



Pihtiputaan Muurasjärven kunnostus

KVVY Tutkimus Oy



RAPORTTI

2021

nro 544/2021

Pihtiputaan Muurasjärven kunnostus

Tutkimusraportti nro 544/21, 31.8.2021

KVVY Tutkimus Oy 2021. Pihtiputaan Muurasjärven kunnostus. Tutkimusraportti nro 544/21 . 20 s.

Tekijät:

KVVY Tutkimus Oy/Tampere
Arja Palomäki, tutkija
Kirsi Kuoppamäki, ympäristöasiantuntija
Timo Niemelä, suunnittelija
Karri Reiman, suunnittelija

Tilaaja:

Pihtiputaan kunta / Salla Kumpulainen

Tämän tutkimusraportin saa kopioida vain kokonaisuudessaan.

SISÄLTÖ

1. JOHDANTO	1
2. MUURASJÄRVEN TILA JA VEDENLAADUN KEHITYS 1970-LUVULTA 2020-LUVULLE	1
3. VALUMA-ALUEEN MAANKÄYTTÖ JA KUORMITUS	5
4. MUURASJÄRVEN HYVÄN EKOLOGISEN TILAN TURVAAMISEEN TÄHTÄÄVÄT TOIMENPITEET	8
4.1 Valuma-alueen kuormitus ja sen vähentäminen	8
4.1.1. Fosforin ja typen tavoitekuorma	8
4.1.2. Kuormitusvähennyksen kohdistuminen	9
4.1.3. Vesiensuojelutoimenpiteiden kustannustehokkuus	9
4.2 Valuma-alueella toteutettavat kunnostustoimenpiteet	11
4.3 Järven vedenpinnan nosto	12
4.4 Muita, järvessä tehtäviä kunnostusmenetelmiä	16
5. YHTEENVETO JA JATKOTOIMENPITEET	17
5.1 Kunnostustoimien eteneminen	17
5.2 Kunnostustoimien jatkotarkastelu ja valinta	18
KIRJALLISUUSLUETTELO	20

LIITTEET

Liite 1. Valuma-aluekunnostusten jatkoselvityksiin soveltuvat kohteet

Pihtiputaan Muurasjärven kunnostus

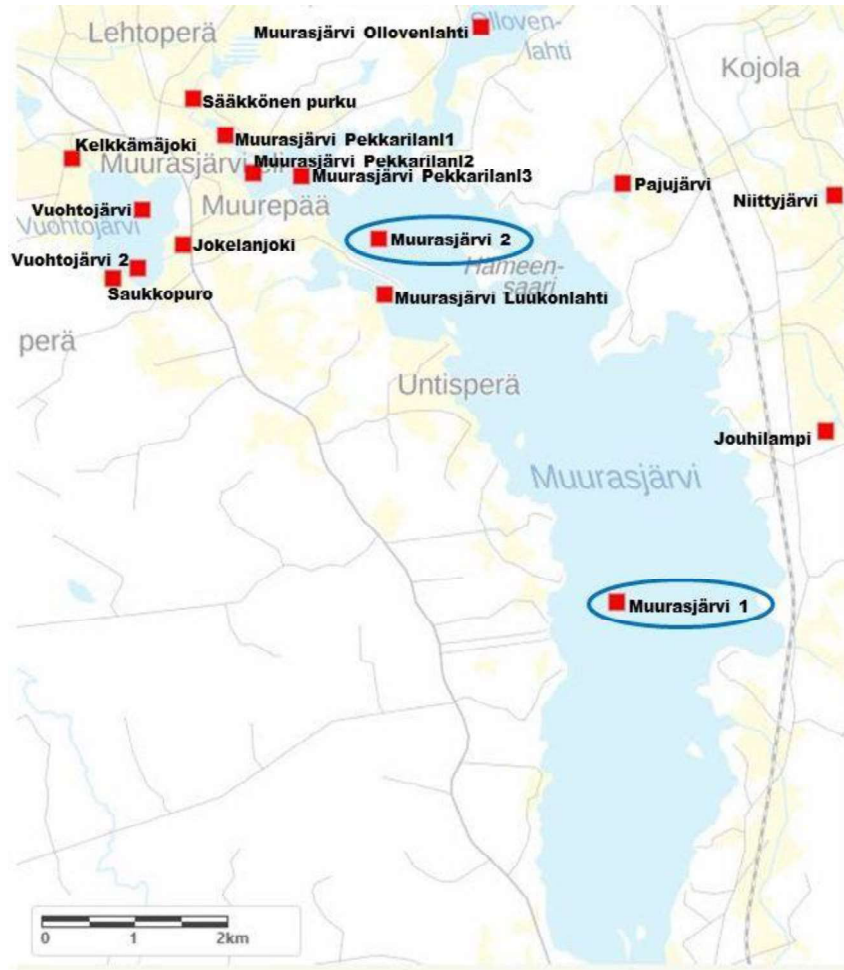
1. Johdanto

Pihtiputaan kunnan alueella sijaitsevan Muurasjärven tila on Keski-Suomen ELY-keskuksen mukaan (Vesienhoidon 3. suunnittelukauden ekologinen luokitus) vaarassa heikentyä nykyisestä ekologisen luokituksen tilasta hyvä tilaan tyydyttävä. Vesistöjen tilaan vaikuttaa suurelta osin ympäröivän valuma-alueen maankäyttö, joka aiheuttaa valumavesien mukana järveen kuormitusta. Ilmastonmuutoksen myötä sadannan on ennustettu kasvavan Suomessa 30 prosentilla (Ruosteenoja ym. 2016), joten valunta maa-alueilta vastaanottaviin vesistöihin ja siten myös kuormitus väistämättä lisääntyy. Tilannetta pahentaa entisestään säätilojen äärevöityminen, etenkin yleistyvät rankkasateet (Pfeiderer ym. 2019), jotka voimistavat kiintoaineen ja sen mukana mm. fosforin huuhtoutumista maaperästä. Lisäksi talvisin sade saadaan jatkossa enenevässä määrin vetenä eikä lumena (Pulliainen ym. 2020). Jos maanpinta ei ole talvella kasvillisuuden peittämä, kuormitus tulee kasvamaan myös talvisaikaan.

Järven tilan parantamiseksi Pihtiputaan kunta päätti paikallisten sidosryhmien kanssa aloittaa tilaa parantavien toimenpiteiden kartoituksen. Lisäksi Muurasjärven vedenpinnan korkeuden suuren vaihtelun vuoksi alueella on tehty kuntalaisaloite alivedenpinnan nostoon liittyen. Se perustuu pohjatytöhön, jossa jo yli 70 rantakiinteistön omistajalta on kirjallinen suostumus pinnan nostoon. Asiasta käydyssä paikallisessa keskustelussa on korostunut haitan ehkäisy: toimenpiteet eivät saisi vaikuttaa vedenlaatuun ja kalastoon. Myös alavien maiden vettäminen on huomioitava.

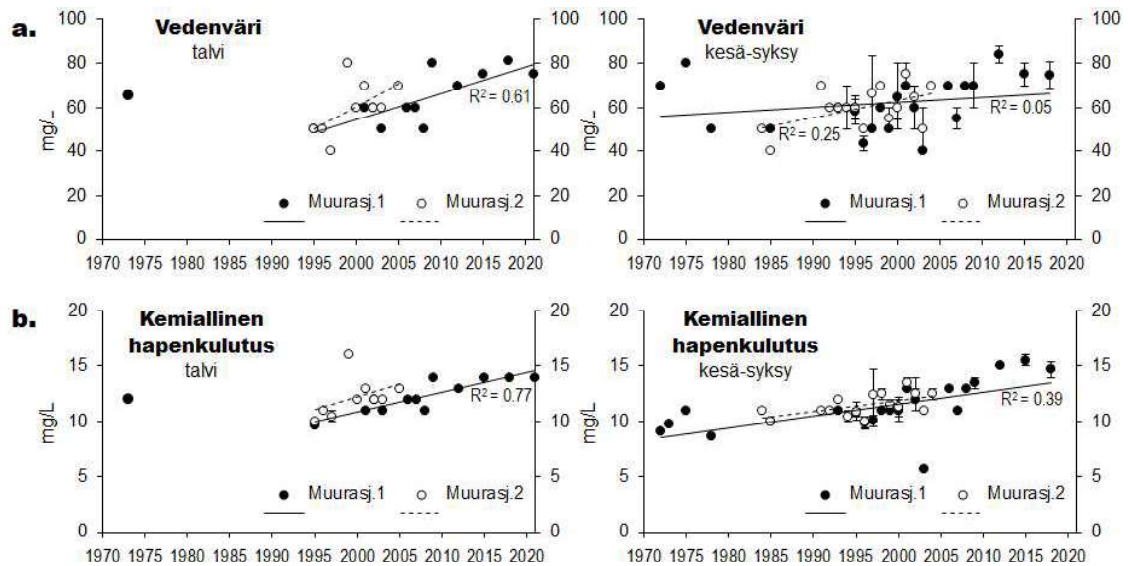
2. Muurasjärven tila ja vedenlaadun kehitys 1970-luvulta 2020-luvulle

Muurasjärvi on Suomen ympäristöhallinnon ympäristötietojärjestelmissä luokiteltu tyypiltään keskikokoiseksi humusjärveksi (Kh). Sen pinta-ala on 2104,8 ha. Suomalaiseksi järveksi se on varsin syvä: suurin syvyys on 35,7 m ja keskisyvyys 8,98 m. Hertta-tietokannassa Muurasjärven vedenlaatumuutoksia on vuodesta 1972 alkaen. Pisimmät ja kattavimmat aikasarjat löytyvät näytepisteistä Muurasjärvi 1 ja Muurasjärvi 2 (Kuva 2.1.), joista edellisessä suurin syvyys on 32 m ja jälkimmäisessä 13 m. Tässä raportissa esitetyt vedenlaatu tulokset on koostettu näistä kahdesta pisteestä ja ne lyhennetään jatkossa Muurasj.1 ja Muurasj.2.



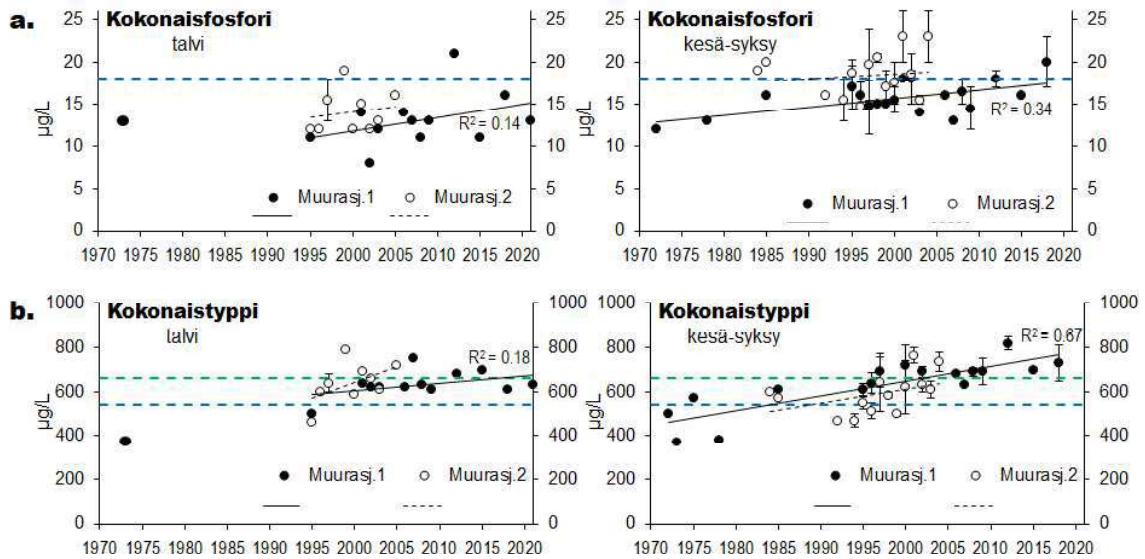
Kuva 2.1. Ympäristöhallinnon Hertta-tietokannassa olevat vedenlaadun havaintopisteet Muurasjärvellä. Tässä raportissa esitetyt tulokset ovat näytepisteistä Muurasjärvi 1 ja Muurasjärvi 2, joista on pisimmät ja kattavimmat aikasarjat ja jotka on kuvassa merkitty sinisillä soikioilla.

Suomen ja koko pohjoisen pallonpuoliskon vedet ovat tummuneet eli muuttuneet entistä ruskeammiksi viime vuosikymmeninä, kun vähentyneen happaman laskeuman ansiosta orgaaninen hiili (TOC) esiintyy aiempaa enemmän liukoisena, mikä johtaa humuspitoisuuden kasvamiseen. Maankäytön muutokset, kuten metsäojitukset lisäävät myös TOC-huuhtoutumista, mitä ilmastomuutoksen myötä kasvava sadanta entisestään kasvattaa (Lepistö ym. 2014). Muurasjärvellä veden tummuminen viime vuosikymmeninä on havaittavissa lähinnä vain talvikerrostuneisuuden lopulla otetuissa näytteissä mutta ei niinkään kesä- ja syysajan näytteissä (Kuva 2.2a). Vedenväriä selkeämmin on kasvanut kemiallinen hapenkulutus, joka osoittaa vedessä olevien hapettavien orgaanisten aineiden kuten humuksen määrää (Kuva 2.2b).



Kuva 2.2. Muurasjärven **a.** vedenvärin ja **b.** kemiallisen hapenkulutuksen talven (vasemmalla) ja loppukesänsyksen kerrostuneisuuskauden aikainen keskiarvo ($\pm$ keskiarvon keskivirhe; havaintojen määrä vuosittain vaihtelee, joiltakin vuosilta on vain yksi mittaustulos) 1 m syvyydessä talvella ja kesällä-syksyllä Muurasj.1- ja Muurasj.2-näytepisteissä. Talvitilanteen osalta 1970-luvulta on vain yksi mittaustulos, joka on jätetty pois aineistolle sovitusta lineaarisesta regressiosta. R^2 -arvot osoittavat selityssasteet.

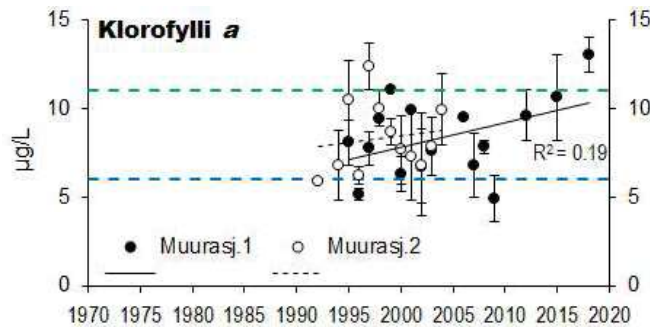
Rehevöityminen on vesistöjen suurin ja vaikeasti ratkaistava ongelma, jonka on ennustettu vain pahenevan hankalasti valuma-alueelta kertyvän hajakuormituksen ja, kuten edellä jo mainittiin, ilmastomuutoksen myötä voimistuvan kuormituksen vuoksi (Moss ym. 2011, Thornton ym. 2013, Le Moal et al. 2019). Muurasjärvelläkin kokonaisravinteiden pitoisuudet ovat olleet kasvussa niin talvella kuin avovesikaudellakin. Kokonaisfosforipitoisuudella mitattuna järvi on kuitenkin vielä enimmäkseen erinomaisessa tilassa keskikokoisille humusjärville asetetun luokkarajan mukaan ainakin eteläisemmässä Muurasj.1-havaintopisteessä, mutta pohjoisemmassa Muurasj.2-pisteessä pitoisuudet ovat olleet ajoittain koholla ja tyydyttävää vedenlaatua osoittavalla tasolla (Kuva 2.3a). Kokonaistyyppipitoisuudet ovat kuluvalle vuosituhannella olleet hyvää, viime vuosina jopa tyydyttävää tilaa osoittavalla tasolla (Kuva 2.3b). Pohjanläheisessä vedessä ei ole havaittavissa kohonneita fosforipitoisuuksia ja liuenneen hapen pitoisuudet ovat alhaisimmillaankin olleet noin 4 mg/L. Niinpä ainakaan vielä Muurasjärveä ei näyttäisi uhkaavan sisäinen kuormitus eli hapettomasta sedimentistä takaisin vesipatsaaseen vapautuvan fosforin aiheuttama levätuotannon kasvu ja sen myötä kiihtyvä hajotustoiminta, joka kuluttaa pohjanläheistä happea ja siten kiihdyttää fosforin vapautumista.



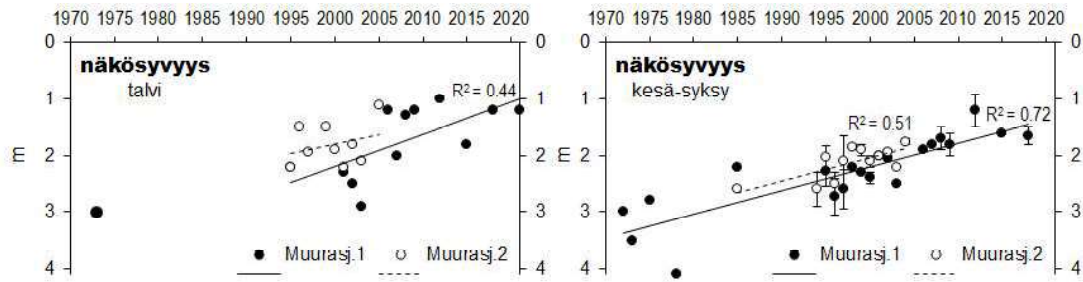
Kuva 2.3. Muurasjärven **a.** Kokonaisfosforin ja **b.** kokonaistyyppien talven (vasemmalla) ja loppukesän-syksyn kerrostuneisuuskauden aikainen keskiarvo ($\pm$ keskiarvon keskivirhe; havaintojen määrä vuosittain vaihtelee, joiltakin vuosilta on vain yksi mittaustulos) 1 m syvyydessä talvella ja kesällä-syksyllä Muurasj.1- ja Muurasj.2-näytepisteissä. Talvitilanteen osalta 1970-luvulta on vain yksi mittaustulos, joka on jätetty pois aineistolle sovitetusta lineaarisesta regressiosta. R^2 -arvot osoittavat selitysasteet. Siniset katkoviivat osoittavat erinomaisen ja hyvän (E/Hy) tilan välisen luokkarajan, vihreät katkoviivat hyvän ja tyydyttävän (Hy/T) väliset luokkarajat keskikokoisissa humusjärvissä.

Siinä missä ravinnepitoisuudet ovat olleet noususuunnassa myös Muurasjärven kasviplanktonin määrä näyttää hienoisesti kasvaneen klorofylli *a* -pitoisuudella mitattuna. Tämän perusteella järvi on kehityksessä ekologiselta tilaltaan hyvästä kohti tyydyttävää (Kuva 2.4). Klorofyllipitoisuuksia on tosin seurattu vasta 1990-luvun puolivälistä alkaen.

Kuva 2.4. Muurasjärven leväbiomassa klorofylli *a* -pigmentin pitoisuudella mitattuna (vuosikeskiarvo $\pm$ keskiarvon keskivirhe; havaintojen määrä vuosittain vaihtelee, yleensä 2-3 mittausta kesä-elokuulta) pinnanläheisessä 2 m paksuisessa vesipatsaassa Muurasj.1- ja Muurasj.2-näytepisteissä. R^2 -arvo osoittaa selitysasteen Muurasj.1-aseman aineistolle. Sininen katkoviiva osoittaa erinomaisen ja hyvän (E/Hy) tilan välisen luokkarajan, vihreä katkoviiva hyvän ja tyydyttävän (Hy/T) välisen luokkarajan keskikokoisissa humusjärvissä.



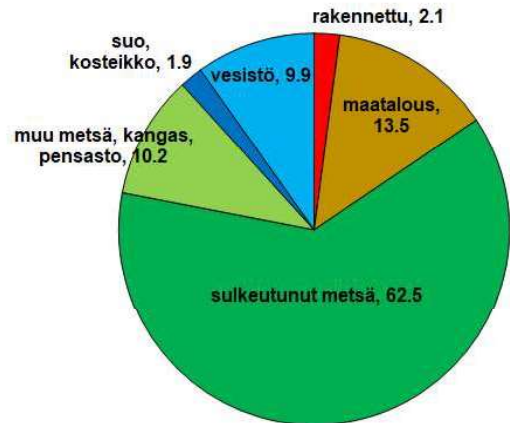
Tässä tarkastelluista Muurasjärven vedenlaatuparametreista selkein muutos on tapahtunut näkösyvytydessä, joka on heikentynyt koko tarkasteluajanjakson ajan (Kuva 2.5) ilmeisesti levämäärien runsastumisen ja vedenvärin hienoisen kasvun vuoksi. Näkösyvyyttä heikentävä veden sameus on vain hivenen lisääntynyt 1970-luvun tasosta 1 FNU nykyiseen tasoon 2 FNU.



Kuva 2.5. Muurasjärven näkösyvyyden talven (vasemmalla) ja loppukesän-syksyn kerrostuneisuuskauden aikainen keskiarvo ($\pm$ keskiarvon keskivirhe; havaintojen määrä vuosittain vaihtelee, joiltakin vuosilta on vain yksi mittaustulos) 1 m syvyydessä talvella ja kesällä-syksyllä Muurasj.1- ja Muurasj.2-näytepisteissä. Talvitilanteen osalta 1970-luvulta on vain yksi mittaustulos, joka on jätetty pois aineistolle sovitetusta lineaarisesta regressiosta. R^2 -arvot osoittavat selityssasteet.

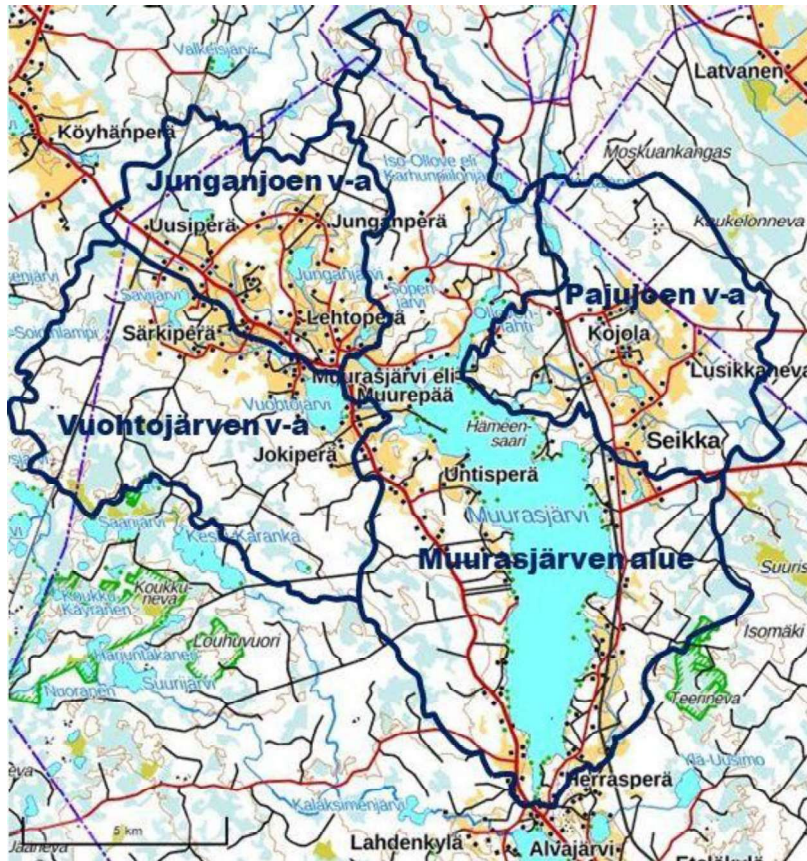
3. Valuma-alueen maankäyttö ja kuormitus

Muurasjärven valuma-alueen maankäyttömuodoista ylivoimaisesti yleisin on metsä ja seuraavaksi merkittävimmän osuuden muodostaa maatalousalueet (Kuva 3.1). Kymmenesosa alueesta on vesistöjä, mukaan lukien Muurasjärvi itse.



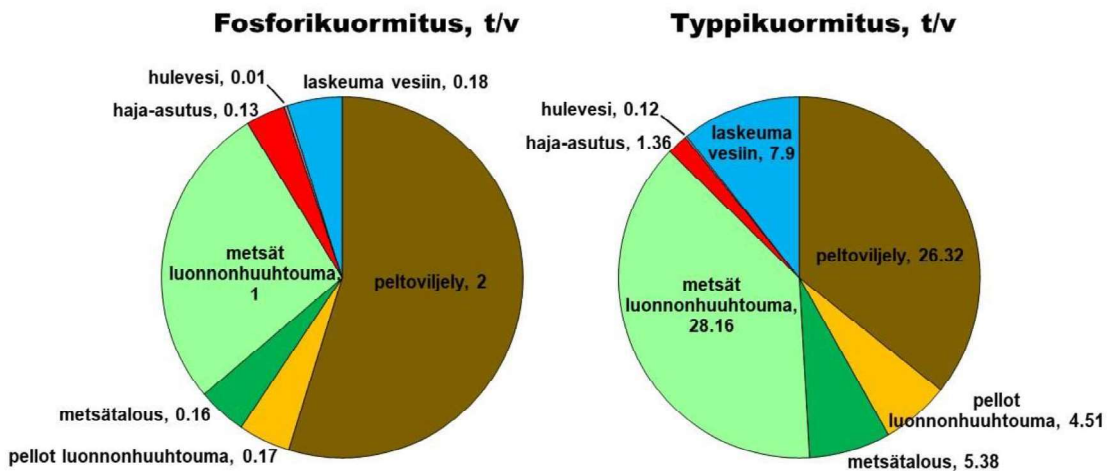
Kuva 3.1. Maankäyttömuotojen suhteellinen osuus (%) Muurasjärven valuma-alueella (aineisto: Corine 2012 / taso 2; VALUE -valuma-alueen rajaustyökalu).

Valuma-alueen kokonaispinta-ala on 221 km² (VALUE -valuma-alueen rajaustyökalu, SYKE) ja se jaetaan 3. jakovaiheessa neljään lähivaluma-alueeseen: Vuohojärven valuma-alue (14.487; 50 km²), Junganjoen valuma-alue (14.488; 31 km²), Pajujoen valuma-alue (14.489; 42 km²) ja Muurasjärven alue (14.482; 83 km²) (Kuva 3.2).



Kuva 3.2. Kartta Muurasjärven valuma-alueesta ja sen 3. jakovaiheen neljästä lähivaluma-alueesta.

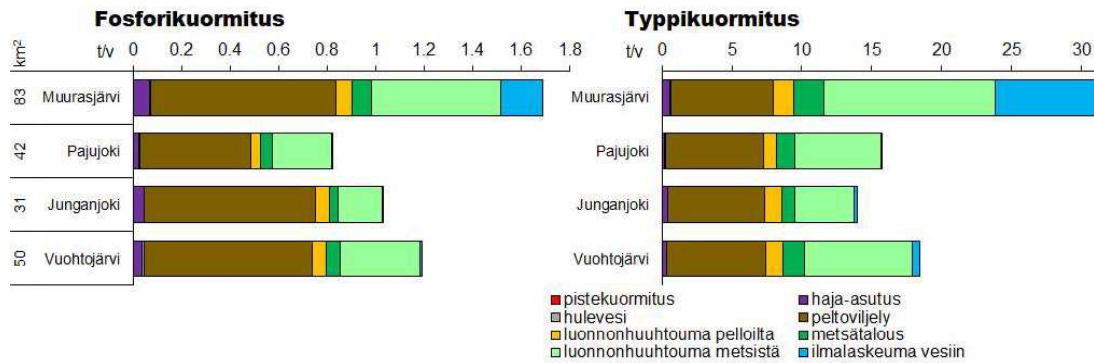
Suomen ympäristökeskuksen VEMALA-kuormituslaskentamallin ns. V1-version mukaan Muurasjärveen päätyvästä fosforikuormasta noin puolet on peräisin peltoviljelystä ja seuraavaksi merkittävin on luonnonhuuhtouma metsistä. Loppu neljännes jakautuu tasaisesti peltöjen luonnonhuuhtoumasta, metsätalouden, haja-asutuksen ja laskeuman kesken (Kuva 3.3). Typen kuormituslähteistä kolme neljänestä tulee puoleksi metsistä luonnonhuuhtoumana ja peltoviljelyalueilta. Typen laskeuman osuus on suurempi kuin fosforin, kun taas haja-asutuksen typpikuorma on hieman pienempi. Muurasjärven valuma-alueella ei ole turvetuotantoa eikä muutakaan pistekuormitusta, joka siksi jätettiin pois kuvasta 3.3.



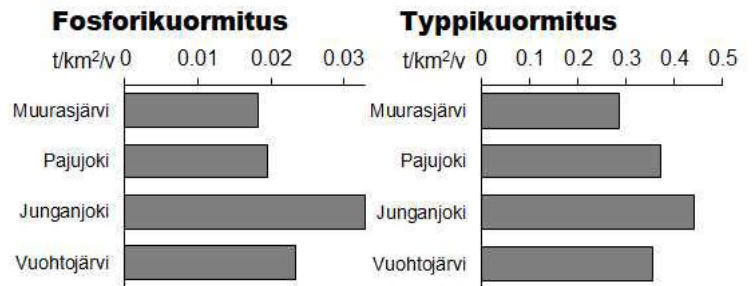
Kuva 3.3. Muurasjärveen vuositasolla päätyvä fosfori- ja typpikuorma (tonnia/vuosi) jaoteltuna kuormituslähteittäin. Valuma-alueella on vain hajakuormitusta eikä lainkaan pistekuormitusta, joka siksi jätettiin pois kuvasta.

Tämän raportin laadintahetkellä VEMALA-mallin V3-versiossa on virheitä ja siksi SYKEN suosituksesta (Huttunen, M., sähköpostikirjeenvaihto 26.8.2021) käytettiin sitä hieman vanhempaa V1-versiota.

Suurin ravinnekuormitus tulee Muurasjärven alueelta, mitä selittää osaltaan sen iso pinta-ala verrattuna muihin valuma-alueisiin (Kuva 3.4). Maatalousalueilla syntyvä fosforikuormitus on merkittävä kaikilla lähivaluma-alueilla, mutta Muurasjärven alueella korostuu myös metsäalueiden kuormitus. Vielä enemmän metsillä on merkitystä typpikuormituksessa. Pinta-alaan suhteutettuna Muurasjärven alueen ravinnekuormitus on pienin, mutta Junganjoen valuma-alueen kuormitus korostuu (Kuva 3.5).

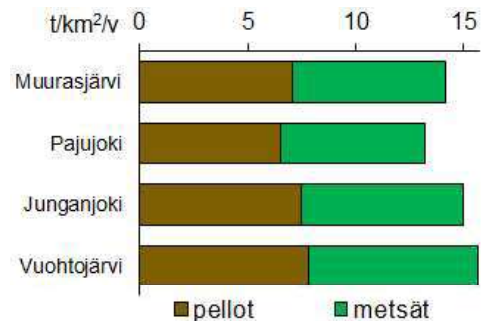


Kuva 3.4. Muurasjärven neljällä valuma-alueella vuositasolla syntyvä fosforin ja typen kuorma jaoteltuna eri kuormituslähteisiin. Kuvan vasemmassa reunassa näkyy myös kunkin alueen pinta-ala (km²).



Kuva 3.5. Vuotuinen fosfori- ja typpikuormitus Muurasjärven neljältä lähivaluma-alueelta pinta-alaan suhteutettuna.

Järven humuspitoisuutta ja siten veden tummumista aiheuttavan orgaanisen hiilen (TOC, total organic carbon) kuormituksesta puolet on VEMALA-mallin mukaan peräisin pelloilta, puolet metsäalueilta ja on hyvin samansuuruinen kaikilla Muurasjärven lähivaluma-alueilla (Kuva 3.5). Suomessa etenkin metsäojitukset lisäävät TOC-huuhtoumaa, mitä puolestaan edistää myös ilmastomuutoksen myötä kasvava sadanta.



Kuva 3.3. Vuotuinen orgaanisen hiilen (TOC, total organic carbon) kuormitus Muurasjärven neljän lähivaluma-alueen pello- ja metsä-alueilta pinta-alaan suhteutettuna.

4. Muurasjärven hyvän ekologisen tilan turvaamiseen tähtäävät toimenpiteet

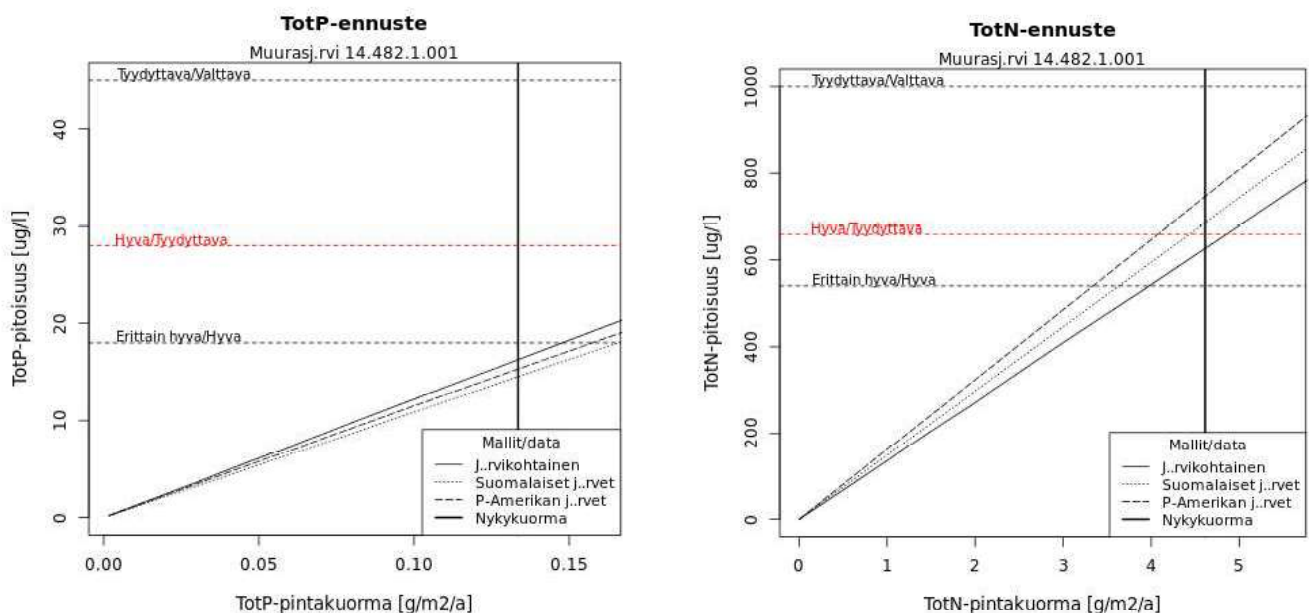
4.1 Valuma-alueen kuormitus ja sen vähentäminen

4.1.1. Fosforin ja typen tavoitekuorma

Ravinteiden tavoitekuorma on se kuormitustaso, jolla vesistössä saavutetaan tai turvataan hyvä ekologinen tila. Tavoitekuormaa tarkasteltiin LLR-mallin (Lake Load Response, Suomen ympäristökeskus) avulla. Lähtötietoina käytettiin järven vedenlaatu- ja hydrologisia tietoja (Hertta-rekisteri) sekä kuormitustietoja (Vemala). Vedenlaatatiedot ovat Muurasjärven keskisestä syvänteestä (Muurasj 1), jonka voidaan katsoa edustavan järven keskimääräistä vedenlaatua.

Mallilaskelman mukaan järven fosforikuorma on vielä tasolla, jolla keskimääräinen fosforipitoisuus kuvastaa erittäin hyvää ekologista tilaa (Kuva 4.1, Taulukko 4.1). Sen sijaan typpipitoisuus lähestyy nykyisellä kuormituksella hyvän ja tyydyttävän tilan rajaa. Pelkästään mallilaskelman perusteella varsinkin fosforikuormituksen vähentämistarvetta ei olisi, mistä kertovat taulukon 4.2 miinusmerkkiset kuormitusvähennystavoitteet.

Kuten edellä veden laatua käsittelevässä osassa on todettu, järven pohjoispäässä ravinnepitoisuudet ovat jonkin verran korkeampia kuin keskiosassa ja ovat ajoittain olleet tyydyttävää ekologista tilaa ilmentävällä tasolla. Pitoisuudet ovat olleet lievässä kasvusuunnassa ja järvi on arvioitu riskiohiteeksi viimeisimmässä ekologisessa luokituksessa. Kuormituksen vähentämiseen tähtäävien toimenpiteiden aloittamiseen on otollinen aika, kun tilanne on vielä hallittavissa.



Kuva 4.1. Muurasjärven fosforipitoisuus (vasemmalla) ja typpipitoisuus (oikealla) suhteessa kuormitustasoon pintakuormana ilmoitettuna Lake Load Response -mallin (LLR) mukaan. Pystyviiva osoittaa tämänhetkisen kuormituksen (ns. nykykuorma) ja yhtenäinen suora osoittaa kuinka paljon järvikohtaiset ravinnepitoisuudet kasvavat kun kuormitus lisääntyy. Vertailun vuoksi kuvassa esitetään ravinnepitoisuudet suhteessa kuormitukseen suomalaisissa järvissä (pisteiviivat) ja Pohjois-Amerikan järvissä (katkoviivat).

Taulukko 4.1. LLR-mallilla lasketut Muurasjärven fosforin ja typen nykykuormat ja tavoitekuormat.

	Kuorma		Kuormitusvähennys		
	g/m ² /v	kg/vrk	g/m ² /v	kg/vrk	%
Fosfori					
Nykykuorma	0.13	7.7			
Tavoitekuorma (järvikohtainen)	0.23	13.2	-0.10	-5.53	-71.8
Typpi					
Nykykuorma	4.61	266			
Tavoitekuorma (järvikohtainen)	4.82	278	-0.21	-12.1	-4.5

4.1.2. Kuormitusvähennyksen kohdistuminen

Suomalaisissa järvissä kuormituksen vähentämiseen tähtäävät toimet painottuvat yleensä fosforiin, joka on makeissa vesissä pääasiallinen rehevyytensä säätelvä, niin sanottu minimiravinne (Wetzel 2001). Fosforipitoisuuden lisääntyessä riski esimerkiksi sinileväkukinnoille kasvaa. Kaksi kolmannesta Muurasjärveen tulevasta fosforikuormasta on peräisin maataloudesta, joten se on sektori, jonka kuormituksen vähentämistoimet ovat vaikuttavimpia. Muidenkin sektorien, kuten metsätalouden ja haja-asutuksen kuormituksen vähentäminen on luonnollisesti tärkeää.

Valuma-alueittain tarkasteltuna Muurasjärven alueen (14.482) fosforin kokonaiskuorma on suurin, mutta Vuohojärven (14.487) ja Junganjoen (14.488) valuma-alueiden maataloudesta peräisin oleva kuorma on lähes yhtä suuri. Pinta-alaan suhteutettu kuorma on suurin Junganjoen valuma-alueella, kuten Vemala-mallikin osoitti (ks. kohta 3).

4.1.3. Vesiensuojelutoimenpiteiden kustannustehokkuus

Kutova-malli on Suomen ympäristökeskuksessa kehitetty Excel-pohjainen työkalu KUTOVA eli **K**ustannustehokkaiden **t**oimenpiteiden **v**alintatyökalu, jolla voidaan arvioida eri vesiensuojelutoimenpiteillä saavutettavissa olevaa fosforikuormituksen vähenemää maatalouden, metsätalouden, haja-asutuksen ja turvetuotannon osalta sekä toimenpiteiden kustannustehokkuutta. Työkalua voidaan käyttää myös muodostettaessa kustannustehokkaita toimenpideyhdistelmiä ja laskettaessa valittujen toimenpiteiden kustannuksia sekä yhteisvaikutuksia kuormitukseen. Tällä menetelmällä on osoitettu, että eri sidosryhmien välinen keskustelu ja yhteistyö paranee (Hjerpe & Väisänen 2015).

Kutova-mallitarkastelu tehtiin erikseen Muurasjärven neljälle valuma-alueelle (Taulukot 4.2-4.5). Mallin kustannustiedot ovat peräisin vuodelta 2014, joten kokonaiskustannus on korjattu elinkustannusindeksillä tämän hetken tasolle (2015=100, heinäkuu 2021=105,7). Tarkasteluun on otettu mukaan maa- ja metsätalous. Turvetuotantoa alueella ei ole, ja haja-asutuksen kuorman vähentäminen on paljolti riippuvainen mahdollisuuksista laajentaa kunnallista viemärointia.

KUTOVA-työkalun mukaan suojavyöhykkeitä kannattaa perustaa erityisesti kaltevimmille peltolohkoille. Kosteikot ovat kustannustehokkaimmillaan valuma-alueilla, joilla peltojen osuus on suuri. Monivuotinen nurmiviljely ja talviaikaisen eroosion torjunta ovat kustannustehokkaita kaltevilla peltolohkoilla. Ravinteiden käytön hallinnan avulla kuormituksen arvioidaan vähentyvän 3-5 % valuma-alue-

eesta riippuen. Valituilla toimenpiteillä fosforin kuormitusvähennys olisi 11-16 % (Taulukot 4.3-4.6). Metsätalousalueiden kuormituksen hallintaan työkalusta löytyy vain putkipadot ja lannoitettujen alueiden suojakaistat, joista edellä mainitut osoittautuivat tehokkaimmiksi.

Taulukko 4.2. Muurasjärven alueen (14.482) Kutova-tarkastelu.

Toimenpide	Lähtökuormitus kg P	Reduktio	Teoreettinen maksimimäärä	Toteutettava määrä	yksikkö	Kustannus- tehokkuus (€/P kg)	Kustannus (€)	Saavutettava kuormitus- vähennys (P kg)
Maatalous								
Suojavyöhykkeet, 3,0-6,0% kaltevuus	476	4 %	7	7	ha	164	3 150 €	19
Suojavyöhykkeet, >6,0% kaltevuus	485	3 %	2	2	ha	69	900 €	13
Pienet kosteikot (<0,5 ha), 30-50 % peltoa	7	34 %	1	1	kpl	311	708 €	2
Keskikokoiset kosteikot (0,5-2 ha), 30-50 % peltoa	52	34 %	3	3	kpl	344	6 065 €	18
Suuret kosteikot (> 2 ha), 20-30 % peltoa	52	34 %	1	1	kpl	254	4 496 €	18
Suuret kosteikot (> 2 ha), 30-50 % peltoa	38	34 %	1	1	kpl	345	4 496 €	13
Talviaikainen eroosion torjunta, 3,0-6,0% kaltevuus	490	4 %	83	83	ha	238	4 150 €	17
Talviaikainen eroosion torjunta, >6,0% kaltevuus	492	2 %	28	28	ha	134	1 400 €	10
Monivuotinen nurmiviljely, 3,0-6,0% kaltevuus	492	8 %	1	1	ha	106	50 €	0
Ravinteiden käytön hallinta	921	4 %	883	442	ha	1080	22 100 €	20
Metsätalous								
Lannoitusten suojakaista	10	50 %	1	1	ha	43	170 €	4
Metsätalouden putkipadot	76	50 %	18	18	kpl	123	4 671 €	38
						Yhteensä	52 357 €	174
						Korjattu	55 342 €	11 %

Taulukko 4.3. Vuohojärven valuma-alueen (14.487) Kutova-tarkastelu.

Toimenpide	Lähtökuormitus kg P	Reduktio	Teoreettinen maksimimäärä	Toteutettava määrä	yksikkö	Kustannus- tehokkuus (€/P kg)	Kustannus (€)	Saavutettava kuormitus- vähennys (P kg)
Maatalous								
Suojavyöhykkeet, 3,0-6,0% kaltevuus	454	4 %	7	7	ha	171	3 150 €	18
Suojavyöhykkeet, >6,0% kaltevuus	456	5 %	4	4	ha	72	1 800 €	25
Pienet kosteikot (<0,5 ha), 30-50 % peltoa	18	34 %	2	2	kpl	228	1 416 €	6
Pienet kosteikot (<0,5 ha), > 50 % peltoa	27	34 %	2		kpl	156	0 €	0
Keskikokoiset kosteikot (0,5-2 ha), > 50 % peltoa	73	34 %	2	2	kpl	163	4 044 €	25
Suuret kosteikot (> 2 ha), 20-30 % peltoa	24	34 %	1	1	kpl	548	4 496 €	8
Talviaikainen eroosion torjunta, 3,0-6,0% kaltevuus	466	4 %	87	87	ha	239	4 350 €	18
Talviaikainen eroosion torjunta, >6,0% kaltevuus	468	4 %	47	47	ha	133	2 350 €	18
Monivuotinen nurmiviljely, 3,0-6,0% kaltevuus	471	9 %	1	1	ha	106	50 €	0
Monivuotinen nurmiviljely, >6,0% kaltevuus	473	11 %	1	1	ha	46	50 €	1
Ravinteiden käytön hallinta	835	5 %	746	373	ha	954	18 650 €	20
Metsätalous								
Uudistushakkuiden suojakaista	10	10 %	1	1	ha	259	444 €	2
Lannoitusten suojakaista	7	50 %	1	1	ha	31	170 €	5
Metsätalouden putkipadot	51	50 %	9	9	kpl	91	2 336 €	26
						Yhteensä	43 305 €	172
						Korjattu	45 774 €	15 %

Taulukko 4.4. Junganjoen valuma-alueen (14.488) Kutova-tarkastelu.

Toimenpide	Lähtö- kuormitus kg P	Reduktio	Teoreettinen maksimimäärä	Toteutettava määrä	yksikkö	Kustannus- tehokkuus (€/P kg)	Kustannus (€)	Saavutettava kuormitus- vähennys (P kg)
Maatalous								
Suojavyöhykkeet, 3,0-6,0% kaltevuus	447	4 %	7	7	ha	180	3 150 €	18
Suojavyöhykkeet, >6,0% kaltevuus	454	3 %	4	4	ha	111	1 800 €	16
Pienet kosteikot (<0,5 ha), > 50 % peltoa	19	34 %	1	1	kpl	107	708 €	7
Keskikokoiset kosteikot (0,5-2 ha), 20-30 % peltoa	38	34 %	3	3	kpl	469	6 065 €	13
Keskikokoiset kosteikot (0,5-2 ha), 30-50 % peltoa	82	34 %	3	3	kpl	218	6 065 €	28
Keskikokoiset kosteikot (0,5-2 ha), > 50 % peltoa	60	34 %	2	2	kpl	198	4 044 €	20
Talviaikainen eroosion torjunta, 3,0-6,0% kaltevuus	462	4 %	89	89	ha	253	4 450 €	18
Talviaikainen eroosion torjunta, >6,0% kaltevuus	464	3 %	48	48	ha	207	2 400 €	12
Ravinteiden käytön hallinta	844	4 %	686	343	ha	920	17 150 €	19
Metsätalous								
Metsätalouden putkipadot	32	50 %	6	8	kpl	96	2 076 €	22
Yhteensä							47 908 €	171
Korjattu							50 639 €	16 %

Taulukko 4.5. Pajujoen valuma-alueen (14.489) Kutova-tarkastelu.

Toimenpide	Lähtökuormitus kg P	Reduktio	Teoreettinen maksimimäärä	Toteutettava määrä	yksikkö	Kustannus- tehokkuus (€/P kg)	Kustannus (€)	Saavutettava kuormitus- vähennys P kg)
Maatalous								
Suojavyöhykkeet, 3,0-6,0% kaltevuus	233	2 %	2	2	ha	199	900 €	5
Pienet kosteikot (<0,5 ha), > 50 % peltoa	18	34 %	1	1	kpl	118	708 €	6
Keskikokoiset kosteikot (0,5-2 ha), > 50 % peltoa	77	34 %	2	2	kpl	155	4 044 €	26
Talviaikainen eroosion torjunta, 3,0-6,0% kaltevuus	232	1 %	25	25	ha	388	1 250 €	3
Talviaikainen eroosion torjunta, >6,0% kaltevuus	232	1 %	6	6	ha	218	300 €	1
Monivuotinen nurmiviljely, 3,0-6,0% kaltevuus	237	3 %	1	1	ha	171	50 €	0
Ravinteiden käytön hallinta	544	3 %	550	275	ha	1830	13 750 €	8
Metsätalous								
Uudistushakkuiden suojakaista	9	10 %	1	1	ha	251	444 €	2
Lannoitusten suojakaista	6	50 %	1	1	ha	29	170 €	6
Metsätalouden putkipadot	45	50 %	8	10	kpl	92	2 595 €	28
Yhteensä							24 211 €	85
Korjattu							25 591 €	11 %

4.2 Valuma-alueella toteutettavat kunnostustoimenpiteet

Valuma-alueella toteutettavilla elinympäristökunnostuksilla ja vesienhallinnan toimenpiteillä voidaan vähentää tehokkaasti Muurasjärven ulkoista kuormitusta ja edesauttaa siten järven hyvän ekologisen tilan säilymistä. Alueelta kartoitettiin yli 200 tarkempaan jatkoselvitykseen soveltuvaa kunnostuskohdetta, joissa toteutettavilla ennallistamis- ja kunnostustoimenpiteillä voitaisiin parantaa valuma-alueen vedenpidätyskykyä tulvahaittojen estämiseksi sekä vähentää ulkoisesta ravinne- ja kiintoainekuormituksesta aiheutuvia vesistöhaittoja muun muassa vesistön rehevöitymiskehityksen pysäyttämiseksi. Vesienhallinnan tehostumisen lisäksi valuma-aluekunnostuksiin on usein mahdollista yhdistää hyvällä suunnittelulla myös luonnon monimuotoisuuden lisäämiseen sekä elinympäristöjen ja maiseman monipuolistamiseen ja parantamiseen liittyviä tavoitteita.

Esiin nousseiden kunnostuskohteiden kirjo on lähtökohtaisesti laaja mutta kohdevalinnan yhteinen nimittäjä on kaikissa kohteissa sama eli mahdollisuus edistää vesiensuojelua ja luonnon monimuotoisuutta mahdollisimman kustannustehokkaiksi tiedetyillä toimenpiteillä. Esimerkiksi kosteikkokartoituksessa esiin nostetut kohteet valittiin lähinnä niistä kohdeympäristöistä, joissa kosteikko päästäisiin perustamaan maanpinnan muotojen perusteella ensisijaisesti ainakin osaksi suoraan patoamalla.

Kunnostuskohteiden joukossa on niin ikään Muurasjärven valuma-alueen latvaosiin sijoitettavia laajoja soiden elinympäristökunnostus -ja/tai ennallistamiskohteita kuin myös pienten metsävaltaisten valuma-alueiden kosteikkoja. Muurasjärven peltovaltaisilta alueilta esiin nostettujen kunnostuskohteiden määrä on valuma-alueen metsävaltaisia latva-alueita vähäisempi, mikä selittyy ainakin osaksi alueiden odotettavissa olevien maankäyttöpaineiden eroilla. Korostettakoon kuitenkin, ettei yhdenkään kunnostuskohteen tosiasiallista perustamispotentiaalia ole voitu arvioida tässä tarkastelussa alueiden maanomistajien määrittelemistä maankäytön tavoitteista ja muista reunaehdoista käsin. Joka tapauksessa voidaan kuitenkin arvioida, että maatalousympäristöihin toteuttavissa olevilla kosteikoilla ja muilla vesienhallinnan kohteilla olisi saavutettavissa metsäkosteikkoihin verrattuna suurempia vesiensuojeluhyötyjä etenkin ravinteiden pidätyksessä, sillä peltovaltaisilla alueilla valumavesien ravinnepitoisuudet ovat pääsääntöisesti metsävaltaisten valuma-alueiden vesien ravinnepitoisuuksia korkeampia, mikä parantaa kosteikon hyötysuhdetta ravinteiden pidättäjänä.

Ojitusyhteisöjen hallinnoimissa maatalousympäristöjen uomissa on mahdollista toteuttaa lisäksi laaja-alaisia peruskuivatuksen ja vesienhallinnan parantamiseen tähtääviä uomakunnostushankkeita, joissa uomien rakenteellista monimuotoisuutta ja vesiensuojeluhyötyjä voidaan edistää muun muassa kosteikkojen, pohjapatojen ja 2-tasouomarakenteiden avulla. Suoristettuja uomia voidaan myös muuttaa mutkittaviksi eli lisätä ns. meanderointia, jolloin veden virtaus osin hidastuu ja näin kiintoaine laskeutuminen tehostuu.

Muita uusia menetelmiä kehitellään aktiivisesti, esimerkiksi PuuMaVesi-hankkeessa (<https://www.syke.fi/hankkeet/puumavesi>) on saatu lupaavia tuloksia puumateriaalin käytöstä ravinteiden sitojana virtavesissä. Puumateriaalin ohella voidaan käyttää myös esimerkiksi olkipaaleja. Erittäin kuormittavissa kohteissa voidaan harkita myös veden ohjaamista suodattaviin rakenteisiin, joissa on esimerkiksi fosforia tehokkaasti sitovia, tarkoin kohteeseen valikoituja materiaaleja, kuten tietyt biohiilet, erikoiskevytsora- tai betonimursketuotteet.

Kuvattujen toimenpiteiden yhdistämisellä ja oikealla kohdentamisella saavutetaan maatalouden ja metsätalouden maankäyttöön liittyviä parannuksia. Maatalouden puolella parannusten avulla voidaan parhaillaan saavuttaa myös maanrakenteen parantamiseen liittyviä toimenpiteitä. Näillä on suora vaikutus maankasvukuntoon, saavutettaviin satotasoihin sekä pellon pintavalunnan hallintaan.

Valuma-aluekunnostusten tarkempiin jatkoselvityksiin soveltuvat kohteet on esitetty liitteessä 1.

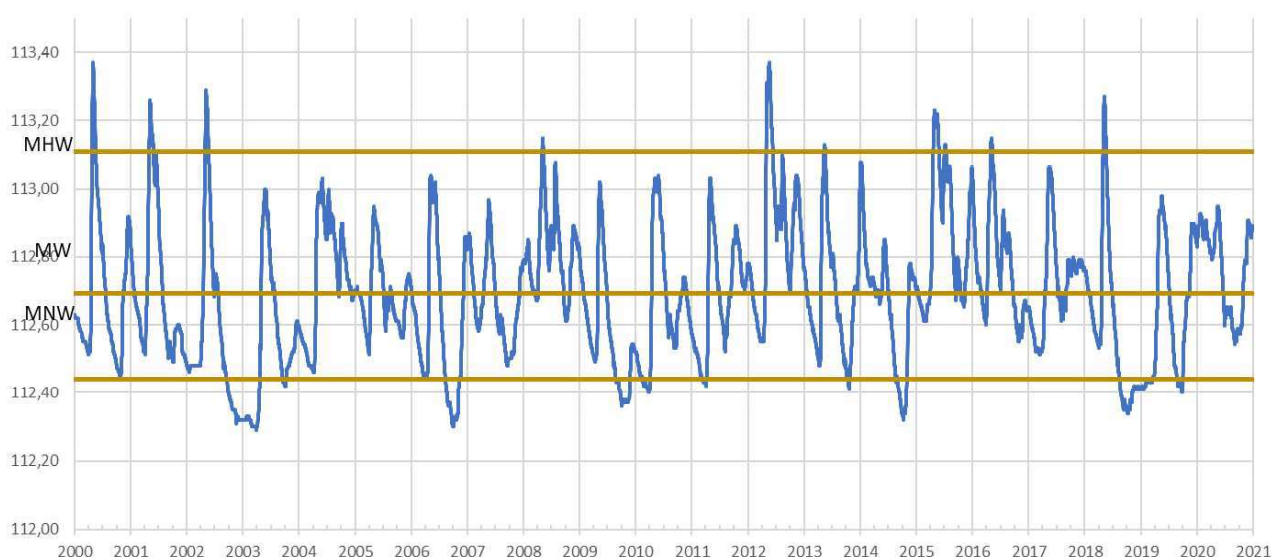
4.3 Järven vedenpinnan nosto

Muurasjärven pinnan vuosittainen tasovaihtelu on ajoittain suuri, jopa lähes metri. Vuoden alimman ja korkeimman vesipinnan tason erot ovat olleet vuosina 2000–2020 keskimäärin 67 cm (Taulukko 1, Kuva 12). Aliveden korkeutta voitaisiin nostaa järven luusuaan rakennettavalla pohjapadolla. Järven vedenpinnan nostolla voidaan paitsi vähentää vedenkorkeuden äärevyyttä myös hillitä järven um-

peenkasvua ja joissain tapauksissa parantaa järven vedenlaatua. Näin toimenpiteellä voidaan edistää virkistyskäyttöä. Muurasjärvellä vedenpinnan noston vaikutus vedenlaatuun jäisi todennäköisesti kuitenkin vähäiseksi. Umpeenkasvua esiintyy lähinnä järven pohjoispuolen matalilla lahtialueilla. Merkittävin saavutettava hyöty vedenpinnan nostosta Muurasjärvellä saataisiin nostamalla keskialiveden korkeutta.

Taulukko 4.6. Muurasjärven vedenkorkeudet (N2000) vuosina 2000–2020.

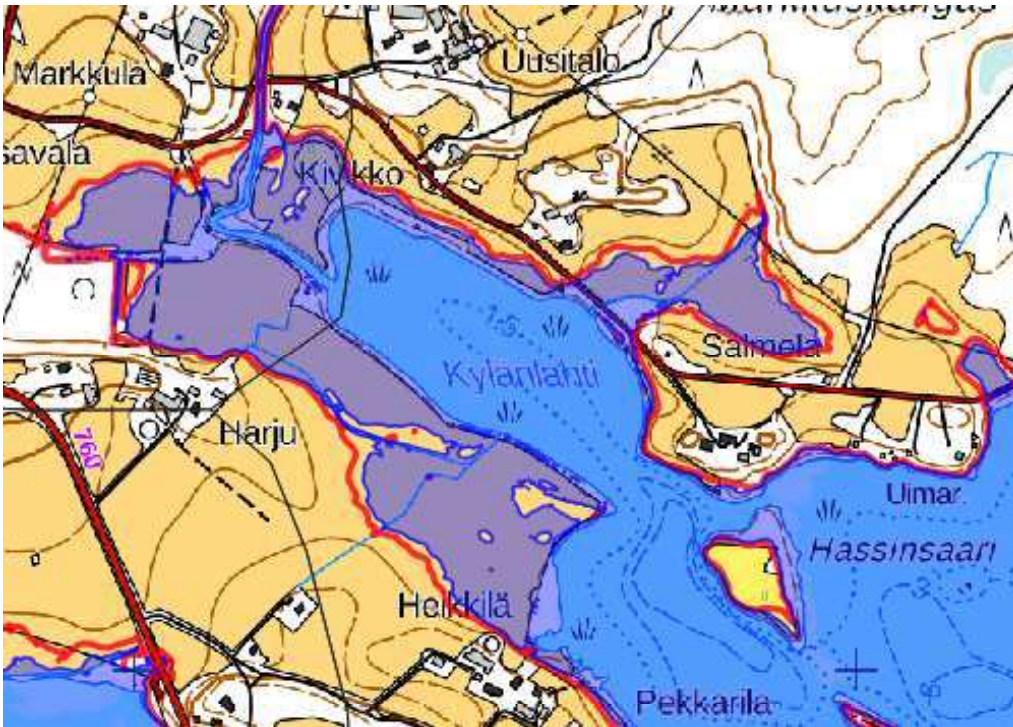
Muurasjärvi		2000-2020	Kevät	Kesä	Syksy	Talvi
Alivesi	NW	112,29	112,29	112,36	112,30	112,30
Ylivesi	HW	113,37	113,37	113,19	113,04	113,08
keskialivesi	MNW	112,44				
Keskivesi	MW	112,69				
keskiylivesi	MHW	113,11				



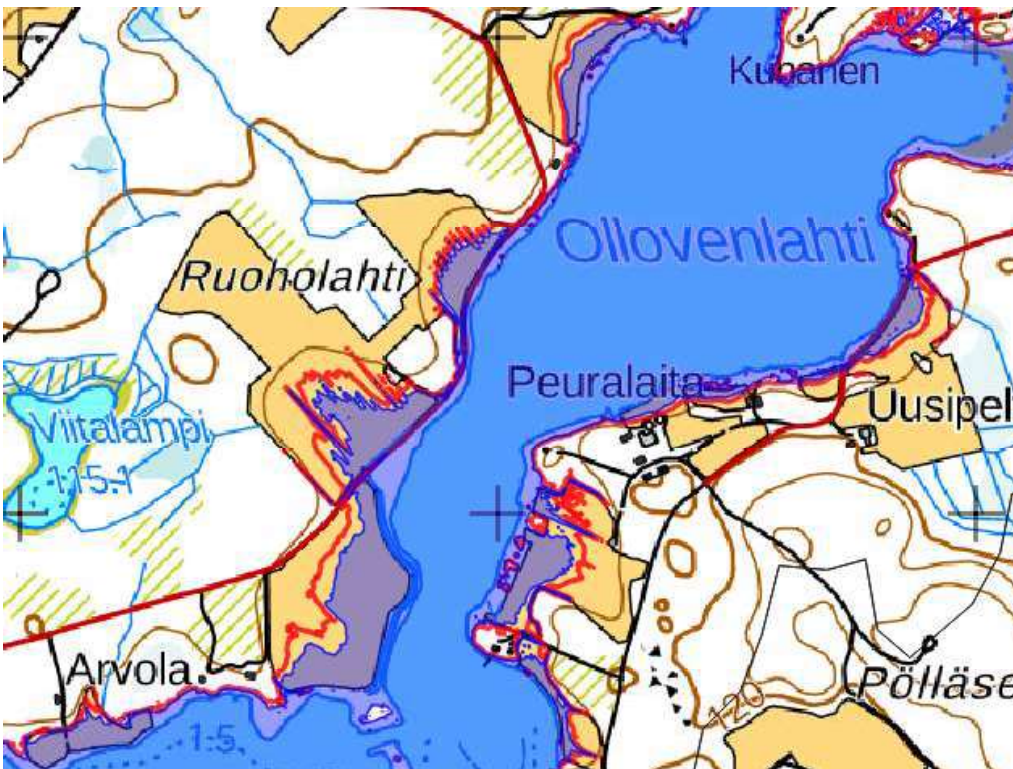
Kuva 4.2. Muurasjärven vedenkorkeuden (N60+m) vaihtelut sekä keskiylivesi (MHW), keskivesi (MW) ja keskialivesi (MNW) vuosina 2000–2021.

Ilman tarkempia tutkimuksia luotettavaa arviota aliveden noston tarpeesta ja vaikutuksesta ei voida tehdä. Tässä raportissa vaikutuksia on selvitetty lähinnä karttatarkastelun kautta. Aliveden nosto nostaa lähes aina myös järven keskimääräistä vedenkorkeutta. Selvimät vaikutukset nähdään Muurasjärven pohjoisosien viljelyalueilla. Vedenpinnan nosto vaikuttaa suoraan ranta-alueilla sijaitsevien alavien peltoalueiden viljeltävyyteen. Tässä raportissa vettymisvyöhykkeen on katsottu ulottuvan metrin korkeudelle keskiveden yläpuolelle. Mahdollisen vedenpinnan nousun vaikutuksia vettymiseen ja muutoksiin peltoviljelyn kuivavaraan tutkittiin vertaamalla nykyisen ja tulevan keskiveden vaikutuksia.

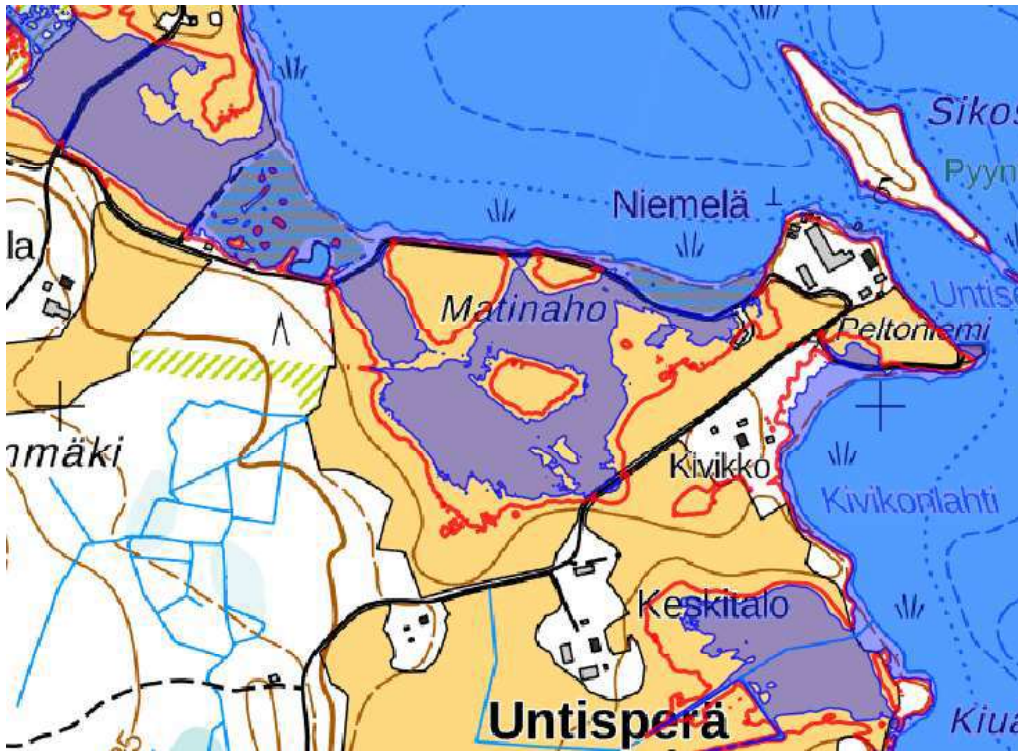
Nykyisen keskiveden vallitessa ja tämän suoritetun karttatarkastelun tuloksena nykyisen ns. vettymisvyöhykkeen pinta-ala on 192,64 ha. Keskiveden nousun myötä pinta-ala kasvaa 259,76 ha eli 67,1 ha verran. Kuvissa 4.3–4.6 lisääntynyt pinta-ala on esitetty punaisella viivalla.



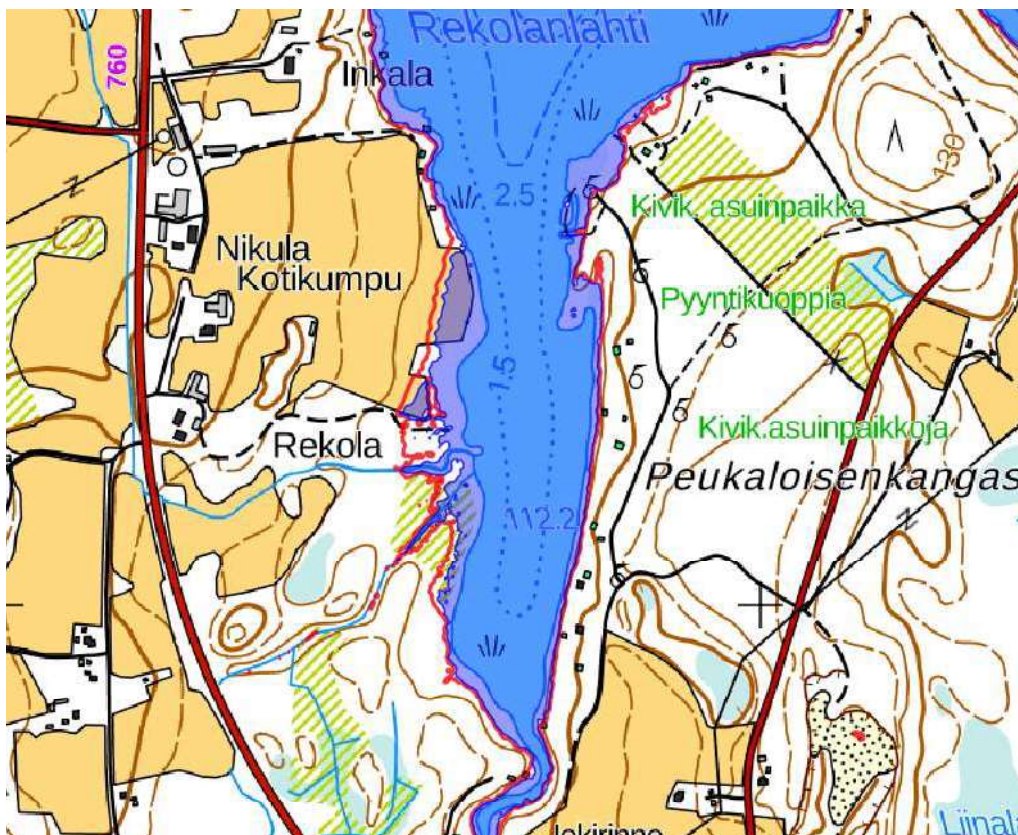
Kuva 4.3. Vettymisvyöhyke Muurasjärven Kylänlahden ympäristössä vedenkorkeuksilla +112,69 (sininen alue) ja +112,99 (punainen viiva).



Kuva 4.4. Vettymisvyöhyke Muurasjärven Ollovenlahden ympäristössä vedenkorkeuksilla +112,69 (sininen alue) ja +112,99 (punainen viiva).



Kuva 4.5. Vettymisvyöhyke Muurasjärven Kivikonlahden ympäristössä vedenkorkeuksilla +112,69 (sininen alue) ja +112,99 (punainen viiva).



Kuva 4.6. Vettymisvyöhyke Muurasjärven Rekolanlahdella vedenkorkeuksilla +112,69 (sininen alue) ja +112,99 (punainen viiva).

Vedenpinnan noston seuraukset koskettavat suurta osaa ranta-asukkaista ja vesistön käyttäjistä. Toimenpide edellyttää aina aluehallintoviraston lupaa. Suunnitteluvaiheessa on välttämätöntä tehdä yhteistyötä eri asianosaisten kesken ja varmistaa yksimielisyys tavoitteista. Sarvilinna ja Sammalkorpi (2010) ovat listanneet vedenpinnan noston hyviä ja huonoja puolia, joista Muurasjärven tapauksessa hyviä olisivat virkistyskäytön mahdollisuuksien paraneminen ja huonoja todennäköisesti raskaat ja aikaa vievät suunnittelu- ja lupaprosessit sekä ravinteiden huuhtoutuminen erityisesti ensimmäisten vuosien aikana, jos veden alle jää uusia alueita.

4.4 Muita, järvessä tehtäviä kunnostusmenetelmiä

Järven kunnostuksessa toimenpiteet valuma-alueella ovat tärkeimpiä, koska jos ulkoiseen kuormitukseen ei puututa, järvessä käytettävät menetelmät ovat vailla pohjaa. Kokonaisvaltaisessa järvikunnostuksessa voidaan yhdistää sekä valuma-alueella että itse järvessä tehtävät toimet.

Vesikasvillisuuden poisto

Vesikasvien, eritoten ilmaversoisten ja umpeenkasvua aiheuttavien kasvien poistaminen on käytettyimpiä rehevöityneiden vesistöjen kunnostustapoja. Tavoitteena on parantaa lähinnä järven virkistys- ja maisema-arvoja, kun liiallinen vesikasvillisuus tai rannan liettyminen aiheuttaa haittaa rantojen käytölle. Vesikasvien poistolla voidaan edesauttaa järvellä liikkumista, uimista ja kalastusta. Kannattaa kuitenkin pitää mielessä, että kasvillisuus pidättää ravinteita, sitoo pohja-ainesta ja siten vähentää sedimentin sekoittumista vesipatsaaseen, lisää luonnon monimuotoisuutta ja tarjoaa elinympäristön monipuoliselle eliöstölle. Ylitiheän kasvillisuuden poisto voi kuitenkin olla merkittävä keino kalaston ja linnuston elinolojen parantamiseksi. Kasvillisuuden poistolla umpeenkasvaneista salmista, joki-suista ja luusuista voidaan lisätä veden virtausta ja parantaa osaltaan myös veden laatua.

Kortetta, kaislaa, ruokoa ja muita ilmaveroisia vesikasveja voidaan vähentää niittämällä. Lumpeen tai ulpukan niitto tuottaa yleensä vain vaatimattomia tuloksia, koska niillä on juuristossaan runsaasti ravinteita uudelleenkasvuun. Uposlehtisiä vesikasveja, joita ovat esimerkiksi vidat ja vesisammal, ei tule niittää, koska ne voivat lisääntyä palasista, joista kasvaa nopeasti uusia versoja. Niittoa tehokkaampi tapa kelluslehtisten kasvien vähentämiseen on juurakoiden poisto. Menetelmä on niittoa kalkeampi, mutta sen kustannukset ja haittavaikutukset jäävät ruoppaukseen verrattuna pieniksi, koska järvestä poistetaan vain juurakot, ei sedimenttiä. Onnistuneen juurakoiden poiston vaikutus kasvustoihin on useita vuosia. Työstä aiheutuvan tilapäisen samentuman ja mahdollisen ravinteiden vapautumisen takia työ tulisi suorittaa syksyllä.

Vain pienimuotoiset niitot saa tehdä ilman lupaa. Asiasta on kuitenkin ilmoitettava kuukausi etukäteen vesialueen omistajalle ja alueelliselle ELY-keskukselle. Laajaan vesikasvien niittoon tarvitaan aina lupa. Laajoja niittoja suunniteltaessa tulee niittokohteelta tehdä perusteellinen kasvillisuuskartoitus. Laajat niitot vaativat usein kasvillisuus selvityksen lisäksi myös luontoarvoselvityksen. Jos niittoja aiotaan tehdä suojelualueilla, ne tulee suunnitella viranomaisien kanssa yhteistyössä.

Ruoppaus

Jos rannan mataluus hankaloittaa uimista, veneilyä ja muuta virkistyskäyttöä, kyseeseen saattaa tulla ruoppaus. Se ei kuitenkaan ole ainoa keino estää rannan mataloitumista eikä se paranna järiveden laatua (Sarvilinna & Sammalkorpi 2010). Matalat rannat ja tulva-alueet ovat sitä paitsi monimuotoisia elinympäristöjä. Ruoppaus aiheuttaa veden samenenemistä, ravinteiden vapautumista pohjasedimentistä, kalojen kutualueiden tuhoutumista, ranta-alueiden syöpymistä ja sortumista ja maiseman ru-

mentumista sekä voi häiritä muita järven käyttäjiä. Vähäisestäkin ruoppauksesta tulee ilmoittaa etukäteen ELY-keskukseen ja siitä on syytä keskustella myös vesialueen osakaskunnan, kunnan viranomaisten ja rajanaapureiden kanssa.

Hoitokalastus/ravintoketjukurkunnostus

Voimakkaan ravinnekuormituksen seurauksena järvessä voi olla satoja kiloja särkikaloja hehtaarilla ja vähän petokaloja, runsaasti ravinteita sedimentissä, vähän uposkasveja, voimakas kasviplanktontuotanto ja sitä kautta voimistunut hajotustoiminta, joka voi johtaa pohjanläheisten vesikerrosten ajoittaiseen hapettomuuteen ja ravinteiden vapautumiseen sedimentistä. Runsa särkikalakanta aiheuttaa ja ylläpitää järven sisäistä kuormitusta, veden korkeaa fosforipitoisuutta, sinileväkukintoja ja planktonia syövinä kaloina ne pitävät eläinplanktonyhteisön yksilökoon pienenä ja siten kasviplanktoniin kohdistuvan laidunnuksen heikkona. Jotta hoitokalastuksella saadaan vaikutuksia vedenlaatuun, siihen tulee panostaa riittävän voimakkaasti ja useiden vuosien ajan. Ravintoketjukurkunnostukseen kuuluu myös petokalojen istutuksia, kalastuksen ohjausta sekä kalojen elinympäristön hoitoa. Näillä toimenpiteillä voidaan saavuttaa huomattavakin näkösyvyyden kasvu, leväkukintojen väheneminen ja sisäisen kuormituksen kierteen heikentyminen ja siten luoda edellytykset ravintoverkon ja koko järviöekosysteemin vähittäiselle elpymiselle (Anttila ym. 2013).

Hapetus

Muurasjärvi ei vielä kärsi hapettomuudesta eikä siellä siten ole tarvetta parantaa happitilannetta pohjan tuntumassa, jotta estettäisiin happikatojen syntyminen ja hillittäisiin fosforin liukenemista pohjasedimentistä veteen. Hapetus on kallis järven hoitokeino (Sarvilinna & Sammalkorpi 2010). Sillä ei välttämättä saavuteta veden fosforipitoisuuden ja leväbiomassan vähenemistä ja lisäksi se voi joskus johtaa vähemmän toivottuihin seurauksiin mm. ravintoverkossa (Ruuhijärvi ym. 2020). Fosforin vapautumiseen sedimentistä vaikuttavat monet muutkin tekijät kuin veden happipitoisuus (Hupfer & Lewandowski 2008). Hapetus voi olla kuitenkin toimiva keino estää matalan järven arvokkaan kala- tai rapukannan kuolema pitkänä, ankarana talvena. Muurasjärvellä tällainen uhka on hyvin epätodennäköinen sen syvyyden ansiosta.

5. Yhteenveto ja jatkotoimenpiteet

5.1 Kunnostustoimien eteneminen

Vesistön kunnostusprosessi voi edetä esimerkiksi kuvassa 5.1 esitettyjen askelmien mukaan (KVY 2021). Matka alkaa kunnostustarpeen havaitsemisesta ja etenee usean vaiheen kautta tilan seurantaan sekä vesistön hoitoon ja saavutetun tilan ylläpitoon. Prosessi kestää parhaimmillaankin useita vuosia, joten välittömiä tuloksia on harvoin odotettavissa jo ensimmäisen vuoden jälkeen.

Muurasjärven kunnostusprosessi on edennyt tämän raportin yleistarkastelun myötä kolmanteen vaiheeseen. Seuraavaksi on valittava toteutettavat kunnostustoimet, laadittava aikataulu sekä perehdyttävä rahoitusmahdollisuuksiin. Tämän jälkeen valituille kunnostustoimille tehdään tarkemmat suunnitelmat ja tehdään mahdollisesti tarvittavat lupahakemukset. Sen jälkeen päästäänkin itse toteutusvaiheeseen.



Kuva 5.1. Vesistön kunnostusprosessin etenemisen vaiheet.

5.2 Kunnostustoimien jatkotarkastelu ja valinta

Muurasjärven tapauksessa vaikuttavimmat kuormituksen rajoittamistoimet kohdistuvat maatalouden kuormituksen vähentämiseen, sillä sen kuormitusosuus on selkeästi suurin. **Peltolohkoille** kannattaa tehdä **kaltevuustarkastelu**, ja sijoittaa perustettavat peltojen suojavyöhykkeet sekä mahdolliset nurmiviljelyn lisähehtaarit ensisijaisesti kaltevimmille peltolohkoille. Samoin kaltevimmat peltolohkot on pyrittävä pitämään talviaikana kasvipeitteisinä.

Maatalouden kosteikot on kustannustehokkainta perustaa kohtiin, joissa peltoalan osuus valuma-alueesta on mahdollisimman suuri. Vesienhallintaa voidaan edistää muillakin keinoin, kuten kehittämällä pelto-ojia ns. kaksitasouomiksi, joissa pääuoman vesi voi tulvatilanteessa nousta toisella tai molemmilla puolilla oleville kasvillisuuden peittämille tulvasanteille (Powell ym. 2007). Maa- ja metsätalousalueiden ojiin on myös mahdollista lisätä kiintoainetta ja siten myös ravinteita pidättäviä rakenteita, kuten puumateriaalia (SYKE 2021).

Valuma-alueiden latvoille suunnitellut metsäkosteikot sekä soiden elinympäristökunnostus- ja/tai ennallistamiskohteet vaikuttavat edullisesti alueen vedenpidätyskykyyn ja edistävät osaltaan ravinteiden pidättymistä valuma-alueelle. Johtavana periaatteena on pyrkiä pidättämään valumavesiä lukuiskin hajautetuin ratkaisuin etenkin valuma-alueen latvaosissa sen sijaan että yritetään käsitellä suuria vesimassoja alajuoksulla. Jatkossa kannattaa ottaa tarkasteluun liitteessä 1 esitetyt **alustavat valuma-alueen kunnostuskohteet** ja pyrittävä valitsemaan niistä toimivimmat.

Maanomistajien tiedottaminen kunnostushankkeesta sekä heidän motivointinsa yhteistyöhön on ensisijaisen tärkeää, ja tiedotustyö on aloitettava mahdollisimman aikaisessa vaiheessa.

Muurasjärven **vedenpinnan noston vaikutukset, hyödyt ja haitat on selvitettävä** tarkemmin ennen kuin hanketta aletaan viemään eteenpäin.

KVVY Tutkimus Oy

Tekijät:

Tutkija, FK



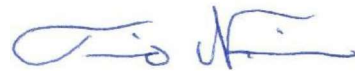
Arja Palomäki

Tutkija, ympäristöasiantuntija, FT, dosentti



Kirsi Kuoppamäki

Suunnittelija, MMM



Timo Niemelä

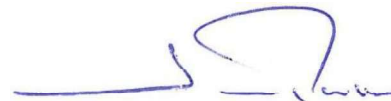
Suunnittelija



Karri Reiman

Hyväksynyt:

Osastonjohtaja, suunnittelupalvelut



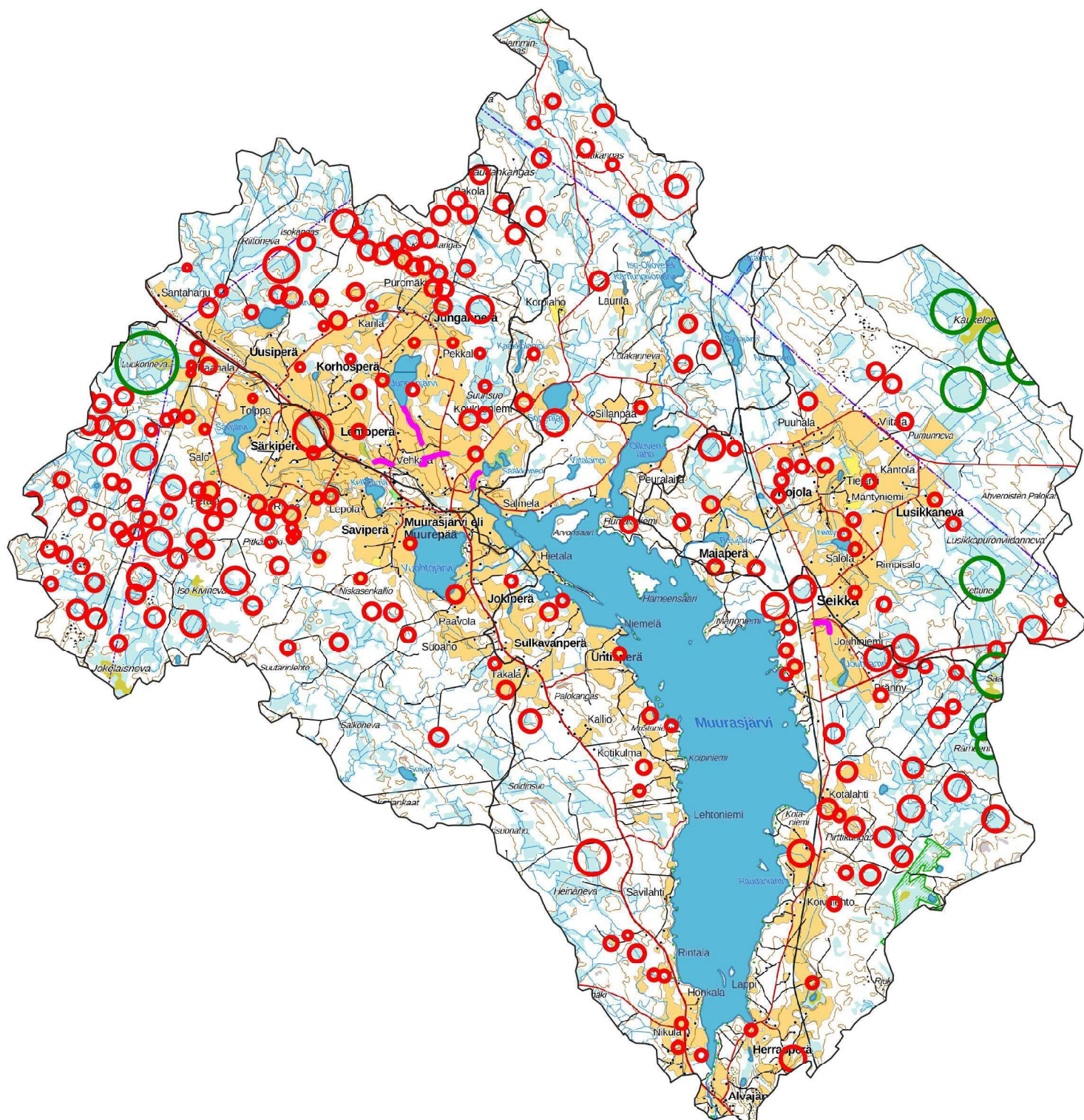
Janne Pulkka

Jakelu sähköisesti

Pihtiputaan kunta, Salla Kumpulainen
Keski-Suomen vesi ja ympäristö ry, Tuomo Laitinen

Kirjallisuusluettelo

- Anttila, S., Kuoppamäki, K., Ketola, M. & Kairesalo, T. 2013. Identification of a biomanipulation-driven regime shift in Lake Vesijärvi: implications for lake management. *Freshw. Biol.* 58, 1494-1502.
- Hjerpe, T. & Väisänen, S. 2015. A practical tool for selecting cost-effective combinations of phosphorus loading mitigation measures in Finnish catchments. *International journal of river basin management*. *International Journal of River Basin Management* 13: 363-376.
- Hupfer, M. & Lewandowski, J. Oxygen controls the phosphorus release from lake sediments – a long-lasting paradigm in limnology. *Internat. Rev. Hydrobiol.* 93, 415-432.
- KVVY 2021. <https://vesienhoito.kvvy.fi/kunnostajan-abc/kunnostusprosessi/>
- Le Moal, M., Gascuel-Oudou, C., Ménesguen, A. et al. 2019. Eutrophication: A new wine in an old bottle? *Science of the Total Environment* 651, 1-11.
- Moss, B., Kosten, S., Meerhoff, M. et al. 2011. Allied attack: climate change and eutrophication. *Inland Waters* 1, 101-105.
- Pfeiderer, P., Schleussner, C.-F., Kornhuber, K., Coumou, F. 2019. Summer weather becomes more persistent in a 2 °C world. *Nature Climate Change* 9, 666-671.
- Powell, G.E., Ward, A.D., Mecklenburg, D.E. & Jayakaran, A.D. 2007. Two-stage channel systems: Part 1, a practical approach for sizing agricultural ditches. *J. Soil Water Conserv.* 62, 277-286.
- Pulliainen, J., Luojus, K., Derksen, C., Mudryk, L., Lemmetyinen, J., Salminen, M., Ikonen, J., Takala, M., Cohen, J., Smolander, T., Norberg, J. 2020. Patterns and trends of Northern Hemisphere snow mass from 1980 to 2018. *Nature* 581, 294-298.
- Ruosteenoja, K., Jylhä, K., Kämäräinen, M. 2016. Climate projections for Finland under the RCP forcing scenarios. *Geophysica* 51, 17-50.
- Ruuhijärvi, J., Malinen, T., Kuoppamäki, K., Ala-Opas, P. & Vinni, M. 2020. Responses of food web to hypolimnetic aeration in Lake Vesijärvi. *Hydrobiologia* 847, 4503-4523.
- Sarvilinna, A. & Sammalkorpi, I. 2010. Rehevöityneen järven kunnostus ja hoito. Suomen ympäristökeskus (SYKE), Ympäristöopas 2010.
- SYKE 2021. <https://www.syke.fi/hankkeet/PuuMaVesi>
- Thornton, J.A., Harding, W.R., Dent, M. ym. 2013. Eutrophication as a 'wicked' problem. *Lakes and Reservoirs: Research and Management* 18, 298-316.
- Wetzel, R.G. 2001. *Limnology. Lake and river ecosystems*. Academic Press, NY, USA, 3. painos. 1006 s.



Mahdollinen vesienhallintarakenne
(kosteikko/allas tai yhdistelmä rakenne)



Suoalueen ennallistaminen tai muu vesien
viipymän lisäämiseen tähtäävät toimet



Mahdollinen uomakunnostus 2-tasouoman
periaatteen mukaan

MUURASJÄRVEN KUNNOSTUS

Pihtiputaan Muurasjärven mahdolliset kunnostuskohteet

Tilaaja:

Pihtiputaan kunta / Salla Kumpulainen

KVVY Tutkimus Oy

Päiväys

02.09.2021