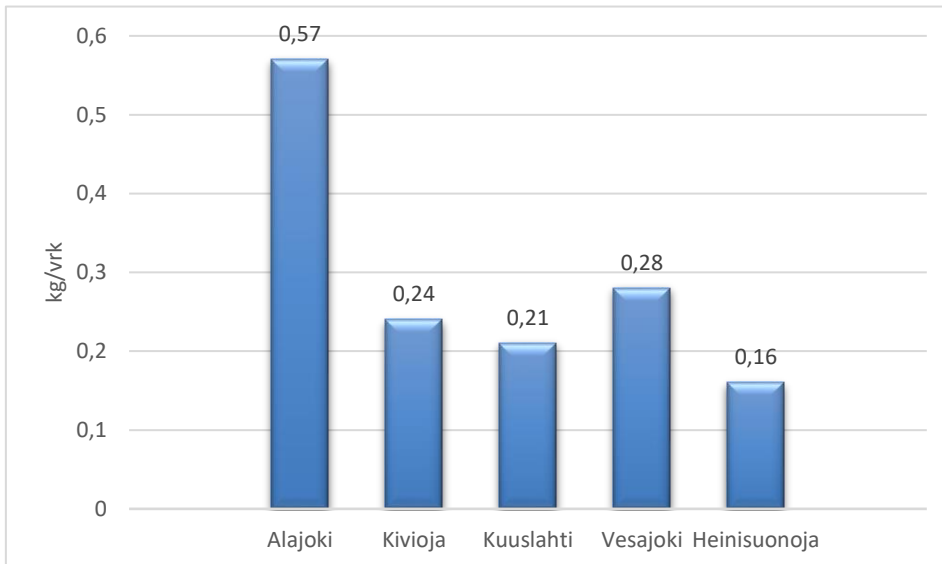
Syksyn mittaustulosten mukaan Heinisuonoja on keskimääräisesti isoin humuskuormittaja arvon ollessa yli 600 kg/vrk. Seuraavana Vesajoki ja Alajoki alle hieman yli 500 kg/vrk. Kiviojan ja Kuuslahden kuormittavuus on paljon alhaisempi molempien ollessa alle 150 kg/vrk.

Kuva 10. Alajärveen laskevien uomien kokonaistypen (N) keskiarvo syksyn mittauksissa vuosina 2016–2022.



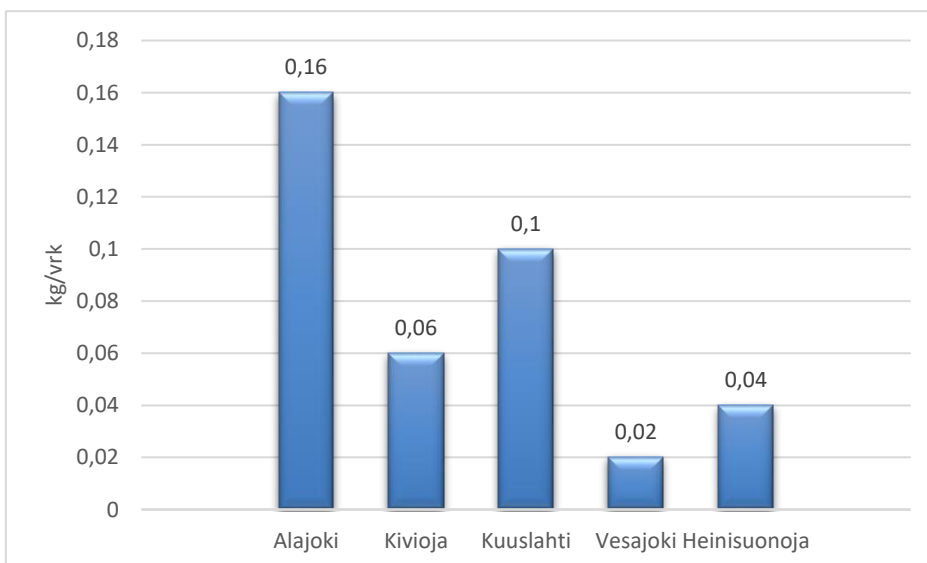
Typipikuormituksen kärjessä on Alajoki, joka kuormittaa Alajärveä n. 38 kg/vrk. Seuraavana Kivioja 17 kg/ vrk ja loput kolme uoma ovat huomattavasti alle 15 kg/vrk.

Kuva 11. Alajärveen laskevien uomien kokonaisfosforin (P) keskiarvo syksyn mittauksissa vuosina 2016–2022.



Kokonaisfosforin kuormittavuus on Kiviojan, Kuuslahden, Vesajoen ja Heinisuonojan kohdalle hyvin tasaista arvon ollessa kaikissa n. 0,2 kg/vrk. Alajoki on suurin kuormittaja sen tuodessa fosforia yli 0,5 kg/vrk.

Kuva 12. Alajärveen laskevien uomien Fosfaattifosforin (PO₄-P) keskiarvo syksyn mittauksissa vuosina 2016–2022.



Fosfaattifosforin kuormituksessa Alajoki nousee kärkeen 0,16 kg/arvolla ja Kuuslahti on toisena kuormituksen ollessa 0,1 kg/vrk. Loput uomista tuottavat fosfaattifosforia alle 0,06 kg/vrk.

7 Johtopäätökset ja kehitysehdotukset

7.1 Yhteenveto

Kokonaiskuormituksen ja kiintoainepitoisuuksien vertauksen paljastivat mielenkiintoisia tuloksia. Yleisesti sekä kevään, että syksyn mittauksista selviää, että ehdottomasti kuormittavin Alajärveen virtaama uoma kiintoaineen osalta on Alajoki. Muiden uomien kiintoainepitoisuudet jäivät suhteellisen vähäisiksi verrattuna Alajokeen (kuva 3 ja 8).

Humuskuormituksessa tulokset ovat hieman eriävät. Kevään mittauksissa Alajoki kuormittaa jälleen eniten ja perässä tulevat Vesajoki ja Heinisuonoja (kuva 4). Syksyn mittauksissa kuitenkin Heinisuonoja nousee kärkeen ja Vesajoki ja Alajoki ovat tasoissa kuormittavuuden suhteen. Heinisuonojan tilanteessa kuormittavuuden keskiarvon joutui laskemaan vain kahden humuspitoisuusmittauksen ja virtaamamittaaman avulla. Heinisuonojan syysmittaamien vähäisin ja suurin virtaamamäärä sattuivat olemaan juuri näinä päivinä. Tämä vaikutti tulokseen. Tilanne on Vesajoessa samanlainen. Todellisuudessa Vesajoen ja Heinisuonojan kokonaiskuormitus on todennäköisesti hieman alhaisempi. Vaikka mittaustuloksessa ei tällä kertaa ollut tarpeeksi otantoja voidaan silti todeta uomien olevan suurimpia humuskuormittajia tutkimuksen uomista (kuva 9). Molempien uomien kuormittavuus johtuu alueella olevista soista, joiden läpi uomat virtaavat.

Fosforin ja typen osalta kuormittavin uoma on jälleen Alajoki. Kuuslahti on toiseksi suurin kuormittaja. Kuuslahden tilanteen selittävät uoman vieressä olevat useat pellot ja maatala. (kuvat 5–7 ja 10–12)

Yhteenvetona Alajoki on selvästi uomista kaikkein kuormittavin jokaisella osa-alueella (kuvat 3 ja 8). Pitoisuudet eivät välttämättä ole kaikkein suurimpia Alajoessa, mutta suuri virtaama aiheuttaa suuren kuormittavuuden (taulukko 1). Seuraavaksi kuormittavin uoma on Kuuslahti. Kuuslahden kuormitus rajoittuu lähinnä fosforiin ja typpeen, mutta kuormitus

paljon suurempaa muihin uomiin verrattuna (kuvat 5–7 ja 10–12). Vesajoen ja Heinisuonojan kuormitus keskittyy lähinnä soiden takia humukseen. Kivioja on alueen vähiten kuormittavin uoma.

7.2 Toimenpiteet

Vesiensuojelutoimenpiteiden hinnoista on vaikea löytää tietoa. Toimenpiteiden hintaa ei välttämättä kerrota tutkimuksissa tai erilaisten yhdistysten sivuilla. Hinta vaihtelee alueesta ja toimenpiteestä toiseen. Pitää myös miettiä minkälaisia kustannuksia huollot vaativat varsinaisen rakentamisen jälkeen. Esimerkiksi laskeutusaltaan kohdalla pitää miettiä saako tyhjennyksen aikana pumpatun massan levitettyä lähelle ja paljon kuljetuskustannuksia siitä koituu. Vesiensuojelutoimenpiteiden hinta vaihtelee yleensä muutamasta tuhannesta eurosta 10 000 tuhanteen euroon.

Vanajavesikeskuksen vesistöasiantuntija Suvi Mäkelän (henkilökohtainen tiedonanto n.d.) mukaan toimenpiteiden toimivuudesta on myös olemassa hyvin vähän tietoa. Ei ole olemassa mitään velvoitetta seurata suojelutoimenpiteen rakennuksen jälkeen vesistön tilaa. Vesinäytteiden ottaminen on myös kallista, jolloin ei kalliin rakennelman jälkeen ole enää budjettia vesinäytteiden ottoon. Vesiensuojelutoimenpiteen vaikutusaika on myös hyvin tapauskohtainen. Rakenteen koko, kasvillisuus, syvyys ja veden laatu vaikuttavat kaikki hyvin suuresti, miten nopeasti rakennelmalla saadaan laskettua kuormituksia. Yleisesti puhutaan kuitenkin monista vuosista ennen kuin saadaan kunnon tuloksia. Heti rakentamisen jälkeen kuormitukset saattavat jopa nousta, koska ravinnevirta lisääntyy.

7.2.1 Alajoki

Alajoki on kohteena haastava. Uoma on kooltaan suuri ja virtaama on iso. Uoman varrella on monia kiinteistöjä, joten kaivuutilaa ei ole rajattomasti. Mahdollisissa toimenpiteissä ongelmiksi nousevat vesiensuojelutoimenpiteiden koko ja kustannukset. Alajoen Valuma-alueen koon mukaan laskettuna esimerkiksi laskeutusaltaan koko olisi todella suuri. Alajoen varrella on todella vähän sopivia paikkoja suurelle altaalle. Koon mukana kaivuukustannukset nousevat samoin kuin tyhjennyskustannukset. Pienempien altaiden kaivuu olisi myös mahdollista, mutta puhdistusteho ei välttämättä olisi riittävä ja altaita voisi

joutua kaivamaan montaa, jolloin kustannukset jälleen nousivat. Laskeutusaltaiden lisäksi samat ongelmat koskevat muitakin vesiensuojelutoimenpiteitä.

Alajokeen liittyy sen matkan varrelta useampi pienempi uoma. Uomista kolme virtaa ojitetuilta soilta ja yksi ojittamattomalta suolta. Järkevin vaihtoehto Alajoen päästöjen kannalta olisi tutkia uomien päästöt ja tehdä niihin tarvittavat vesiensuojelutoimenpiteet. Uomat ovat paljon pienempiä kuin itse Alajoki, joten toimenpiteiden koot pysyisivät maltillisina ja kustannuksissa säästettäisiin. Pienempien uomien toimenpiteet eivät tietenkään puhdistaa koko Alajokea, mutta se olisi silti kustannustehokas vaihtoehto. Tässä vaihtoehdossa suurimmaksi ongelmaksi nousee aika. Pienemmistä uomista tarvitaan pitkältä ajalta mittaustuloksia, jotta voidaan varmistaa oikeanlaiset suojelutoimenpiteet.

Alajoki on suurin päästöjen kuljettaja Alajärven alueella, joten sen sijaan, että odotettaisiin monia vuosia pienempien uomien projektien alkua, pitäisi keksiä heti toteutettavia toimenpiteitä. Yllä mainittujen ongelmien takia vaihtoehdot ovat kuitenkin rajalliset. Toimiva keino voisi olla puumateriaalin lisäämisen uomaan (Kuva 13). PuuMaVesi-hanketta on testattu monissa eri kohteissa Etelä- Karjalassa ja Keski- Suomessa. Kohteissa tulva-aikaan saadut tulokset olivat hyviä. Humus- ja ravinnepitoisuudet vähenivät 40 %. Kiintoaineksen pitoisuus taas väheni 70 %. (Ympäristöhallinto, 2021) Alajoen tilanteessa on tärkeää kuitenkin huomata, että en ehdota laskeutusaltaan kaivamista vaan puun lisäämistä suoraan uomaan niin sanottuna ”hätäratkaisuna” ennen kuin pienempiin uomiin on saatu rakennettua vesiensuojelurakenne. Toki resurssien salliessa altaan kaivu on myös kannattavaa.

Mahdollisia paikkoja toimenpiteelle ei löydy montaa. Kun ajatellaan toimenpiteen olevan vain väliaikainen ratkaisu, ei kannata valita paikkaa, jossa joutuu raivaamaan paljon metsää tai muokkaamaan hirveästi maisemaa. Puumateriaalin optimaalinen asettelu estää myös veneiden kulun, joten kohde on valittava myös sitä ajatellen. Kohteen on myös järkevä sijaita alajuoksulla, kun kaikki pienemmän uomat ovat liittyneet Alajokeen. Uoma on hyvin kapea ennen Hämeen Härkätien alitusta, joten toimenpide kannattaa tehdä sinne, koska todennäköisesti siellä ei mahdu enää liikkumaan veneillä. Jussilan alueen ja Hämeen Härkätien väliin jää hieman yli kilometrin matka uomaan joka mielestäni olisi järkevin paikka tehdä toimenpide (kuva 14). Uomaa ympäröi tällä alueella peltoja, joten koneilla olisi

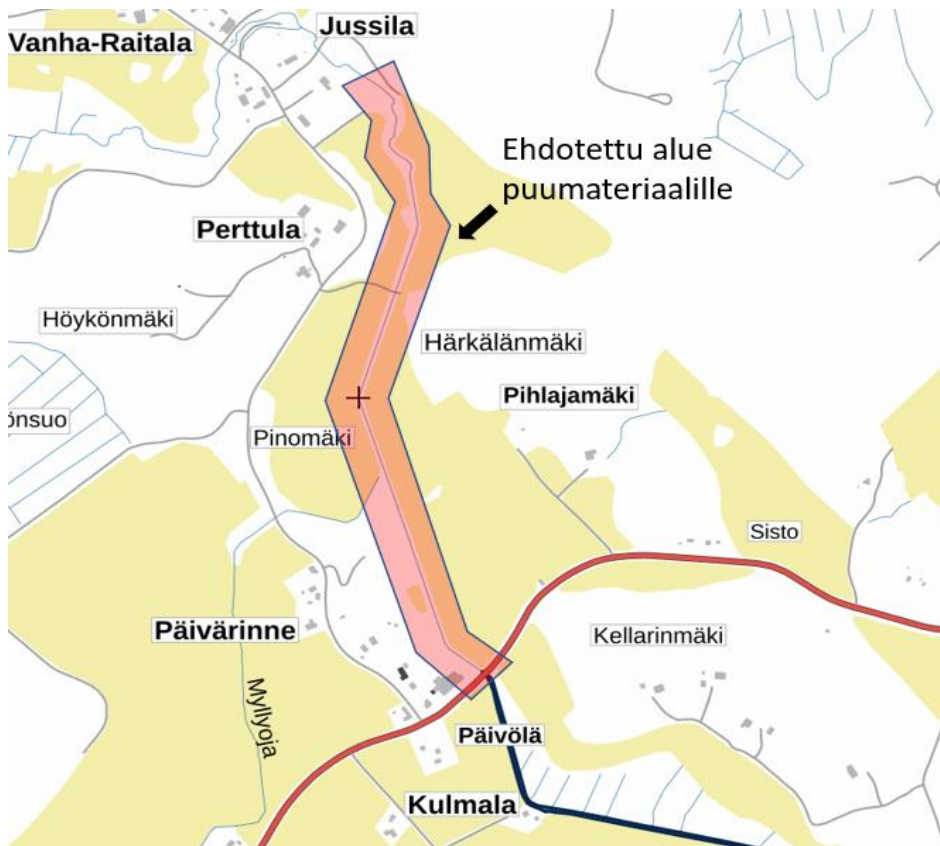
suhteellisen helppo päästä lähelle uomaa. Toimenpide vaatii minimaalisen kaivuun, jos yhtään, joten siitä ei koidu haittaa maanomistajalle.

Puumateriaalin lisäämisen kustannuksia on vaikea arvioida. Hinta riippuu pitkälti puumateriaalin laadusta ja mistä se tulee. Taloudellisesti arvottomia pienpuita ja latvoja voidaan myös käyttää. Lopullista hyötyä toimenpiteestä on myös vaikea arvioida. Puumateriaali ei itsessään riitä vesiensuojelukeinoksi vaan se on lähinnä tarkoitettu tehostamaan muiden keinojen kuten laskeutusaltaan toimintaa. Yllä mainittuihin puhdistustehoihin tuskin tässä tilanteessa päästään, mutta keino vaikuttaisi silti taloudellisesti parhaalta. Uomaa ei tarvitse muokata isosti, joka varmasti vaikuttaa positiivisesti myös maanomistajien suhtautumiseen. Kun pienemmistä uomista on kerätty dataa ja niihin on tehty oikeanlaiset vesiensuojelutoimenpiteet puumateriaalia ei tarvitse poistaa uomasta vaan se jatkaa puhdistusta.

Kuva 13. Esimerkkikuva PuuMaVesi-hankkeessa toteutetusta koekäsittelystä. (Forest.fi, 2021).



Kuva 14. Ehdotettu alue puumateriaalille Alajoella. (MML, n.d.)



7.2.2 Kuuslahti

Kuuslahden oma kuljettaa Alajärveen paljon fosforia ja typpeä johtuen alueen viljelystä ja laidunmaista. Kuuslahden uomat molemmilla puolilla on peltoa, joten suuret kaivuutyöt eivät todennäköisesti ole mahdollisia tässä kohteessa. Altaat ja muut tilaa vievät vesiensuojelutoimenpiteet veisivät maanomistajalta peltotilaa.

Ehdotan uomaan rakennettavaksi ojanpohjasuodattimen (kuva 15). Se on helppohoitoinen ja kustannustehokas vaihtoehto fosforin poistamiseksi. Ojanpohjasuodattimella ei ole varsinaista ominaiskokoja vaan se voidaan aina mitoittaa kohteen tarpeiden mukaan. Suodatin on myös helppo hoitaa. Valittu suodatinmateriaali, joka on useimmissa tapauksissa kalkin ja hiekan sekoitus pitää vaihtaa tietyin aikaväleihin parhaan puhdistustuloksen saavuttamiseksi. Suodatinta on hyvä käydä myös tarkkailemassa muutaman kerran vuodessa, koska se on herkkä menemään tukkoon. Tätä voi hillitä karsimalla kasvillisuutta uomassa. Kuuslahden kohteeseen suodatin on hyvä ratkaisu, koska ympäristöä ei tarvitse muuttaa ja kaivuutyöt pysyvät maltillisina. Patoamistarvetta suodattimen käytössä ei

juurikaan ole ja Kuuslahden uoman hidas virtaama edesauttaa fosforin suodattumista. Ojanpohjasuodattimesta ei koidu ylimääräisiä toimenpiteitä maanomistajalle.

Pyhäjärvellä on 1990-luvun loppupuolella testattu monia eri suodatinratkaisuja fosforin poistoa varten. Hiekkasuodattimet ovat onnistuneet poistamaan 75 % fosforista 4 vuoden mittausjakson aikana. Tähän lukeutuu sekä liuennut, että kokonaisfosfori. Fosfilit-kemikaalia käyttävissä suodattimissa puhdistusteho on yltänyt 30 %:iin. Ojanpohjasuodattimia on taas rakennettu 8 eri kohteeseen ja ensimmäisien vuosien aikana fosforin määrä on vähentynyt 30 %. Vaikka ojanpohjasuodatin poisti hiekkasuodatinta vähemmän fosforia, on se kuitenkin edullinen ja tehokas keino pelto-ojiin. (Tarvainen & Ventelä, 2007) Ojanpohjasuodattimen kustannukset riippuvat pitkälti paikasta ja laitteiston koosta, mutta hinnat ovat n. 800-2500e (Waterchain, n.d.).

Kuva 15. Esimerkki ojanpohjasuodattimesta (waterchain, n.d.)



Toinen mahdollinen toimenpide uomaan voisi olla fosforisieppari. Sieppareita voi ostaa joko valmiina paketteina (kuva 16) tai rakentaa itse esimerkiksi jäteastiasta (kuva 17). Vaikka valmis sieppari on toimiva ratkaisu, se on erittäin kallias. Sieppareita valmistava Saloy Oy

antaa hinta-arvioksi n. 25 000 euroa ja siihen ei ole laskettu kaivuutöitä. Itse tehdyn fosforisiepparin hinta riippuu käytetyistä materiaaleista, mutta hinta tuskin nousee muutamaa sataa euroa suuremmaksi. Mallista huolimatta fosforisieppari tarvitsee toimiakseen raemaista ferrisulfaatti-kemikaalia. Se myydään 1000 kg säkeissä ja litrahinta on n. 0,50 €. Määrä riittää puhdistamaan n. 20 000–30 000 litraa vettä. (Saloy Oy, 2014) Kiviojan vesimäärä ja virtaama on suhteellisen pieni kesällä ja talvella, joten kemikaalia tuskin kuluu paljoakaan. Virtaamaan kasvaessa kevään ja syksyn tulvahuippujen aikaan kemikaalia voi kuluu paljonkin. Fosforisiepparin toiminnan takaamiseksi sen yhteyteen on aina rakennettava laskeutusallas. Siitä aiheutuu kohteen mukaan kustannuksia kaivuutöistä ja tyhjennyksestä.

Fosforisieppari on muita vesiensuojelutoimenpiteitä vaativampi, koska kemikaalia pitää käydä tietyn väliajoin lisäämässä ja katsoa, että laite ei ole tukossa. Jos fosforisieppari toimii kuitenkin oikealla tavalla, se on tehokas ratkaisu fosforin suodattamiseen. Esimerkkinä siepparin toimivuudesta toimii Turun yliopiston tekemä tutkimus, jossa kaksi fosforisiepparia laitettiin Aurajoen valuma-alueen pieniin uomiin. Uomien valuma-alue oli n. 19 hehtaaria ja alueella oli hevostalleja, peltoja ja haja-asutusta. Siepparit asennettiin vuonna 2016 ja seurausta jatkettiin kaksi vuotta. Ensimmäinen sieppari vähensi liukoista fosforia keskimäärin 96 % ja toinen keskimäärin 66 %. (Waterchain, n.d.) Toinen esimerkki sieppareiden puhdistustehosta tulee Kanta-Hämeestä. Sieppareita on testattu muutamalla eri hevostilalla, koska hevostilojen ongelmana on myös fosforin pääsy vesistöön. Pihatoista siepparin läpi ohjatun veden kokonaisfosforin määrä on laskenut 48–69 % kun taas liukoisen fosforin määrä on laskenut 61–84 %. (MTT, n.d.) Kolmantena esimerkkinä käytän Jokioisten Rehtijärvellä tehtyä fosforisiepparia. Siepparia käytettiin muutama viikko kevätvalunnan aikana ja tuloksista selvisi, ensimmäisen 3 päivän aikana liuenneesta fosforista saatiin saostumaan 91 % kun vettä käsiteltiin 14 000 m³. Kemikaalia kului tuona aikana 400 kg ja annostelusuhteena käytettiin 1:35 000. Seuraavaksi käsiteltiin 45 000 m³ vettä kahden viikon aikana; kemikaalia kului 560 kg kun annosteltiin suhteessa 1:45 000. Tällöin fosforista saatiin saostumaan 66 %. Tämän kokeen aikana laitteen tarvike- ja rakennuskustannukset olivat n. 700e ja kemikaalikustannukset 744 €, kun kemikaalia kului 1240 kg. (Kaasinen, 2010)

Kuulahti on paikkana haastava. Uomassa on kaksi haaraa ja se yhdistyy yhdeksi vasta aivan ennen Alajärveä. Toimenpide olisi järkevä tehdä, kun haarat ovat yhdistyneet tai muuten

kumpaankin haaraan pitäisi tehdä oma rakennelma. Tilaa uoman suulla on kuitenkin äärettömän vähän, koska se myös alittaa tien ennen järveä. Fosforisiepparin rakentaminen uomaan voi tuottaa ongelmia, koska sen yhteyteen pitää kaivaa laskeutusallas. Laskeutusallas veisi peltotilaa viljelijöiltä ja muuttaisi muutenkin maisemaa.

Kuva 16. Esimerkkikuva Saloy Oy:n fosforisiepparista (Saloy oy, 2014)



Kuva 17. Itserakennettu fosforisuodatin Loppijärvellä (Loppijärven ystävät ry, n.d.)



7.2.3 Vesajoki

Vesajoen suurimmat ongelmat ovat typpi- ja humuspäästöt. Oivallinen ratkaisu uomaan voisi olla laskeutusallas ja patorakenne. Uoman varrella Huhmariston alueella sijaitsee muutama allas, jotka voisivat olla hyviä aihioita laskeutusaltaan tekoon (kuva 18). Altaat sijaitsevat autotien molemmin puolin ja vaikuttavat luonnontilaisilta. Altaissa on jyrkät reunat ja puustoa ympärillä ja ne ovat hyvin reheviä. Muita järkeviä paikkoja altaille Vesajoen varrella ei ole. Uoma virtaa metsien ja ojittamattomien soiden läpi Huhmariston jälkeen ja maasto saattaa olla liian vaikeakulkuista isoille koneille. Ennen Huhmaristoa ei ole hyviä paikkoja vesiensuojelutoimenpiteille.

Varsinaisia kustannuksia altaille on hyvin hankalaa lähteä arvioimaan. Kaivuukustannukset riippuvat alueesta ja kaivuun kestosta. Kustannuksia kertyy myös altaan patoamisesta ja maamassojen poiskuljetuksesta tai levittämisestä. Huhmariston tilanteessa altaiden aihoiden ollessa valmiina kustannukset voivat pienentyä varsinkin, kun kaivuu ei kestä niin kauaa kuin alusta asti kaivettujen altaiden. Kaivuusta syntyvän maamassa voi todennäköisesti laittaa lähialueelle, koska lähistöllä ei juuri ole asutusta tai muuta toimintaa. Jos kuitenkin alueelle ei saa kasata maata, sen poisviennistä syntyy lisää kustannuksia. Puiden kaadot ja muun kasvillisuuden raivaus aiheuttavat myös lisäkustannuksia tässä tilanteessa. Kaadetut puut olisi hyvä upottaa laskeutusaltaisiin tehostamaan puhdistustehoa. Hoitotyöt aiheuttavat myös erinäisiä kustannuksia altaiden rakentamisen jälkeen. Altaat tyhjennetään 3–10 vuoden välein riippuen kuinka nopeasti ne täyttyvät. Tyhjennetty liete pumpataan pois altaista ja sen voi kuljettaa esimerkiksi läheiselle pellolle lannoitteeksi, jos mahdollista. Muussa tapauksessa sille pitää löytää hyvä loppusijoituspaikka mielellään lähellä altaita, jotta kuljetuskustannukset eivät nouse korkeiksi. Kasvillisuutta pitää laskeutusaltaiden ympäriltä siistiä tietyin väliajoin, mutta se on mahdollista toteuttaa esimerkiksi talkootyönä, jolloin kustannukset pysyvät alhaisina.

Jos laskeutusallas on oikein rakennettu sekä mitoitettu oikein ja maalaji vaihtelee hienosta hiedasta karkeaan soraan, puhdistaa allas keskimäärin 30–50 % kiintoaineesta. Puhdistusteho voi yltää jopa 70 %:iin (Joensuu, 2020).

Kuva 18. Huhmariston altaiden ehdotettu paikka (MML, n.d.).



Laskeutusaltaan yhteyteen on aina rakennettava jonkinlainen patorakenne, jotta veden virtaamaa saadaan hallittua. Ilman patoja ravinteet ja kiintoaineet eivät ehdi valua altaiden pohjalle. Patorakenteita on monia erilaisia ja niiden kustannukset vaihtelevat koon ja valitun rakenteen mukaan. Huhmariston tilanteessa toisen altaan jälkeen vesi virtaa siltarummun läpi tien ali. Siltarummun yhteyteen voisi rakentaa settipadon. Se on yksikertainen rakennelma, jossa lankkuja asetellaan poikittain rummun eteen ja sitä kautta virtaamaa pystytään säätämään. Tien toisella puolella sijaitsevan altaan päähän voisi rakentaa yksinkertaisen v-padon. Sen voi rakentaa esimerkiksi vanerista ja kivistä, joten se on erittäin kustannustehokas vaihtoehto (kuva 19).

Kuva 19. Setti ja v- pato (Maa- ja metsätalousministeriö, n.d., kuva: © Matti Seppälä & Juha Varhi)

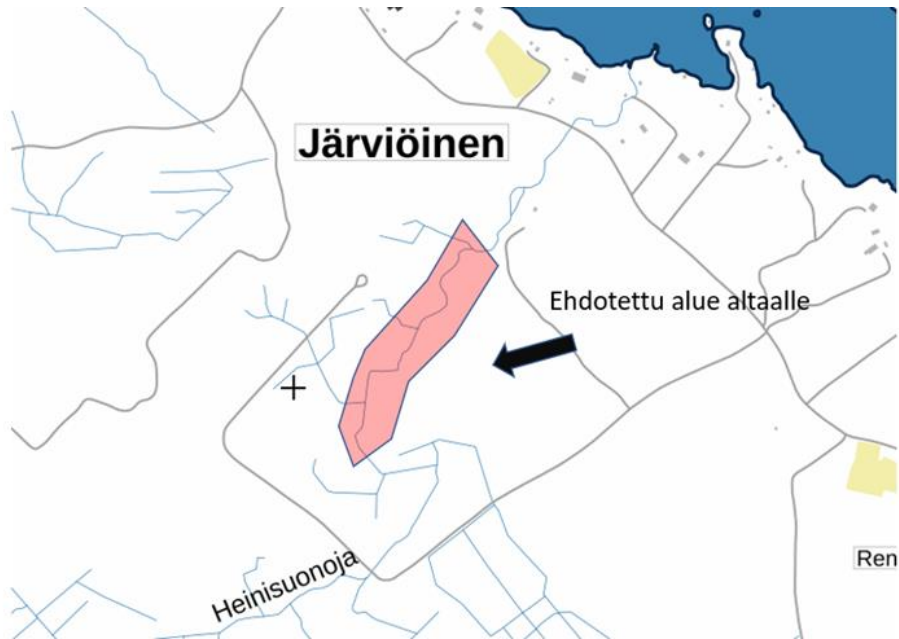


7.2.4 Heinisuojoja

Heinisuojojan vesiensuojelukeinoksi suosittelen myös laskeutusallasta. Laskeutusallas poistaa kiintoaineen lisäksi myös humusta, mikä on Heinisuojojan suurin ongelma. (Leponiemi, 2012) Laskeutusaltaan puhdistustehoa voidaan tässäkin kohteessa lisätä puumateriaalilla.

Mahdollisia kohteita toimenpiteille on loppujen lopuksi aika vähän. Heinisuojoja virtaa metsän läpi, joten työkoneilla on vaikea päästä kohteeseen rakentamaan ja ylläpitämään altaita. Aivan alajuoksulla ei ole tilaa kiinteistöjen takia eikä altaita muutenkaan kannata rakentaa paikoille, jossa tulvat tai muut vedenpinnan vaihtelut voivat vaikuttaa altaaseen. Noin 500 metriä ennen järveä uoman varrella on pieni kiinteistö. Kyseiseen kohteeseen kulkee myös pieni tie, josta koneet pääsisivät kulkemaan. Rakennelmaa ei tietenkään voi tehdä ihan kiinteistön viereen. mutta lähialueelle kyllä. Tämä kohta uomassa toimiva senkin takia, koska uomaan ei enää liity muita haaroja (kuva 20).

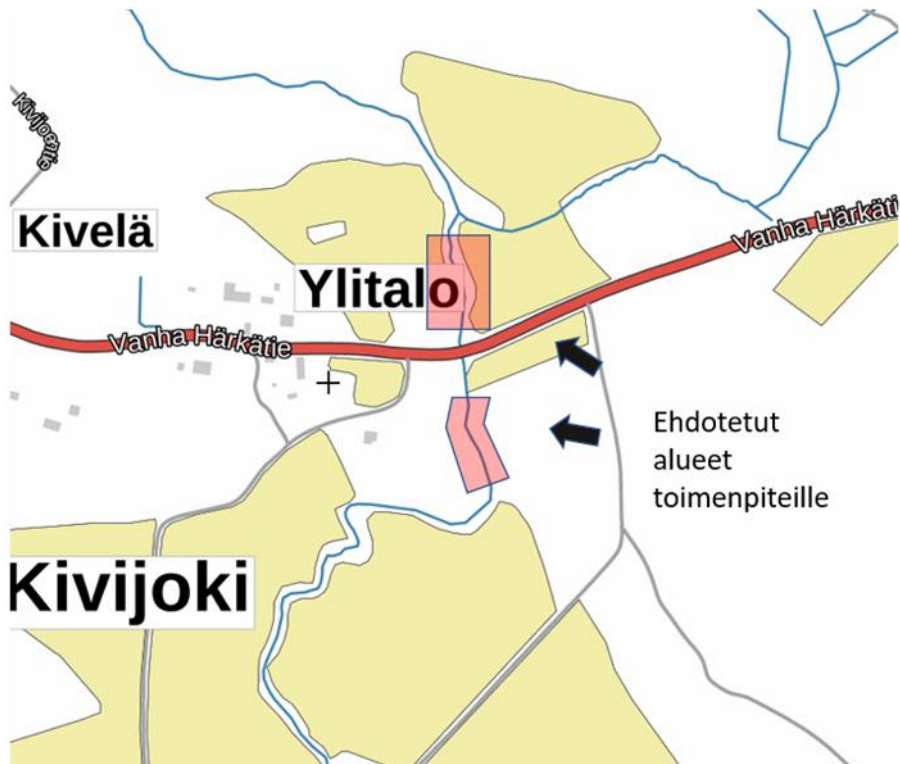
Kuva 20. Ehdotettu alue toimenpiteille Heinisuonojassa (MML, n.d.)



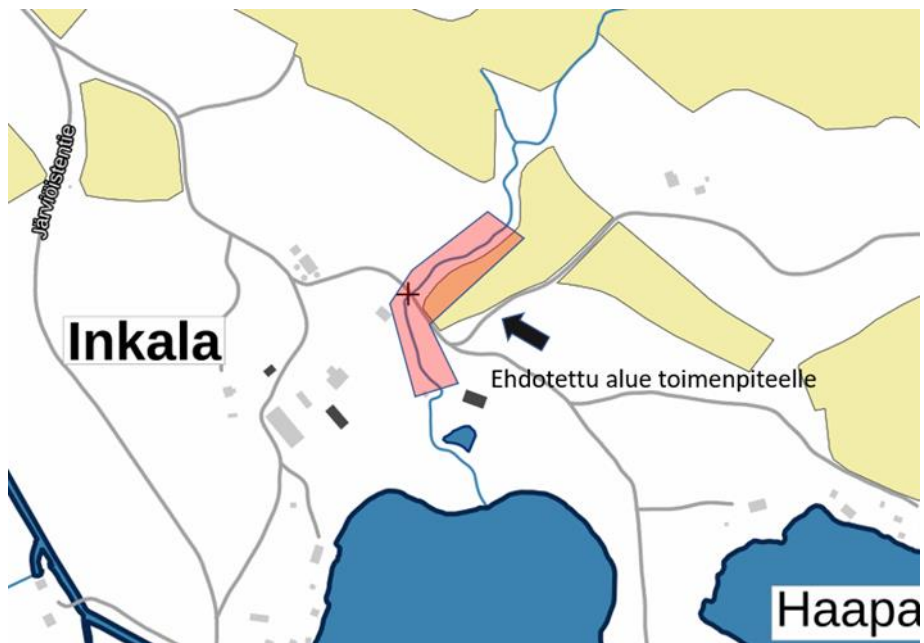
7.2.5 Kivioja

Kivioja on alueen vähiten kuormittava uoma, joten on järkevää tehdä suojelutoimenpiteitä ensisijaisesti muhin uomiin. Kiviojaan soveltuvia toimenpiteitä ovat laskeutusallas, fosforisieppari ja fosforisuodatin. Niiden avulla Kiviojan ravinnekuormat saataisiin kuriin. Kiviojan toimenpiteille on kaksi järkevää vaihtoehtoa (kuva 21 & 22).

Kuva 21. Ehdotettu alue toimenpiteelle Kiviojassa (MML, n.d.).



Kuva 22. Ehdotettu alue toimenpiteelle Kiviojassa (MML, n.d.).



7.2.6 Pohdinta

Alajärveen laskevien uomien tarkastelu oli itselle erittäin mieluinen tehtävä. Vesistöjen suojelu on kiinnostavaa ja haluaisin tehdä sitä myös tulevaisuudessa.

Aikaisempaa kokemusta vesiensuojelutoimenpiteistä minulla ei juurikaan ollut. Koulussa on tietenkin opiskeltu jotain käsitteitä, mutta iso osa asioista tuli täysin uutena. Se vaikeutti työn tekemistä alussa, mutta loppua kohden tekeminen helpottui. Varsinkin kuormituksen laskeminen oli itselle täysin uusi asia. Mittaustuloksia tarkastellessa jäi mieleen, kuinka tärkeää pitkän aikavälin mittaukset ovat. Yksi mittaus kertoo vain juuri sen hetkisen arvon eikä ollenkaan pitkän aikavälin dataa. Vähäisellä tiedolla on iso riski vääristää lopullisia tuloksia.

Opinnäytetyön aikana olisin voinut tehdä monia asioita toisin. Aikataulutus oli ehkä suurin ongelma työssä. Aivan alussa lähdin tekemään työtä eri tavalla, ja lopputuloksena ei ollut tyydyttävä tulos. Aloitin työn uudestaan alusta melkein kokonaan ja se aiheutti aikataulun kanssa ongelmia. Vasta loppua kohden sain kunnolla kiinni opinnäytetyön teosta ja sain työn valmiiksi. Jos aloittaisin työn nyt täysin alusta, tekisin itselle paremman aikataulun, jotta ei olisi niin kiire. Toisena mainittavana ongelmana näin asiasisällön valitsemisen ja tiivistämisen. Itse opinnäytetyö vaatii tiettyjä asioita ja tilaaja toivoo toisten asioiden painottamista. Vaikeaa oli valita, mihin asioihin työssä varsinaisesti keskittyy ja mitkä jätetään vähemmälle. Olen kuitenkin tyytyväinen työhön ja mielestäni se antaa hyvät yleistason ohjeet Alajärven vesiensuojelua ajatellen.

Lähteet

Alajärven ja Takajärven suojeluyhdistys. (28.5.2022). *Toimintasuunnitelma 2022*.

<https://alajarvitakajarvi.files.wordpress.com/2022/05/toimintasuunnitelma2022.pdf>

Alajärven ja Takajärven suojeluyhdistys. (n.d.). *Yhdistys*. <https://alajarvi-takajarvi.fi/tietoja/>

Forest.fi. (10.11.2021). *Uppopuulla tehoa valumavesien puhdistamiseen*. [Kuva 13].

<https://forest.fi/fi/tuotteet-palvelut/uppopuulla-tehoa-valumavesien-puhdistamiseen/#1f5e2b8b>

Granholt, K., Lundström, E., Äijö, H., Ortamala, M., Manninen-Johansen, S. & Mäkelä, S. (2017). *Menetelmiä ravinteiden ja veden pidättämiseksi osana kokonaisvaltaista pellonkuivatusta – soveltuvuus, vaikutus ja tietotarpeet*.

<https://www.vanajavesi.fi/vesienhallintakeino/fosforisieppari-ja-laskeutusallas/>

GTK. (n.d.) *Maankamara*. Haettu 8.7.2022 osoitteesta <https://gtkdata.gtk.fi/maankamara/>

Hellsten, H. (8.5.2020). Sedimentin fosfori rehevöittää kauan. *Natura 2020*, (2).

<https://www.naturelehti.fi/2020/05/08/sedimentin-fosfori-rehevoittaa-kauan/>

Hämeen ammattikorkeakoulu. (24.3.2023). *Opinnäytetyö*. <https://www.hamk.fi/opiskelijan-ohjeet/opinnaytetyo/>

Hämeenlinnan kaupunki. (10.2.2022). *Tervaniemen ulkoilualue*.

https://www.hameenlinna.fi/kulttuuri-ja-liikunta/liikunta-ja-ulkoilu/ulkoilu-ja-retkeily/tervaniemen_ulkoilualue/

Hämeenlinnan kaupunki. (27.2.2023). *Hiihtoladut*. <https://www.hameenlinna.fi/kulttuuri-ja-liikunta/liikunta-ja-ulkoilu/hiihtoladut/>

Härjämäki, K., Karhunen, A., Gustafsson, L., Paasilta, E. & Myllyoja, I. (2011). *Maa- ja metsätalousalueiden monimuotoisuus ja kosteikot*. Varsinais-Suomen elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen julkaisuja 2011 (9).

https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/82539/Varsinais-Suomen_ELY-keskuksen_julkaisu_9_2011.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Joensuu, S., Kauppila, M., Linden, M. & Tenhola, T. (30.12.2019) *Metsänhoidon vesiensuojeluun, työopas*. Tapion julkaisu. <https://tapio.fi/wp-content/uploads/2020/09/Metsanhoidon-suositukset-vesiensuojeluun-TAPIO-2019.pdf>

Joensuu, T. (2020). *Lietekuopat ja laskeutusaltaat*. Tapio Oy. Haettu 23.1.2023 osoitteesta https://www.metsa.fi/wp-content/uploads/2020/09/22092020_5-Samuli-Joensuu.pdf

Jussila, M., Liljaniemi, P., Karvonen, L., & Johansson, M. (2014). *Uudistushakkuu- ja maanmuokkausalueiden vesiensuojelutoimenpiteet*. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 71. <https://docplayer.fi/10344496-Vesiensuojelutoimenpiteet.html>

Jämsén, J. (2011). Ohjeistus virtaamansäätöpadon rakentamiseen. *Metsäkeskuksen julkaisu 2011 (5)*. <https://www.metsakeskus.fi/sites/default/files/document/ohje-virtaamansaato.pdf>

Järvi-meriwiki. (28.11.2014). *Sisäinen kuormitus*. https://www.jarviwiki.fi/wiki/Sis%C3%A4inen_kuormitus

Kaasinen S. (15.6.2010). *Valumavesien kemiallinen puhdistus ja suodatus*. osoitteesta https://kalenteri.turku.fi/sites/default/files/atoms/files/2010-valumavesien_kemiallinen_puhdistus_ja_suodatus.pdf

Kareksela, S., Ojanen, P., Aapala, K., Haapalehto, T., Ilmonen, J., Koskinen, M., Laiho, R., Laine, A., Maanavilja, L., Marttila, H., Minkkinen, K., Nieminen, M., Ronkanen, A.-K., Sallantausta, T., Sarkkola, S., Tolvanen, A., Tuittila, E.-S. ja Vasander, H. (2021). Soiden ennallistamisen suoluonto-, vesistö-, ja ilmastovaikutukset. Vertaisarvioitu raportti. *Suomen Luontopaneelin julkaisu 3b/2021*. https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/551091/Kareksela_et_al_2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Karosto, K & Lukkarinen, L. (2016). *Turpeen humuksen käyttäytyminen vedessä*. Mikkelin ammattikorkeakoulu. <https://core.ac.uk/download/pdf/80993331.pdf#page=31>

Keränen, T. (18.10.2019). *Metsien ja soiden muokkaus kostautuu ennennäkemättömällä tavalla vesistöissä – ranta-asukkaat ovat tilanteesta paremmin perillä kuin tutkijat*. Yle. <https://yle.fi/a/3-11019354>

Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys. (n.d.) *Hoitokalastus ja petokalakantojen vahvistaminen*. <https://vesienhoito.kvvy.fi/kunnostajan-abc/kalasto/kunnostustoimet/>

Kulmala, A. (15.6.2021). *Maatalouden vesiensuojelu*. MTK. <https://www.mtk.fi/-/maatalouden-vesiensuojelu>

Lehtola, J. (27.6.2019). *Kemiallisesti puhdistettu Littoistenjärvi on nyt täynnä levää – satumaisen turkoosin järven näkyvyys enää puoli metriä*. Yle. <https://yle.fi/a/3-10850220>

Loppijärven Ystävät Ry. (n.d.) *Järvimäenojan allas ja fosforisieppari*. [Kuva 17]. <https://www.loppijarvenystavat.fi/>

Luonnontila. (25.09.2014). *SV2 typpikuormitus*. <https://www.luonnontila.fi/fi/elinymparistot/sisavedet/sv2-sisavesien-typpikuormitus>

Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus. (n.d.) *Hevostarhojen valumavesien puhdistaminen*. <https://journal.fi/sms/article/view/77024/38172>

Maa- ja metsätalousministeriö. (n.d.). *Virtaamanhallinta ja patorakenteet vesiensuojelussa*. <https://metsanhoidonsuosituksset.fi/fi/toimenpiteet/virtaamanhallinta-ja-patorakenteet-vesiensuojelussa/toteutus>

Maa- ja metsätalousministeriö. (n.d.). *Virtaamanhallinta ja patorakenteet vesiensuojelussa*. [Kuva 19]. <https://metsanhoidonsuosituksset.fi/fi/toimenpiteet/virtaamanhallinta-ja-patorakenteet-vesiensuojelussa/toteutus>

Maanmittauslaitos. (n.d.) *Karttapaikka*. Haettu 27.4.2023 <https://www.maanmittauslaitos.fi/asioi-verkossa/karttapaikka>

Maanmittauslaitos. (n.d.) Karttapaikka. [Kuvat 14,18,20,21 ja 22].

<https://www.maanmittauslaitos.fi/asioi-verkossa/karttapaikka>

Malinen, T. & Vinni M. (2019). *Hämeenlinnan Alajärven ravintoverkkoselvitys vuonna 2017*. Helsingin yliopiston tutkimusraportti.

file:///C:/Users/35840/Desktop/Alaj%C3%A4rvi/ALaj%C3%A4rvi%20matsku/Alajrap_lopullinen.pdf

Mattila, M. (2005). *Ulkoisen kuormituksen vähentäminen*. Järvien kunnostus.

<https://core.ac.uk/download/pdf/18616436.pdf#page=139>

McCrackin, M. (2018). *What is internal load?* Baltic sea centre.

<https://balticeye.org/en/eutrophication/faq-internal-load/>

Metsäkeskus. (n.d.-a.). *Puumateriaalin lisääminen laskeutusaltaisiin*. osoitteesta

<https://docplayer.fi/214965299-Puumateriaalin-lisaaminen-laskeutusaltaisiin.html>

Metsäkeskus. (n.d.-b.). *Suometsän hoito*. <https://www.metsakeskus.fi/fi/metsan-kaytto-ja-omistus/metsanhoito-ja-hakkuut/suometsan-hoito>

Metsäkeskus. (n.d.-c.). *Valuma-alueen määrittäminen*.

<https://metsakeskus.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=4ab572bdb631439d82f8aa8e0284f663>

Nieminen, M., Ahti, E. (2000). Soiden metsätalouskäytön vesistövaikutukset. *Metsätieteen aikakauskirja*, 2000, (1). Haettu 17.1.2023 osoitteesta

<https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/533586/vesist%C3%B6.pdf?sequence=1>

Paikkatietoikkuna.fi (n.d.). *Paikkatietoikkuna*. <https://kartta.paikkatietoikkuna.fi/>

Pelli, P. (17.12.2021). *"Eikö tämä lopu ikinä?" – Luontoa tuhoava soiden ojittaminen jatkuu Suomessa kaikessa hiljaisuudessa, vaikka sen luultiin olevan jo historiaa*. Helsingin Sanomat.

<https://www.hs.fi/kotimaa/art-2000008474599.html>

Penttinen, K., Niinimäki, J. (2010). *Vesiensuojelun perusteet ja vesistöjen kunnostus*.

Opetushallitus

Puustinen, M., Koskiaho, J., Jormola, J., Järvenpää, L., Karhunen, A., Mikkola-Roos, M.,

Pitkänen, J., Riihimäki, J., Svensberg, M. & Vikberg, P. (2007). *Maatalouden*

monivaikutteisten kosteikkojen suunnittelu ja mitoitus. Suomen ympäristö 21. Haettu

7.5.2023 osoitteesta

https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/38401/SY_21_2007.pdf?sequence=3&isAllowed=y

Puustinen, M., Tattari, S., Väisänen, S., Virkajärvi, P., Rätty, M., Järvenranta, K., Koskiaho, J.,

Röman, E., Sammalkorpi, I., Uusitalo, R., Lemola, R., Uusi-kämpä, J., Lepistö, A., Hjerppe, T.,

Riihimäki, J. & Ruuhijärvi, J. (2019). *Ravinteiden kierrätys alkutuotannossa ja sen vaikutukset*

vesien tilaan. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 22.

https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/304956/SYKEra_22_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Ruokavirasto. (24.3.2022). *Ympäristökorvauksen sitoutumisehdot 2022*.

<https://www.ruokavirasto.fi/viljelijat/oppaat/sitoumus-ja-sopimusehdot/ymparistokorvauksen-sitoumusehdot/ymparistokorvauksen-sitoumusehdot-2022/>

Rönty, H. (19.1.2020). *Suomessa luotiin valtava ongelma, jonka korjaamiseen menee*

vuosisatoja: soista tehtiin metsää vuosia, koska sen ilmastovaikutuksia ei tajuttu. Yle.

<https://yle.fi/a/3-11157959>

Saloy Oy. (18.8.2014). *Tehokas fosforin, humuksen ja kiintoaineen vähentämismenetelmä*.

http://www.saloy.net/pdf/sahkoton_kemikalointi_esite_saloy.pdf

Saloy Oy. (18.8.2014). *Tehokas fosforin, humuksen ja kiintoaineen vähentämismenetelmä*.

[Kuva 16]. http://www.saloy.net/pdf/sahkoton_kemikalointi_esite_saloy.pdf

Siivonen, F. (23.8.2020). *Suo hoitaa vesiämme*. *Luonnonsuojelija*, 2020, (3). Haettu 17.1.2023

osoitteesta <https://www.sll.fi/2020/08/23/suo-hoitaa-vesiamme/>

Suomen luonnonsuojeluliitto. (n.d.) *Miksi ennallistaa*. <https://www.sll.fi/mita-me-teemme/suot/nain-toimimme/soiden-ennallistaminen/miksi-ennallistaa/>

Suomen ympäristökeskus (31.1.2020). *Metsistä ja soilta tuleva vesistökuormitus 2020*.

<https://www.syke.fi/fi->

[FI/Tutkimus kehittäminen/Tutkimus ja kehittämishankkeet/Hankkeet/Metsistä ja soilta tuleva vesistökuormitus 2020 MetsäVesi](https://www.syke.fi/fi-)

Suomen ympäristökeskus. (2013). *Yhdyskuntien ja haja-asutuksen vesiensuojelu*. Haettu

https://www.ymparisto.fi/fi-fi/vesi/vesiensuojelu/Yhdyskunnat_ja_hajaasutus

Suomen ympäristökeskus. (22.3.2023). *Laskeutusaltaat, lietekuopat ja -taskut*.

<https://www.ymparisto.fi/fi->

[fi/vesi/vesien_kaytto/maankuivatus_ja_ojitus/luonnonmukainen_peruskuivatus/Laskeutusaltaat](https://www.ymparisto.fi/fi-)

Suomen ympäristökeskus. (2.9.2021). *Viisasta virkistäytymistä vesillä*. osoitteesta

<https://www.vesi.fi/vesitieto/viisasta-virkistaytymista-vesilla/>

Suomen ympäristökeskus. (n.d.a) *VALUE – Valuma-alueen rajaustyökalu KM10*. Haettu

18.2.2023 osoitteesta <http://paikkatieto.ymparisto.fi/value/>

Suomen ympäristökeskus. (n.d.) *VALUE – Valuma-alueen rajaustyökalu KM10*. [Kuva 1].

Haettu 18.2.2023 osoitteesta <http://paikkatieto.ymparisto.fi/value/>

Suomen ympäristökeskus. (n.d.b). *Avoimet ympäristötietojärjestelmät*. Haettu 16.2.2023

osoitteesta <https://www.ymparisto.fi/scripts/hearts/welcome.asp>

Tarvainen, M & Ventelä, AM. (2007). *Pyhjärven suojelutyö 2000–2006*. Haettu 6.11.2022

osoitteesta <https://pyhajarvi-instituutti.fi/wp-content/uploads/2021/05/Pyhajarven-suojelutyö-2000-2006.pdf>

Tattari, S., Puustinen, M., Koskiahho, J., Röman, E. & Riihimäki J. (2015). *Vesistöjen*

ravinnekuormituksen lähteet ja vähentämismahdollisuudet. Suomen ympäristökeskuksen

raportteja 35.

https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/159464/SYKEra_35_2015.pdf?sequence=1

Turunen, J., Marttila, H., Kämäri, M., Saari, M., Heikkinen, K., Postila, H & Koljonen, S. (2019). *Kiintoaineen eroosio ja sedimentaatio virtavesissä – luonnollisesta prosessista virtavesien ongelmaksi*. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 46.

<https://helda.helsinki.fi/handle/10138/306978>

Vanhanen. (n.d.) Vesistöhankeet.

<https://vahanen.com/fi/palvelut/ymparisto/vesistohankkeet/>

Vanavesikeskus. (n.d.a). Alajärvi - kelpo uistelu- ja pilkkivesi.

<https://www.vanajavesi.fi/kalapaikkaopas/alajarvi-kelpo-uistelu-ja-pilkkivesi/>

Vanavesikeskus. (n.d.b.). Laskeutusaltaan tyhjennys.

<https://www.vanajavesi.fi/vesienhallintakeino/laskeutusaltaan-tyhjennys/>

Velin, T. (2013). *Vesiensuojeluratkaisuden yleissuunnitelma Taipalsaaren Kirkkosaaren valuma-alueelle*. <https://www.piensaimaa.fi/app/uploads/2021/02/Kirkkosaaren-vesiensuojeluratkaisut-22.3.2013.pdf>

Vesi.fi. (n.d.) *Vesienhoitoalueet*. [Kuva 2]. https://www.vesi.fi/vesienhoitosuunnitelmat-valmistuivat-kainuussa-toimia-toteutetaan-yhteistyolla/vesienhoitoalueet-suomessa_kuva_ely-keskus/

Vikman, A., Saari, P. & Väänänen, R. (2009). Suometsätalouden pintavalutuskentät-liukoisten ravinteiden ja orgaanisen hiilen pidättäjä vai päästöjen lisääjiä? *Metsätieteen aikakauskirja*, 2009, (4).

<https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/533374/Vikman.pdf?sequence=1>

Water science school. (5.6.2018). Dissolved oxygen and water. USGS.

<https://www.usgs.gov/special-topics/water-science-school/science/dissolved-oxygen-and-water>

Waterchain. (n.d.). Validation of piloted nutrient removal technologies.

<https://waterchain.eu/wp-content/uploads/2018/06/Validation-report-nutrients-25.6.18.pdf>

Waterchain. (n.d.). Validation of piloted nutrient removal technologies. [Kuva 15].

<https://waterchain.eu/wp-content/uploads/2018/06/Validation-report-nutrients-25.6.18.pdf>

Ympäristöhallinto. (2021). *Hajakuormituksen valumavesiä voidaan puhdistaa rankapuuta hyödyntävän biologisen menetelmän avulla.* [https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Hajakuormituksen_valumavesia_voidaan_puh\(60107\)](https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Hajakuormituksen_valumavesia_voidaan_puh(60107))