



Katja Pellikka, Aki Mettinen, Jorma Valjus ja Ilkka Sammalkorpi
Julkaisu 3/2020

Petäjärven kunnostussuunnitelma

Petäjärven kunnostussuunnitelma



Tekijät: Katja Pellikka, Aki Mettinen, Jorma Valjus ja Ilkka Sammalkorpi

Tarkastaja: Jaana Pönni

Hyväksyjä: Jaana Pönni

Taitto: Tiia Palm

Valokuvat: LUVY

Kansikuva: Vesikasvien niitto Petäjärvellä. (Aarne von Boehm)

ISBN 978-952-250-206-3

ISSN 1798-2677

Julkaisu on saatavana myös nettisivuiltamme: www.luvy.fi/julkaisut

Kuvailulehti

| | | |
|--------------------------------------|--|--------------------------|
| <i>Julkaisija</i> | Länsi-Uudenmaan vesi ja ympäristö ry PL 51, 08101 LOHJA vesi.ymparisto@luvy.fi 019 323 623 www.luvy.fi | Julkaisu-aika 3/2020 |
| | | Julkaisun kieli Suomi |
| | | Sivuja 73 |
| <i>Tekijä(t)</i> | Katja Pellikka, Aki Mettinen, Jorma Valjus ja Ilkka Sammalkorpi | |
| <i>Julkaisun nimi</i> | Petäjärven kunnostussuunnitelma | |
| <i>Julkaisusarjan nimi ja numero</i> | Julkaisu 3/2020 | |
| <i>Tiivistelmä</i> | <p>Elinvoimainen ja esteetön Siuntionjoki 2030 -hankkeessa käynnistetään Siuntionjoen valuma-alueen vesistöjen pitkän aikavälin kunnostustyö. Hankkeen konkreettisenä toimenpiteenä vuonna 2019 täydennettiin Petäjärven veden laadun tutkimustietoa, kerättiin olemassa olevat aineistot ja edistettiin järven valuma-alueen kunnostusta. Järvelle ei ole aikaisemmin laadittu kunnostussuunnitelmaa.</p> <p>Petäjärvi on matala ja savimaiden ympäröimä, melko pieni, Siuntionjoen vesistöalueen latvajärviä Kirkkonummella. Järvi on luontaisestikin rehevä, mutta liian suuren ulkoisen kuormituksen myötä rehevyys on vuosien kuluessa kasvanut ja ravintoketju vinoutunut. Petäjärvi on luokiteltu välttävään ekologiseen tilaan. Järven läntisin osa, Heparista laskevan uoman ympäristö, kuuluu Heparin lintujensuojelualueeseen.</p> <p>Järvelle laskettiin kuormitus ympäristöhallinnon VEMALA-ohjelmalla ja kuormituksen vähentämistavoite Load Lake Response -ohjelmalla. Ulkoista kuormitusta tulisi vähentää fosforin osalta 53 % ja typen osalta 37 %, jotta järvi saavuttaisi hyvän ekologisen tilan.</p> <p>Petäjärven ravinnepitoisuudet ovat kasvaneet vuosi vuodelta, vaikka ulkoinen kuormitus järveen on vähentynyt. Levien määrä on myös kasvanut vuosien kuluessa. Vesinäytetulosten perusteella järvi on voimakkaan sisäkuormitteinen. Tähän saattaa olla syynä aikaisempi ulkoinen kuormitus, järven mataluus ja alttius tuulen sekoittavalle vaikutukselle, sedimentin ajoittain hapettomuus ja korkea pH sekä runsas ja särkivaltainen kalasto. Petäjärven eläinplankton on pienikokoista ja siitä puuttuvat lähes täysin suurikokoiset vesikirput, jotka pystyisivät laiduntamaan leviä tehokkaasti.</p> <p>Ulkoisen kuormituksen vähentäminen on kaikkein tärkein kunnostustoimenpide. Valuma-alueella on 27 ha herkästi erodoituvia peltoja, joihin kannattaa ensisijaisesti kohdistaa vesiensuojelliset toimenpiteet. Pelloilla tehtävien toimenpiteiden lisäksi haja-asutuksen jätevesien poisjohtaminen tai parempi käsittely ovat mahdollisia kunnostuskeinoja. Valuma-alueella on myös paljon hevostalleja, joilla voi olla vaikutusta järveen kohdistuvaan kuormitukseen.</p> <p>Sisäisen kuormituksen hillitsemiseksi nykyistä tehokkaampi hoitokalastus olisi todennäköisesti tehokas kunnostuskeino. Umpeenkasvua on mahdollista hillitä järven vedenpinnan nostolla. Järven vedenpintaa on aikoinaan laskettu useita metrejä.</p> <p>Kunnostussuunnitelmassa esitetään kunnostustyön vuosisuunnitelma vuosille 2020–2030.</p> | |
| <i>Asiasanat</i> | Petäjärvi, kunnostus, veden laatu, ekologinen tila, hoitokalastus, kasviplankton, eläinplankton, pohjaeläimet, kalasto, kuormitus | |

Sisältö

| | |
|--|-----------|
| 1 Johdanto | 5 |
| 2 Petäjärven ongelmat ja kunnostushistoria | 5 |
| 3 Heparin ja Petäjärven lintujensuojelualue | 7 |
| 4 Valuma-alue ja vedenläpäisevyys | 8 |
| 5.1 Ulkoinen kuormitus | 10 |
| 5.2 Ulkoisen kuormituksen vähentämisen tavoite | 12 |
| 5.3 Vesi- ja ravinnetase | 15 |
| 6 Järven tila | 17 |
| 6.1 Veden laatu | 18 |
| 6.2 Pintasedimentti | 25 |
| 6.3 Eläinplankton | 26 |
| 6.4 Pohjaeläimet | 28 |
| 6.5 Kalasto | 30 |
| 6.6 Hoitokalastus | 33 |
| 6.7 Ekologinen tila | 34 |
| 7 Kunnostustoimenpiteet | 35 |
| 7.1 Ulkoisen kuormituksen vähentäminen | 36 |
| 7.2 Sisäinen kuormitus ja sen vähentämiskeinot | 40 |
| 7.2.1 Hoitokalastus | 40 |
| 7.2.2 Hapettaminen | 41 |
| 7.2.3 Vesikasvillisuuden vähentäminen | 41 |
| 7.2.4 Kemikaalikäsittely | 41 |
| 7.2.5 Alusveden poisjohtaminen | 42 |
| 7.2.6 Ruoppaus | 42 |
| 7.3 Vedenpinnan nosto | 42 |
| 7.4 Lintuvesikunnostuksen tarve | 45 |
| 7.5 Nousuesteiden poisto ja virtavesikunnostukset | 45 |
| 8 Toimintasuunnitelma vuosille 2020–2030 | 46 |
| Lähdeluettelo | 46 |
| Liiteluettelo | 48 |

1 Johdanto

Kuusivuotinen Elinvoimainen ja esteetön Siuntionjoki 2030 -hanke alkoi vuonna 2019. Hankkeen tarkoituksena on konkretisoida Siuntionjoen valuma-alueen kunnissa hyväksyttyä Siuntionjoen vesistövisiota 2030 - Elinvoimainen ja esteetön Siuntionjoki (LUVY 2018). Vision tavoitteena on, että Siuntionjoen vesistö valuma-alueineen on hyvässä ekologisessa tilassa, taimenen luontainen elinkierto on turvattu ja vesistöjen virkistyskäyttömahdollisuudet ovat monipuolistuneet. Hanketta koordinoi Länsi-Uudenmaan vesi ja ympäristö ry (LUVY).

Siuntionjoen kunnostushankkeen tavoitteet ovat seuraavat:

1. Käynnistää vesistön pitkän aikavälin kunnostustyö sekä alueellinen yhteistyö
2. Vähentää Siuntionjoen vesistöön kohdistuvaa hajakuormitusta kustannustehokkaasti ja kestävästi sekä parantaa koko vesistön valuma-alueen hajakuormituksen hallintaa
3. Parantaa alueen järvistä ja virtavesistä riippuvaisten eliöeläinten elinympäristöjä, minkä avulla voidaan turvata luonnon monimuotoisuus. Painotus on äärimmäisen uhanalaisissa ja uhanalaisissa lajeissa, erityiskohteena meritaimen ja Siuntionjoen geneettisesti eriytynyt taimenkanta
4. Edistää vesistön järvien, virtavesien ja rantakohteiden virkistyskäyttöä
5. Tehdä vesistön luontoarvoja sekä vesistön kunnostamiseksi tehtävää työtä tunnetuiksi
6. Kehittää valuma-alueen vesiensuojelun toimintamallia ja tuottaa tietoa käytettävien kunnostusten toimivuudesta

Hankkeen eräänä konkreettisenä toimenpiteenä vuonna 2019 täydennettiin Petäjärven veden laadun tutkimustietoa, kerättiin olemassa olevat aineistot ja edistettiin järven valuma-alueen kunnostusta. Järvelle laadittiin kunnostussuunnitelma, jota sille ei aikaisemmin ollut tehty.

Petäjärven kahdelta havaintopaikalta haettiin kesän 2019 aikana vesinäytteet kolme kertaa, kasvi- ja eläinplanktonnäytteet kolme kertaa ja pohjaeläinnäyte yhden kerran. Lisäksi järven kalaston tila arvioitiin koeverkkoalastuksella. Tähän kunnostussuunnitelmaan koottiin ja analysoitiin vanhat vedenlaatu- ja hoitokalastustulokset, arvioitiin laskennallisesti ja oijen aiemmin tehdyn seurannan perusteella järvelle tuleva ulkoinen kuormitus ja sen vähentämistarve sekä tutkittiin valuma-alueen rakenne ja vedenläpäisykyky. Valuma-alueen rakennetta ja vedenläpäisykykyä verrattiin 1950-luvun tilanteeseen. Petäjärven kunnostamista ja ekologisen tilan parantamista pohdittiin Euroopan unionin vesipuitedirektiivissä määritellyn arvion perusteella. Lopuksi tarkasteltiin järven laskupuron virtavesikunnostustarpeita ja -mahdollisuuksia. Tässä kunnostussuunnitelmassa esitetään eri kunnostusvaihtoehtoja ja annetaan niille aikatauluehdotus.

2 Petäjärven ongelmat ja kunnostushistoria

Petäjärvi on matala (keskisyvyys 1,46 m ja maksimisyvyys 4,5 m; taulukko 1 ja kuva 1), savimaiden ympäröimänä pieni (93 ha) järvi Pohjois-Kirkkonummella. Valuma-alueen koko on 12,8 km². Järven viipymä on alle 4 kk (111 vuorokautta). Petäjärvi kuuluu Siuntionjoen valuma-alueeseen ja on yksi sen latvajärvistä. Petäjärveen laskee Hepari-järvestä Roonanoja ja pohjoisesta Alhonsuonoja sekä muutamia pienempiä oja ja puroja. Petäjärvi on vesienhoidossa tyyppitelty luontaisesti runsasravinteisiin järviin (Rr).

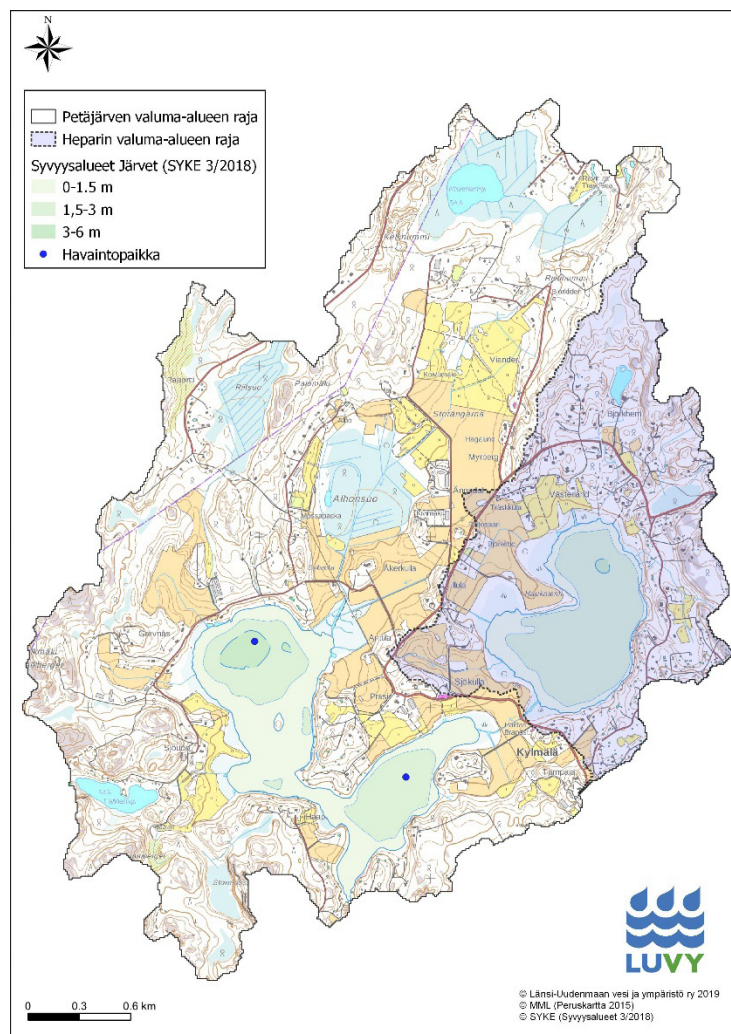
Petäjärvi on luontaisestikin rehevä, mutta liian suuren ulkoisen kuormituksen myötä rehevyys on vuosien kuluessa kasvanut ja ravintoketju vinoutunut. Järven valuma-alueella on asutuksen lisäksi peltoja ja kurssikeskus, jonka jätevedet johdetaan järveen nykyisin puhdistettuina. Nykyisen kurssikeskuksen alueella on aikaisempina vuosina ollut mm. sikala, lehmiä ja hevosia. Petäjärven vedenpintaa on laskettu 1850- ja 1890-luvuilla. Vesitilavuuden pientyminen ja madaltuminen ovat vähentäneet järven kykyä vastustaa ulkoisen kuormituksen rehevöittävää vaikutusta ja mahdollistaneet virkistyskäyttöä haittaavan vesikasvillisuuden leviämisen.

Petäjärvi on kärsinyt hapettomuudesta ja leväkukinnoista. Ranta-asukkaiden mukaan leväkukinnat olivat suurimmillaan 1970–1980-luvuilla. Järvellä havaittiin lisäksi kalakuolemia vuonna 2002. Petäjärveä on tutkittu perinteisin ja jatkuvatoimisin mittalaittein. Järveen kohdistuvaa kuormitusta on mitattu, minkä perusteella järvelle on laskettu ravinnetase. Alhonsuonojan kemikalointiin ja laskeutusaltaiden rakentamiseen (kuvat 2–3) saatiin vuonna 2008 Euroopan maatalouden ohjaus- ja tukirahastolta (EMOTR) avustus. Petäjärvelle on myös rakennettu muita laskeutusaltaita ja kosteikkoja, järveä on hoitokalastettu sekä niitetty vesikasvillisuutta. Petäjärvellä on myös ilmastinlaitteet, mutta niitä ei ole rikkoutumisen takia viime vuosina käytetty.

Petäjärvellä aloitettiin hoitokalastus 1990-luvulla ja sitä on toistettu lähes vuosittain. Alueella on lisäksi toiminut haja-asutuksen jätevesineuvontahanke.

Taulukko 1. Petäjärven tietoja.

| | |
|--------------------------------|------|
| Pinta-ala, km ² | 0,93 |
| Tilavuus, milj. m ³ | 1,36 |
| Maksimsyvyys, m | 4,5 |
| Keskisyvyys, m | 1,46 |
| Viipymä, vrk | 111 |
| Valuma-alue, km ² | 12,8 |
| Mallinnettu P-pitoisuus, µg/l | 94 |
| Havaittu P-pitoisuus, µg/l | 115 |



Kuva 1. Petäjärven valuma-alue, syvyysvyöhykkeet ja havaintopaikat. Kuvassa on myös Heparin valuma-alue, joka on osa Petäjärven valuma-alueetta.



Kuva 2. Alhonsuonojaan rakennettiin sormikosteikkoja vuonna 2008. Kuva: Aarne von Boehm.



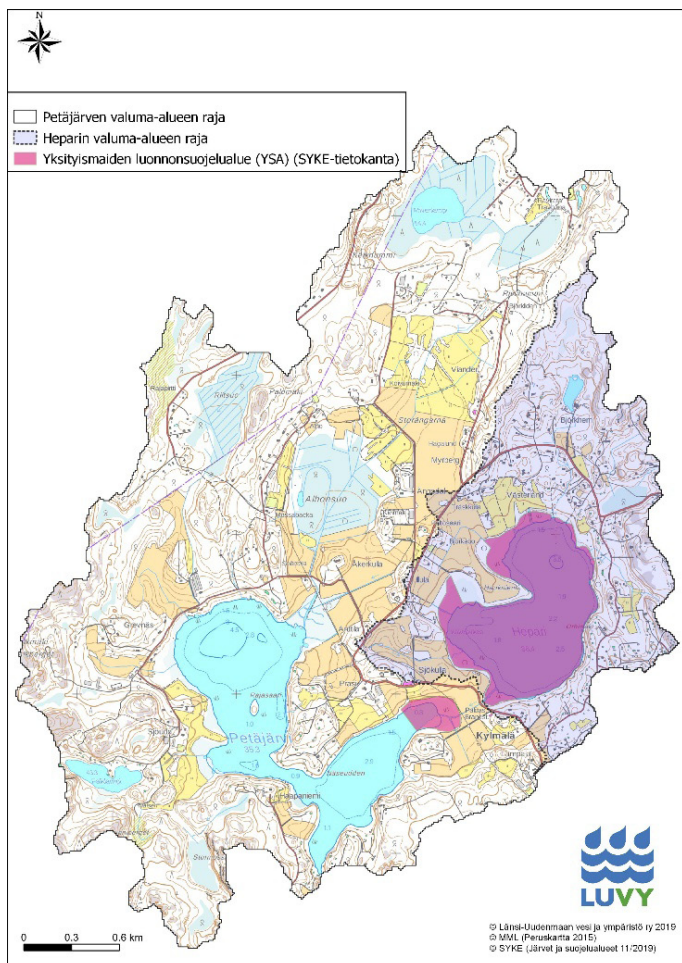
Kuva 3. Alhonsuonojassa on kokeiltu kemikaaliannostimia. Kuvat: Aarne von Boehm.

3 Heparin ja Petäjärven lintujensuojelualue

Koko Heparin, Heparin itäosan ruovikoituneet rannat sekä Petäjärven itäosa Sjökillan edustalta kuuluvat Heparin luonnonsuojelualueeseen (kuva 4). Luonnonsuojelualue on luokiteltu valtakunnallisesti arvokkaaksi. Lintuvesialueen säännölliseen pesimälinnustoon kuuluvat kaulushaikara ja ruskosuohaukka. Alueella ovat parhaimpina aikoina pesineet silkkiuikku, heinätavi, tukkasotka, punasotka, nokikana, luhtahuitti ja luhtakana. Lisäksi harmaahaikara, kalasääski ja nuolihaukka saalistavat ja ruokailevat alueella säännöllisesti. Suojelualueen laajuus on 80,6 ha.

Heparin luonnonsuojelualueella on kiellettyä muun muassa rakennusten, rakennelmien ja teiden rakentaminen, vesien perkaaminen ja patoaminen sekä maa-ainesten ottaminen, ojien kaivaminen ja veneväyliä ruoppaaminen. Sallituiksi toimenpiteiksi mainitaan esimerkiksi olemassa olevien ojien kunnostaminen (kaivuunmassat on läjitettävä suojelualueen ulkopuolelle), olemassa olevien laituriin, veneväyliä ja uimarantojen ylläpito sekä veden laadun parantaminen (esimerkiksi hapetuksella tai vesikasvien niitolla). (Uudenmaan ympäristökeskus 2005)

Heparin ja Petäjärven pesivistä vesilinnuista on tietoja Kimpari Bird Projectin seurannasta jo vuodesta 1965. (Ahola 2019). Lisäksi Suomen ympäristökeskus on laskenut alueen vesilinnut vuonna 2009 (Sammalkorpi ym. 2014).



Kuva 4. Petäjärven valuma-alue ja lintujensuojelualueen rajaus.

4 Valuma-alue ja vedenläpäisevyys

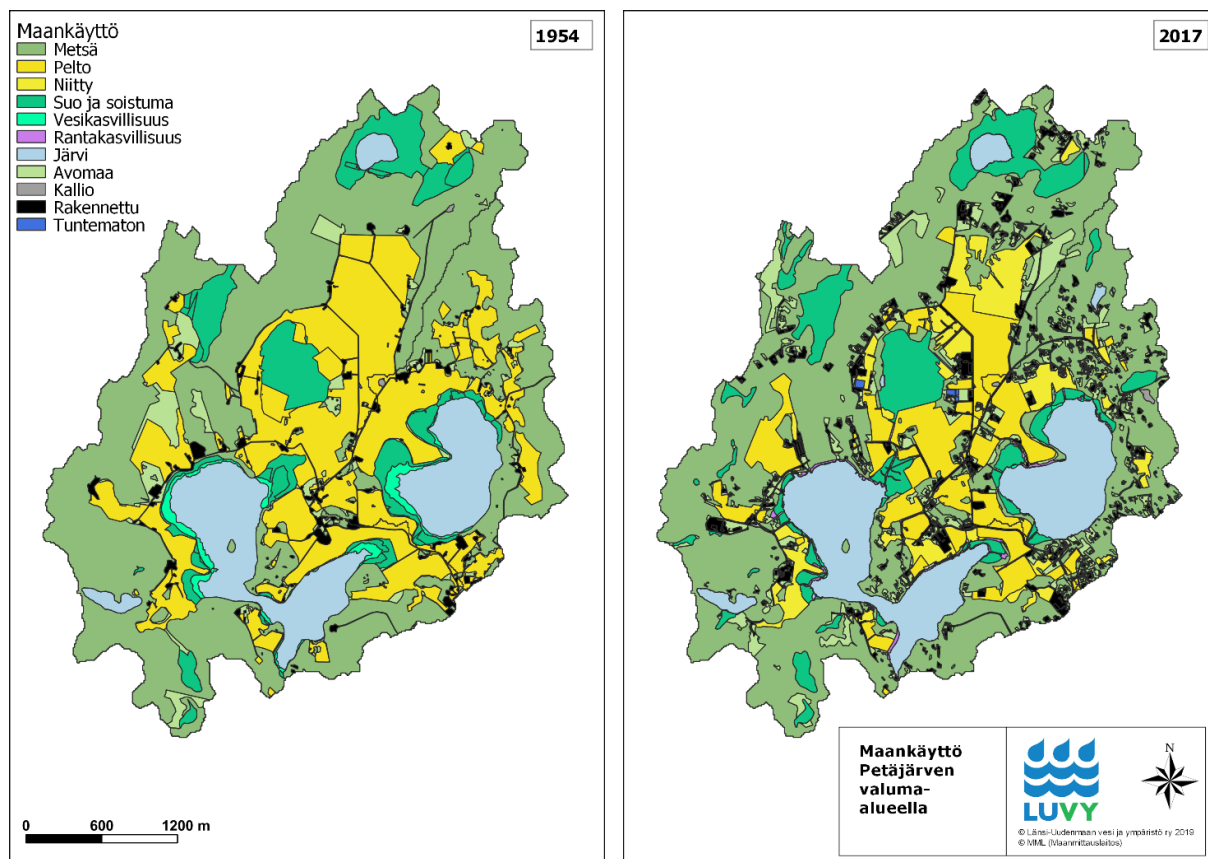
Petäjärven valuma-alueen koko on 12,8 km². Tutkimme valuma-alueen rakennetta ympäristöhallinnon VALUE-työkalulla (Suomen ympäristökeskus 2019). VALUE:sta saa valuma-alueen lisäksi Corine-maanpeite 2012 -aineiston tiedot. Lisäksi vesistöasiantuntija Maria Kihlström digitoi vanhoja ja uusia ilmakuvia, jotta saimme kuvan valuma-alueella tapahtuneista maankäytön muutoksista. Ilmakuvien avulla oli lisäksi tarkoitus määrittää ruovikkoalueiden laajuuden muutos viimeisen kuudenkymmenen vuoden aikana. Tässä ei kuitenkaan onnistuttu, sillä ilmakuvat otetaan niin varhain keväällä, ettei vesikasvillisuutta ole niistä nähtävissä.

Petäjärven valuma-alueesta on Corine-aineiston mukaan metsää 56 % ja maatalousalueita 17 %. Asuin- ja teollisuusaluetta on 8 %. Corine-aineisto koostuu rasterimuotoisesta paikkatietokannasta (erotuskyky 20 x 20 m) ja vektorimuotoisesta paikkatietokannasta, jossa pienin maastossa erottuva alue on vähintään 25 ha ja kapeimmillaan 100 metriä. Corine-aineisto on huomattavasti epätarkempi kuin ilmakuvista tehty tulkinta.

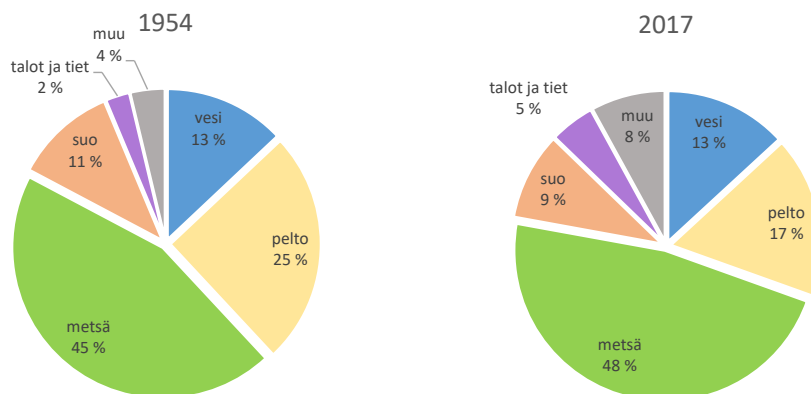
Ilmakuvina käytettiin Maanmittauslaitoksen (MML) vuoden 1954 ja 2017 kuvia. Ilmakuvien digitoinnin perusteella Petäjärven vesiala on 60 vuodessa pienentynyt 6 ha. Tämä liittyy järven umpeenkasvuun matalilla lahtialueilla. Valuma-alueella peltoala on huomattavasti pienentynyt ja rakennetun ympäristön pinta-ala on lisääntynyt (kuva 5). Corine-aineistoon verrattuna ilmakuvatulkinta antaa varsin samanlaiset jakaumat eri maankäyttötyypeille

(kuva 6). Ilmakuvista tehdyssä tulkinnassa metsä ja suo on jaoteltu omiksi luokikseen. Rakennusten määrä laskettiin ilmakuvista. Vuonna 1954 valuma-alueella rakennuksia oli noin 366 kappaletta, kun taas vuoteen 2017 mennessä määrä oli kasvanut 1062 kappaaleeseen.

Valuma-alueesta laskettiin veden läpäisemättömyyden aste antamalla kullekin maankäyttötyypille valuntakerroin ja kertomalla se maankäyttötyypin pinta-alalla. Koko Petäjärven valuma-alueen veden läpäisemättömyys (total impervious area, TIA) oli vuonna 1954 6 % ja vuonna 2017 vastaavasti 9 %. Veden läpäisemättömyyden kasvu selittyy rakennusten (kattopinta-alan) ja teiden lisääntymisellä. Petäjärven TIA-% on kuitenkin yhä niin pieni, ettei valuma-alueella ole ongelmia veden hallitsemattoman valunnan takia. Myös sadeveden pitäisi päästä imeytymään pohjavedeksi.



Kuva 5. Petäjärven valuma-alueen maankäyttö vuosien 1954 ja 2017 MML:n ilmakuvista tulkittuina



Kuva 6. Petäjärven valuma-alueen maankäyttötyyppien osuudet vuosien 1954 ja 2017 MML:n ilmakuvista tulkittuina.

5 Ravinnekuormitus

5.1 Ulkoinen kuormitus

Petäjärven ulkoinen kuormitus laskettiin ympäristöhallinnon ylläpitämällä ja kehittämällä VEMALA-mallinnusohjelmalla. VEMALA sisältää useita osia: WSFS-hydrologinen ennustemallijärjestelmä käsittää sade- ja lämpötilahavainnot, lumen, maankosteuden ja pohjaveden valuntalaskennan sekä virtaamat ja vedenkorkeudet joissa ja järvissä. Vihma-työkalu ja Icecream-malli puolestaan keskittyvät peltojen kuormitukseen ja ravinnekiertoon. Lisäksi mukana on typpimalli VEMALA-N, joka mallintaa prosesseja pelloilla ja metsissä. VEMALA-malli käyttää lohkokohtaista tietoa ja jos sitä ei ole saatavilla, niin kuntakohtaista keskiarvoa.

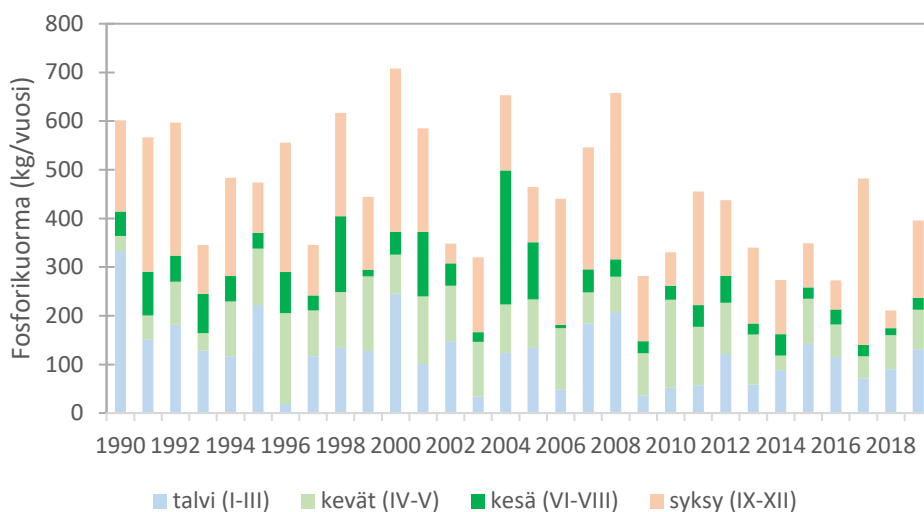
VEMALA:n laskemat tulokset ovat olleet Länsi-Uudenmaan järvillä fosforin osalta luotettavia, mutta typen osalta malli paikoin yliarvioi kuormituksen. Kuormituksen arvio lasketaan VEMALA:ssa vuodesta 1990 alkaen tähän päivään. Lisäksi malli ennustaa kuormituksen vuosille 2020–2029 nykytoimenpiteillä ilmaston muuttuessa sekä kuormituksen, jos maatalouden kuormitusvähennykset (tarkennettu lannoitus, suorakylvö, suojavyöhykkeet, lietteen sijoitus nurmilla ja kerääjäkasvit) otetaan käyttöön.

Petäjärven ulkoinen fosforikuormitus on VEMALA-mallin mukaan laskettuna ollut vuosina 2011–2019 keskimäärin 357 kg P/v ja sisäinen kuormitus 192 kg P/v. Ulkoinen kuormitus on laskenut jonkin verran vuodesta 2009 alkaen. Vähentäminen on ollut merkityksellisintä kesäisin ja talvisin (kuva 7) ja se liittyy pelloilta tulevan kuormituksen pienenemiseen, ilmeisesti talviaikaiseen kasvipeitteisyyteen ja peltojen tarkempaan lannoitukseen. Ulkoisesta fosforikuormituksesta 61 % on peräisin peltoviljelystä ja 15 % haja- ja loma-asutuksesta (kuva 8). Ilmastonmuutoksen takia pelloilta ja metsistä tulevan fosforikuormituksen odotetaan kasvavan, mutta pelloilla tapahtuvilla vähentämistoimenpiteillä kuormitusta olisi mahdollista saada laskettua 20 % nykyisestä.

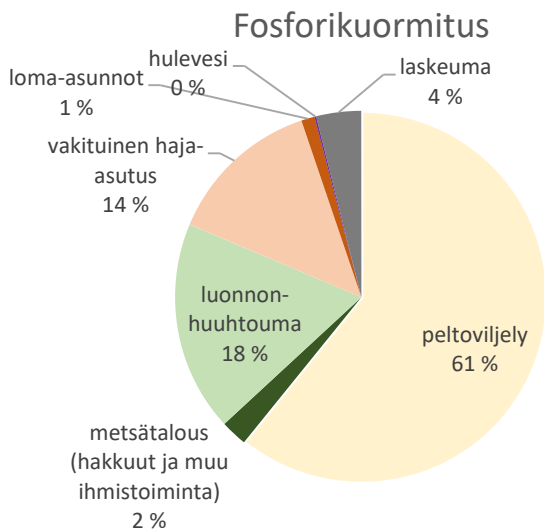
Typpikuormitus on puolestaan viime vuosina ollut keskimäärin 7230 kg N/v. Typpikuormitus on fosforin tapaan vähentynyt vuodesta 2009 alkaen (kuva 9). Typpikuormitus on vähentynyt etenkin kesäisin ja talvisin. Kuormitus on vähentynyt etenkin peltoviljelyssä tapahtuneiden muutosten vuoksi. Typen osalta ulkoinen kuormitus jakautuu peltoviljelyn (41 %), luonnonhuuhtouman (38 %) sekä laskeuman (10 %) ja haja-asutuksen (8 %) välille (kuva 10).

Ilmastonmuutoksen takia on odotettavissa, että peltoviljelyn kuormitusvaikutus hieman kasvaa, vaikka maataloudessa otettaisiin kuormituksen vähentämistoimenpiteet käyttöön.

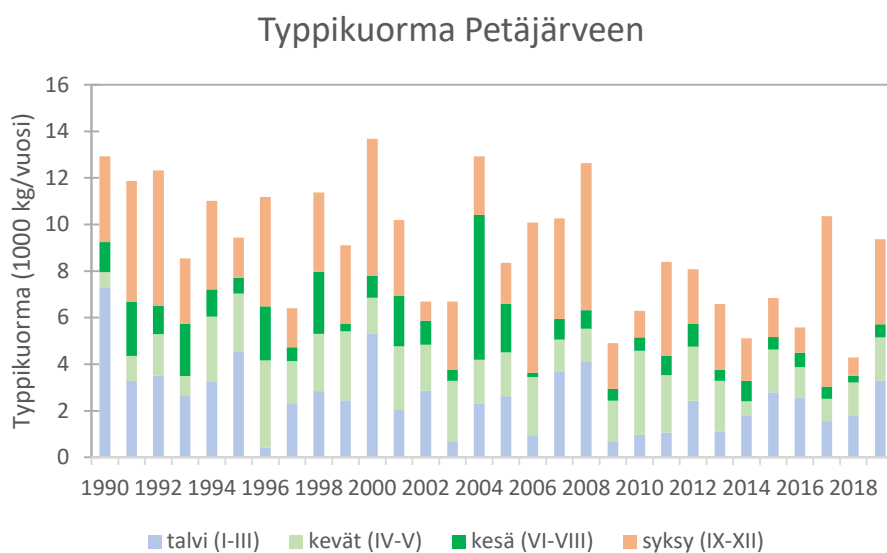
Fosforikuorma Petäjärveen



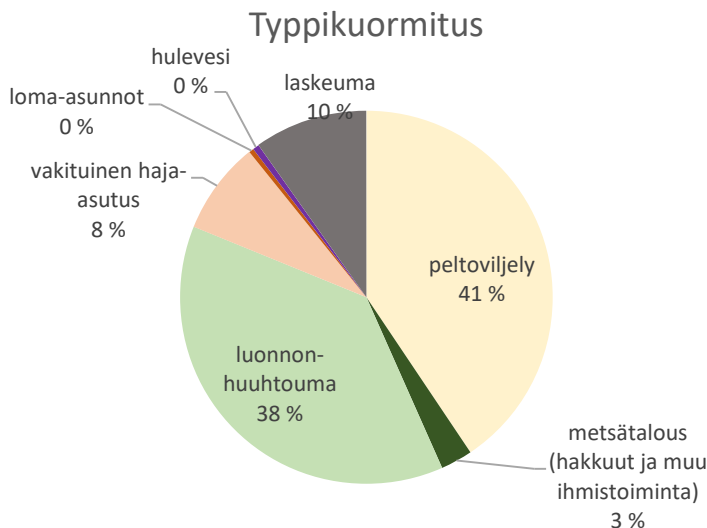
Kuva 7. Petäjärveen tuleva vuosittainen fosforikuormitus VEMALA-mallin mukaan vuosina 1990–2019. Tiedot haettu 26.11.2019.



Kuva 8. Petäjäjärven tulevan fosforikuormituksen jakautuminen eri kuormituslähteisiin. Keskiarvo vuosilta 2011–2019. Tiedot haettu 26.11.2019.



Kuva 9. Petäjäjärven tuleva vuosittainen typpikuormitus VEMALA-mallin mukaan vuosina 1991–2019. Tiedot haettu 26.11.2019



Kuva 10. Petäjärveen tulevan typykuormituksen jakautuminen eri kuormituslähteisiin. Keskiarvo vuosilta 2011–2019. Tiedot haettu 26.11.2019

5.2 Ulkoisen kuormituksen vähentämisen tavoite

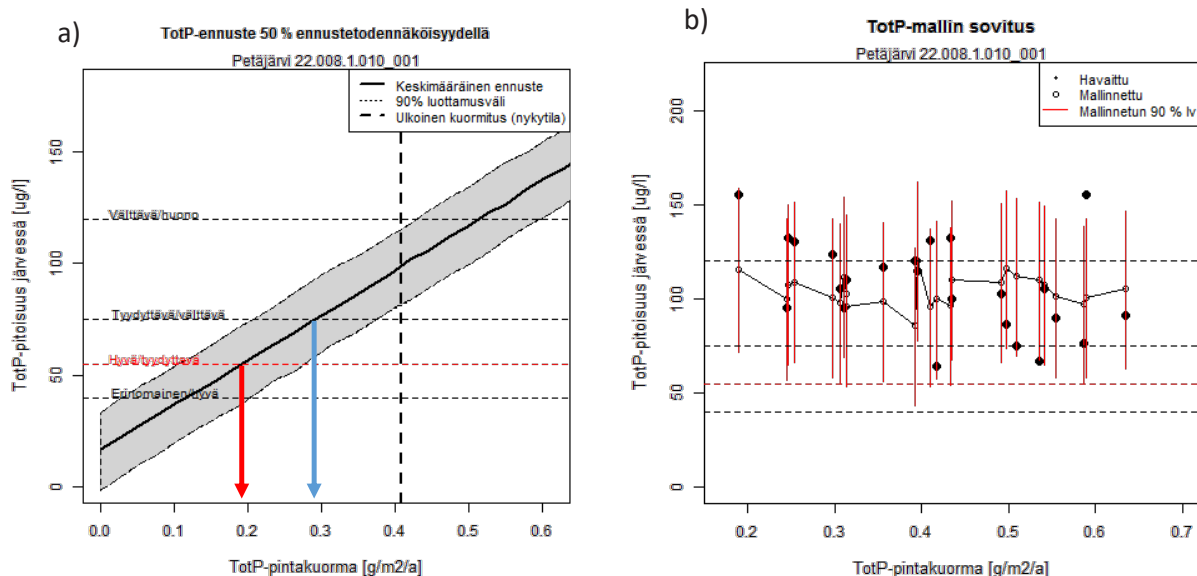
Petäjärven kokonaisfosforipitoisuus (keskiarvo 2011–2019 115 µg/l) on suurempi kuin VEMALA-mallilla simuloitu pitoisuus (94 µg/l, taulukko 2). Ero johtunee järven sisäisestä kuormituksesta. Rehevien järvien kokonaisfosforin hyvän luokan raja-arvo on 55 µg/l. Tähän pääsemiseksi Petäjärven tapauksessa on käytettävä useita keinoja.

Ulkoisen fosforikuormituksen vähennystavoitetta arvioitiin Suomen ympäristökeskuksen Load Lake Response (LLR) -ohjelmistolla (taulukko 2). Sisäiseksi kuormitukseksi annettiin VEMALA-mallinnuksesta saatu sisäisen kuormituksen keskiarvo vuosille 2011–2019 (192 kg P/v eli 526 g P/vrk). LLR-laskennan perusteella ulkoista kuormitusta olisi vähennettävä 53 % (kuva 11a), jotta järvi saavuttaisi fosforin osalta hyvän ekologisen tilan (kokonaisfosforipitoisuus 55 µg/l). Tällöin ulkoinen fosforikuormitus olisi 177 kg P/v. VEMALA-mallin mukaan ulkoista fosforikuormitusta olisi mahdollista pienentää kuitenkin vain 18 % nykyisestä pelloilla tehtävillä toimilla (taulukko 2). Haja-asutuksen ja loma-asuntojen jätevesikuormituksen poistuminen toisi lisäksi 15 % vähennyksen nykyiseen kuormaan. VEMALA-mallinnus ei ota huomioon kosteikkojen vaikutusta, joten niitä rakentamalla tai vanhoja parantamalla olisi lisäksi mahdollista vähentää ulkoista kuormitusta, etenkin kesäaikaan. Mallinnusskenaario ei ota huomioon myöskään maanparannusaineiden levitystä pelloille. Petäjärven kokonaisfosforipitoisuuden ja järveen tulevan fosforikuormituksen välillä oli kuitenkin vain heikko yhteys (kuva 11b), mikä johtunee järven sisäisestä kuormituksesta. Näin sisäkuormitteisen järven tapauksessa on syytä keskittyä ulkoisen kuormituksen tehokkaiden toimenpiteiden lisäksi sisäisen kuormituksen hillintään.

Petäjärvelle laskettiin myös ulkoisen kuormituksen tavoitearvo, jotta järvi saavuttaisi tyydyttävän tilan. Tämä olisi LLR-ohjelman mukaan 270 kg P/v eli vähennystarve nykyisestä olisi 24 % (kuva 11a).

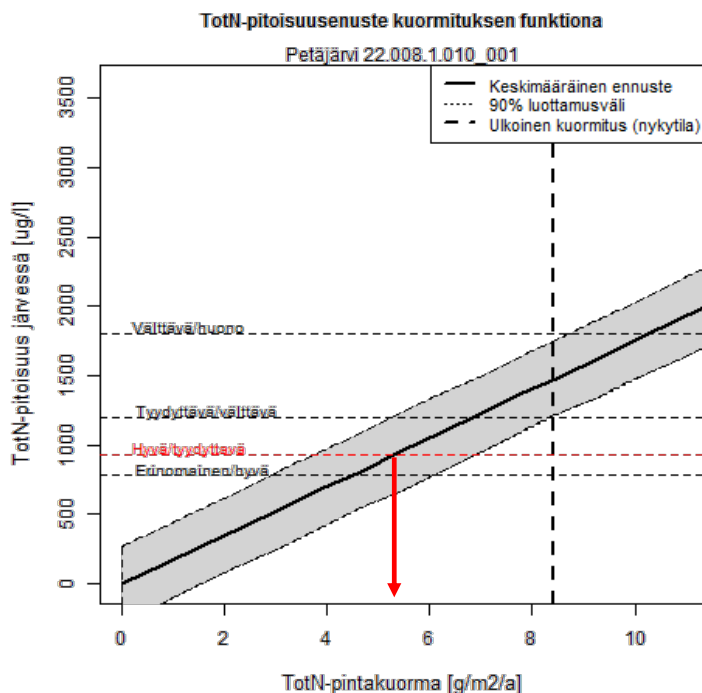
Taulukko 2. Load Lake Response -ohjelman laskemat Petäjärven fosfori- ja typpikuormat koko havaintokaudelta keskimäärin ja siitä laskettu tavoitekuorma ja vähennystarve sekä VEMALA-mallin laskemat pitoisuudet, viime vuosien tulokuormat ja kuormaskenaariot vuosille 2020–2029: skenaario1 = nykytoimenpiteet ja ilmastonmuutoksen vaikutus ja skenaario2 = ilmastonmuutoksen vaikutus, mutta maataloudessa otetaan kaikki tehokkaat kuormitusvähennystavat käyttöön.

| | Fosfori | Typpi | Yksikkö | Lähde |
|-------------------------------|---------|-------|---------------------|--------|
| Kuorma 1991-2019 | 0,41 | 8,42 | g/m ² *v | LLR |
| Kuorma 1991-2019 | 1,04 | 26 | kg/vrk | LLR |
| Kuorma 1991-2019 | 383 | 7856 | kg/v | LLR |
| Kuorma 2011-2019 | 1,00 | 20 | kg/vrk | VEMALA |
| Kuorma 2011-2019 | 357 | 7230 | kg/v | VEMALA |
| Kuorma, skenaario1 2020-2029 | 384 | 7790 | kg/v | VEMALA |
| Kuorma, skenaario2 2020-2029 | 292 | 7030 | kg/v | VEMALA |
| Tavoitekuorma | 0,19 | 5,27 | g/m ² *v | LLR |
| Tavoitekuorma | 0,49 | 16 | kg/vrk | LLR |
| Tavoitekuorma | 177 | 4917 | kg/v | LLR |
| Tavoitepitoisuus | 55 | 930 | µg/l | |
| Kuormitusvähennystarve | 53 | 37 | % | LLR |
| Havaittu pitoisuus 2011-2019 | 115 | 1530 | µg/l | VEMALA |
| Simuloitu pitoisuus 2011-2019 | 94 | 1390 | µg/l | VEMALA |



Kuva 11. Petäjärveen tulevan fosforikuormituksen 1991–2019 taso (0,41 g P/m²*v) katkoviivalla ja tavoitetaso (0,19 g P/m²*v) punaisella nuolella. Hyvän tilan raja-arvo saavutetaan tällä kuormitustasolla 50 % todennäköisyydellä. Kuvaan on lisätty sinisellä nuolella tavoitetaso, jolla saavutetaan tyydyttävä tila (0,29 g P/m²*v). (a-kuva) Järveen tulevan fosforikuormituksen ja veden kokonaisfosforipitoisuuden välinen riippuvuus. Ulkoisen kuormituksen ja veden fosforipitoisuuden välillä ei ole Petäjärvellä selvää riippuvuutta, vaan fosforipitoisuutta säätelee suurelta osin sisäinen kuormitus. (b-kuva)

Typipitoisuuden osalta LLR laski, että kokonaistypen ulkoista kuormitusta olisi vähennettävä 37 %, jotta Petäjävesi saavuttaisi kokonaistypipitoisuuden osalta hyvän ekologisen tilan rajan (930 µg/l, kuva 12). Ulkoinen kuormitus on tällä hetkellä 26 kg N/vrk, kun sen olisi oltava 16 kg N/vrk (taulukko 2).



Kuva 12. Petäjärveen tulevan typpikuormituksen tavoitetaso on kuvassa osoitettuna nuolella (5,27 g N/m²*v). Vuosien 1991–2019 ulkoisen typpikuormituksen keskiarvo on katkoviivalla piirretyn pystyviivan kohdassa (8,42 g N/m²*v).

Järven ulkoisen fosforikuormituksen sietokykyä on perinteisesti tarkasteltu Vollenweiderin (1975) julkaisemilla kaavoilla. Järven sallittava ulkoinen fosforikuormitus (P_a , g P m⁻²v) lasketaan seuraavasti:

$$P_a = 0,055 \times (Q/A)^{0,635}$$

Kaavassa Q/A = hydraulinen pintakuorma, Q = järveen tuleva vesimäärä (m³/v) ja A = järven pinta-ala (m²).

Ns. kriittinen kuorma (P_v , g P m⁻²v) taas lasketaan kaavalla:

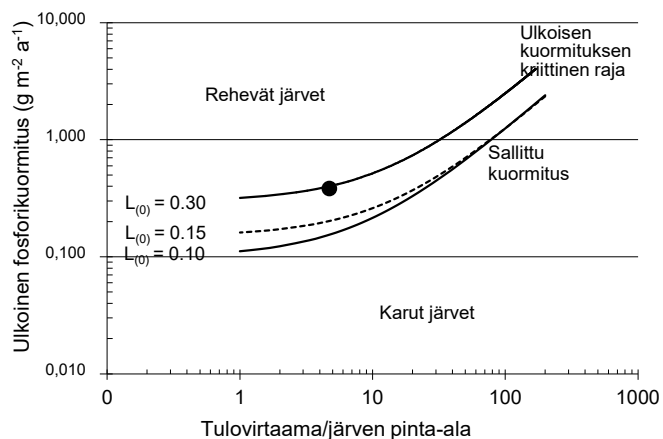
$$P_v = 0,174 \times (Q/A)^{0,469}$$

Kummassakin laskukaavassa saatu tulos kerrotaan järven pinta-alalla (m²).

Petäjärven VEMALA-mallilla laskettu ulkoinen fosforikuormitus (357 kg/v) ylittää sallitun sekä hieman myös kriittisen fosforikuormituksen rajan (taulukko 3). Petäjärven ulkoista fosforikuormitusta olisi siis vähennettävä myös tämän perinteisen laskentatavan mukaan jopa 61 %. Sijoitettaessa Petäjärven tiedot (ts. x-akselille tulovirtaaman suuruus jaettuna Petäjärven pinta-alalla ja y-akselille ulkoinen fosforikuormitus VEMALA-mallilla lasketuna) kokonaiskuormituksen sietokykyä kuvaavaan mallikuvioon, Petäjärvi sijoittuu vain hieman rehevien järvien kohtaan (kuva 13). Tämä johtunee siitä, että Petäjärven rehevyyttä ylläpitää sisäinen kuormitus.

Taulukko 3. Petäjärven kriittisen ja sallitun fosforikuorman rajat Vollenweiderin mallin mukaan sekä VEMALA-mallilla laskettu ulkoinen fosforikuormitus.

| | Petäjärvi |
|-------------------------------|-----------|
| Sallittu P-kuormitus (kg/v) | 137 |
| Kriittinen P-kuormitus (kg/v) | 334 |
| Todettu P-kuormitus (kg/v) | 357 |



Kuva 13. Petäjärven laskennallinen kokonaiskuormituksen sietokyky. Sietokyky on kriittisellä rajalla ulkoisen kuormituksen suhteen.

5.3 Vesi- ja ravinnetase

FT Mikko Kiirikki (Luode Consulting Oy) laski Petäjärven vesi- ja ravinnetaseen ottamalla näytteitä ja mittaamalla virtaamia 16.7.2011–15.7.2012. Mittauksia oli vuoden aikana yhteensä 11. Tulovirtaama- ja kuorma laskettiin Alhonsuonojasta ja Heparista Petäjärveen laskevasta Roonanojasta (kuva 14). Lähtövirtaama ja -kuorma laskettiin Petäjärven laskuojasta, Kvarnbäckenistä. Alhonsuonojan virtaama laskettiin käyttäen apuna Lepsämänjoen aineistoa ja Alhonsuonojan virtaamamittauksia (siivikko) (Kiirikki 2019). Kiirikin tuloksiin verrattuna VEMALA-malli antaa hieman korkeampia virtaamalukemia.

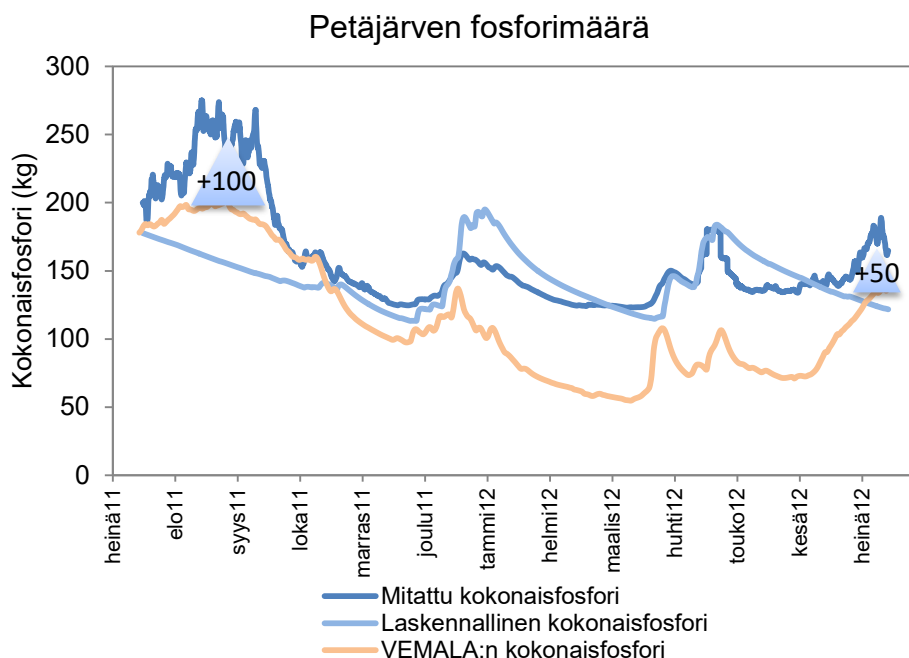


Kuva 14. Petäjärven vesi- ja ravinnetasemittauksen havaintopaikat.

Vuosina 2011–2017 Kiirikin tekemien jatkuvatoimisten pinnankorkeusmittausten mukaan Petäjärven lukema on vaihdellut 36,2–37,0 m (N60). Järven tilavuus oli pienimmillään kesäisin (noin 1,5–1,6 M m³) ja suurimmillaan lumi- ja sadetilanteesta riippuen joko talvella, keväällä tai syksyllä (maksimi 2,2 M m³). Tulosten laskemista varten järvi vaaitettiin vuonna 2015.

Petäjärven vesimassan kokonaisfosforin määrä laskettiin mittaustalulle sijoitetun sinileväanturin (mittaa fykosyaniinipitoisuutta) tulosten sekä veden kokonaisfosforipitoisuusarvojen avulla (Kiirikki 2019). Sinilevien määrän ja kokonaisfosforipitoisuuden välille laskettiin kalibrointiyhtälö, jolla jatkuvatoimisen sinileväanturin tulokset muunnettiin kokonaisfosforituloksiksi. Järven tilavuuden avulla laskettiin koko vesimassan fosforin määrä, joka oli keskimäärin 159 kg. Tätä tulosta verrattiin laskennalliseen kokonaisfosforin määrään (kuva 15). Laskennallinen fosforimäärä määritettiin veden kokonaisfosforipitoisuuksien sekä tulo- ja lähtökuormien avulla. Laskennallinen kokonaisfosforimäärä oli kesäaikaan selvästi pienempi kuin mitattu kokonaisfosforimäärä (kuva 15). Myös VEMALA-mallilla laskettu järven kokonaisfosforin määrä oli liian pieni. Tämä johtui järven sisäisestä kuormituksesta, josta vapautuneet ravinteet sinilevät käyttivät kasvuunsa.

Petäjärven tulokuorma oli mittausjaksolla noin 500 kg P/v ja suurin osa kuormasta tuli Alhonsuonojan kautta. VEMALA laski samalle ajanjaksolle kuormituksen suuruudeksi 505 kg P/v. Vaikuttaisi siis siltä, että VEMALA pystyy simuloimaan Petäjärven ulkoisen kuormituksen hyvin ainakin vuositasolla.



Kuva 15. Petäjärven vesimassan kokonaisfosforin määrän vaihtelu aikavälillä 16.7.2011–15.7.2012. Mitattu arvo perustuu sinileväanturin (fykosyaniinin mittausta) mittaamiin pitoisuuksiin sekä vedestä mitattuihin pitoisuuksiin. Laskennallinen määrä puolestaan perustuu vesinäytteistä sekä tulo- ja lähtökuormasta laskettuihin arvoihin. Mitatun ja laskennallisen välinen ero kertoo järven sisäisestä kuormituksesta, joka tulee sinilevien käyttöön. Lähde: Kiirikki 2019. Kuvaan on lisäksi lisätty lisäksi VEMALA-mallin laskeman järven tilavuuden ja kokonaisfosforipitoisuuden summa.

Liukoisen fosfaattifosforin pitoisuutta järven tulouomissa mitattiin vuonna 2016 kaksi kertaa. Pitoisuudet muunnettiin päiväkohtaisiksi kuormiksi virtaama-arvioiden avulla (taulukko 4). Heparista Petäjärveen laskevassa Roonanojassa liukoisen fosfaattifosforin pitoisuudet olivat hyvin pieniä, sillä järven voimakas kasviplanktonituotanto sitoo liukoiset fosforiravinteet kasvuunsa. Kuormitus oli suurin kummallakin mittauskerralla Alhonsuonojassa. Omaan on alajuoksulle rakennettu sormikosteikko, mutta kosteikko ei pysty sitomaan ravinteita syksyllä.

Taulukko 4. Petäjärveen laskevien uomien suodattamattoman fosfaattifosforin kuorma (kg/vrk) kahtena eri näytteenotto-päivänä. Fosfaattifosforin pitoisuus on mitattu YSI 9500 Phosphate LR -kenttämittarilla ja virtaama arvioitu. Kolme suurinta kuorma-arviota on lihavoitu. Lähde: Kiirikki (2019).

| | 9.10.2016 | 22.11.2016 |
|---------------------|-----------|------------|
| Stormossen | 0,1 | 17 |
| Falklamminpuro, ylä | 0,2 | 17 |
| Falklamminpuro, ala | 0,3 | 9 |
| Lönbackanoja | 0,4 | 26 |
| Ladängen | 0,3 | 2 |
| Palojärvenoja, ylä | 2 | 17 |
| Palojärvenoja, ala | 7 | 35 |
| Mosabacka | 0,1 | 78 |
| Alhonsuonoja, ylä | 43 | 35 |
| Alhonsuonoja, ala | 35 | 346 |
| Harafästning | 1 | 4 |
| Sjökulla puhdistamo | 2 | 2 |
| Hepari | 4 | 43 |
| Paloaseman oja | 1 | 10 |
| Tampajan oja | 0,5 | 60 |

6 Järven tila

Järven tilasta kertovia indikaattoreita on useita. Keskeiset ovat happi sekä fosforin ja typen eri muodot. Lisäksi tutkitaan α -klorofyllipitoisuutta, pH-arvoa sekä värilukua (taulukko 5). Taulukossa 5 kerrottavien fysikaalisten ja kemiallisten indikaattoreiden lisäksi tarkastellaan myös eliöstöä sekä muita tekijöitä, mistä on esitetty yksityiskohtaiset kuvaukset tässä luvussa.

Taulukko 5. Veden laatuun vaikuttavia fysikaalisia ja kemiallisia parametreja.

| | Mistä on kyse? | Mihin liittyy? |
|--|---|--|
| Happipitoisuus | Veteen liuenneen hapen määrä | Veden happipitoisuus on esim. pohjan eliöille ja kaloille elintärkeä asia. Happi estää sedimentin ravinteita vapautumasta veteen. |
| Kokonaisfosfori ja fosfaattifosfori | Kasveille välttämätön ravinne, sisävesissä (järvet, joet) yleensä levien kasvua rajoittava tekijä | Fosforia päätyy vesiin pelloilta, metsistä, hulevesistä, haja-asutuksen jätevesistä, jätevesistä sekä vapautuu ns. sisäisenä kuormitukseksi pohjaan varastoituneesta fosforista. |
| Kokonaistyyppi, nitraattinitriittityppi ja ammoniumtyppi | Kasveille välttämätön ravinne, liukoisessa muodossa leville käyttökelpoista | Tyypeä päätyy vesiin pintavaluntana pelloilta, metsistä, hulevesistä, haja-asutuksen jätevesistä, puhdistetuistakin jätevesistä, ilmalaskeumana. |
| Klorofylli-a:n pitoisuus | Vedessä olevien planktonlevien sisältämän klorofyllin eli lehti-vihreän määrä vedessä. | Kertoo planktonlevien mm. sinilevien määrästä vedessä. |
| Sähkönjohtavuus | Liuenneiden suolojen määrä vedessä | Jätevesikuormitus ja lannoitteet lisäävät sähkönjohtavuutta, kuten myös maantiesuolaus. |
| pH | Luonnonvesissä maaperän koostumus määrää veden happamuuden | Suuret poikkeamat yleensä pistemäisestä happo- tai emäskuormituksesta, kiivas levätuotanto voi nostaa pH:ta. |
| Väriluku | Veteen liuenneet värilliset aineet, esim. humus ja rauta | Tyypillisesti väriluku on korkea humusvesissä, jolloin valuma-alueelta tulevat humusaineet värjäävät veden ruskeaksi. |

6.1 Veden laatu

Kesällä 2019 Petäjärvestä haettiin Elinvoimainen ja esteetön Siuntionjoki 2030 -hankkeessa vesinäytteet kolme kertaa. Näytteitä haettiin kahdelta havaintopaikalta: länsi- ja itäpuolen altaalta, pinta- ja alusvedestä. Talvella 2019 järvellä ei ollut näytteenottoa.

Petäjärvestä on tutkimustuloksia vuodelta 1971 alkaen. Kokonaisfosforin ja -typen pitoisuudet olivat pienimmillään 1970- ja 1980-luvuilla ja suurimmillaan 2010-luvulla (taulukko 6). Tässä ajassa pitoisuustaso on etenkin kokonaisfosforin osalta lähes kaksinkertaistunut. Kokonaisfosforipitoisuudet ovat olleet koko havaintokauden melko suuria, mutta etenkin 1970- ja 1980-luvuilla talviarvot olivat vielä usein kohtuullisia (kuva 16). Viime vuosina kokonaisfosforipitoisuudet ovat olleet suuria ja ilmentäneet reheviä oloja.

Pintaveden kokonaistyyppipitoisuudet ovat talvisin olleet yllättävän suuria (kuva 18). Niissä ei ole havaittavissa juurikaan muutoksia. Kesäajan arvot ovat kasvaneet etenkin 2010-luvulla, mikä saattaa liittyä lumettomiin talviin (taulukko 6).

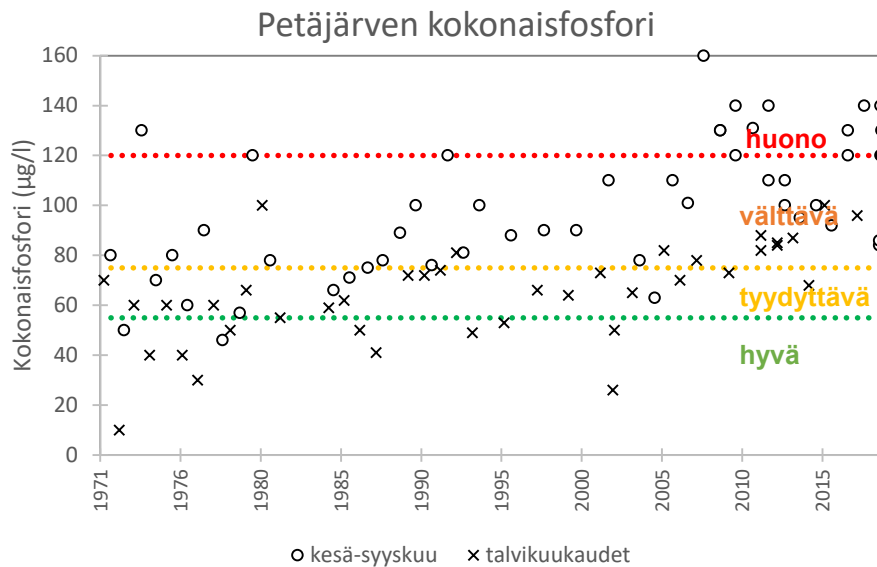
Kesällä 2019 kokonaisfosforin pitoisuus kasvoi heinäkuusta elokuuhun, mikä osoittaa sisäistä kuormitusta (kuvat 17 ja 18). Näytteenottokertoja oli kuitenkin vain kolme, joten sisäisen kuormituksen suuruutta ei voi arvioida tätä tarkemmin. Kesällä 2019 ei havaittu eroa kahden eri havaintopaikan välillä eikä pintaveden ja pohjan läheisen veden välillä etenkin, kun otetaan huomioon analyysin mittausepävarmuus (kuva 17). Mittausepävarmuus ilmoittaa vaihteluvälin, jonka sisällä analyysin todellinen tulos on 95 % todennäköisyydellä. Petäjärvi on matala järvi, jonka vesi ei kesäisin kerrostu kuin heikosti ja ajoittain. Tämä näkyi ravinnetulosten lisäksi happituloksissa. Liukoisen fosfaattifosforin pitoisuus oli koko kesän alle määritysrajan (2 µg/l) eli voimakas levätuotanto sitoi itseensä liukoiset ja vedessä kiertävät fosforiravinteet.

Liukoisien tyyppipitoisuuden (ammonium-, nitriitti- ja nitraattityppi) osuutta ei ole mitattu järvellä juurikaan aiemmin, joten siitä ei voi tehdä mitään arviota muutoksista. Järveen tiedetään lasketun jätevesiä, joten todennäköisesti ammoniumtyyppipitoisuudet ovat olleet ajoittain koholla. Kesällä 2019 seurattiin liukoisien tyyppipitoisuuden vaihtelua ja pitoisuudet olivat koko kesän pieniä eli kokonaistyyppipitoisuus muodostui tällöin lähes täysin partikkelimuotoisesta tyypestä.

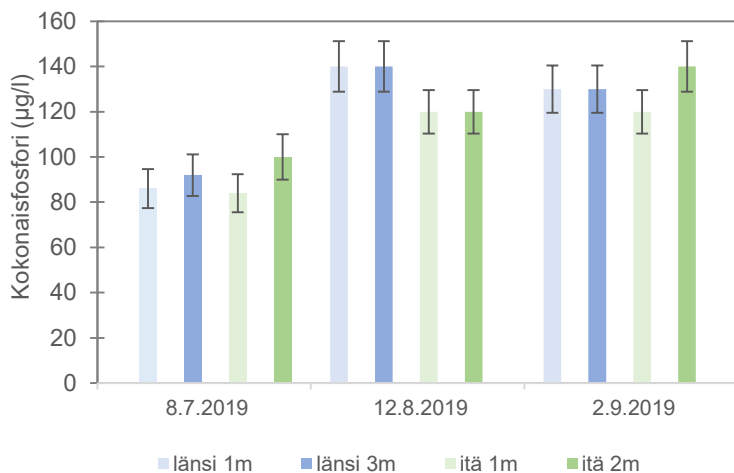
Taulukko 6. Petäjärven pintaveden kokonaisfosfori- ja kokonaistyyppipitoisuuksien keskiarvot eri vuosikymmeninä. Tulokset kesä-syyskuulta.

| | Kokonaistyyppi TN | Kokonaisfosfori TP | TN:TP |
|-----------|-------------------|--------------------|-------|
| 1970-luku | 1201 | 74 | 18 |
| 1980-luku | 1190 | 82 | 15 |
| 1990-luku | 1470 | 94 | 16 |
| 2000-luku | 1543 | 108 | 14 |
| 2010-luku | 1639 | 116 | 14 |

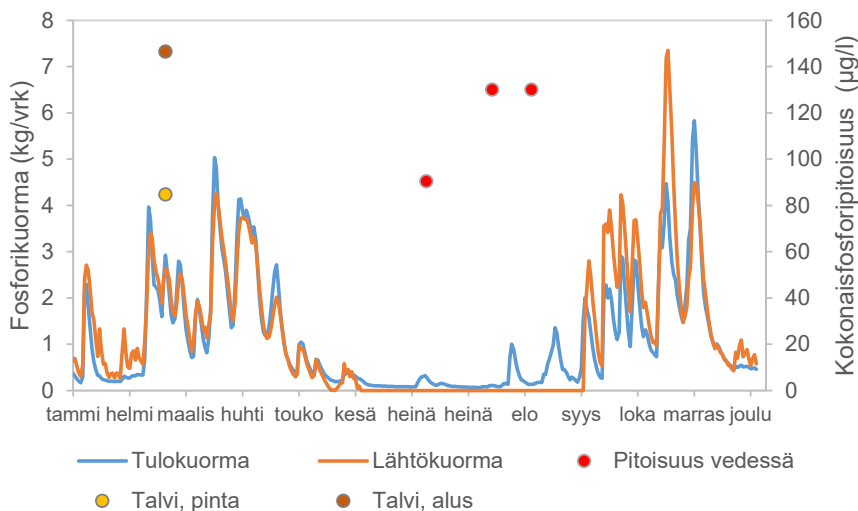
Pintaveden kokonaisravinnepitoisuuden suhde (kokonaistyyppi : kokonaisfosfori) on ilmentänyt koko havaintokauden talvisin voimakasta fosforirajoitettisuutta (TN:TP>17). Kun fosforipitoisuudet kasvavat sisäisen kuormituksen takia kesäaikaan, on tilanne ollut kesäaikaan yleensä se, että laskennallisesti niin tyyppi kuin fosforikin saattavat rajoittaa tuotantoa (TN:TP=10–17).



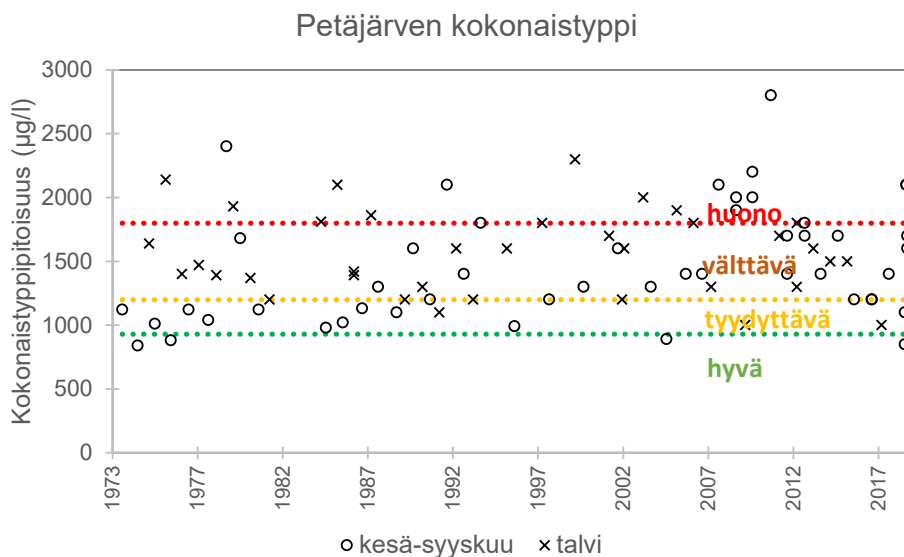
Kuva 16. Petäjärven pintaveden kokonaisfosforipitoisuudet 1971–2019 kaikilta havaintopaikoilta. Katkoviivat kuvaavat samantyyppisten järvien (runsasravinteiset järvet) huonon, välttävän ja tyydyttävän veden luokkarajoja kesäajan (kesä–syyskuu) tuloksille. Kesä- ja talviajan kokonaisfosforipitoisuudet ovat kasvaneet vuosien kuluessa. Talviarvot edustivat 1990-luvun puoliväliin asti jopa hyvää tasoa, mutta ovat vuosi vuodelta selvästi kasvaneet.



Kuva 17. Petäjärven kokonaisfosforin pitoisuus vuonna 2019 länsialtaalla ja itäaltaalla noin metrin syvyydellä ja alusvedessä. Kokonaisfosforin pitoisuus kasvaa kesän edetessä, mikä viittaa sisäiseen kuormitukseen. Altaiden tai mittausvyökyksien välillä ei havaittu eroa. Analyysin mittauserävarmuus (8-10 %) on ilmoitettu pystyviivalla.



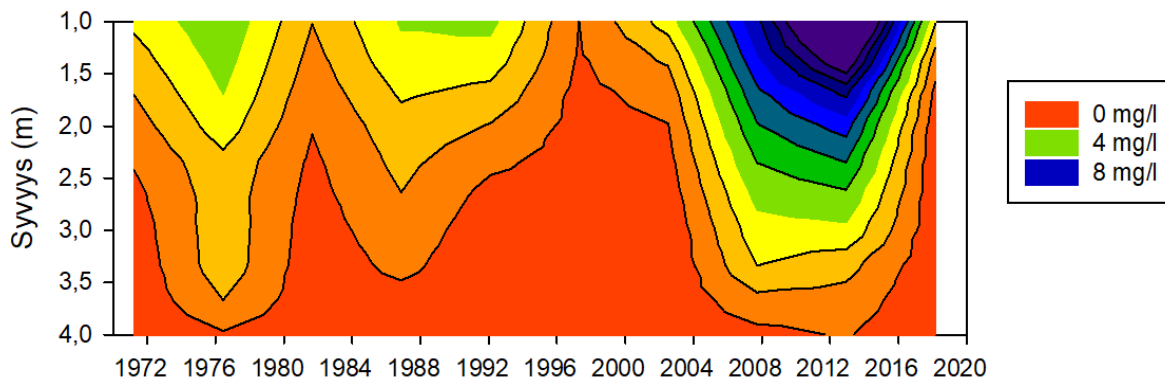
Kuva 18. Petäjäjärven tulo- ja lähtökuorma fosforin osalta vuonna 2019 VEMALA:n simuloimana (tiedot haettu 26.11.2019) sekä järven kokonaisfosforipitoisuuden koko vesimassan keskiarvo kesällä 2019. Talviarvot ovat pinta- ja alusveden keskiarvoja vuosilta 2010–2018. Petäjäjärvellä ei ollut kesällä 2019 lähtövirtaamaa.



Kuva 19. Petäjäjärven pintaveden kokonaistyyppipitoisuudet 1973–2019. Katkoviivat kuvaavat samantyyppisten järvien (runsasravinteiset järvet) huonon, välttävän ja tyydyttävän veden luokkarajoja kesäajan (kesä–syyskuu) tuloksille. Talviajan kokonaistyyppipitoisuudet ovat olleet suuria ja niissä ei ole selvää muutossuuntaa. Kesäajan kokonaistyyppipitoisuus on kasvanut.

Happipitoisuutta matalasta järvestä on vaikea mitata normaalilla vesinäytteenotolla luotettavasti vaan tämä olisi tehtävä kenttämittarilla, jolla päästään mittaamaan lähelle pohjasedimentin pintaa. Matalassa järvestä ei yleensä ole pinnan ja pohjan läheisessä vedessä suurta eroa happipitoisuudessa, mutta jos matala järvi kesäaikana kerrostuu hellejaksoilla, siitä voi seurata happikatoa veden ja sedimentin rajapinnassa sekä fosforin vapautumista sedimentistä (Knuutila ym. 1994).

Petäjäjärven kesäkuukausien happipitoisuus on ollut koko seurantakauden yleensä hyvä. Toisinaan pohjan läheisessä vedessä on havaittu vain hyvin vähän happea. Järven perustuotanto on suuri ja yhteyttävät levät tuottavat veteen runsaasti happea. Talvella on lähes säännöllisesti mitattu pieniä happipitoisuuksia 1970-luvulta alkaen. Vapaaehtoiset toimijat mittasivat järvestä happipitoisuuksia kenttämittarilla 3.3.2019 (Malmström 2019). Pintavesi oli hapellista, mutta yhden metrin syvyydessä happipitoisuus vaihteli 3-4 mg/l ja kolmen metrin syvyydellä 0,6-1,0 mg/l. Sedimentin pinta saattoi olla tällöin jo hapeton.



Kuva 20. Petäjärven talviaikainen happipitoisuus.

Petäjärvestä on ajoittain mitattu veden α -klorofyllin eli lehtivihreän pitoisuutta vuodesta 2005 alkaen. Vuosina 2018–2019 levien määrä on ollut todella suuri (kuva 21). Veden α -klorofyllipitoisuuden ja kokonaisfosforin välinen suhdeluku on ollut keskimäärin 0,9 eli suuri (kuva 22). Verrattuna suuresta havaintoaineistosta tehtyyn hypoteesiin (Mazumder 1994), Petäjärven levien määrää on todennäköisesti mahdollista pienentää tehokasluokituksen avulla (kuva 22). Eli vaikka kokonaisfosforipitoisuus ei pienenesi, levien määrän kohdalla todennäköisesti tapahtuisi vähenemistä.

Petäjärvellä on ollut sinileväkukintoja vuosittain. Sinilevien määrää mitattiin järvellä vuosina 2011–2017 jatkuva-toimisella fykosyaniinimittarilla (kuva 23). Sinileviä oli joka kesä runsaasti ja niitä oli varsin runsaasti heinäkuun lopulta syys-lokakuun vaihteeseen. Vesi on ollut vihertävää ja sameaa. Kasviplanktonin lajikoostumusta on järvellä tutkittu muutamina vuosina 2000-luvulla (kuva 24). 2013 järvestä otettiin kattavasti kasviplanktonnäytteitä, joiden avulla Petäjärven vuosisyysdynamiikka hahmottui. Keväällä ja alkukesällä 2013 esiintyi paljon piileviä ja nieluleviä. Kesän edetessä sinilevät lisääntyivät todella runsaasti. Samaan aikaan runsastuivat myös viherlevät ja esimerkiksi silmälevät. Syyskesällä esiintyi kultaleviä ja myöhäissyksyllä vielä sinilevien toinen kukintapiikki.

Kesällä 2019 kasviplanktonlajisto analysoitiin kolme kertaa (liite 1). Heinäkuun alussa 2019 sinileviä esiintyi maltillisesti, mutta elo-syyskuussa niitä oli todella paljon. Lisäksi kasviplanktonissa oli runsaasti piileviä ja koristeleviä. Sinilevistä ylivoimaisesti suurimman biomassan muodosti *Aphanizomenon*-sivun rihmamaiset sinilevät. Koristelevistä *Cosmarium bioculatum* ja piilevistä suurikokoiset *Aulacoseira*-sivun lajit olivat biomassaltaan runsaita. Petäjärvellä esiintyi lisäksi jonkin verran limalevää (*Gonyostomum semen*), joka runsaana esiintyessään jättää uimarin iholle limakerroksen, joka voi kutista kuivuessaan.

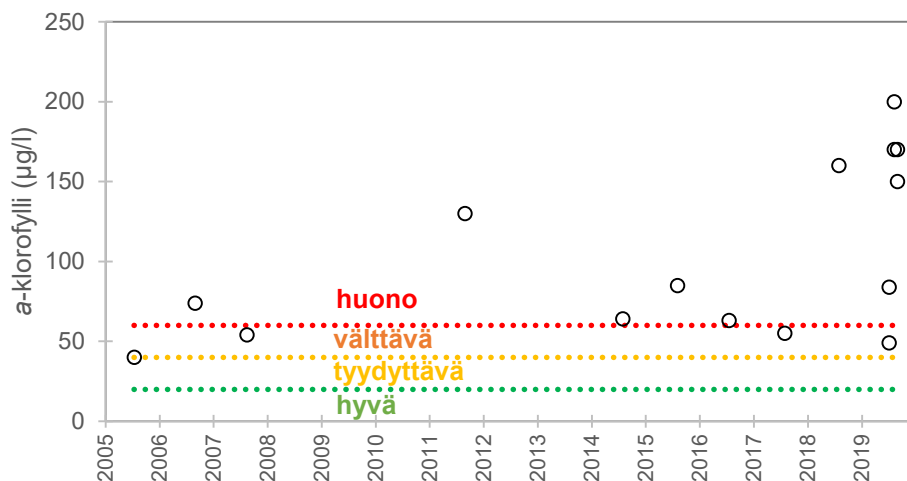
Kasviplanktonin kokonaismäärä on mikroskopointilaskentatulostenkin perusteella ollut 2006–2019 todella suuri (keskimäärin 17 mg/l). Haitallisten sinilevien osuus on ollut keskimäärin 35 %. Heinäkuun alussa 2019 kokonaisbiomassa oli 10 mg/l, mutta elokuun lopulla jo 35 mg/l. Haitallisia sinileviä oli heinäkuun alussa 13 %, mutta elo-syyskuussa 70–75 % eli todella paljon. Kasviplanktonin trofiaindeksi on ollut 2006–2019 suuri (2,2) eli lajisto on ollut varsin yksipuolinen. Kesällä 2019 se oli 2,7. Runsasravinteisiksi tyytellyille järville ei ekologisessa laatuluokittelussa ole luokkarajoja kasviplanktonin osalta, sillä vertailuarvoja ei ole saatu määritettyä.

Voimakas levätuotanto tuottaa veteen happea ja kasvattaa veden emäksisyyttä. Tämä on nähtävissä veden pH-arvoissa, jotka ovat kasvaneet seurantajakson (1971–2019) kuluessa (kuva 25). Keskimäärin veden pH on ollut kesäisin 7,4. Ajoittain havaitut korkeat pH-arvot ovat eräs sisäistä fosforikuormitusta voimistava tekijä, kun alumiiniin kiinnittynyt fosfori pääsee vapautumaan (Koski-Vähälä ym. 2001).

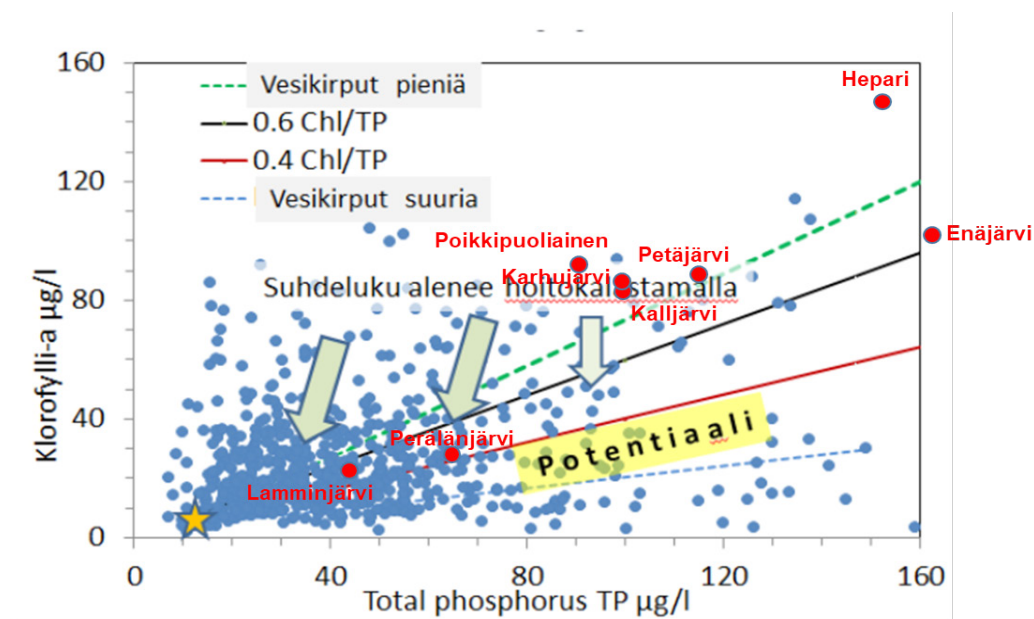
Petäjärvellä on planktonlevästön lisäksi melko runsas vesikasvillisuus. Toistuvat vesikasvillisuuden niitot ovat toisaalta poistaneet ravinteita järvestä, mutta ne ovat myös voineet lisätä planktonlevien kilpailukykyä. Kalaston määrä on kuitenkin todennäköisesti vaikuttanut enemmän planktonlevien runsastumiseen.

Veden näkösyvyydestä vuodesta 1971 alkaen tehtyjen mittausten perusteella Petäjärven vesi samentui jo 1970-luvulla (kuva 26). Tämän jälkeen veden sameus ei ole juurikaan muuttunut.

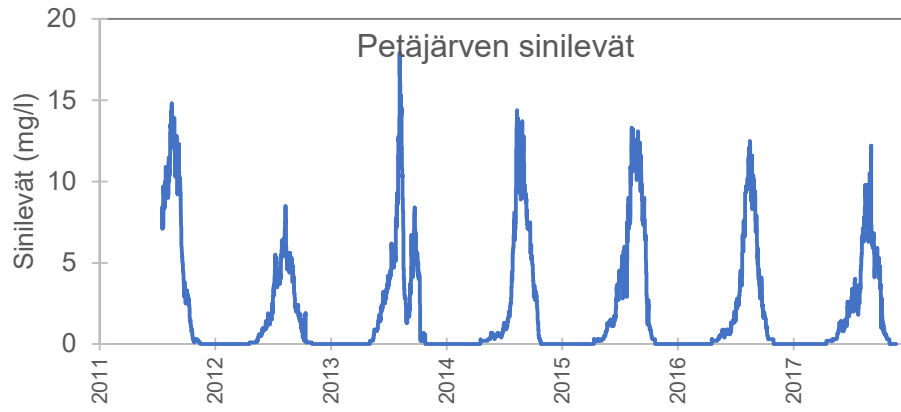
Petäjärven a-klorofylli



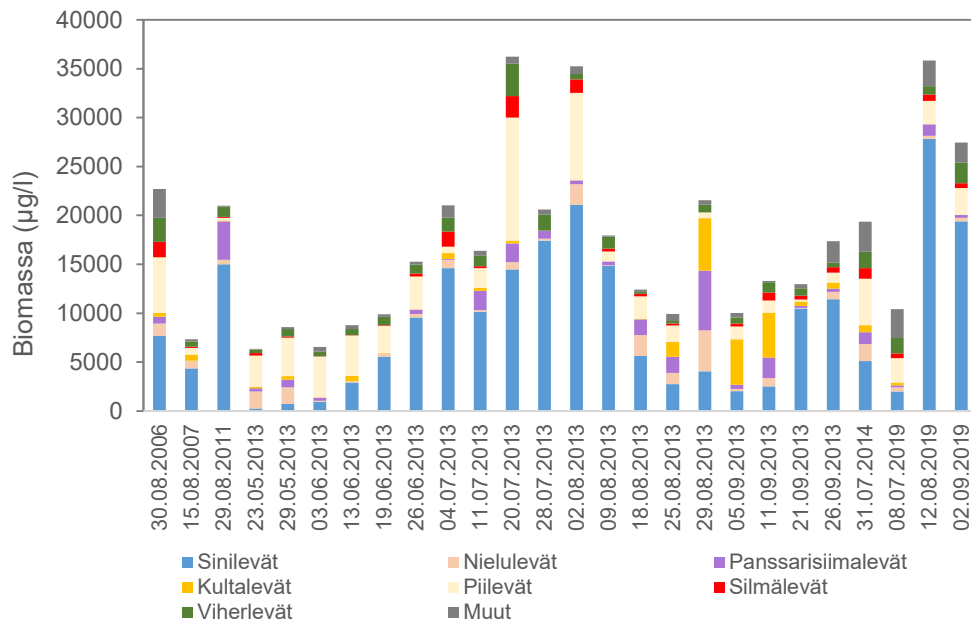
Kuva 21. Petäjäjärven veden a-klorofyllipitoisuus 2005–2019. Katkoviivat kuvaavat samantyyppisten järvien (runsasravinteiset järvet) huonon, välttävän ja tyydyttävän veden luokkarajoja kesäajan (kesä–syyskuu) tuloksille. Viime vuosina lehtivihreän määrä on ollut Petäjäjärvessä todella suuri.



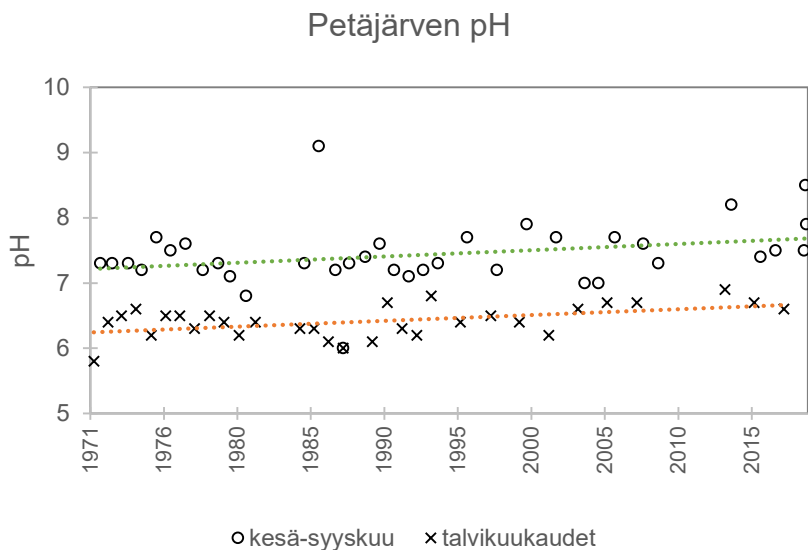
Kuva 22. Petäjäjärven ja muiden vuonna 2019 tutkittujen Länsi-Uudenmaan järvien veden a-klorofylli- ja kokonaisfosforipitoisuuksien välinen suhde. Petäjäjärven suhdelukua on mahdollista pienentää hoitokalastamalla. Pohjakuva: Ilkka Sammalkorpi (2018).



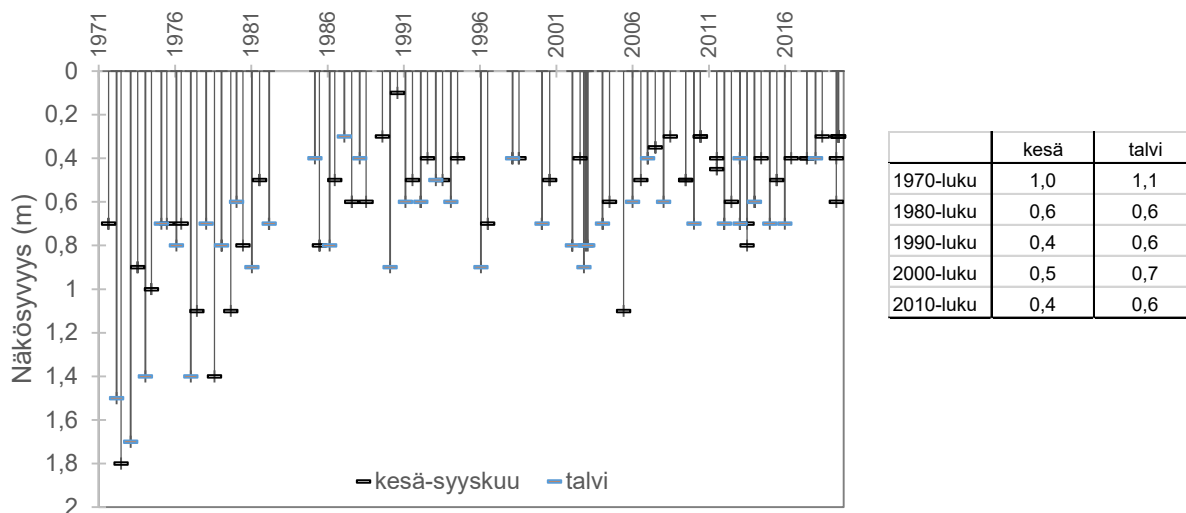
Kuva 23. Petäjärven sinilevien määrän vaihtelu 2011–2017. Sinilevien määrä on mitattu jatkuvatoimisella fykosyaniinianturilla. Lähde: Kiirikki (2019).



Kuva 24. Petäjärven kasviplanktonbiomassan kehitys ja sen jakautuminen eri luokkiin 2006–2019.

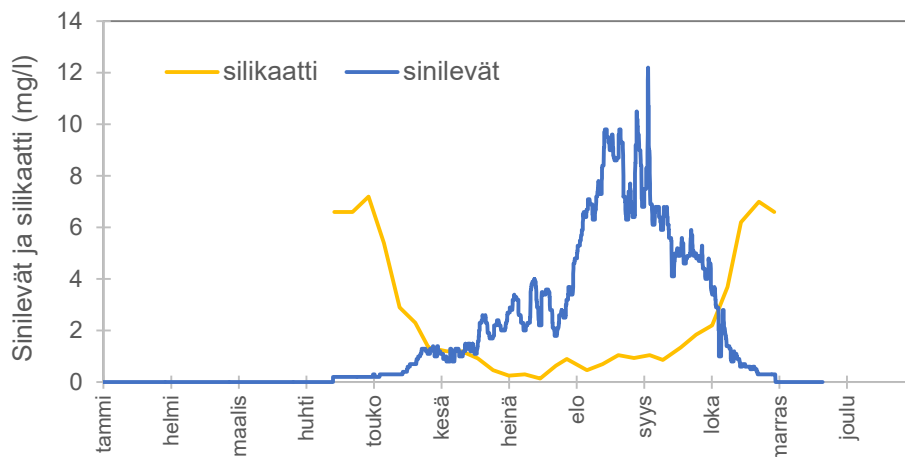


Kuva 25. Petäjärven talvi- ja kesäajan veden pH:n kehitys 1971–2019 ja havaintojen lineaariset trendiviivat. Veden emäksisyys on kasvanut voimakkaasti levätuotannon takia, myös talvisin. Huomaa, että kuvan y-akseli alkaa arvosta 5.



Kuva 26. Petäjärven näkösyvyyden kehitys 1971–2019. Veden näkösyvyys pienentyi jo 1970-luvulla eli vesi samentui a). Veden näkösyvyyden keskiarvo (m) kesäisin ja talvisin eri vuosikymmeninä b).

Vuonna 2017 Kiirikki mittasi järveltä jatkuvatoimisella mittalaitteella silikaatin pitoisuutta vedessä (kuva 27). Piilevät esiintyvät keväällä runsaina, kun vedessä on runsaasti piitä. Piin vähentyessä vedessä piilevien määrä romahtaa. Piilevistä peräisin oleva silikaatti voi ligandinvaihtokilpailun kautta aiheuttaa fosforin vapautumista sedimentistä (Tallberg 2000). Tämä saattaa olla rehevissä järvissä huomattava fosforin lähde vesipatsaaseen. Petäjärven silikaatin määrä romahti vedessä toukokuussa vuonna 2017 ja pitoisuus oli pieni koko kesän. Silikaatin määrä kasvoi lokakuussa todennäköisesti maalta tulevan kuormituksen kasvaessa. Silikaatin osuutta fosfaatin vapautumiseen sedimentistä ei voida tässä tarkastelussa todentaa, mutta sillä on toki voinut olla osuutta sinilevien runsastumiseen loppukesästä.



Kuva 27. Petäjäjärven silikaatti- ja sinilevöpitoisuuden vaihtelu vuonna 2017. Lähde: Kiirikki (2019).

6.2 Pintasedimentti

Petäjäjärven pohjasta otettiin 25 cm pitkä sedimenttinäyte 2.8.2019. Näytteen otti LUVY:n sertifioitu näytteenottaja järven länsisyvänteiden kohdalta. Näytteitä otettiin kaksi rinnakkaista Limnos-sedimenttinentimellä ja viipaloitiin yhden senttimetrin paksuisiin osanäytteisiin. Toisista viipaleista akkreditoitu laboratorio KVVY Tutkimus Oy analysoi ajoitusta varten cesiumpitoisuuden ja toisista oli tarkoitus rekonstruoida piilevien avulla sedimentoitumisaikaan vallinnut rehevyystilanne. Tarkoituksena oli löytää muun muassa Tšernobylin ydinvoimalaonnettomuuden (vuonna 1986) aiheuttama cesiumlaskeuman maksimi. Lisäksi pintasedimentistä (0–2 cm) analysoitiin kiintoaineen hehikutushäviö ja hehikutusjäänös, kuiva-ainepitoisuus, tyyppi ja fosforipitoisuus sekä orgaanisen hiilen kokonaismäärä (TOC) ja kokonaishiili.

Cesiumpitoisuuden huippua ei havaittu, sillä pitoisuudet olivat määrittäjärajan tuntumassa kaikilla syvyyksillä. Piilevämäärityksiä ei näin ollen tehty. Kirkkonummen kunta sijaitsee alueella, jossa cesiumin laskeuma oli ydinvoimalaonnettomuuden jälkeen hyvin pieni (STUK 2019).

Sedimentti oli kovaa ja sedimentissä erottui vain pieniä sulfidiraitoja, joita muodostuu sedimentin ollessa hapeton. Pintasedimentin pinta oli hapellinen eikä sedimentissä ollut selvää hajua (kuva 28). Pintasedimentin orgaanisen aineen määrä (kiintoaineen hehikutushäviö) oli 20 % eli kertyvä sedimentti muodostuu varsin suurelta osin eloperäisestä aineksesta (taulukko 7). Typpipitoisuus oli 12 g/kg kiintoainetta, mikä vastaa rehevän järven tasoa. Korkea fosforipitoisuus (1,5 g/kg ka) oli myös reheville järville tyypillinen. Pintasedimentin fosforista osa oli todennäköisesti liuennut jo veteen. Sedimentistä ei tehty fosforin fraktiointia, jolla saisi selville veteen liukenevan, leville käyttökelpoisen fosforin määrän.



Kuva 28. Petäjärven sedimentti oli 2.8.2019 pinnaltaan hapellinen.

Taulukko 7. Petäjärven pintasedimentin tutkimustulokset 2.8.2019.

| Analyysi | Arvo | Yksikkö |
|-------------------------|------|----------|
| Hehkutushäviö, LOI% | 20 | % ka:sta |
| Kuiva-aine | 80 | g/kg |
| Hehkutusjäännös | 65 | g/kg |
| Hehkutushäviö | 16 | g/kg |
| Typpi | 12 | g/kg ka |
| Fosfori | 1,5 | g/kg ka |
| Org.kokonaishiili (TOC) | 96 | g/kg ka |
| Kokonaishiili (TC) | 97 | g/kg ka |

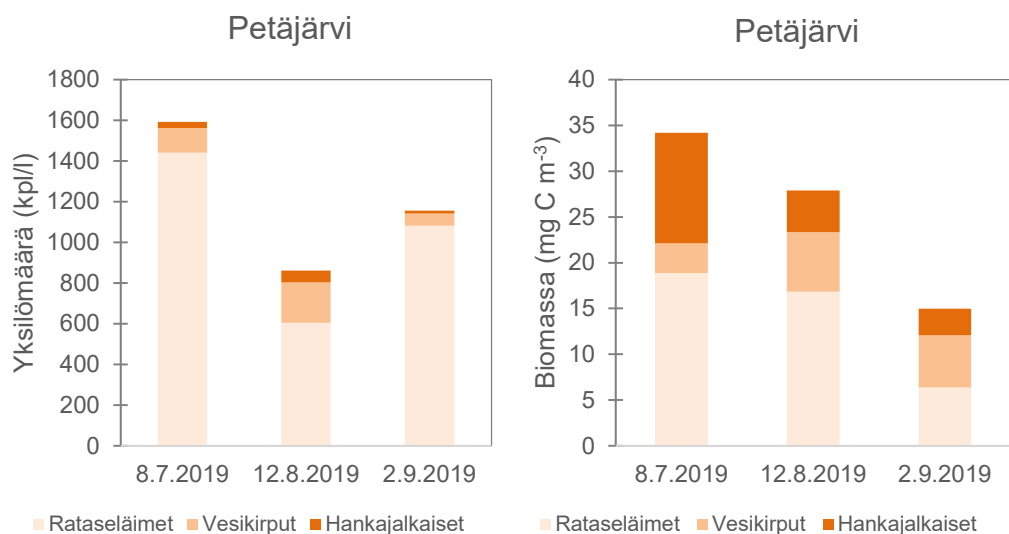
6.3 Eläinplankton

Petäjärvestä otettiin kesällä 2019 kolme eläinplanktonnäytettä laskemalla eläinplanktonhaavi (silmäkoko 50 µm ja suuaukon halkaisija 25 cm) puoli metriä pohjan yläpuolelle ja nostamalla se hitaasti pintaan. Haavi syrjäyttää jonkin verran vettä ja eläinplanktonin yksilömäärästä arvioitiin tulevan mukaan 85 %. Eläinplanktonnäytteet säilöttiin etanolilla niin, että lopulliseksi etanolivahvuudeksi tuli noin 70 %.

Eläinplanktonnäytteiden mikroskooppisen laskennan teki Vesa Saarikari (biologi, FM) Lounais-Suomen Vesi- ja ympäristötutkimus Oy:sta. Eläinplanktonyksilöt laskettiin käänteismikroskooppia (Wild M40-58519) käyttäen. Laskennassa käytettiin kolmea eri suurennosta (40x, 100x, 200x) ja koko kyvetin ala laskettiin. Äyriäisplanktonin ja rataseläinten lopulliseksi yksilömääräksi tuli kummallekin vähintään 200 yksilöä ja lisäksi enintään 50 hankajalkaisten nauplius-vaiheista yksilöä. Äyriäisplanktonista määritettiin lajisto, kehitysvaiheet (hankajalkaiset) ja sukupuoli, sekä laskettiin naaraissa olevat munat ja irtomunat. Tarvittaessa näytettä ositettiin erikseen dominoivalle taksonille siten, että sen yksilömäärä oli enintään 50 yksilöä. Äyriäisplanktonyksilöt mitattiin. *Daphnia*-vesikirput mitattiin silmästä peräpiikin (mucro) tyveen. *Bosmina*-vesikirput mitattiin ”otsasta” kuoren takareunaan (pisin etäisyys ilman rostrumia ja mahdollista piikkiä). Tuloksista laskettiin biomassa-arvot Lounais-Suomen Vesi- ja ympäristötutkimuksen oman biomassataulukon avulla. Biomassatiedot pohjautuvat lähinnä Lammin Biologisella asemalla tehtyihin hiilianalyysiin (Jouko Sarvala 1974, julkaisematon aineisto).

Petäjärven eläinplanktonnäytteistä löydettiin 18 rataseläinlajia, 8 vesikirppulajia ja neljä hankajalkaislajia. Keijuhankajalkaisista esiintyi vain *Eudiaptomus gracilis*, mutta kyklooppihankajalkaisista esiintyi kolmea lajia (liite 2). Kyklooppihankajalkaiset ovat pääasiassa ravinnonkäyttöltään petoja eli ne eivät aikuisina laidunna kasviplanktonleviä, vaan alku- ja rataseläimiä.

Eläinplanktonyksilöistä valtaosa (70–94 %) oli pieniä rataseläimiä (kuva 29), lähinnä lajia *Keratella cochlearis* var *tecta*. Vesikirppuja oli alle 10 % lukuun ottamatta heinäkuun loppua 2019, jolloin niiden osuus oli lähes neljäsosa eläinplanktonyksilöistä. Nämä olivat lähes täysin *Chydorus sphaericus* -vesikirppua, joka elää tyypillisesti rantavyöhykkeessä. Petäjärvi on matala ja runsaskasvustoinen järvi, joten rantavyöhykkeen vaikutus avovesialueelle on suuri. *Chydorus*-vesikirput ovat pienikokoisia ja niiden kyky laidunaa kasviplanktonleviä on varsin pieni. *Chydorus*-vesikirput pystyvät elämään sinileväkukintojen seassa, minkä vuoksi niiden runsastuminen ulapan planktonissa on liitetty järven tuottavuuden kasvuun (Donner ym. 1978). Myös kalojen saalistus voi olla osasy *Chydoruksen* lisääntymiselle, kun kalat saalistavat suurikokoisia vesikirppuja (Kuoppamäki 2019). Petäjärvellä havaittiin muutamia petovesikirppuja (*Leptodora kindti*), jotka saalistavat rataseläimiä ja pieniä vesikirppuja. Hankajalkaisista pienikokoiset *Thermocyclops oithonoides* ja *Mesocyclops leuckarti* -kyklooppihankajalkaiset olivat runsaimpia. Keijuhankajalkaisia ja suurikokoista *Megacyclops viridis* -kyklooppihankajalkaista tavattiin vain muutamia.



Kuva 29. Petäjärven eläinplanktonin yksilömäärän ja biomassin jakautuminen ryhmiin kesällä 2019.

Eläinplanktonin biomassasta (15–34 mg C/m³) noin puolet muodostui pienistä rataseläimistä, 10–38 % vesikirpuista ja 16–35 % hankajalkaisista. Biomassasta runsaimpina esiintyivät samat valtalajit kuin yksilömäärien tapauksessakin.

Petäjärvellä on runsas eläinplanktonlajisto, mihin vaikuttavat rantavyöhykkeen kasvillisuus, sekä sinileväkukintojen ja tiheän kalaston ansiosta monipuolinen rataseläinlajisto. Merkille pantavaa on keijuhankajalkaisten vähyyttä. Suurikokoisia vesikirppuja ei järvestä myöskään juuri esiinny. Näiden tulosten perusteella eläinplanktoniin kohdistuu suuri saalistuspaine kalojen ja mahdollisesti myös sulkasääskien taholta.

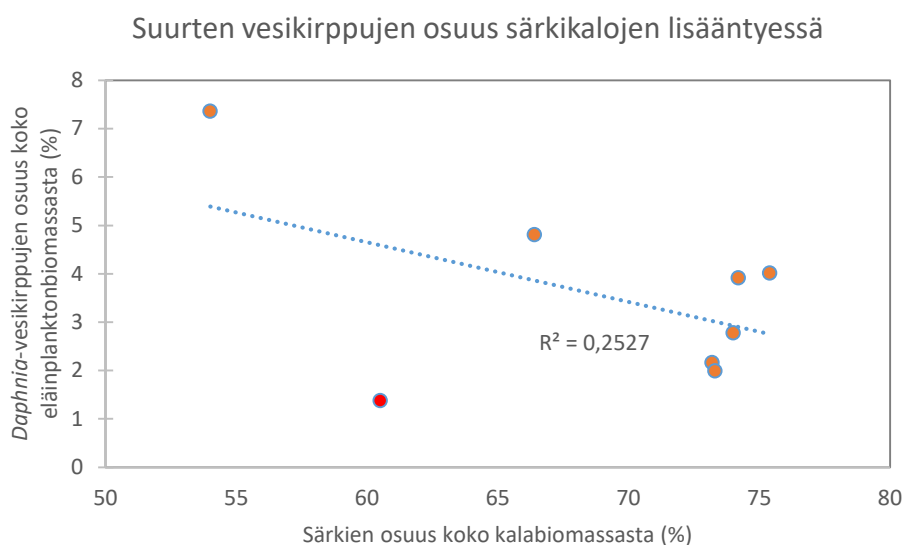
Bosmina- ja *Daphnia*-vesikirppujen keskimääräinen pituus oli alle 600 µm (taulukko 8). Kaikkien vesikirppujen pituus oli vain 280 µm eli valtaosa vesikirpuista oli pienikokoisia. Säskylän Pyhäjärvestä on havaittu yli 500 µm pituisten vesikirppujen puuttuvan lähes kokonaan sellaisina vuosina, kun järvestä on paljon planktonia syöviä kaloja (Sarvala ym. 1997). Vesikirppujen pituusjakauma on Pyhäjärvellä osoittautunut herkäsi mittariksi arvioitaessa planktonia syövän kalaston määrää ja biomanipulaation soveltuvuutta vesistön kunnostukseen (Sarvala ym. 1997, 1998). Tuusulanjärvestä *Daphnia*-vesikirppujen pituus on 2000-luvulla ollut noin 600 µm ja pituus on vaihdellut kalojen saalistuksen suuruuden mukaan (Kuoppamäki 2019). Länsi-Uudenmaan kahdeksasta järvestä tutkittiin kesällä 2019 eläinplanktonkoostumus ja kalasto koeverkkoalastuksella. Näidenkin tutkimusten perusteella särkikaloiden osuuden kasvaessa suurikokoisten *Daphnia*-vesikirppujen osuus eläinplanktonista vähenee (kuva 30).

Petäjärven eläinplankton koostuu valtaosin rataseläimistä, pienikokoisista vesikirpuista sekä pienikokoisista kyklooppihankajalkaisista, jotka ovat ravinnonkäyttöltään petoja. Huomattavaa eläinplanktonlajistossa on

keijuhankajalkaisten puuttuminen sekä suurikokoisten vesikirppujen pieni määrä. Verrattaessa viereiseen Heparinjärveen Petäjärven eläinplankton on harvalukuisempi (Heparin eläinplanktonbiomassa oli kesällä 2019 71–133 mg C/m³). Eläinplanktonbiomassa Petäjärvellä koostuu Hepariniin verrattuna huomattavasti enemmän rataseläimistä ja kyklooppihankajalkaisista.

Taulukko 8. Petäjärven kesän 2019 Bosmina-, Daphnia- ja kaikkien vesikirppujen pituuksien mediaanit ja keskiarvo (µm).

| | 17.7. | 30.7. | 26.8. | keskiarvo |
|------------|-------|-------|-------|-----------|
| Bosmina | 614 | 574 | 568 | 580 |
| Daphnia | 549 | 600 | 518 | 554 |
| Vesikirput | 464 | 261 | 271 | 280 |



Kuva 30. Daphnia-vesikirppujen ja särkikalajien osuuksien välinen yhteys Länsi-Uudenmaan kahdeksalla, vuonna 2019, tutkitulla järvellä. Petäjäjärvi on merkitty punaisella pallolla. Tutkitut järvet ovat kaikki reheviä tai erittäin reheviä.

6.4 Pohjaeläimet

Petäjärven pohjaeläintutkimuksen kohteena oli ns. *makroskooppinen* eli paljain silmin havaittavissa oleva pohjaeläimistö. Näytteet ottivat LUVY:n sertifioidut näytteenottajat erikoistumisalana vesistönäytteenotto. Näytteitä otettiin kuusi kappaletta järven keskeltä 1.10.2019. Pohja oli pehmeä sedimentaatiopohja ja näytteet otettiin Ekman-pohjanoutimella 3,5 metrin syvyydeltä. Näytteet seulottiin veneessä sankoseulalla, jonka seulaverkon silmän halkaisija oli 0,5 mm. Tutkimuksessa noudatettiin ympäristöhallinnon ohjeita näytteenotosta ja näytteiden laboratorioskäsitelystä (poiminta, määrittäminen, punnitus jne). Tulokset kentältä ja laboratoriosta tallennettiin ympäristöhallinnon ylläpitämään HERTTA-tietojärjestelmän pohjaeläinosioon (Pohje). Petäjärveltä ei ole tiedossa pohjaeläintutkimuksia aikaisemmilta vuosilta.

Biologisilla tutkimusmenetelmillä kuten pohjaeläinseurannalla voidaan selvittää ympäristön tilaa ja seurata siinä tapahtuvaa muutosta. Pohjaeläinten avulla saadaan yksittäistä kemiallista analyysia laajempi käsitys kemiallisista, biologisista ja fyysisistä elinympäristötekijöistä eli pohjaeläinten elinympäristön tilasta kokonaisuudessaan. Matalille ja luonnostaan reheville järville ei ole pystytty luomaan luokitteluindeksiä, jolla järviä voisi laskennallisesti luokitella ekologisen laadun mukaisesti (Aroviita ym. 2019). Petäjärvelle laskettiin surviaissäski-indeksi CI, jolla voidaan arvioida pohjan ravinteisuutta surviaissäskilajiston perusteella (Paasivirta 2000).

Pohjasedimentti oli näytteiden perusteella pehmeää saviliejua. Sedimentti oli väriltään normaalin harmaaruskeaa, koostuen pääasiassa eläin- ja kasviperäistä liejua sekä näiden lisäksi savesta. Rikkivedyn hajua ei havaittu, mikä olisi ollut seurauksena sedimentin pintakerroksen ja alusveden hapettomuudesta. Sedimentissä

kuitenkin havaittiin jokin tunnistamaton hajua. Näytteenoton aikaan veden lämpötila pohjan lähellä oli 11°C ja näkösyvyys 0,6 m.

Näytteet edustivat järven keskisyvyyttä syvempää aluetta, jollaisiin Petäjärven kaltaisessa pienessä järvessä sedimentoituu eli kerrostuu runsaasti ainesta myös matalammilta alueilta. Järvien rantakasvillisuus kehittyi matalammilla rannoilla varsin tiheäksi ja runsaaksi, mikä vaikuttaa siten myös järven syvempien alueiden pohjan laatuun ja pohjaeläimistön tilaan. Tämä oli selkeästi nähtävissä pohjaeläinnäytteiden seulosjäännöksessä, jossa rannan kasvillisuusjätteiden, hienokarikkeen (detrituksen) osuus oli suuri.

Pohjaeläimistö koostui kuudesta lajista, jotka kaikki ovat hyvin tavallisia erittäin rehevien järvien lajeja (liite 3). Lajistossa kiinnittyi huomio polttiaistoukkien (*Ceratopogonidea*) suureen osuuteen (noin 1800 yksilöä pohjaneliometriä kohden). Niitä oli noin puolet yksilöistä. Niiden lisäksi runsaana järvellä esiintyi myös sulkasääsken (*Chaoborus flavicans*) toukkia sekä näitä harvalukuisempina *Procladius*- ja *Tanytus*-sukujen surviaistoukkia, jotka kaikki ovat petoja. Näytteissä esiintyi odotetusti myös *Chironomus plumosus* -tyypin toukkia, joista osa oli jo valmiina koteloitumaan ja osa oli näitä pienikokoisempia eli uudempaa, kenties talvehtimaan jäävää sukupolvea. Viidentenä lajina oli tyypillinen harvasukamato *Potamothrix hammoniensis*, joka on mahdollinen pääsaalistuskohde sekä *Procladius*- että *Ceratopogonidae*-toukille matojen alhaisen määrän perusteella. Petomaiset pohjaeläinlajit saalistavat myös itseään huomattavasti pienempiä eliöitä, minkä lisäksi erityisesti *Procladius*-toukkien tiedetään pystyvän käyttämään tarvittaessa myös pohjalla runsaana esiintyvää eloperäistä, puoliksi hajonnutta eloperäistä detritusmateriaalia ravintonaan.

Petäjärvellä esiintyvä sulkasääski ei ole varsinainen pohjaeläin, sillä se saalistaa vapaasta vedestä nopeasti liikkuvaan kykenevänä lajina eläinplanktonia erityisesti hieman syvemmillä vesillä. Sulkasääski hyöttyy silti kestävässä lajina rehevöitymisestä ja todennäköisesti myös sen myötä veden samentumisesta erityisesti matalissa järvissä. Sameudesta huolimatta sulkasääski joutunee silti vapaassa vedessä liikkuvana pikkueläimenä helposti kalojen ravinnoksi, mikä selittää osaltaan niiden melko alhaisen yksilötiheyden Petäjärvessä.

Petäjärvellä pohjaeläimistö ilmensi lajiston ja lajisuhteiden perusteella pohjan erittäin suurta ravinteisuutta. Surviaissääskiin perustuvan CI-indeksin arvo oli 1,0, mikä kertoo hyvin ravinteikkaasta pohjasta. Ekologiseksi tilaksi arvioidaan korkeintaan välttävää.

Pohjaeläinnäytteissä ei esiintynyt yhtään simpukkaa, vaikka järven rantavyöhykkeessä suursimpukoita tiedetään elävän runsaasti.

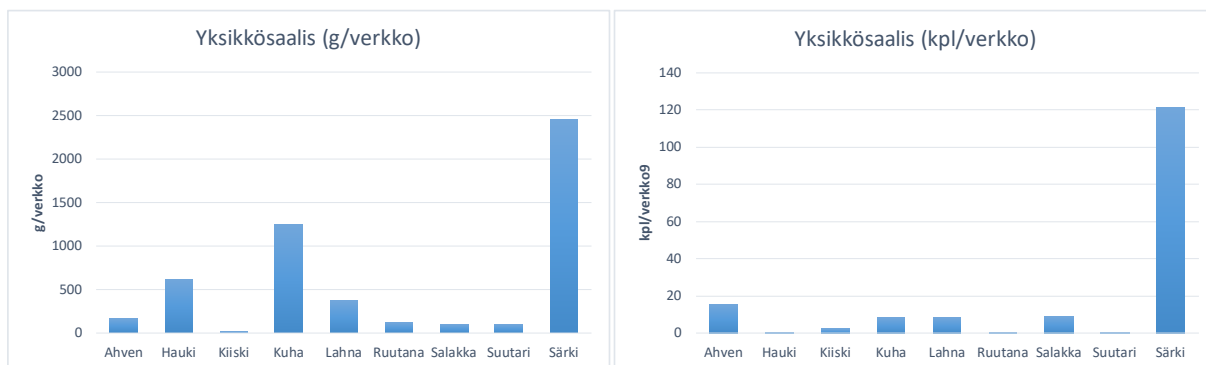


Kuva 31. Petomaisia, vapaana liikkuvia polttiaisen (*Ceratopogonidae*), *Procladius*- ja *Tanytus*-sukujen surviaissääsken toukkia. Keskellä kahden isokokoisen *Chironomus plumosus* -tyypin surviaissääsken toukan takaruumiit, joiden päässä on hapen saantia tehostavat kiduslisäkkeet. Kuva: Aki Mettinen /LUVY.

6.5 Kalasto

Vesistöasiantuntija Jorma Valjus ja tutkimusavustaja Lauri Lukka suorittivat koekalastuksen maastotyöt 5.–6.8. ja 28.–29.8.2019 (liite 4). Pyyntialueena oli koko järvi ja verkkovuorokausien määrä 12. Koekalastukset perustuivat ositettuun satunnaisotantaan, jossa verkkomäärä on suhteutettu syvyysvyöhykkeiden pinta-aloihin (Olin ym. 2014). Kalastus tehtiin yhdellä syvyysvyöhykkeellä (0–3 m). Joitakin pyyntiruutuja jouduttiin siirtämään järven mataluuden takia syvemmille alueille. Verkot laskettiin illalla ja nostettiin seuraavana aamuna, jolloin pyyntiajaksi tuli keskimäärin 13 tuntia. Koekalastuksissa käytettiin NORDIC-yleiskatsausverkkoa, joka on kooltaan 1,5 x 30 m ja koostuu 12:sta eri solmuvälillä paneelista (5–55 mm). Eri kalalajien yksilömäärät ja yhteispainot kirjattiin gramman tarkkuudella verkko- ja solmuvälikohtaisesti. Kalojen pituus mitattiin yhden senttimetrin tarkkuudella ja runsaiden lajien osalta käytettiin kymmenen yksilön satunnaisotosta. Säähavainnot kirjattiin ja näkösyvyys sekä veden lämpötila mitattiin. Koekalastusten tulokset on tallennettu ympäristöhallinnon Koekalastusrekisteriin. Järvellä ei ole tiettävästi aiemmin tehty koekalastusta.

Koekalastuksen aikaan sinilevien määrä vaihteli lukuarvojen 0–2 välillä (asteikko 0–3). Koekalastusten välissä järvellä oli poistettu kasvillisuutta. Petäjärven kokonaisyksikkösaalis vuoden 2019 koekalastuksissa oli 5 174 g/verkko ja 165 kpl/verkko (liite 4). Saalis koostui yhdeksästä lajista, joista särki oli selvästi runsain sekä painosaa-liin että yksilömäärän osalta. Särkikalajien (särki, suutari, salakka, ruutana ja lahna) osuus kokonaisyksikkösaalisesta oli 61 % ja ahvenkalajien osuus 28 % (taulukko 9). Petokalajien (hauki, kuha ja yli 15 cm ahven) osuus biomassasta oli 38 %.



Kuva 32. Petäjärven koekalastuksen yksikkösaalis lajeittain (g/verkko) ja (kpl/verkko) vuonna 2019.

Koekalastuksissa keväällä 2019 kuoriutuneita kuhia saatiin runsaasti ja myös vanhemmat ikäluokat olivat saaliissa hyvin edustettuina (kuva 34), suurin kuha oli 55 cm pitkä (kuva 33) ja painoi 1 453 g. Ahvensaalis koostui pääosin pienistä saman ja edellisen vuoden kaloista (kuva 34).

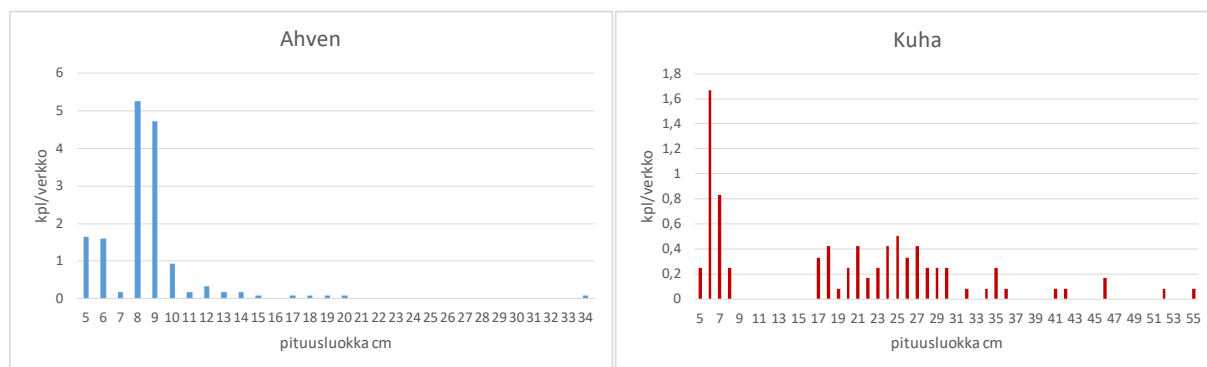
Särjet olivat pituudeltaan pääosin 9–16 cm, suurin yksilö oli 29 cm (kuva 35) ja painoi 270 g. Lahnasaalis koostui useammasta eri ikäluokasta, valtaosa kaloista oli kuitenkin 11–15 cm mittaisia (kuva 35).

Taulukko 9. Petäjärven yksikkösaalis ja biomassan osuudet lajeittain vuonna 2019.

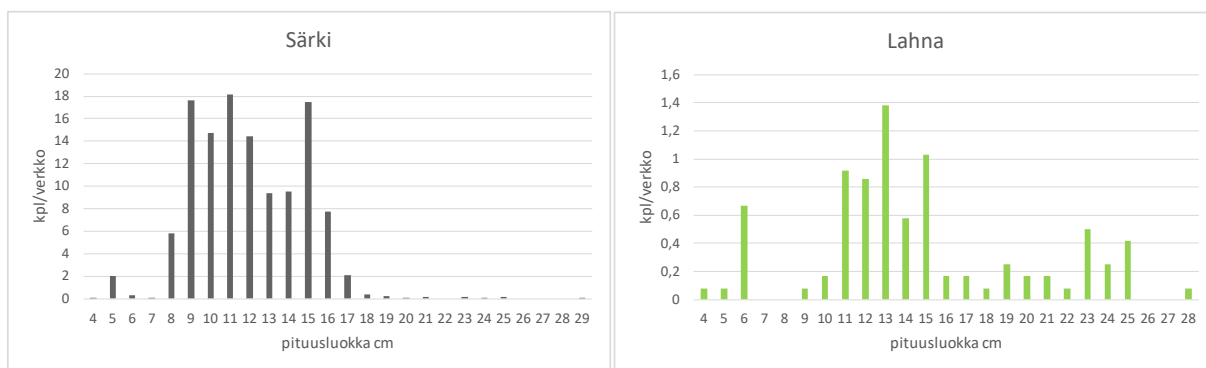
| Laji | Yksikkösaalis, g/verkko | Biomassa- osuus, % |
|-----------------------|----------------------------|-----------------------|
| Ahven | 164 | 3,2 |
| Hauki | 621,8 | 12 |
| Kiiski | 13,8 | 0,3 |
| Kuha | 1245,8 | 24,1 |
| Lahna | 362,3 | 7 |
| Ruutana | 119,8 | 2,3 |
| Salakka | 96,2 | 1,9 |
| Suutari | 94,2 | 1,8 |
| Särki | 2455,8 | 47,5 |
| Yhteensä | 5173,6 | 100 |
| Ahvenkalat | 1423,6 | 27,5 |
| Särkikalat | 3128,3 | 60,5 |
| Petoahvenet (> 15 cm) | 77,8 | 1,5 |
| Petokalat muut | 1867,6 | 36,1 |



Kuva 33. Petäjärven suutari, ruutanoita ja kuha. Kuva: Jorma Valjus/LUVY.



Kuva 34. Ahvenen ja kuhan pituusjakaumat koekalastussaaliissa Petäjärvellä vuonna 2019

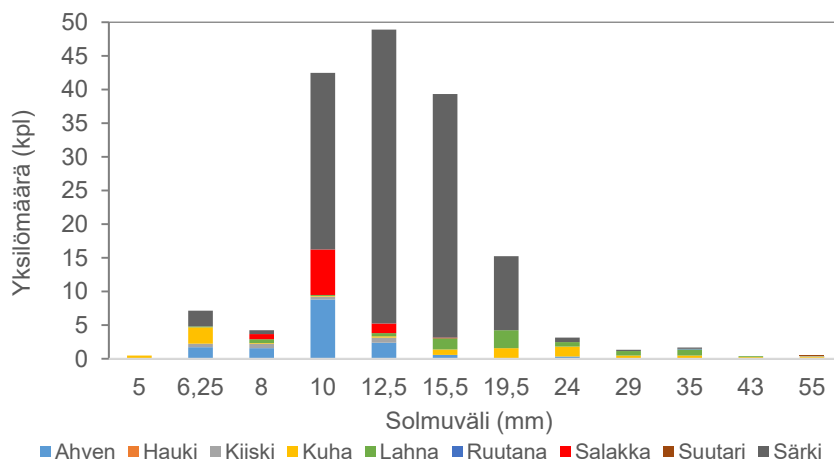


Kuva 35. Särjen ja lahnan pituusjakaumat koekalastussaaliissa Petäjärvellä vuonna 2019.

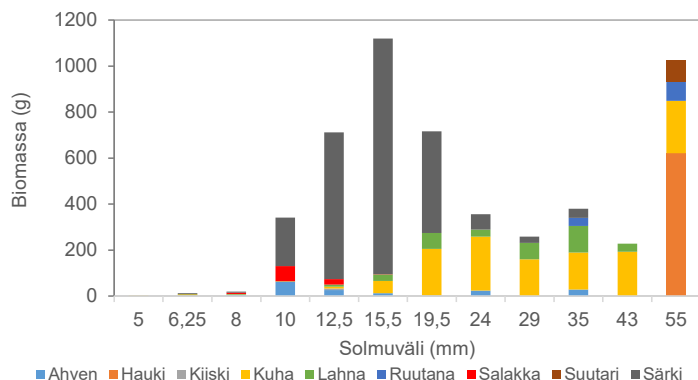
Petäjärven koekalastustuloksia verrattiin ekologisen tilan luokitteluarvoihin. Lukumääräsaalis (kuva 32) osoitti välttävää tilaa ja biomassasaalis (kuva 32) huonoa tilaa. Särkikalojen biomassaosuuden mukaan tila on hyvä. Indikaattorilajien osalta tilaluokitus oli petokalojen ansiosta hyvä. Kalastoluokituksessa käytettävä ekologisen laatusuhteen lukuarvo (ELS4) oli 0,44, mikä osoittaa tyydyttävää ekologista tilaa.

Koekalastuksen biomassayksikkösaalis on korkea, mutta särkikalojen osuus saaliista oli runsasravinteiselle järvelle kohtuullinen. Ahvenpopulaatio koostuu pienikokoisista kaloista ja petoahvenia järvessä on vähän. Muiden petokalojen osuus saaliista oli koekalastuksen mukaan hyvä. Järven kuhakanta vaikuttaa erinomaiselta – saaliiksi saatiin sekä poikasja, että vanhempia, useita eri ikäluokkaa olevia kaloja (kuva 37). Myös järven haukikanta vaikuttaa koekalastussaaliin perusteella varsin vahvalta. Yleensä haukea saadaan koekalastusverkoilla loppukesällä vain melko satunnaisesti.

Petäjärven kalasto on särkikalavaltainen ja valtalajina on särki (kuva 36). Paikallisten kalastajien mukaan järvessä on myös runsaasti salakkaa, vaikka sitä ei koekalastuksessa enemmälti saatukaan. Isokokoiset petoahvenet näyttävät kalastosta puuttuvan, mutta muutoin petokalakanta on vaikuttaa hyvältä ja sen osuus kokonaissaaliista on riittävän korkea. Järven lahnat ovat pääosin niin suuria (kuvat 36 ja 37), että kuhakanta ei pysty käyttämään niitä ravinnokseen.



Kuva 36. Petäjärven koekalastuksen eri lajien yksilömäärän jakautuminen verkkovuorokautta kohti verkon solmukoon mukaan vuonna 2019.



Kuva 37. Petäjärven koekalastuksen eri lajien biomassan jakautuminen verkkovuorokautta kohti verkon solmukoon mukaan vuonna 2019.

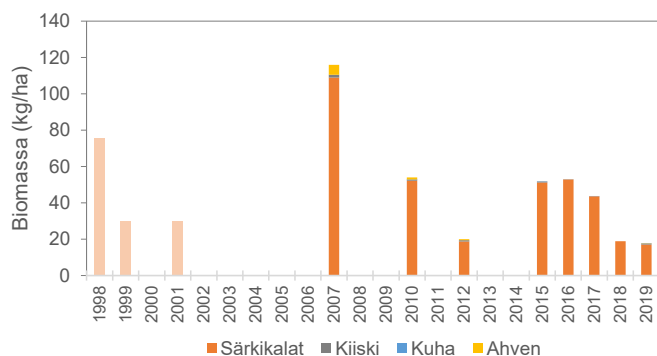
6.6 Hoitokalastus

Hoitokalastus aloitettiin jo 1990-luvulla ja viime vuosina on kalastettu vuosittain. Nuottoaus on tehty yhden päivän aikana ja saalista on saatu 1650–11000 kg/vuosi. Hoitokalastussaaliista on otettu viime vuosina otanta, jonka perusteella on saatu kuva koko hoitokalastussaaliin jakaumasta (kuva 38). Saaliista valtaosa (94–100 %) on ollut särkikalaja, lähinnä särkiä, lahnoja ja salakkaa. Hoitokalastussaaliit ovat olleet keskimäärin 46 kg/ha*v (18–116 kg/ha*v). Määrät ovat olleet useimpina vuosina melko pieniä verrattuna esimerkiksi Tuusulanjärven tai POTEHU-järvien saaliisiin, jotka parhaina vuosina ovat olleet 80–180 kg/ha*v (Hietala 2019, Niinimäki 2011).

Hoitokalastuksen on oltava riittävän tehokasta, jotta veden laatu paranisi. Sekä kansainvälisissä että suomalaisissa tutkimuksissa on todettu, että vain silloin kuin poistettu kalamäärä on järven pinta-alaa kohden tarpeeksi suuri, hoitokalastuksella on saatu vähennettyä järven kokonaisfosforipitoisuutta (Bernes ym. 2015, Jeppesen & Sammalkorpi 2002). Riittävän saalismäärän voi laskea kaavalla:

$$y = 16,9 \times x^{0,61}$$

Kaavassa y on saalismäärä (kg/ha) ja x on kokonaisfosforipitoisuus (µg/l) (Jeppesen & Sammalkorpi 2002). Petäjärvässä tämä laskennallinen saalismäärä olisi tehokalastusvaiheessa enimmillään 305 kg/ha vuodessa eli vuosittaisen hoitokalastussaaliin olisi parhaana pyyntivuotena oltava 28000 kg kalaa, mikä edellyttäisi vähintään 2–3 nuottoauspäivää parhaaseen pyyntiaikaan. Hyvän petokalakannan ansiosta näin suurelle tavoitteelle ei Petäjärvässä ole tarvetta, mutta hyväkään petokalakanta ei pysty vähentämään särkikalaja, kun niiden määrä on päässyt nousemaan satoihin kiloihin hehtaarilla.



Kuva 38. Petäjärven hoitokalastussaaalis (kg/ha) ja sen jakautuminen lajeittain. Tarve saaliille olisi noin 200 kg/ha vuodessa. Vuosien 1998, 1999 ja 2001 hoitokalastuksista ei ole tehty otantaa.

6.7 Ekologinen tila

Ekologisen tilan luokittelussa tarkastelun kohteena ovat ensisijaisesti biologiset laatutekijät. Luokiteltavan vesimuodostuman planktonlevien, piilevien, vesikasvien, pohjaeläinten ja kalojen tilaa verrataan olosuhteisiin, joissa ihmistoiminta ei ole aiheuttanut havaittua vaikutusta eliöstössä. Mitä vähäisempi ihmisen vaikutus on, sitä parempi on vesistön ekologinen tila. Lisäksi arvioinnissa otetaan huomioon veden laatutekijät (kokonaisravinteet, pH, näkösyvyys) ja hydromorfologiset tekijät (mm. keskimääräinen talvialenema, vaellusesteet). Petäjärven laskuojassa (Kvarnån) on rumpu, joka toimii vesieliöiden nousuesteenä.

Petäjärvi on tyypitelty runsasravinteisiin järviin. Sen ekologinen tila luokiteltiin vuonna 2013 (vuosien 2006–2012 aineistolla) huonoksi ja vuonna 2019 (vuosien 2012–2017 aineistoilla) välttäväksi. Luokittelut on jouduttu tekemään suppeaan aineistoon perustuen, sillä järvestä ei ole ollut ravinne- ja a-klorofyllitulosten lisäksi biologista luokitteluaineistoa saatavilla. Tässä hankkeessa tutkittiin vuonna 2019 kasviplanktonia, pohjaeläimiä ja kalastoa, joten järven ekologista laatuluokitusta oli mahdollista tarkentaa. Uusienkin tulosten valossa Petäjärvi luokituu välttävään ekologiseen tilaan (taulukko 10).

Taulukko 10. Petäjärven ekologisen luokittelun osatekijät. Vuoden 2018–19 luokittelutulokset ovat epävirallisia ja perustuvat tähän tutkimukseen.

| | 2006-2012 | 2012-2017 | 2018-2019 |
|---------------------------------|-----------|-----------|------------|
| Kasviplankton | | | |
| Klorofylli-a | Huono | Huono | Huono |
| Pohjaeläimet | | | |
| Asiantuntija-arvio | - | - | Välttävä |
| Kalat | | | |
| | | | Tyydyttävä |
| Biomassa, suureneva | - | - | Huono |
| Yksilömäärä, suureneva | - | - | Välttävä |
| Särkikalojen biomassaosuus | - | - | Hyvä |
| Indikaattorilajien esiintyminen | - | - | Hyvä |
| Kokonaistyyppi | | | |
| Kokonaistyyppi | Huono | Välttävä | Välttävä |
| Kokonaisfosfori | | | |
| Kokonaisfosfori | Huono | Välttävä | Välttävä |

7 Kunnostustoimenpiteet

Petäjärvelle ehdotetut kunnostustoimet voidaan karkeasti jakaa ulkoisen kuormituksen ja sisäisen kuormituksen vähentämiseen tähtääviin toimiin. Järven kunnostamisessa ulkoisen kuormituksen vähentäminen on aina ensisijaista, sillä muutoin kunnostuksen vaikutukset jäävät lyhytaikaisiksi. Alla olevaan taulukkoon on koottu yhteen eri kunnostustoimenpiteitä ja mainittu niiden hyviä ja huonoja puolia Petäjärveä ajatellen.

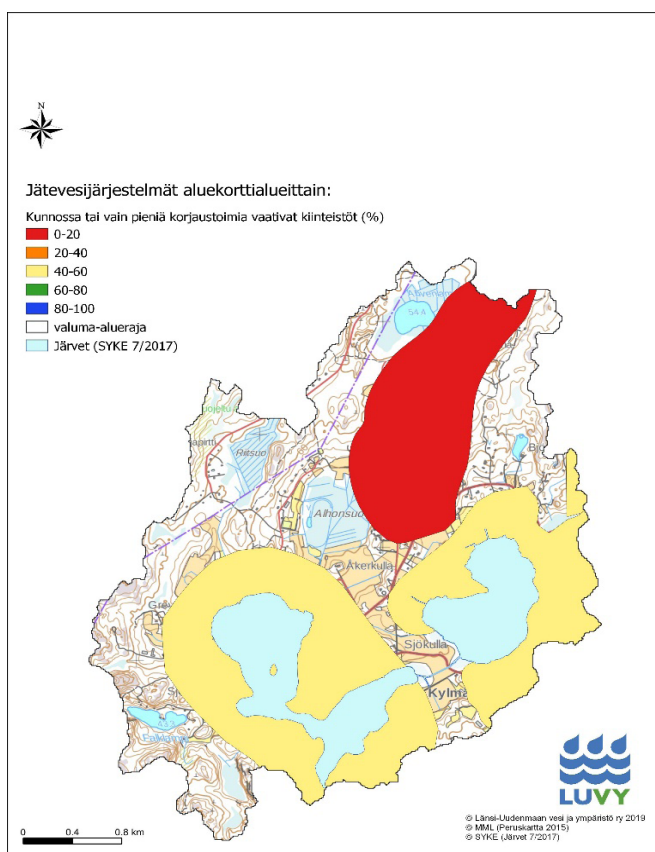
Taulukko 11. Petäjärvelle ehdotetut kunnostustoimet sekä niiden positiiviset, negatiiviset tai muut huomiota vaativat seikat.

| Toimenpide | Plussat | Miinukset | Huomioitavaa |
|--|---|---|---|
| Haja-asutuksen jätevesikuormituksen vähentäminen | Suuri merkitys ulkoiseen kuormitukseen. Lainsäädäntö velvoittaa. | Kallis. | Viemärin saatavuus alueelle ensin selvitettävä. |
| Hevostallien kuormituksen vähentäminen | Saattaa olla suuri merkitys ulkoiseen kuormitukseen. | | |
| Eroosiouhkapeltoalueiden suoja-vyöhykkeet | Pienempi kiintoainekuormitus. | Kustannukset. | Eroosiouhkapeltoja yhteensä 27 ha. |
| Rakennekalkin, kuitulietteen tai biohiilen levitys pelloille | Ravinnekuormitus pienenee. | Osa tuotteista melko kalliita. | Valtaosa pelloista kahden viljelijän käytössä. |
| Kipsin levitys pelloille | Ravinnekuormitus pienenee. | Ei sovi Petäjärvelle. | Ei suositeltava toimenpide. |
| Kosteikkojen rakentaminen tai parantaminen | Ravinnekuormitus pienenee etenkin kesäaikaan. | Ravinnekuormitus ei juurikaan vähene talvisin, keväisin ja syksyisin. | Vanhosten kosteikkojen toiminnallisuutta kannattaa parantaa. |
| Tehostettu hoitokalastus | Kalakannan rakenne paranee. Leväkukinnat vähenevät. Vesi kirkastuu. Sisäinen kuormitus vähenee. | Tehtävä säännöllisesti. Saaliskalan hyötykäyttö toistaiseksi melko hankalaa. | Ensisijainen toimenpide Petäjärvelle. |
| Hapettaminen | Kalakuolemat estyvät. Ylläpitää hyvää kuhakantaa. Pohjaeläimistö selviytyy paremmin. | Kallis. Voi lisätä sedimentin "pölyämistä" ja ravinteiden virtaa sedimentistä veteen. | |
| Vesikasvillisuuden niitto | Virkistyskäyttö ja kalastus helpottuvat. | Saattaa heikentää veden laatua. | Vesikasviniitot on hyvä suunnitella kohentamaan lintuvesi- ja muista eliöstöarvoja. |
| Kemikalointi | Levien määrä vähenee. Vesi kirkastuu. | Kallis. Kuhakanta vaarassa pH:n alenemisen vuoksi. | Maltillinen kemikaalikäsittely pelleteillä saattaisi sopia Petäjärvelle. Heparin kemikalointi vaikuttaisi Petäjärven tilaan positiivisesti. |
| Alusveden poisjohtaminen | Edullinen ja helppo toteuttaa. Vähentää veden ravinnepitoisuutta. | Alapuolinen vesistö joutuu korkean ravinnekuormituksen kohteeksi. | Petäjärvi ei lämpötilakerrostu, joten ei tule kyseeseen. |
| Ruoppaus | Tehokas vesikasvien juurien poistossa tai syentämisessä. | Kallis. Ruoppausmassan läjitys voi olla hankalaa suuren vesipitoisuuden vuoksi. Ravinteiden vapautuminen veteen ja samentuminen ruopatessa. | Mahdollista toteuttaa myös vesilintuja ja muita vesieliöitä ja virkistyskäyttöä palvelleen. |
| Vedenpinnan nosto | Vesikasvillisuuden väheneminen. Sedimentin vakaantuminen. | Rantakiinteistöjen vettyminen. Työläs lupaprosessi. | Petäjärven vedenpintaa aikoinaan laskettu. |
| Vedenpinnan vakauttaminen | Kesäajan madaltuminen estyy. | | Luonnonmukainen pohjapato luusuaan. |
| Lintuvesikunnostustoimet | Pesivien vesilintuparien lisääntyminen. | | Kunnostustoimet hyödyttävät myös muuta järven kunnostusta. |
| Kvarnån nousuesteen poisto | Vesieliöiden vapaa liikkuminen. | Tierumpu vaihdettava tai rummun alapuolinen uomaosuus kivettävä. | |
| Roonanojan ja Kvarnån uomakunnostus | Vesieliöiden elintilan laajeneminen. | Taimenen elinympäristöksi huono/melko huono odotusarvo. | |

7.1 Ulkoisen kuormituksen vähentäminen

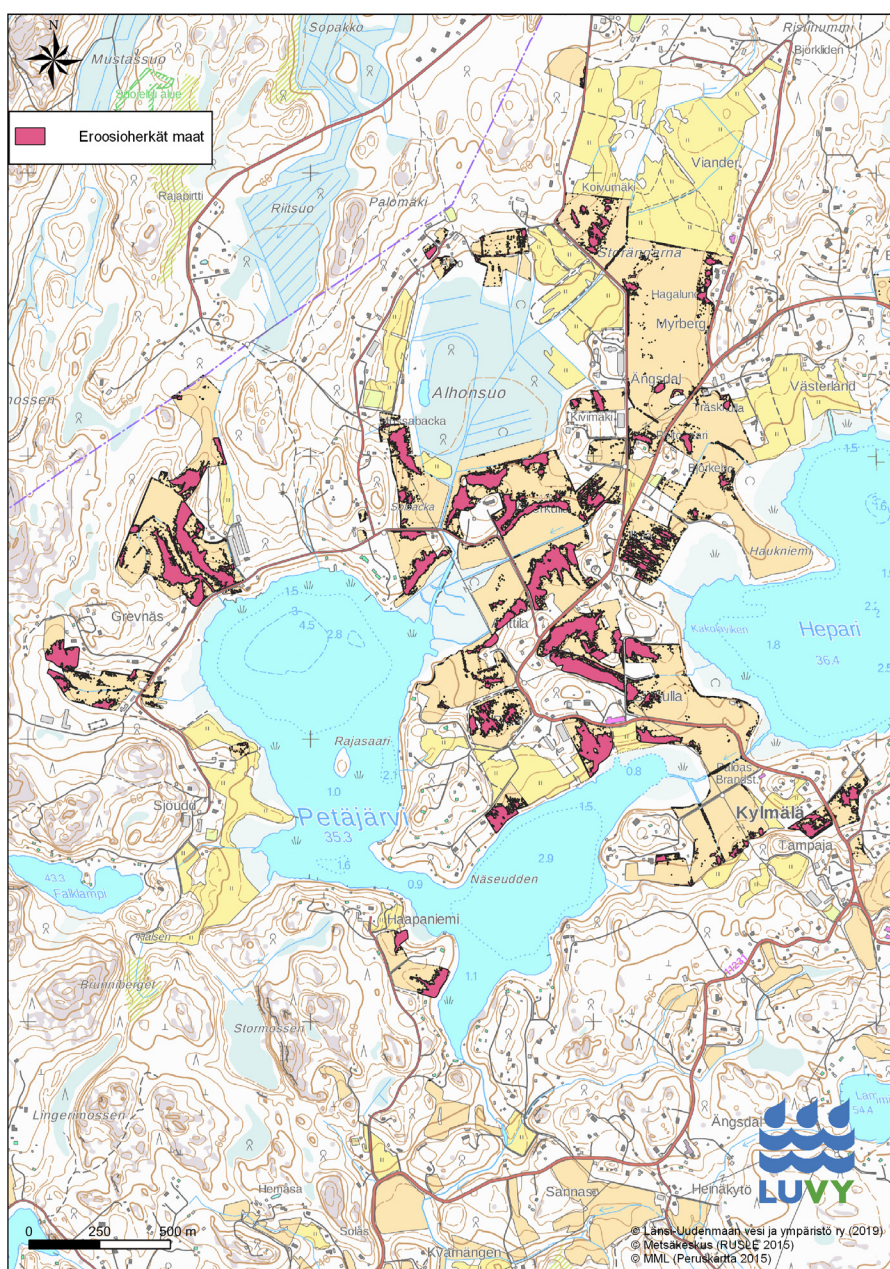
VEMALA-mallin laskeman nykyisen ulkoisen kuormituksen (357 kg P/v) perusteella arvioima fosforipitoisuus on 94 µg/l, lähes kaksinkertainen tavoitepitoisuuteen verrattuna. Ulkoinen fosforikuorma on siis liian korkea. Osa liian korkeasta järven fosforipitoisuudesta (115 µg/l) on kuitenkin sisäisen kuormituksen aiheuttamaa, koska ero talvi- ja kesäpitoisuuksien välillä on koko seuranta-ajan ollut huomattava (kuva 16). Load Lake Response (LLR) -ohjelman mukaan Petäjärven ulkoista fosforikuormitusta on vähennettävä vähintään 53 %, jotta hyvä ekologinen tila olisi mahdollista saavuttaa. Ulkoista kuormitusta on vähennettävä, sillä sisäinen kuormitus johtuu suuresta ulkoisesta kuormituksesta. Vähentämismahdollisuuksia on lähinnä suolistoperäisiä bakteereja sisältävien vesien (haja-asutuksen jätevedet, hevosonlanta) sekä peltoviljelyn aiheuttamassa kuormituksessa. LLR-mallinnuksen mukaan Petäjärven typpikuormitus on fosforin tapaan liian suuri ja sitä olisi vähennettävä 37 %. Petäjärvelle laskettiin lisäksi ulkoisen kuormituksen kokonaisfosforin vähentämistarve niin, että järvi saavuttaisi tyydyttävän tilan. Kuormitusta olisi nykyisestä vähennettävä 24 %, mikä voi olla realistinen tavoite tällä hetkellä.

Petäjärven valuma-alueella on toteutettu haja-asutuksen jätevesineuvontaa LUVY:n hankkeissa vuosina 2014–2019. Neuvonta ei ole kattanut koko valuma-aluetta (kuva 39). Neuvontakäyntien tulosten perusteella keskimäärin vain joka toisen kiinteistön jätevesijärjestelmä on ollut lainsäädännön edellyttämässä kunnossa tai saatavissa sellaiseen pienimuotoisilla parannustoimilla (kuva 39) (LUVY 2019). Valuma-alueen pohjoisosassa, Ahvenlammen aluekorttialueella, vain harvoilla kiinteistöistä jätevesijärjestelmät ovat olleet lainsäädännön edellyttämässä kunnossa. Petäjärven valuma-alueen kiinteistöillä on siis vielä paljon parannustarvetta jätevesijärjestelmissä. Alueella on virinnyt aloite vesiosuuskunnasta. Jos kaikki kiinteistöt liittyisivät viemäriin, se vähentäisi Petäjärven ulkoista fosforikuormitusta VEMALA-mallinnuksen mukaan noin 52 kg vuodessa. Tämä olisi merkittävä vähennys.



Kuva 39. Petäjärven valuma-alueen haja-asutuksen jätevesijärjestelmien neuvontahankkeiden tulokset aluekorttikohteittain. Heparin ja Petäjärven rantakiinteistöjen jätevesijärjestelmät ovat kunnossa noin 50 prosentilla, mutta Ahvenlammen aluekorttialueella järjestelmät eivät juuri vastaa vaatimuksia.

Petäjärven valuma-alueella on parikymmentä tallia ja arviolta noin 100 hevosta (Kirkkonummen kunta 2019). Osa talleista on pieniä yksityistalleja, mutta alueella on myös kaupallisia ratsutalleja ja muun muassa hevostilnikka. Tutkimusten mukaan hevostilojen kuormitusta aiheuttavat lähinnä tarhat, joissa maa tiivistyy, eikä fosfori pidäty alempiin maakerroksiin vaan kulkeutuu pintavaluntana vesistöihin (Pesonen ym. 2008). Helppoliukoisien fosforin pitoisuudet voivat olla korkeita eli samaa luokkaa kuin Suomen fosforikkaimmilla peltoalueilla. Tarhoihin kertyvät ravinnemäärät riippuvat siitä, miten kauan hevoset ulkoilevat ja kuinka usein tarhat siivotaan ja niiden pinta vaihdetaan. Kuormitus on korkeimmillaan kevään ensimmäisissä valumissa, kun talven aikana kertyneet ravinteet liukenevat sulamisvesiin tai lauhoina talvina. Tarhojen valumavesissä ammoniumtyppi- ja fosforipitoisuudet saattavat keväällä nousta jopa 10 milligrammaan litraa kohden. Keskimäärin pitoisuus on noin 3 mg/l eli 3000 µg/l. Jaloittelutarhojen säännöllisellä siivoamisella fosforikuormitus voidaan puolittaa. Kuormitusta voidaan lisäksi vähentää saostamalla liukoinen fosfori rauta-, alumiini- tai kalsiumyhdisteillä. Tärkeimpänä ajankohtana (keväisin) kosteikkotyypiset ratkaisut eivät riitä. Lisäksi kemiallisessa puhdistuksessa puhdistusaltan on oltava riittävän suuri. Puhdistamon rakennuskustannukset puolen hehtaarin tarha-alueen vesille ovat 1000–2000 euroa ja käyttökustannukset (kemikaalit) noin 150 euroa vuodessa. (Pesonen ym. 2008)



Kuva 40. Petäjärven valuma-alueen pellot, joissa on RUSLE-mallin mukaan korkea eroosioriski.

Kirkkonummen kunta tarjosi kunnan hevostalleille neuvontaa kesällä 2019. Kartoituksen tarkoituksena oli tarjota ympäristöneuvontaa ja samalla kartoittaa hevostallien ympäristöasioita (Snåre 2019). Petäjärven valuma-alueen hevostalleja oli mukana tässä kartoituksessa. Työtä olisi mahdollista jatkaa esimerkiksi pilotoimalla erilaisia kuormituksen vähentämiskeinoja esimerkiksi jalottelutarhoissa. Hevoslantaa levitetään Petäjärven alueella pelloille. Pelloille, joiden fosforiluku on jo entuudestaan riittävän korkea viljelyyn, lantaa ei pitäisi kuitenkaan levittää.

Petäjärven valuma-alueesta 17 % on peltoja, mutta niistä arvioidaan tulevan 61 % fosforikuormituksesta (225 kg P/v). RUSLE 2015 (Revised Universal Soil Loss Equation) on JRC:n (Joint Research Center) kehittämä paikkatieto-pohjainen eroosiomalli, joka laskee eroosiota (t/ha*v). Eroosioarvo lasketaan kertomalla yhteen sateen eroosio-vaikutus, maaperän eroosiotekijä, maapeitteen aiheuttama vaimennus, rinteiden pituus ja jyrkkyys sekä toimenpiteet eroosioaineksen liikkumisen estämiseksi tai ohjaamiseksi. Petäjärven valuma-alueella on eroosioherkkiä peltoalueita RUSLE-mallin mukaan 27 ha. Pellot sijaitsevat etenkin järven luoteis- ja pohjoispuolella (kuva 40). Vesiensuojelullisia toimenpiteitä kannattaisi ensisijaisesti kohdistaa näille pelloille.

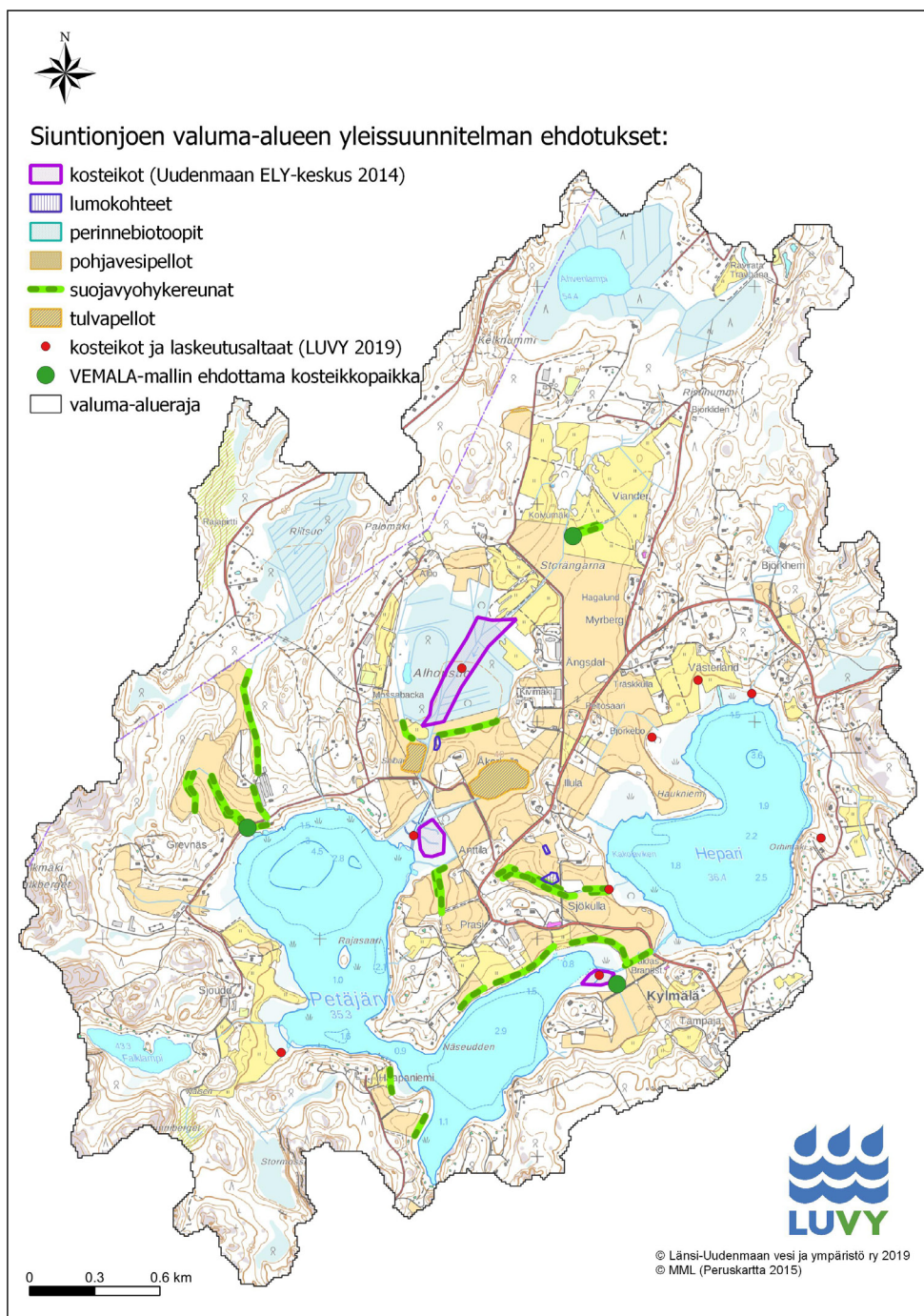
Siuntionjoen valuma-alueen yleissuunnitelmassa (Nygqvist & Vuorinen 2014) valuma-alueelle ehdotetaan kosteikkoja paikkoihin, joihin niitä on jo rakennettu. Lisäksi suunnitelmassa ehdotetaan suojavyöhykkeitä ja on tunnistettu tulvapeltoja, joita voisi hyödyntää suoja-alueina, laitumina tai luonnon monimuotoisuuskohteina (kuva 41). VEMALA-kuormituslaskentaohjelmassa ehdotetaan myös valuma-alueelle kosteikkoja. Nämä sijaitsevat Tampajanojan loppupäässä, Ladängenin ojan loppupäässä ja Storängarnan alueelle (kuva 41). Peltokuormitusta on mahdollista vähentää myös peltojen talvipeitteisyyden, lannoitusoptimoinnin, muokkaamalla niitä mahdollisimman vähän sekä esimerkiksi kerääjäkasvien avulla.

Sjökullan osakaskunta on rakennuttanut Petäjärven rannoille kolme laskeutusallasta tai kosteikkoa ja Alhonsuolle yhden (kuva 41). Lisäksi Heparin rannoille on rakennettu viisi kosteikkoa tai laskeutusallasta. Kesällä 2019 tehdystä maastokatselmuksesta todettiin, että pohjoisessa sijaitsevaa Anttilan sormikosteikkoa olisi mahdollista laajentaa ja sen toiminnallisuutta parantaa. Kosteikko on rakennettu vuonna 2007 Pomovästin rahoittamana ja se on tyhjennetty kerran. Samassa Alhonsuolta laskevassa uomassa on aiemmin ollut kemikaaliannostin (ferrosulfaattia ja myöhemmin alumiinikloridia), mutta annostelijasta on luovuttu tukkeutumisongelmien takia.

Maanparannusaineet kuten rakennekalkki, kipsi, kuitulietteet ja biohiili ovat 2010-luvun loppupuolelta alkaen herättäneet suurta mielenkiintoa peltojen vesiensuojelutoimenpiteinä. Rakennekalkki sisältää sammutettua tai poltettua kalkkia tai molempia. Se sopii kalkitustarpeisille savipelloille. Rakennekalkki levitetään peltoon syksyllä sadonkorjuun jälkeen ja muokataan maahan tästä kahden vuorokauden sisällä. Rakennekalkituksesta on saatu hyviä kokemuksia Ruotsissa ja sitä on kokeiltu muutamilla paikoilla Suomessakin. Rakennekalkki voi vähentää fosforin kokonaiskuormitusta 30–50 %. Menetelmän avulla voidaan parantaa pitkäaikaisesti maan mururakennetta. (Pro Agria 2019a). Rakennekalkki saattaisi sopia myös Petäjärven valuma-alueen pelloille.

Kipsi on kalsiumsulfaattia, johon on sitoutunut kaksi kidevettä. Sitä on saatavissa Suomesta mm. Siilinjärven fosforilannoitetehtaalta, jossa sitä muodostuu sivutuotteena. Kipsikäsittely vähentää eroosiota ja siten sekä hiukkasmaisen että liukoisen fosforin huuhtoutumista pellosta. Suomessa kipsikäsittelyä ja sen vaikutuksia on testattu SAVE-hankkeessa Lounais-Suomessa ja Vantaanjoen valuma-alueella. Tulokset ovat olleet erittäin rohkaisevia ja myös valtio on tukenut Saaristomeren valuma-alueen peltojen kipsikäsittelyä osana vesiensuojelun tehostamisohjelmaa. Kipsi sisältää sulfaattia ja sulfaattipitoinen vesi saattaa järveen päätyessään lisätä sen sisäistä kuormitusta eli fosforin vapautumista pohjasta. Siksi kipsiä ei suositella käytettäväksi järvien valuma-alueilla. Poikkeuksena tähän ovat läpivirtausjärvien (veden viipymä on hyvin lyhyt) valuma-alueen pellot. (Ollikainen ym. 2018). Petäjärven valuma-alueelle kipsiä ei voi suositella sen sisältämän sulfaatin takia.

Kuituliete ja ravinnekuitu ovat metsäteollisuuden sivutuotteita. Kuidut sisältävät eloperäistä ainesta, jota mikrobit käyttävät ravintonaan. Kestävät peltomaan murut rakentuvat eloperäisestä aineksestä sekä mikrobin liima-aineista ja sienirihmastosta. Eloperäisen aineksen lisäämisen on havaittu vähentävän fosforin huuhtoutumista pelloilta vesistöön. Suomessa aiheesta tehdään parhaillaan tutkimusta. (Heikkinen 2019). Kuitulietteen tai ravinnekuidun lisäys Petäjärven valuma-alueen pelloille on suositeltavaa, jos pellot kärsivät eloperäisen aineen puutteesta.



Kuva 41. Siuntionjoen valuma-alueen yleissuunnitelmassa (Nyqvist & Vuorinen 2014) ehdotetut kosteikko- ym. paikat, VEMALA-mallin ehdottamat kosteikkopaikat sekä Petäjärven valuma-alueelle jo rakennetut kosteikot ja laskeutusaltaat.

Biohiili on uusi maan kasvukuntoa parantava ja vesiensuojelua tehostava maanparannusaine. Biohiili on huokoista, joten se imee itseensä runsaasti vettä, ravinteita, raskasmetalleja ja muita epäpuhtauksia. Yhdessä grammassa biohiiltä on satoja neliömetrejä pinta-alaa, mikä mahdollistaa suuren mikrobimäärän tekemään hajotustyötä biohiilen pinnalla. Biohiili sitoo itseensä sateella tehokkaasti vettä ja vastaavasti vapauttaa sitä kasvien käyttöön kuivina aikoina. Biohiiltä voidaan käyttää pelloilla parantamaan maan viljavuutta ja rakennetta. (Pro Agria 2019b) Biohiilen ominaisuudet ovat sidoksissa käytettyyn puulajiin ja pyrolyysiprosessiin. Biohiiltä testataan kaupunkien hulevesien puhdistamisessa, mutta sillä saattaa olla jatkossa monia mahdollisuuksia peltojen maanparannusaineen lisäksi esimerkiksi ojavesien puhdistamisessa. Tällä hetkellä käytön laajentamista estää biohiilen korkea hinta. Petäjärven tapauksessa biohiili ei vielä liene varteenotettava maanparannusaine, mutta sen mahdollisuuksia kannattaa seurata tutkimuksen ja käytön edetessä.

7.2 Sisäinen kuormitus ja sen vähentämiskeinot

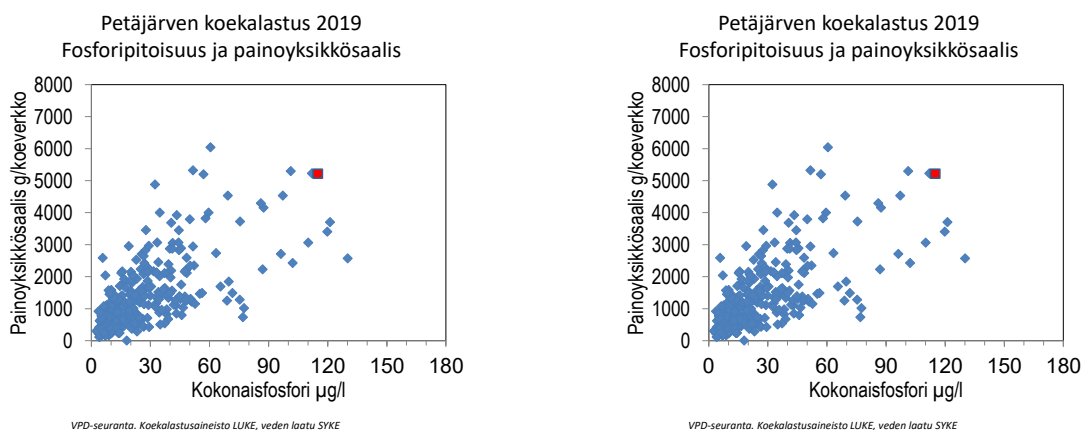
Vesi vaihtuu Petäjärnessä vajaassa neljässä kuukaudessa eli veden viipymä järnessä on sangen lyhyt. Petäjärven ulkoinen kuormitus tuo järveen jatkuvasti lisää ravinteikasta vettä, joten toimenpiteet sisäisen kuormituksen hillitsemiseksi ovat lyhytvaikutteisia. Petäjärven sisäistä kuormitusta aiheuttavat talviset happikadot ja särkikalavaltainen kalasto. Talvisia happikatoja on ilmastuksella yritetty estää, mutta laitteisto on ollut jo vuosia rikki. Särkikalajien vähentämiseen tähtäävää ravintoketjukunnostusta on tarvetta tehostaa. Petäjärven sedimentin koostumus ja sisäisen kuormituksen määrä olisi hyvä selvittää viimeistään muutaman tehokalastusvuoden jälkeen.

7.2.1 Hoitokalastus

Petäjärven kalasto on melko särkikalavaltainen. Särjet pölyyttävät pohjaa ruokaillessaan, mikä lisää aallokon vaikutusta sedimenttiin ja sisäistä kuormitusta samaan tapaan kuin tuuli. Petäjärven särkikalakanta on huomattavalla todennäköisyydellä tärkeä kesäaikaista veden laatua heikentävä ja sinileväkukintoja voimistava tekijä. Petäjärvestä on hoitokalastuksella vuosina 2007–2019 poistettu 18–116 kg kalaa/ha*v (yhteensä 375 kg/ha). Saalis on ollut särkikalavaltainen ja se on koostunut lähinnä särjestä ja lahnasta.

Suomen kaloista on mitattu fosforipitoisuutta ja se on särkikaloissa ollut 0,73–0,91 % tuorepainosta (Puustinen ym. 2019). Petäjärven vesimassassa on vedenlaatutulosten perusteella keskimäärin 156 kg fosforia. Vuosien 2007–2019 hoitokalastuksissa järvestä on poistettu kalojen mukana noin 280 kg fosforia. Vuosittainen fosforin poistomäärä kalojen mukana on ollut enimmillään 86 kg. Fosforin tulokuorma on järveen noin 357 kg P vuodessa, joten tehokalastuksella on mahdollista huomattavasti poistaa Petäjärven fosforivarantoja.

Särkikalaja nousee keväisin rantakasvustoihin ja tulouomiin kutemaan ja syksyisin ne saattavat pakkautua samoihin uomiin petokaloja pakoon järven veden kirkastuessa. Uomiin pakkautuneita kaloja on mahdollista poistaa esimerkiksi haaveilla tai sähkökalastuksella. Uomien kalatilanteita olisi kuitenkin seurattava, jotta toimenpiteet saadaan ajoitettua sopivasti eikä häiritä petokalojen kutua.



Kuva 42. Pintaveden kesäaikaisen kokonaisfosforipitoisuuden ja särkikalajien osuuden välinen riippuvuus (vasemmalla) sekä pintaveden kesäaikaisen kokonaisfosforipitoisuuden ja koverkon painoysikkösaaliin välinen riippuvuus (oikealla). Alkuperäinen data vesipuitedirektiiviseuranta varten on työstetty vuosien 2006–2012 tiedoista (koekalastusaineisto LUKE, veden laatu SYKE). Petäjärven koekalastustulokset ovat vuodelta 2019 ja kokonaisfosforipitoisuus on 2010-luvun keskiarvo.

Hoitokalastuksella voidaan parantaa järven tilaa, vaikka fosforipitoisuus olisi suuri (Sondergaard ym. 2008, Bernes ym. 2015). Järven näkösyvyys alkaa kasvaa, vesikasvit runsastuvat veden kirkastuessa ja eläinplankton pystyy tehokkaammin laiduntamaan kasviplanktonleviä, sillä eläinplanktonia syöviä kaloja on tehokalastuksen jälkeen vähemmän. Hoitokalastuksen tarvetta ja ravintoverkkokunnostuksen mahdollisuutta voi arvioida veden α -klorofyllipitoisuuden ja kokonaisfosforin suhteen perusteella. Petäjärvellä suhde on keskimäärin ollut 0,9. Tuusulanjärnessä suhdeluku laski selvästi hoitokalastuksen käynnistyttyä 0,4 tuntumaan (Olin ym. 2006, Lepistö ym. 2006). Jos suhdeluku on suurempi kuin 0,4, järveä kannattaa yleensä kunnostaa hoitokalastamalla

(Sammalkorpi & Horppila 2005). Petäjärven planktonitutkimukset osoittavat, että eläinplanktonin laidunnus ei pysty rajoittamaan levien määrää, kun kalojen määrä on niin suuri ja suurikokoiset vesikirput puuttuvat.

Petäjärven suuri kokonaisfosforipitoisuus ylläpitää suurta kalakantaa (kuva 42). Kalojen biomassaosuus ei ole niin suuri kuin se yleensä on näin rehevillä järvillä, mahdollisesti hyvän kuha- ja haukikannan ansiosta. Särkikalojen nykyinen määrä on suuri (kuva 42) ja yksi syy kesäajan sinileväkukintoihin. Hoitokalastus on vain vuonna 2007 ollut Petäjärvellä riittävän tehokasta. Hyvissä kuhajärvissä, kuten Vihdin Enäjärvi, Tuusulanjärvi ja Poikkipuoliainen, on kuitenkin usein suuret särkikalabiomassat ja hoitokalastuksen parhaat vuosisaaliit ovat olleet 150–190 kg/ha. Lisäksi kalastus on ollut lähes jatkuvaa jonkin verran pienemmällä tehokkuudella.

7.2.2 Hapettaminen

Eloperäisen aineksen hajottaminen kuluttaa happea. Etenkin talvisin pohjan läheisestä vedestä happi voi loppua kokonaan, jolloin rautayhdisteet pelkistyvät ja rautaan sitoutunut fosfori vapautuu. Petäjärvellä talviset hapettomuudet ovat säännöllisiä. Järven hapettomuus ei kuitenkaan ole ollut täydellistä kuin yhtenä talvena, sillä kalakanta Petäjärvässä on runsas ja lajistoltaan varsin tasapainoinen. Hapettamista on käytetty Suomessa vuosikymmeniä keinona vähentää sisäistä kuormitusta ja estämään talvisia kalakuolemia. Viime vuosina on kuitenkin havaittu, että hapettamisella voi olla myös haitallisia vaikutuksia tai ei lainkaan vaikutusta pintaveden ravinnepitoisuuksiin (Kuha ym. 2016, Niemistö ym. 2016, Tammeorg ym. 2017).

Petäjärvellä hapettaminen ei ole tällä hetkellä ensisijaisin kunnostamistapa. Ankarina talvina happitilannetta kannattaa seurata ja olla valmis hapettamaan, koska ekologisesti arvokas kuhakanta on herkkä talvisille happikadoille (Olin & Ruuhijärvi 2005, Ruuhijärvi ym. 2010). Mahdollisia hapetuslaitteistoja on erilaisia. Vaihtoehtoisten laitteistojen hyötyjä, vuosikustannuksia ja haittapuolia kannattaa tarkastella, jos hankinta tulee ajankohtaiseksi. Petäjärven ulkoinen kuormitus on tällä hetkellä niin suuri, että hapettaminen ei ole keskeinen toimenpide järven veden laadun kannalta.

7.2.3 Vesikasvillisuuden vähentäminen

Petäjärvellä vesikasvien niittoa on tehty vuosia vapaan vesipinnan saamiseksi, sillä vesikasvit (lähinnä järviruoko ja ulpukka) ovat heikentäneet järven virkistyskäyttöä. Tietoja poistetun kasvimassan määrästä ei ole saatavilla.

Vesikasvien poistolla voi olla myös kielteisiä vaikutuksia vedenlaatuun. Vesikasvit kilpailevat planktonlevien (esimerkiksi sinilevät) kanssa veden ravinteista, toimivat korsien ja lehtien pinnoille muodostuvan biofilmin alustana (joka sitoo kasvuunsa vedestä ravinteita), sitovat pohjasedimenttiä ja tarjoavat suojaa eläinplanktonille kalojen saalistusta vastaan. Lisäksi ne tarjoavat kaloille kutupaikkoja ja linnuille pesintäympäristöä. Monotoniset ja tiheät ruovikot kuitenkin yleensä heikentävät esimerkiksi hauen kutu- ja lintujen pesimismahdollisuuksia. Tuulen aiheuttaman löyhän pohjasedimentin pölyämisen estämiseksi sedimenttiä sitovalla pohjakasvillisuudella olisi todennäköisesti positiivisia vaikutuksia vedenlaatuun.

Vesikasvillisuutta ei yleensä kannata niittää täysin pois, vaan tehdä ruovikkoon mutkittavia kulkuväyliä. Venevalkamien ja uimarantojen edustoilta ruovikkoa voi hyvin raivata vähemmäksi. Petäjärven itäosa on suojeltu lintuvetenä, joten järvelle kannattaisi teettää vesikasvien lintuja hyödyntävästä poistotavasta suunnitelma.

7.2.4 Kemikaalikäsittely

Petäjärven vesimäärä on pieni, joten kemikaalikäsittelyn kustannukset eivät todennäköisesti kohoaisi kovin suuriksi. Järven viipymä on kuitenkin varsin lyhyt, joten kemikaloinnin hyödyt saattaisivat jäädä lyhytaikaisiksi etenkin, jos kuormitusta valuma-alueelta ei saada vähennettyä.

Suomessa on viime vuosina eniten käytetty alumiinikloridia, jonka lisäykseen on usein liittynyt voimakas veden pH:n lasku ja kalakuolemia. Petäjärvellä on vahva kuhakanta, jonka merkitystä ravintoketjulle ei ole varaa menettää. Koska kuha on herkkä pH:n laskulle, tulisi alumiinikloridin käyttö kyseeseen vain, jos alumiinikloridilisäykseen liittyy pH:n laskun estävä puskurointi tai käsittely tehdään suoraan sedimenttiin vajoavilla pelleteillä.

Kemikaalin annostuksen olisi myös oltava maltillinen. Kemikaalikäsittelyä pitäisi edeltää vesikasvillisuuskartoitus sekä sedimenttitutkimus pintasedimentin ravinnepitoisuudesta ja ravinteiden jakaumasta. Kemikaalikäsittelyn vaikutus kestää parista vuodesta useisiin vuosiin. Keston voimakkuus riippuu sedimentin rakenteesta, järven viipymästä ja pohjaa pölyyttävien kalojen määrästä (Huser ym. 2016). Maltillinen kemikaalikäsittely on yksi mahdollinen vaihtoehto Petäjärvelle, jos ravintoverkkokunnostuksella ei saada toivottuja tuloksia ja se olisi sedimenttianalyyysien perusteella tarpeellinen. Se on kuitenkin varsin kallis toimenpide ja tulokset eivät ole kestäviä, jos ulkoista kuormitusta ei saada pienennettyä.

7.2.5 Alusveden poisjohtaminen

Petäjärvellä ei matalana ja tuulisekoitukselle alttiina järvenä ole pitkäaikaista lämpötilakerrosteisuutta eikä alusveden puuttuessa ole tarvetta harkita alusveden poisjohtamista kunnostusmenetelmänä.

7.2.6 Ruoppaus

Kunnostusmenetelmänä ruoppaus lisää järven syvyyttä. Ruopatessa on myös mahdollista saada poistettua ravinteikasta sedimenttiä ja virkistyskäyttöä haittaavia vesikasveja juurineen. Ruoppaus tulee yleensä kyseeseen veneväylien ja uimarantojen kohdalta, sillä se on kallista ja ruoppausmassojen läjitys ja käsittely voi olla hankalaa suuren määrän ja ruoppausmassan erittäin suuren vesipitoisuuden vuoksi. Ruoppausta voisi mahdollisesti soveltaa Petäjärvellä pienille alueille, joille halutaan vapaata vesipintaa ruovikoista tai voimakasjuurisista kelluslehtisistä. Nämä alueet pitäisi valita siten, että ne suosisivat esimerkiksi vesilintuja tai rantaeliöstöä (hyönteiset, sammakkoeläimet) tai jotka ovat virkistyskäytön kannalta tärkeitä.

7.3 Vedenpinnan nosto

Tuulen liikuttama vesi nostaa pohjalle jo kertaalleen sedimentoitunutta materiaalia takaisin vesimassaan, mikä Petäjärvellä sen mataluuden vuoksi lisää sisäistä kuormitusta. Samalla pohjasedimentin ravinteikas huokosvesi sekoittuu veteen. Pohjasedimentin sekoittuminen vähenisi järven vedenpintaa nostamalla. Vedenpinnan nosto voi vähentää myös vesikasvillisuutta, joka on Petäjärvellä ollut virkistyskäytöllinen ongelma. Toisaalta vesikasvit, etenkin pohjaruusukekasvit, sitovat pohjasedimenttiä ja vähentävät pohjasedimentin pölyämistä. Petäjärven vesi on tällä hetkellä niin sameaa, että järvessä enää tuskin kasvaa juurikaan pohjaruusukekasveja.

Tarkastelimme QGIS-paikkatieto-ohjelmalla Petäjärven kokoa eri vedenpinnan korkeuksilla. Lähtötasona käytimme 37,7 mmp N2000-korkeusjärjestelmässä. Tämä vastaa lukemaa 37,45 mmp N60-järjestelmässä. Petäjärvi on vaaitettu vuonna 2015 ja vedenpinnan mitatut korkeuslukemat on korjattu tämän perusteella. Vuosien 2011–2017 vedenpinnan keskiarvo oli 36,5 mmp (N60) ja maksimi 37 mmp. Näin ollen tekemämme korkeustarkastelun ei pitäisi aliarvioida vedenpinnan noston vaikutuksia. Petäjärven vedenpintaa on ranta-asukkaiden mukaan laskettu 1850-luvulla ja 1892 yhteensä ainakin kaksi metriä, mutta tästä ei ole löydettävissä virallista tietoa (Salo-Miilumäki 2019). 1840-luvun Pitäjänkartassa Petäjärvi ja Heparri ovat nykyistä hieman suuremmassa koossa (kuva 43). Alkuperäinen Petäjärvi on ollut pinta-alaltaan noin 148 ha ja tilavuudeltaan lähes nelinkertainen (noin 5 milj. m³) nykyiseen verrattuna. Vesi on peittänyt erityisesti länsipuolen ruovikot ja työntynyt pohjoiseen kohti Alhonsuota, jossa se on ollut lampi (kuva 43).

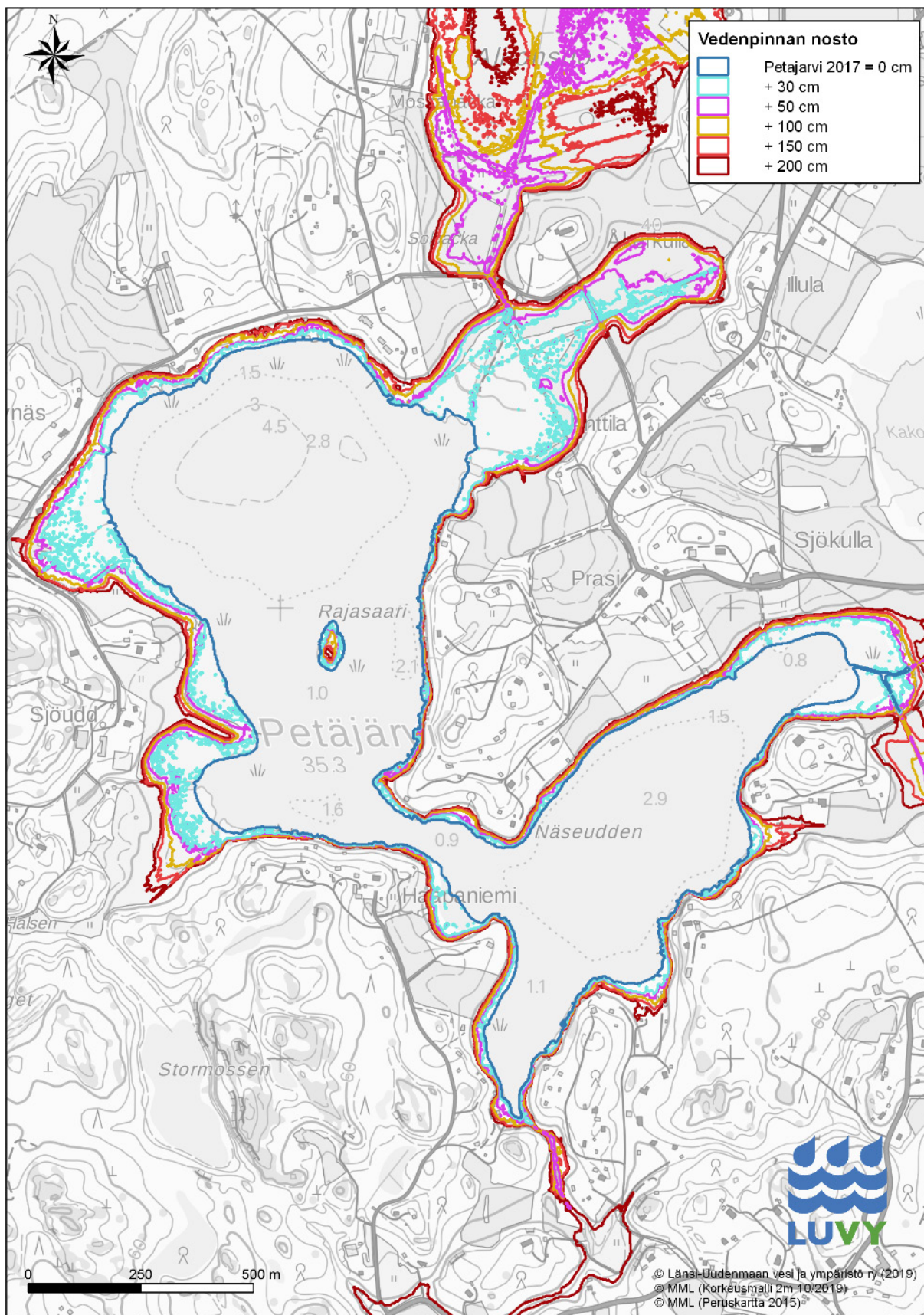
Petäjärven rannassa on tämän tarkastelun mukaan muutama vapaa-ajanrakennus, jotka olisivat vaarassa vettyä, jos järven vedenpintaa nostettaisiin (kuva 44). Nosto vaatisi laskuojaan padon, joka kannattaisi rakentaa luonnonmukaisena niin, että vesieliöiden kulku on mahdollinen. Jos Petäjärven vedenpinnan nosto ei tule kysymykseen, kannattaisi vedenpinnan tason vakauttamista jatkotarkastella. Ulkoisen kuormituksen vähentäminen on tärkeää myös vedenpinnan mahdollisen noston kannalta. Merkittävämpi pinnan nosto lisäisi myös järven viipymää, jonka kasvaessa suurempi osa järveen tulevista ravinteista varastoituu sedimenttiin.



Kuva 43. Petäjäjärvi ja Hepari 1840-luvun Pitäjänkartastossa. Kumpikin järvi on huomattavasti nykyistä laajempi, mutta esimerkiksi Alhonsuon allas ei ole kuin ojan kautta yhteydessä Petäjäjärveen. Lähde: Kirkkonummen karttapalvelu.



Kuva 44. Petäjäjärven rannalla on luusuan lähellä muutamia vapaa-ajanrakennuksia, jotka olisivat vaarassa vettyä, jos järven vedenpintaa nostettaisiin. Kuvat: Aarne von Boehm.



Kuva 45. Petäjäjärven pinta-ala, jos vedenpintaa korotettaisiin 30–200 cm. Lähtötaso on 37,7 m (N2000).

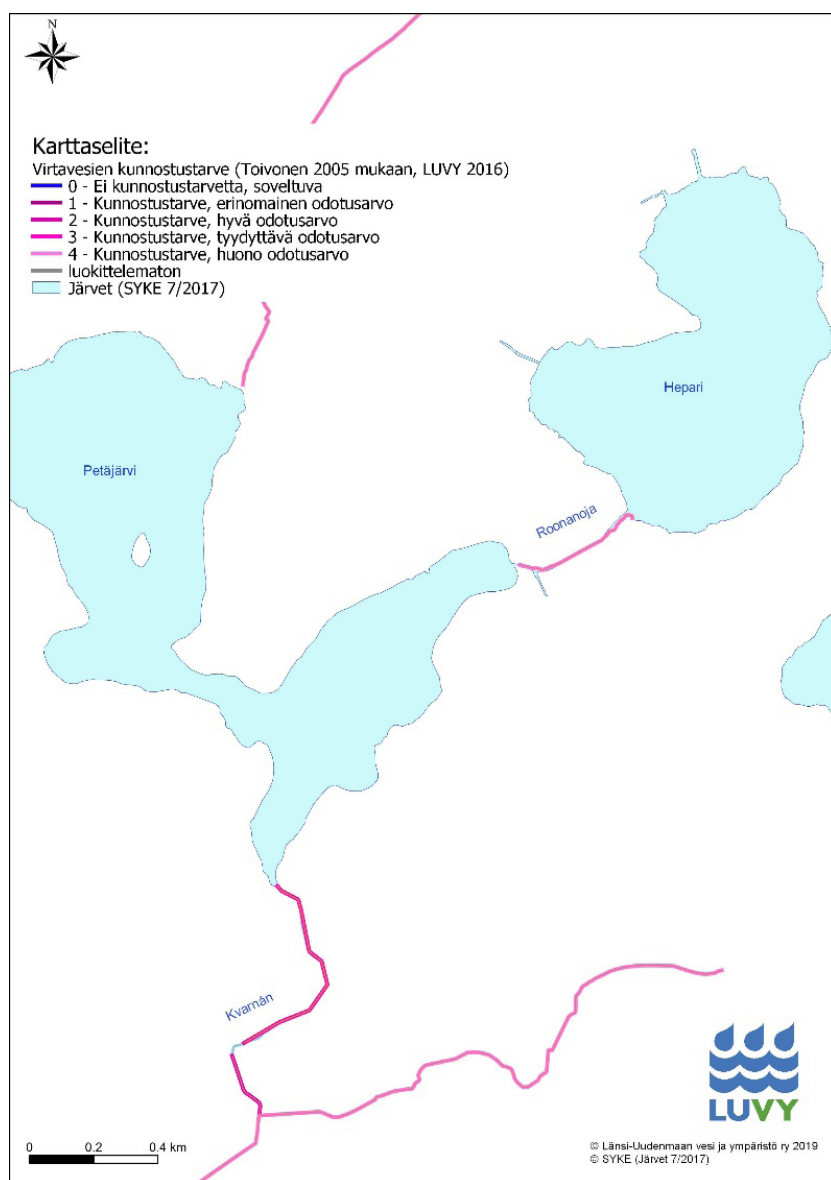
7.4 Lintuvesikunnostuksen tarve

Heparin ja Petäjärven lintuvesikunnostamista on pohdittu Heparin kunnostussuunnitelmassa (Pellikka ym. 2020).

7.5 Noususteiden poisto ja virtavesikunnostukset

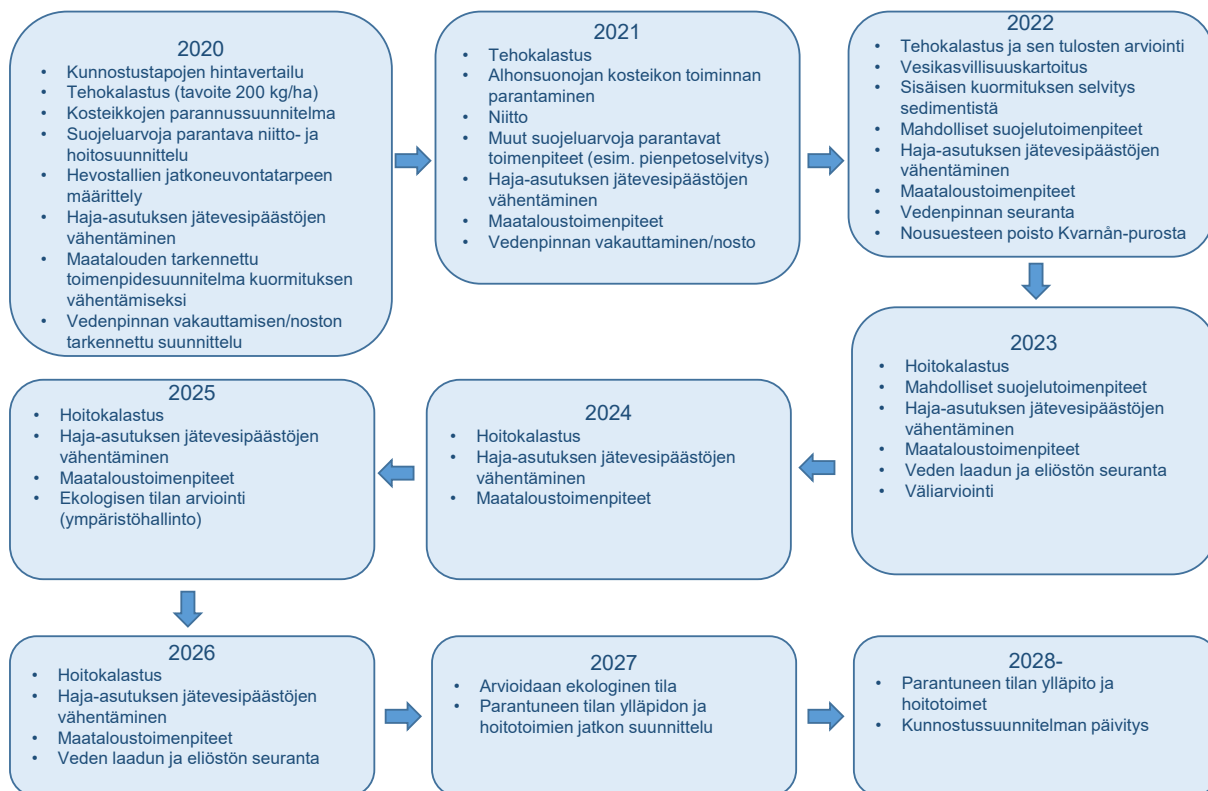
Petäjärvi on Siuntionjoen valuma-alueen latvajärviä. Järviketjun varrella on mereltä yläjuoksulle Petäjärvelle asti kuljettaessa ainakin kuusi vesieliöiden nousuestettä. Erittäin uhanalaisen meritaimenen tapauksessa noususteiden poisto olisi mielekkäintä toteuttaa mereltä alkaen. Noususte on kuitenkin lähes kaikkien muidenkin vesieliöiden vapaan liikkumisen tulppa ja siten ekologisesti ongelmallinen. Heparin vedenpintaa ylläpitävä pato on noususte Heparin suuntaan yläjuoksulle. Tämä pato olisi mahdollista korvata luonnonmukaisella pohjapadolla, jolloin se ei muodostaisi enää nousuestettä. Petäjärven lasku-uomassa (Kvarnån) on noususte tierummun kohdalla luusuasta puoli kilometriä etelään.

Toivosen (2005) kartoituksen mukaan Heparin laskuoja (Roonanoja) ja Alhonsuonoja eivät ole potentiaalisia kunnostuskohteita taimenelle, sillä niiden luontaiset ominaisuudet on ruoppausten takia menetetty. Petäjärven laskuojan (Kvarnån) odotusarvo on puolestaan jo jonkin verran parempi (kuva 46).



Kuva 46. Petäjärven virtavesien kunnostustarve Toivosen (2005) mukaan.

8 Toimintasuunnitelma vuosille 2020–2030



Kuva 47. Petäjäjärven kunnostus- ja seurantasuunnitelman aikataulu vuosille 2020–2030.

Lähdeluettelo

Ahola, J. (2019): Kimpari Bird Projectin Heparin vesilintulaskentatulokset. – Sähköpostiviesti 7.10.2019.

Aroviita, J., Mitikka, S. & Vienonen, S. (2019): Pintavesien tilan luokittelu ja arviointiperusteet vesienhoidon kolmannella kaudella. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 37/2019. <http://hdl.handle.net/10138/306745>

Bernes, C., Carpenter, S. C., Gårdmark, A., Larsson, P., Persson, L., Skov, C., Speed, J. DM & Van Donk, E. (2015): What is the influence of a reduction of planktivorous and benthivorous fish on water quality in temperate eutrophic lakes? A systematic review. - Environmental Evidence volume 4, Article number: 7.

Donner, J. J., Alhonen, P., Eronen, M., Jungner, H. & Vuorela, I. (1978): Biostratigraphy and radiocarbon dating of the Holocene lake sediments of Työtjärvi and the peats in the adjoining bog Varrassuo west of Lahti in Southern Finland. – Annales Botanici Fennici Vol. 15, No. 4: 258–280.

Heikkinen, J. (2018): Maanparannusaineiden käyttö peltoviljelyssä – mitä maassa tapahtuu. – Esitelmä Maaperäpäivässä 27.6.2019, Gårdskulla Gård, Siuntio. Osoite: <https://wwf.fi/app/uploads/6/x/6/harzm5hi1sa-oqj7vei5ab4/maaperapaiva-27-6-2019.pdf>. Viitattu 9.11.2019.

Hietala, J. (2019): Tuusulanjärven hoitokalastussaaliit 1997–2018. – Sähköpostiviesti 13.11.2019.

Huser, B., Egemose, S., Harper, H., Hupfer, M., Jensen, H., Pilgrim, K. M., Reitzel, K., Rydin, E. & Futter, M. (2016): Longevity and effectiveness of aluminum addition to reduce sediment phosphorus release and restore lake water quality. - Water Research Volume 97: 122–132.

Jeppesen, E. & Sammalkorpi, I. (2002): Lakes. – Teoksessa: Perrow, M.R. & Davy, A.J. (toim.): Handbook of ecological restoration Vol 2: Restoration in practice. Sivut 297-324.

- Kiirikki, M. (2019): Petäjärven vesituloksia. – Julkaisemattomia Excel-taulukoita.
- Kirkkonummen kunta (2019): Kirkkonummen eläinsuojat. – Julkaisematon paikkatietoaineisto.
- Koski-Vähälä, J., Hartikainen, H. & Tallberg, P. (2001): Phosphorus Mobilization from Various Sediment Pools in Response to Increased pH and Silicate Concentration. – *Journal of Environmental Quality* 30(2): 546–552.
- Kuha, J. K., Palomäki, A. H., Keskinen, T. & Karjalainen, J. S. (2016): Negligible effect of hypolimnetic oxygenation on the trophic state of Lake Jyväsjärvi, Finland – *Limnologica* vol 58: 1–6.
- Kuoppamäki, K. (2019): Tuusulanjärven eläinplankton vuosina 2016–2018. – Internet-julkaisu. Osoite: http://www.tuusulanjarvi.org/wp-content/uploads/2018/12/Tuusulanj-zooplankton_2016-2018.pdf. Viitattu 8.11.2019.
- Liljendahl-Nurminen, A. (2006): Invertebrate predation and trophic cascades in a pelagic food web. -Väitöskirja. Helsingin yliopisto.
- LUVY (2018): Elinvoimainen ja esteetön Siuntionjoki - vesistövisio 2030. – Internet-osoite: http://www.siuntionjoki.fi/easydata/customers/siuntionjoki/files/kuvat/elinvoimainen_ja_esteeton_siuntionjoki_-_vesistovisio_2030.pdf. (viitattu 21.11.2019)
- LUVY (2019): Haja-asutuksen jätevesineuvontahankkeiden alueittaiset tulokset. – Julkaisematon.
- Malmström, K. (2019): Petäjärven happipitoisuus kenttämittarilla mitattuna. – Sähköpostiviesti 12.3.2019.
- Mazumder, A. (1994): Phosphorus–Chlorophyll Relationships under Contrasting Herbivory and Thermal Stratification: Predictions and Patterns. - *Can J Fish Aquat Sci* 51(2):390–400.
- Niinimäki, J. (2011): Poikkipuoliaisen, Tervalammen ja Huhmarjärven kunnostussuunnitelma. - PoTeHu ry – Poikkipuoliaisen, Tervalammen ja Huhmarjärven vesiensuojeluyhdistys. 68 s.
- Niemistö, J., Köngäs, P., Härkönen, L. & Horppila, J. (2016): Hypolimnetic aeration intensifies phosphorus recycling and increases organic material sedimentation in a stratifying lake: Effects through increased temperature and turbulence. – *Boreal Environment Research* 21: 571–587.
- Nyqvist, P. & Vuorinen, E. (2014): Siuntionjoen valuma-alueen yleissuunnitelma: – suojavyöhykkeet, kosteikot ja luonnon monimuotoisuus. – Uudenmaan ELY-keskuksen raportteja 84/2014. 138 s.
- Olin, M., Lappalainen, A., Sutela, T., Vehanen, T., Ruuhijärvi, J., Saura, A. & Sairanen, S. (2014): Ohjeet standardimukaisiin koekalastuksiin. – RKTL:n työraportteja 21/2014.
- Ollikainen, M., Ekholm, P., Punttila, E., Ala-Harja, V., Riihimäki, J., Puroila, S., Kosenius, A.-K. & Iho, A. (2018): Peltojen kipsikäsitteily maatalouden vesiensuojelukeinona. – SAVE-hankkeen Internet-esite. Osoite: <https://blogs.helsinki.fi/save-kipsihanke/files/2018/11/SAVE-hankkeen-tietopaketti-kipsik%C3%A4sittelyst%C3%A4.pdf>. Viitattu 9.11.2019.
- Paasivirta, L. (2000): *Prosilocerus* species in Finland, with a chironomid index for lake sediments. – Teoksessa: Late 20th Century Research on Chironomidae: an Anthology from the 13th International Symposium on Chironomidae, sivut 599–603. Edited by Odwin Hoffrichter. Shaker Verlag, Aachen 2000.
- Pellikka, K., Mettinen, A., Valjus, J. & Sammalkorpi, I. (2020): Heparin kunnostussuunnitelma. – Julkaisu 2/2020. Länsi-Uudenmaan vesi ja ympäristö ry.
- Pesonen, I., Virtanen, H. & Jansson, H. (toim.) (2008): Hyvinvoiva, turvallinen ja ympäristöystävällinen talli - opas vastuulliseen tallitoimintaan. – Internet-osoite: <http://www.hippos.fi/files/1373/talliopas08.pdf> (viitattu 22.10.2019)
- Pro Agria (2019): Rakennekalkitusta tutkitaan uutena maatalouden vesiensuojelukeinona. – Internet-sivu: <https://www.proagria.fi/ajankohtaista/rakennekalkitusta-tutkitaan-uutena-maatalouden-vesiensuojelukeinona-13993>. Viitattu 9.11.2019.

- Pro Agria (2019b): Biohiiltä ojavesien puhdistukseen ja peltomaiden maanparannukseen. – Internet-sivu: <https://www.proagria.fi/blogit/kasvun-keskella/2019/10/11/biohiilta-ovejavesien-puhdistukseen-ja-pelto- maiden-maanparannukseen>. Viitattu 9.11.2019.
- Puustinen, M., Tattari, S., Väisänen, S., Virkajärvi, P., Rätty, M., Järvenranta, K., Koskiahho, J., Röman, E., Sammal- korpi, I., Uusitalo, R., Lemola, R., Uusi-Kämppe, J., Lepistö, A., Hjerppe, T., Riihimäki, J. & Ruuhijärvi, J. (2019): Ravinteiden kierrätys alkutuotannossa ja sen vaikutukset vesien tilaan. KiertoVesi-hankkeen loppuraportti. - Suomen ympäristökeskuksen raportteja 22/2019. 143 s.
- Salo-Miilumäki, E. (2019): Heparin vedenpinnan korkeus. – Sähköpostiviesti. 23.10.2019.
- Sammalkorpi, I., Mikkola-Roos, M., Lammi, E. & Aalto, T. (2014): Ravintoketjukuristus lintuvesien hoidossa. – Linnut-vuosikirja 2013: 154–168.
- Sarvala, J., Helminen, H. & Kirkkala, T. 1997: Pyhäjärven veden laatu ja sitä säätelevät tekijät. – Vesitalous 38(3)/1997: 15–20, 33.
- Sarvala, J., Helminen, H., Saarikari, V., Salonen, S. & Vuorio, K. 1998: Relations between planktivorous fish abundance and phytoplankton in three lakes of differing productivity. – Hydrobiologia 363: 81–95.
- Siuntionjoen neuvottelukunta (1989): Siuntionjoen vesistön käytön ja suojelun yleissuunnitelma. II osa: Toimen- pidesuosituksien ja jatkotoimenpiteet. – Vesi- ja ympäristöhallitus. Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja. A-sarja. Nro 41.
- Snåre, H. (2019): Kirkkonummen hevostallikartoitus 2019 raportti. – Julkaisematon raportti. Kirkkonummen kunta.
- STUK (2019): Tšernobylin laskeuma Suomessa kunnittain. – Internet-sivu: <https://www.stuk.fi/aiheet/sateily-ymp- aristossa/laskeuma/tšernobylin-laskeuma-suomessa-kunnittain>. Viitattu 19.12.2019.
- Suomen ympäristökeskus (2019): VALUE - valuma-alueen rajaustyökalu. Internet-sivu: Etusivu > Tutkimus & kehittäminen > Vesi > Tietoa-aineistot ja -järjestelmät > Valuma-aluejärjestelmä > VALUE - valuma-alueen rajaustyökalu. Viitattu 27.9.2019.
- Tallberg, P. (2000): Silicon and its impacts on phosphorus in eutrophic freshwater lakes. – Väitöskirja. Helsingin yliopisto.
- Tammeorg, O., Möls, T., Niemistö, J., Holmroos, H. & Horppila J. (2017): The actual role of oxygen deficit in the linkage of the water quality and benthic phosphorus release: Potential implications for lake restoration. – Science of the Total Environment 599–600: 732–738.
- Toivonen, V. (2005): Siuntionjoen yläosan kunnostustarveselvitys. - Uudenmaan ympäristökeskus. Monisteita 162. 100 s.
- Valjus, J. (2019): Heparin verkkokoekalastus 2019. – LUVYn julkaisematon raportti.
- Väänänen, V-M., Nummi, P., Rautiainen, A., Asanti, T., Huolman, I., Mikkola-Roos, M., Nurmi, J., Orava, R. & Rusanen, P. (2007): Vieraspeto kosteikoilla: vaikuttaako supikoira vesilintujen ja kahlaajien poikueiden määrään? – Suomen Riista 53: 49–63
- YM (2013): Luonnonsuojeluohjelmat turvaavat valtakunnallisesti merkittäviä luontoarvoja. – Internet-sivu: https://www.ym.fi/fi-FI/Luonto/Luonnon_monimuotoisuus/Luonnonsuojeluohjelmat. Viitattu 31.7.2019.

Liiteluettelo

- Liite 1. Petäjärven kasviplanktontulokset 2019
- Liite 2. Petäjärven eläinplanktontulokset 2019
- Liite 3. Petäjärven pohjaeläintulokset 2019
- Liite 4. Petäjärven koekalastustulokset 2019

Liite 1. Petäjärven kasviplanktontulokset 2019
(1/12)

Petäjärven kasviplankton 8.7.2019

| | |
|---------------------------|--|
| Näyttenumero | 22341 |
| Paikka | Kirkkonummi, Petäjärvi länsiosa 1, KKJ/YK: 6684195 - |
| Näytteenottoaika | 8.7.2019 |
| Syvyysväli | 0.0-2.0 |
| Mikroskopiija | Autio Sanna |
| Mikroskopointi pvm | 19.11.2019 |
| Tutkimuslaitos | Lounais-Suomen vesi- ja ymp.tutk. Oy |
| Laskeutettu tilavuus (ml) | 1,5 |
| Pohjan halkaisija (mm) | 26 |

Osalaskentamenetelmät

| Laskentatapa | pinta-ala (mm ²) | Kokonaissuur rennos | Tilavuuskorja uskerroin |
|-------------------------|---------------------------------|------------------------|--|
| Field | 2,55 | 787,5 | 138805,00 - 138805,00 - 14272,00 - |
| Field | 24,8 | 250 | 14272,00 |
| Chamber | 530,93 | 125 | 667,00 |
| TPI - arvo | 2,264 | | |
| Sinileväosuus (%) | 12,857 | | |
| Kokonaisbiomassa (mg/l) | 10,339 | | |

Tulokset kokoluokittain

| Ryhmä | Laji | Trofia | Tilavuus (µm ³) | Lukumäärä (kpl/l) | Biomassa (µg/l) | Biomassa (%) |
|-------|----------------------------|--------|--------------------------------|----------------------|--------------------|--------------|
| CHROO | Chroococcales | AU | 5 | 6246225 | 31,231 | 0,302 |
| CHROO | Chroococcales | AU | 9 | 7634275 | 68,708 | 0,665 |
| CHROO | Chroococcales | AU | 10 | 7495470 | 74,955 | 0,725 |
| CHROO | Chroococcales | AU | 19 | 5968615 | 113,404 | 1,097 |
| CHROO | Chroococcales | AU | 26 | 2220880 | 57,743 | 0,558 |
| CHROO | Chroococcales | AU | 47 | 1665660 | 78,286 | 0,757 |
| CHROO | Chroococcales | AU | 52 | 277610 | 14,436 | 0,14 |
| CHROO | Chroococcales | AU | 84 | 138805 | 11,66 | 0,113 |
| CHROO | Chroococcales | AU | 94 | 138805 | 13,048 | 0,126 |
| CHROO | Chroococcus spp. | AU | 174 | 138805 | 24,152 | 0,234 |
| CHROO | Microcystis aeruginosa | AU | 6540 | 4669 | 30,535 | 0,295 |
| CHROO | Microcystis aeruginosa | AU | 13083 | 1334 | 17,453 | 0,169 |
| CHROO | Microcystis aeruginosa | AU | 26167 | 667 | 17,453 | 0,169 |
| SYNEC | Anathece minutissima | AU | 31,81 | 555220 | 17,662 | 0,171 |
| SYNEC | Anathece minutissima | AU | 63,62 | 277610 | 17,662 | 0,171 |
| SYNEC | Cyanonephron styloides | AU | 1,57 | 22486410 | 35,304 | 0,341 |
| SYNEC | Merismopedia spp. | AU | 1 | 3608930 | 3,609 | 0,035 |
| SYNEC | Planktolyngbya limnetica | AU | 314 | 171264 | 53,777 | 0,52 |
| SYNEC | Romeria spp. | AU | 6 | 277610 | 1,666 | 0,016 |
| SYNEC | Romeria spp. | AU | 13 | 138805 | 1,804 | 0,017 |
| SYNEC | Snowella spp. | AU | 167 | 14272 | 2,383 | 0,023 |
| SYNEC | Woronichinia naegeliana | AU | 24 | 1113216 | 26,717 | 0,258 |
| SYNEC | Woronichinia naegeliana | AU | 7052 | 667 | 4,704 | 0,045 |
| OSCIL | Oscillatoriales | AU | 177 | 242624 | 42,944 | 0,415 |
| NOSTO | Aphanizomenon spp. | AU | 707 | 870592 | 615,509 | 5,953 |
| NOSTO | Cuspidothrix issatschenkoi | AU | 707 | 114176 | 80,722 | 0,781 |
| NOSTO | Dolichospermum macrosporum | AU | 2210 | 242624 | 536,199 | 5,186 |
| CRYPT | Cryptomonadales | AU | 81,81 | 416415 | 34,067 | 0,329 |
| CRYPT | Cryptomonas spp. | AU | 1130 | 185536 | 209,656 | 2,028 |
| CRYPT | Cryptomonas spp. | AU | 1769 | 85632 | 151,483 | 1,465 |
| CRYPT | Rhodomonas lacustris | AU | 82 | 416415 | 34,146 | 0,33 |
| DINOP | Dinophyceae | AU | 251 | 138805 | 34,84 | 0,337 |
| DINOP | Dinophyceae | AU | 2010 | 14272 | 28,687 | 0,277 |
| DINOP | Dinophyceae | AU | 7235 | 14674 | 106,166 | 1,027 |
| PRYMN | Chrysochromulina spp. | MX | 37 | 1526855 | 56,494 | 0,546 |

Liite 1. Petäjärven kasviplanktontulokset 2019
(2/12)

| | | | | | | |
|-------|---|----|--------|---------|----------|-------|
| CHROM | Dinobryon acuminatum | MX | 117,29 | 14272 | 1,674 | 0,016 |
| CHROM | Dinobryon bavaricum | MX | 226 | 742144 | 167,725 | 1,622 |
| CHROM | Kephyrion spp. | MX | 65,4 | 277610 | 18,156 | 0,176 |
| PEDIN | Pseudopedinella spp. | AU | 33,51 | 416415 | 13,954 | 0,135 |
| SYNUR | Mallomonas spp. | AU | 335 | 138805 | 46,5 | 0,45 |
| SYNUR | Mallomonas spp. | AU | 1039 | 14272 | 14,829 | 0,143 |
| EUPOD | Acanthoceras zachariasii | AU | 1570,8 | 28544 | 44,837 | 0,434 |
| EUPOD | Acanthoceras zachariasii | AU | 4319,7 | 1334 | 5,762 | 0,056 |
| EUPOD | Aulacoseira ambigua | AU | 1570 | 371072 | 582,583 | 5,635 |
| EUPOD | Aulacoseira granulata var. angustissima | AU | 377 | 185536 | 69,947 | 0,677 |
| EUPOD | Aulacoseira granulata var. granulata | AU | 424 | 528064 | 223,899 | 2,166 |
| EUPOD | Aulacoseira spp. | AU | 755 | 1098944 | 829,703 | 8,025 |
| EUPOD | Eupodiscales | AU | 49 | 277610 | 13,603 | 0,132 |
| EUPOD | Eupodiscales | AU | 393 | 277610 | 109,101 | 1,055 |
| EUPOD | Rhizosolenia longiseta | AU | 377 | 114176 | 43,044 | 0,416 |
| BACIL | Asterionella formosa | AU | 360 | 142720 | 51,379 | 0,497 |
| BACIL | Asterionella formosa | AU | 613 | 271168 | 166,226 | 1,608 |
| BACIL | Asterionella formosa | AU | 858 | 57088 | 48,982 | 0,474 |
| BACIL | Bacillariales | AU | 135 | 656512 | 88,629 | 0,857 |
| BACIL | Belonastrum berlinensis | AU | 234 | 28544 | 6,679 | 0,065 |
| BACIL | Synedra spp. (PROPOSED sisävesi) | AU | 810 | 142720 | 115,603 | 1,118 |
| BACIL | Synedra ulna | AU | 4725 | 18009 | 85,093 | 0,823 |
| BACIL | Tabellaria flocculosa | AU | 3240 | 2668 | 8,644 | 0,084 |
| MISCH | Dichotomococcus curvatus cf. | AU | 40 | 832830 | 33,313 | 0,322 |
| MISCH | Goniochloris spp. cf. | AU | 249 | 138805 | 34,562 | 0,334 |
| MISCH | Ophiocytium capitatum (PROPOSED sisävesi) | AU | 392 | 42816 | 16,784 | 0,162 |
| MISCH | Tetraedriella regularis cf. | AU | 4010 | 14272 | 57,231 | 0,554 |
| RAPHI | Gonyostomum spp. | AU | 1444 | 1334 | 1,926 | 0,019 |
| EUGLE | Euglena spp. | AU | 2940 | 12006 | 35,298 | 0,341 |
| EUGLE | Euglena tripteris | AU | 890 | 667 | 0,594 | 0,006 |
| EUGLE | Euglena tripteris | AU | 4689 | 4002 | 18,765 | 0,181 |
| EUGLE | Lepocinlis acus (PROPOSED sisävesi) | AU | 2010 | 4669 | 9,385 | 0,091 |
| EUGLE | Lepocinlis oxyuris | AU | 66819 | 667 | 44,568 | 0,431 |
| EUGLE | Phacus longicauda | AU | 11566 | 667 | 7,715 | 0,075 |
| EUGLE | Phacus spp. | AU | 3266 | 42816 | 139,837 | 1,352 |
| EUGLE | Trachelomonas spp. | AU | 2800 | 57088 | 159,846 | 1,546 |
| EUGLE | Trachelomonas volvocinopsis | AU | 1770 | 42816 | 75,784 | 0,733 |
| DESMI | Closterium acutum var. acutum | AU | 844 | 49358 | 41,658 | 0,403 |
| DESMI | Closterium acutum var. variabile | AU | 377 | 50025 | 18,859 | 0,182 |
| DESMI | Closterium gracile | AU | 1790 | 667 | 1,194 | 0,012 |
| DESMI | Cosmarium spp. | AU | 254 | 138805 | 35,256 | 0,341 |
| DESMI | Spondylosium planum | AU | 377 | 277610 | 104,659 | 1,012 |
| KLEBS | Elakatothrix genevensis | AU | 57,7 | 128448 | 7,411 | 0,072 |
| MAMIE | Monomastix spp. | AU | 31 | 1249245 | 38,727 | 0,375 |
| CHLOR | Lagerheimia genevensis | AU | 25,9 | 416415 | 10,785 | 0,104 |
| CHLOR | Mucidosphaerium pulchellum | AU | 348 | 277610 | 96,608 | 0,934 |
| CHLOR | Oocystis spp. | AU | 44,9 | 694025 | 31,162 | 0,301 |
| PRASI | Koliella longiseta | AU | 23,76 | 42816 | 1,017 | 0,01 |
| TREBO | Botryococcus spp. | AU | 589 | 5336 | 3,143 | 0,03 |
| ZYGNE | Cosmarium bioculatum | AU | 925 | 1110440 | 1027,157 | 9,935 |
| ZYGNE | Cosmarium dilatatum | AU | 288 | 555220 | 159,903 | 1,547 |
| ZYGNE | Staurastrum paradoxum var. parvum | AU | 273 | 138805 | 37,894 | 0,367 |
| ZYGNE | Staurodesmus cuspidatus | AU | 1696 | 28544 | 48,411 | 0,468 |
| ZYGNE | Teilingia granulata | AU | 239 | 114176 | 27,288 | 0,264 |
| CHLOR | Chlorophyceae | AU | 14,14 | 416415 | 5,888 | 0,057 |
| CHLOR | Chlorophyceae | AU | 24 | 832830 | 19,988 | 0,193 |
| VOLVO | Spermatozopsis exsultans | AU | 18,85 | 138805 | 2,616 | 0,025 |
| CHLOR | Desmodesmus subspicatus | AU | 151 | 277610 | 41,919 | 0,405 |
| CHLOR | Dictyosphaerium spp. | AU | 619 | 277610 | 171,841 | 1,662 |

Liite 1. Petäjärven kasviplanktonitulkokset 2019
(3/12)

| | | | | | | |
|----------|--------------------------------------|----|-------|----------|-----------|-------|
| CHLOR | Pediastrum boryanum | AU | 20096 | 4669 | 93,828 | 0,908 |
| CHLOR | Scenedesmus disciformis | AU | 1260 | 138805 | 174,894 | 1,692 |
| CHLOR | Tetrallantostis lagerheimii | AU | 3014 | 14272 | 43,016 | 0,416 |
| CHLAM | Treubaria triappendiculata | AU | 117 | 416415 | 48,721 | 0,471 |
| SPHAE | Ankyra judayi cf. | AU | 71 | 14272 | 1,013 | 0,01 |
| SPHAE | Coelastrum sphaericum | AU | 2872 | 667 | 1,916 | 0,019 |
| SPHAE | Desmodesmus bicellularis | AU | 32,7 | 2359685 | 77,162 | 0,746 |
| | Desmodesmus denticulatus var. | | | | | |
| SPHAE | denticulatus | AU | 1128 | 14272 | 16,099 | 0,156 |
| SPHAE | Desmodesmus spp. | AU | 72 | 138805 | 9,994 | 0,097 |
| SPHAE | Desmodesmus spp. | AU | 212 | 138805 | 29,427 | 0,285 |
| | Desmodesmus spp. (PROPOSED sisävesi) | | | | | |
| SPHAE | sisävesi) | AU | 36 | 416415 | 14,991 | 0,145 |
| SPHAE | Lacunastrum gracillimum | AU | 5024 | 4669 | 23,457 | 0,227 |
| SPHAE | Monoraphidium contortum | AU | 7,74 | 416415 | 3,223 | 0,031 |
| SPHAE | Monoraphidium komarkovae | AU | 73 | 14272 | 1,042 | 0,01 |
| SPHAE | Monoraphidium minutum | AU | 32 | 2359685 | 75,51 | 0,73 |
| SPHAE | Parapediastrium biradiatum | AU | 5888 | 42816 | 252,101 | 2,438 |
| SPHAE | Pediastrum duplex | AU | 5024 | 28544 | 143,405 | 1,387 |
| SPHAE | Pediastrum duplex | AU | 9499 | 1334 | 12,672 | 0,123 |
| SPHAE | Pediastrum duplex | AU | 11304 | 4669 | 52,778 | 0,51 |
| SPHAE | Raphidocelis danubiana | AU | 23 | 832830 | 19,155 | 0,185 |
| SPHAE | Stauridium tetras | AU | 1200 | 14272 | 17,126 | 0,166 |
| SPHAE | Tetraedron caudatum | AU | 139 | 416415 | 57,882 | 0,56 |
| FLAGE | Flagellates (oval) | AU | 19 | 555220 | 10,549 | 0,102 |
| FLAGE | Flagellates (oval) | AU | 64 | 555220 | 35,534 | 0,344 |
| FLAGE | Flagellates (oval) | AU | 181 | 138805 | 25,124 | 0,243 |
| FLAGE | Flagellates (sphere) | AU | 33 | 2082075 | 68,708 | 0,665 |
| FLAGE | Flagellates (sphere) | AU | 113 | 138805 | 15,685 | 0,152 |
| MONAD | Monad | AU | 6 | 138805 | 0,833 | 0,008 |
| MONAD | Monad | AU | 14 | 138805 | 1,943 | 0,019 |
| MONAD | Monad | AU | 24 | 1110440 | 26,651 | 0,258 |
| MONAD | Monad | AU | 65 | 3331320 | 216,536 | 2,094 |
| MONAD | Monad | AU | 180 | 1110440 | 199,879 | 1,933 |
| MONAD | Monad | AU | 188 | 277610 | 52,191 | 0,505 |
| MONAD | Monad | AU | 523 | 832830 | 435,57 | 4,213 |
| INCER | Katablepharis ovalis | HT | 127 | 832830 | 105,769 | 1,023 |
| YHTEENSÄ | | | | 98102759 | 10339,191 | |

Tulokset laikoittain

| Lahko | Taksonimäärä (kpl) | Lukumäärä (kpl/l) | Biomassa (µg/l) | Biomassa (%) |
|------------------------------------|--------------------|-------------------|-----------------|--------------|
| Chroococcales | 3 | 31931820 | 553,063 | 5,349 |
| Synechococcales | 7 | 28644004 | 165,287 | 1,599 |
| Oscillatoriales | 1 | 242624 | 42,944 | 0,415 |
| Nostocales | 3 | 1227392 | 1232,43 | 11,92 |
| Cryptomonadales | 3 | 1103998 | 429,352 | 4,153 |
| Dinophyceae | 1 | 167751 | 169,693 | 1,641 |
| Prymnesiales | 1 | 1526855 | 56,494 | 0,546 |
| Chromulinales | 3 | 1034026 | 187,554 | 1,814 |
| Pedinellales | 1 | 416415 | 13,954 | 0,135 |
| Synurales | 1 | 153077 | 61,328 | 0,593 |
| Eupodiscales | 7 | 2882890 | 1922,479 | 18,594 |
| Bacillariales | 5 | 1176709 | 455,632 | 4,407 |
| Bacillariales (PROPOSED sisävesi) | 1 | 142720 | 115,603 | 1,118 |
| Mischococcales | 3 | 985907 | 125,106 | 1,21 |
| Mischococcales (PROPOSED sisävesi) | 1 | 42816 | 16,784 | 0,162 |
| Raphidomonadales | 1 | 1334 | 1,926 | 0,019 |
| Euglenales | 7 | 160729 | 482,407 | 4,666 |
| Euglenales (PROPOSED sisävesi) | 1 | 4669 | 9,385 | 0,091 |
| Desmidiiales | 5 | 516465 | 201,627 | 1,95 |
| Klebsormidiales | 1 | 128448 | 7,411 | 0,072 |

Liite 1. Petäjärven kasviplanktonitulkokset 2019
(4/12)

| | | | | |
|------------------------------------|----|-----------------|------------------|-------|
| Mamiellales | 1 | 1249245 | 38,727 | 0,375 |
| Chlorellales | 3 | 1388050 | 138,555 | 1,34 |
| Prasiolales | 1 | 42816 | 1,017 | 0,01 |
| Trebouxiales | 1 | 5336 | 3,143 | 0,03 |
| Zygnematales | 5 | 1947185 | 1300,653 | 12,58 |
| Chlorophyceae | 1 | 1249245 | 25,876 | 0,25 |
| Volvocales | 1 | 138805 | 2,616 | 0,025 |
| Chlorococcales | 5 | 712966 | 525,498 | 5,083 |
| Chlamydomonadales | 1 | 416415 | 48,721 | 0,471 |
| Sphaeropleales | 14 | 6802427 | 793,961 | 7,679 |
| Sphaeropleales (PROPOSED sisävesi) | 1 | 416415 | 14,991 | 0,145 |
| Flagellates (oval) | 1 | 1249245 | 71,207 | 0,689 |
| Flagellates (sphere) | 1 | 2220880 | 84,393 | 0,816 |
| Monad | 1 | 6940250 | 933,602 | 9,03 |
| Incertae sedis | 1 | 832830 | 105,769 | 1,023 |
| YHTEENSÄ | | 98102759 | 10339,191 | |

Tulokset luokitattain

| Luokka | Taksonimäärä (kpl) | Lukumäärä (kpl/l) | Biomassa (µg/l) | Biomassa (%) |
|------------------------------------|--------------------|-------------------|------------------|--------------|
| Cyanophyceae | 14 | 62045840 | 1993,725 | 19,283 |
| Cryptophyceae | 3 | 1103998 | 429,352 | 4,153 |
| Dinophyceae | 1 | 167751 | 169,693 | 1,641 |
| Prymnesiophyceae | 1 | 1526855 | 56,494 | 0,546 |
| Chrysophyceae | 4 | 1450441 | 201,508 | 1,949 |
| Synurophyceae | 1 | 153077 | 61,328 | 0,593 |
| Diatomophyceae (PROPOSED sisävesi) | 1 | 142720 | 115,603 | 1,118 |
| Diatomophyceae | 12 | 4059599 | 2378,111 | 23,001 |
| Tribophyceae (PROPOSED sisävesi) | 1 | 42816 | 16,784 | 0,162 |
| Tribophyceae | 3 | 985907 | 125,106 | 1,21 |
| Raphidophyceae | 1 | 1334 | 1,926 | 0,019 |
| Euglenophyceae | 7 | 160729 | 482,407 | 4,666 |
| Euglenophyceae (PROPOSED sisävesi) | 1 | 4669 | 9,385 | 0,091 |
| Conjugatophyceae | 5 | 516465 | 201,627 | 1,95 |
| Klebsormidiophyceae | 1 | 128448 | 7,411 | 0,072 |
| Prasinophyceae | 1 | 1249245 | 38,727 | 0,375 |
| Trebouxiophyceae | 5 | 1436202 | 142,715 | 1,38 |
| Charophyceae | 5 | 1947185 | 1300,653 | 12,58 |
| Chlorophyceae | 22 | 9319858 | 1396,672 | 13,509 |
| Chlorophyceae (PROPOSED sisävesi) | 1 | 416415 | 14,991 | 0,145 |
| Monads and flagellates | 3 | 10410375 | 1089,203 | 10,535 |
| Incertae sedis | 1 | 832830 | 105,769 | 1,023 |
| YHTEENSÄ | | 98102759 | 10339,191 | |

Liite 1. Petäjärven kasviplanktontulokset 2019
(5/12)

Petäjärven kasviplankton 12.8.2019

| | |
|---------------------------|--|
| Näyttenumero | 22342 |
| Paikka | Kirkkonummi, Petäjärvi länsiosa 1, KKJ/YK: 6684195 - |
| Näytteenottoaika | 12.8.2019 |
| Syvyysväli | 0.0-2.0 |
| Mikroskopiija | Autio Sanna |
| Mikroskopointi pvm | 25.11.2019 |
| Tutkimuslaitos | Lounais-Suomen vesi- ja ymp.tutk. Oy |
| Laskeutettu tilavuus (ml) | 1,5 |
| Pohjan halkaisija (mm) | 26 |

Osalaskentamenetelmät

| Laskentatapa | pinta-ala (mm ²) | Kokonaissuu rrennos | Tilavuuskorja uskerroin |
|-------------------------|---------------------------------|------------------------|----------------------------|
| Field | 2,55 | 787,5 | 138805,00 - 347013,00 |
| Field | 24,8 | 250 | 14272,00 - 35681,00 |
| Chamber | 530,93 | 125 | 667,00 |
| TPI - arvo | 2,826 | | |
| Sinileväosuus (%) | 75,461 | | |
| Kokonaisbiomassa (mg/l) | 35,847 | | |

Tulokset kokoluokittain

| Ryhmä | Laji | Trofia | Tilavuus (µm ³) | Lukumäärä (kpl/l) | Biomassa (µg/l) | Biomassa (%) |
|-------|---|--------|--------------------------------|----------------------|--------------------|-----------------|
| CHROO | Chroococcales | AU | 2 | 112432212 | 224,864 | 0,627 |
| CHROO | Chroococcales | AU | 5 | 3192515 | 15,963 | 0,045 |
| CHROO | Chroococcales | AU | 9 | 5691005 | 51,219 | 0,143 |
| CHROO | Chroococcales | AU | 10 | 2776100 | 27,761 | 0,077 |
| CHROO | Chroococcales | AU | 19 | 2498490 | 47,471 | 0,132 |
| CHROO | Chroococcales | AU | 26 | 1388050 | 36,089 | 0,101 |
| CHROO | Chroococcales | AU | 47 | 694025 | 32,619 | 0,091 |
| CHROO | Chroococcales | AU | 52 | 138805 | 7,218 | 0,02 |
| CHROO | Chroococcus minutus | AU | 452 | 138805 | 62,74 | 0,175 |
| CHROO | Microcystis aeruginosa | AU | 6540 | 9338 | 61,071 | 0,17 |
| CHROO | Microcystis aeruginosa | AU | 13083 | 1334 | 17,453 | 0,049 |
| CHROO | Microcystis wesenbergii | AU | 8707 | 11339 | 98,729 | 0,275 |
| SYNEC | Anathece minutissima | AU | 63,62 | 138805 | 8,831 | 0,025 |
| SYNEC | Cyanonephron styloides | AU | 1,57 | 58645197 | 92,073 | 0,257 |
| SYNEC | Merismopedia spp. | AU | 1 | 1665660 | 1,666 | 0,005 |
| SYNEC | Planktolyngbya limnetica | AU | 314 | 399616 | 125,479 | 0,35 |
| SYNEC | Romeria spp. | AU | 6 | 1110440 | 6,663 | 0,019 |
| SYNEC | Snowella spp. | AU | 84 | 142720 | 11,988 | 0,033 |
| SYNEC | Woronichinia naegeliana | AU | 7052 | 11339 | 79,963 | 0,223 |
| NOSTO | Aphanizomenon flosaquae | AU | 1960 | 14272 | 27,973 | 0,078 |
| NOSTO | Aphanizomenon spp. | AU | 707 | 31970176 | 22602,914 | 63,054 |
| NOSTO | Dolichospermum macrosporum | AU | 2210 | 1883904 | 4163,428 | 11,614 |
| NOSTO | Dolichospermum spp. | AU | 1884 | 14272 | 26,888 | 0,075 |
| CRYPT | Cryptomonadales | AU | 377 | 138805 | 52,329 | 0,146 |
| CRYPT | Cryptomonas spp. | AU | 1130 | 185536 | 209,656 | 0,585 |
| CRYPT | Rhodomonas lacustris | AU | 82 | 555220 | 45,528 | 0,127 |
| CRYPT | Rhodomonas lacustris | AU | 122 | 138805 | 16,934 | 0,047 |
| DINOP | Dinophyceae | AU | 2010 | 128448 | 258,18 | 0,72 |
| DINOP | Dinophyceae | AU | 4421 | 185536 | 820,255 | 2,288 |
| GONYA | Ceratium hirundinella | AU | 28670 | 3335 | 95,614 | 0,267 |
| PRYMN | Chrysochromulina spp. | MX | 37 | 971635 | 35,95 | 0,1 |
| EUPOD | Aulacoseira ambigua | AU | 904,32 | 176088 | 159,24 | 0,444 |
| EUPOD | Aulacoseira granulata var. angustissima | AU | 377 | 214080 | 80,708 | 0,225 |
| EUPOD | Aulacoseira granulata var. granulata | AU | 424 | 142720 | 60,513 | 0,169 |

Liite 1. Petäjärven kasviplanktonitulkokset 2019
(6/12)

| | | | | | | |
|-------|---|----|-------|---------|----------|-------|
| | Aulacoseira muzzanensis (PROPOSED sisävesi) cf. | AU | 942 | 1470016 | 1384,755 | 3,863 |
| EUPOD | Aulacoseira spp. | AU | 236 | 1327296 | 313,242 | 0,874 |
| EUPOD | Aulacoseira spp. | AU | 755 | 114176 | 86,203 | 0,24 |
| EUPOD | Aulacoseira spp. | AU | 1420 | 14272 | 20,266 | 0,057 |
| EUPOD | Eupodiscales | AU | 393 | 138805 | 54,55 | 0,152 |
| BACIL | Asterionella formosa | AU | 450 | 28544 | 12,845 | 0,036 |
| BACIL | Bacillariales | AU | 135 | 313984 | 42,388 | 0,118 |
| BACIL | Bacillariales | AU | 1980 | 42816 | 84,776 | 0,236 |
| BACIL | Belonastrum berolinensis | AU | 234 | 28544 | 6,679 | 0,019 |
| BACIL | Synedra acus var. acus | AU | 1600 | 16675 | 26,68 | 0,074 |
| BACIL | Synedra spp. | AU | 630 | 85632 | 53,948 | 0,15 |
| MISCH | Dichotomococcus curvatus | AU | 40 | 277610 | 11,104 | 0,031 |
| MISCH | Goniochloris spp. | AU | 249 | 138805 | 34,562 | 0,096 |
| EUSTI | Pseudostaurastrum limneticum | AU | 1018 | 14272 | 14,529 | 0,041 |
| RAPHI | Gonyostomum spp. | AU | 9420 | 667 | 6,283 | 0,018 |
| EUGLE | Euglena spp. | AU | 2940 | 10005 | 29,415 | 0,082 |
| EUGLE | Euglena tripteris | AU | 4689 | 667 | 3,128 | 0,009 |
| EUGLE | Monomorphina pyrum | AU | 5495 | 2668 | 14,661 | 0,041 |
| EUGLE | Phacus spp. | AU | 6029 | 1334 | 8,043 | 0,022 |
| EUGLE | Phacus tortus | AU | 11137 | 667 | 7,428 | 0,021 |
| EUGLE | Trachelomonas hispida | AU | 4912 | 2001 | 9,829 | 0,027 |
| EUGLE | Trachelomonas klebsii | AU | 2975 | 14272 | 42,459 | 0,118 |
| EUGLE | Trachelomonas spp. | AU | 1592 | 42816 | 68,163 | 0,19 |
| EUGLE | Trachelomonas spp. | AU | 2800 | 138805 | 388,654 | 1,084 |
| EUGLE | Trachelomonas volvocinopsis | AU | 1770 | 42816 | 75,784 | 0,211 |
| DESMI | Closterium acutum var. variabile | AU | 377 | 42816 | 16,142 | 0,045 |
| DESMI | Closterium spp. | AU | 837 | 4669 | 3,908 | 0,011 |
| DESMI | Staurastrum spp. | AU | 921 | 28544 | 26,289 | 0,073 |
| MAMIE | Monomastix spp. | AU | 31 | 416415 | 12,909 | 0,036 |
| CHLOR | Oocystis spp. | AU | 44,9 | 138805 | 6,232 | 0,017 |
| TREBO | Botryococcus spp. | AU | 589 | 4669 | 2,75 | 0,008 |
| TREBO | Botryococcus spp. | AU | 3052 | 667 | 2,036 | 0,006 |
| KLEBS | Koliella spirotaenia | AU | 393 | 28544 | 11,218 | 0,031 |
| ZYGNE | Cosmarium bioculatum | AU | 925 | 1804465 | 1669,13 | 4,656 |
| ZYGNE | Staurastrum chaetoceras | AU | 1436 | 14272 | 20,495 | 0,057 |
| ZYGNE | Staurastrum paradoxum var. parvum | AU | 273 | 28544 | 7,793 | 0,022 |
| ZYGNE | Teilingia granulata | AU | 239 | 128448 | 30,699 | 0,086 |
| ZYGNE | Zygnematales | AU | 1005 | 14272 | 14,343 | 0,04 |
| CHLOR | Chlorophyceae | AU | 113 | 416415 | 47,055 | 0,131 |
| CHLOR | Desmodesmus subspicatus | AU | 151 | 555220 | 83,838 | 0,234 |
| CHLOR | Pediastrum boryanum | AU | 20096 | 1334 | 26,808 | 0,075 |
| CHLOR | Scenedesmus disciformis | AU | 1260 | 138805 | 174,894 | 0,488 |
| CHLOR | Tetraëdron incus cf. | AU | 416 | 138805 | 57,743 | 0,161 |
| CHLOR | Tetrastrum triangulare | AU | 62,83 | 138805 | 8,721 | 0,024 |
| CHLAM | Treubaria triappendiculata | AU | 117 | 138805 | 16,24 | 0,045 |
| SPHAE | Ankistrodesmus fusiformis | AU | 132 | 114176 | 15,071 | 0,042 |
| SPHAE | Ankyra judayi | AU | 71 | 28544 | 2,027 | 0,006 |
| SPHAE | Coelastrum astroideum | AU | 127 | 570880 | 72,502 | 0,202 |
| SPHAE | Desmodesmus armatus var. armatus | AU | 139 | 138805 | 19,294 | 0,054 |
| SPHAE | Desmodesmus bicellularis | AU | 32,7 | 416415 | 13,617 | 0,038 |
| SPHAE | Desmodesmus denticulatus var. denticulatus | AU | 1128 | 42816 | 48,296 | 0,135 |
| SPHAE | Desmodesmus spp. (PROPOSED sisävesi) | AU | 36 | 277610 | 9,994 | 0,028 |
| SPHAE | Golenkinia radiata | AU | 697 | 138805 | 96,747 | 0,27 |
| SPHAE | Kirchneriella spp. | AU | 14 | 1249245 | 17,489 | 0,049 |
| SPHAE | Lacunastrum gracillimum | AU | 5024 | 667 | 3,351 | 0,009 |
| SPHAE | Monoraphidium contortum | AU | 20 | 694025 | 13,881 | 0,039 |
| SPHAE | Monoraphidium griffithii | AU | 101 | 28544 | 2,883 | 0,008 |
| SPHAE | Monoraphidium minutum | AU | 32 | 1388050 | 44,418 | 0,124 |
| SPHAE | Pediastrum angulosum var. angulosum | AU | 22687 | 1334 | 30,264 | 0,084 |
| SPHAE | Pediastrum duplex | AU | 5024 | 667 | 3,351 | 0,009 |
| SPHAE | Tetraedron minimum | AU | 256 | 138805 | 35,534 | 0,099 |

Liite 1. Petäjärven kasviplanktonitulkokset 2019
(7/12)

| | | | | | | |
|-------|----------------------|----|-----|---------|---------|-------|
| FLAGE | Flagellates (oval) | AU | 19 | 555220 | 10,549 | 0,029 |
| FLAGE | Flagellates (oval) | AU | 64 | 832830 | 53,301 | 0,149 |
| FLAGE | Flagellates (oval) | AU | 181 | 138805 | 25,124 | 0,07 |
| FLAGE | Flagellates (sphere) | AU | 33 | 138805 | 4,581 | 0,013 |
| FLAGE | Flagellates (sphere) | AU | 321 | 277610 | 89,113 | 0,249 |
| MONAD | Monad | AU | 14 | 416415 | 5,83 | 0,016 |
| MONAD | Monad | AU | 24 | 2220880 | 53,301 | 0,149 |
| MONAD | Monad | AU | 65 | 1943270 | 126,313 | 0,352 |
| MONAD | Monad | AU | 92 | 416415 | 38,31 | 0,107 |
| MONAD | Monad | AU | 180 | 416415 | 74,955 | 0,209 |
| MONAD | Monad | AU | 523 | 138805 | 72,595 | 0,203 |
| INCER | Katablepharis ovalis | HT | 127 | 1249245 | 158,654 | 0,443 |

| | | | | | | |
|----------|--|--|--|-----------|-----------|--|
| YHTEENSÄ | | | | 250234214 | 35846,933 | |
|----------|--|--|--|-----------|-----------|--|

Tulokset lahkoittain

| Lahko | Taksonimäärä (kpl) | Lukumäärä (kpl/l) | Biomassa (µg/l) | Biomassa (%) |
|------------------------------------|--------------------|-------------------|-----------------|--------------|
| Chroococcales | 4 | 128972018 | 683,196 | 1,906 |
| Synechococcales | 7 | 62113777 | 326,663 | 0,911 |
| Nostocales | 4 | 33882624 | 26821,204 | 74,821 |
| Cryptomonadales | 3 | 1018366 | 324,447 | 0,905 |
| Dinophyceae | 1 | 313984 | 1078,435 | 3,008 |
| Gonyaulacales | 1 | 3335 | 95,614 | 0,267 |
| Prymnesiales | 1 | 971635 | 35,95 | 0,1 |
| Eupodiscales | 5 | 2127437 | 774,723 | 2,161 |
| Eupodiscales (PROPOSED sisävesi) | 1 | 1470016 | 1384,755 | 3,863 |
| Bacillariales | 5 | 516195 | 227,316 | 0,634 |
| Mischococcales | 2 | 416415 | 45,667 | 0,127 |
| Eustigmatales | 1 | 14272 | 14,529 | 0,041 |
| Raphidomonadales | 1 | 667 | 6,283 | 0,018 |
| Euglenales | 9 | 256051 | 647,563 | 1,806 |
| Desmidiales | 3 | 76029 | 46,339 | 0,129 |
| Mamiellales | 1 | 416415 | 12,909 | 0,036 |
| Chlorellales | 1 | 138805 | 6,232 | 0,017 |
| Trebouxiales | 1 | 5336 | 4,786 | 0,013 |
| Klebsormidiales | 1 | 28544 | 11,218 | 0,031 |
| Zygnematales | 5 | 1990001 | 1742,46 | 4,861 |
| Chlorophyceae | 1 | 416415 | 47,055 | 0,131 |
| Chlorococcales | 5 | 972969 | 352,005 | 0,982 |
| Chlamydomonadales | 1 | 138805 | 16,24 | 0,045 |
| Sphaeropleales | 15 | 4951778 | 418,725 | 1,168 |
| Sphaeropleales (PROPOSED sisävesi) | 1 | 277610 | 9,994 | 0,028 |
| Flagellates (oval) | 1 | 1526855 | 88,974 | 0,248 |
| Flagellates (sphere) | 1 | 416415 | 93,693 | 0,261 |
| Monad | 1 | 5552200 | 371,303 | 1,036 |
| Incertae sedis | 1 | 1249245 | 158,654 | 0,443 |

| | | | | | |
|----------|--|--|-----------|-----------|--|
| YHTEENSÄ | | | 250234214 | 35846,933 | |
|----------|--|--|-----------|-----------|--|

Tulokset luokittain

| Luokka | Taksonimäärä (kpl) | Lukumäärä (kpl/l) | Biomassa (µg/l) | Biomassa (%) |
|------------------------------------|--------------------|-------------------|-----------------|--------------|
| Cyanophyceae | 15 | 224968419 | 27831,063 | 77,639 |
| Cryptophyceae | 3 | 1018366 | 324,447 | 0,905 |
| Dinophyceae | 2 | 317319 | 1174,05 | 3,275 |
| Prymnesiophyceae | 1 | 971635 | 35,95 | 0,1 |
| Diatomophyceae (PROPOSED sisävesi) | 1 | 1470016 | 1384,755 | 3,863 |
| Diatomophyceae | 10 | 2643632 | 1002,038 | 2,795 |
| Tribophyceae | 2 | 416415 | 45,667 | 0,127 |
| Eustigmatophyceae | 1 | 14272 | 14,529 | 0,041 |
| Raphidophyceae | 1 | 667 | 6,283 | 0,018 |
| Euglenophyceae | 9 | 256051 | 647,563 | 1,806 |
| Conjugatophyceae | 3 | 76029 | 46,339 | 0,129 |

Liite 1. Petäjärven kasviplanktontulokset 2019
(8/12)

| | | | | |
|-----------------------------------|----|------------------|------------------|-------|
| Prasinophyceae | 1 | 416415 | 12,909 | 0,036 |
| Trebouxiophyceae | 2 | 144141 | 11,018 | 0,031 |
| Charophyceae | 6 | 2018545 | 1753,677 | 4,892 |
| Chlorophyceae | 22 | 6479967 | 834,025 | 2,327 |
| Chlorophyceae (PROPOSED sisävesi) | 1 | 277610 | 9,994 | 0,028 |
| Monads and flagellates | 3 | 7495470 | 553,971 | 1,545 |
| Incertae sedis | 1 | 1249245 | 158,654 | 0,443 |
| YHTEENSÄ | | 250234214 | 35846,933 | |

Liite 1. Petäjärven kasviplanktontulokset 2019
(9/12)

Petäjärven kasviplankton 2.9.2019

| | |
|---------------------------|--|
| Näyttenumero | 22343 |
| Paikka | Kirkkonummi, Petäjärvi länsiosa 1, KKJ/YK: 6684195 - |
| Näytteenottoaika | 2.9.2019 |
| Syvyyssväli | 0.0-2.0 |
| Mikroskopiija | Autio Sanna |
| Mikroskopiointi pvm | 27.11.2019 |
| Tutkimuslaitos | Lounais-Suomen vesi- ja ymp.tutk. Oy |
| Laskeutettu tilavuus (ml) | 1,5 |
| Pohjan halkaisija (mm) | 26 |

Osalaskentamenetelmät

| Laskentatapa | pinta-ala (mm ²) | Kokonaissuure nnos | Tilavuuskorjausk eroin |
|-------------------------|---------------------------------|-----------------------|--|
| Field | 3,32 | 787,5 | 106773,00 - 106773,00 14272,00 - |
| Field Chamber | 24,8 530,93 | 250 125 | 35681,00 667,00 - 667,00 |
| TPI - arvo | 2,865 | | |
| Sinileväosuus (%) | 69,554 | | |
| Kokonaisbiomassa (mg/l) | 27,467 | | |

Tulokset kokoluokittain

| Ryhmä | Laji | Trofia | Tilavuus (µm ³) | Lukumäärä (kpl/l) | Biomassa (µg/l) | Biomassa (%) |
|-------|----------------------------|--------|-----------------------------|----------------------|--------------------|--------------|
| CHROO | Chroococcales | AU | 5 | 4164147 | 20,821 | 0,076 |
| CHROO | Chroococcales | AU | 9 | 747411 | 6,727 | 0,024 |
| CHROO | Chroococcales | AU | 10 | 2242233 | 22,422 | 0,082 |
| CHROO | Chroococcales | AU | 19 | 427092 | 8,115 | 0,03 |
| CHROO | Chroococcales | AU | 26 | 747411 | 19,433 | 0,071 |
| CHROO | Chroococcales | AU | 47 | 106773 | 5,018 | 0,018 |
| CHROO | Chroococcales | AU | 209 | 640638 | 133,893 | 0,487 |
| CHROO | Chroococcus spp. | AU | 174 | 106773 | 18,579 | 0,068 |
| CHROO | Microcystis aeruginosa | AU | 6540 | 20010 | 130,865 | 0,476 |
| CHROO | Microcystis aeruginosa | AU | 13083 | 1334 | 17,453 | 0,064 |
| CHROO | Microcystis viridis | AU | 4355,7 | 10005 | 43,579 | 0,159 |
| CHROO | Microcystis viridis | AU | 13060 | 667 | 8,711 | 0,032 |
| CHROO | Microcystis wesenbergii | AU | 8707 | 10672 | 92,921 | 0,338 |
| SYNEC | Merismopedia spp. | AU | 1 | 1281276 | 1,281 | 0,005 |
| SYNEC | Planktolyngbya limnetica | AU | 314 | 185536 | 58,258 | 0,212 |
| SYNEC | Romeria spp. | AU | 6 | 533865 | 3,203 | 0,012 |
| SYNEC | Woronichinia naegeliana | AU | 7052 | 24679 | 174,036 | 0,634 |
| OSCIL | Planktothrix agardhii | AU | 962 | 14272 | 13,73 | 0,05 |
| NOSTO | Aphanizomenon spp. | AU | 707 | 24156037 | 17078,318 | 62,178 |
| NOSTO | Dolichospermum macrosporum | AU | 2210 | 670784 | 1482,433 | 5,397 |
| NOSTO | Dolichospermum spp. | AU | 1590 | 5336 | 8,484 | 0,031 |
| NOSTO | Dolichospermum spp. | AU | 1884 | 28544 | 53,777 | 0,196 |
| CRYPT | Cryptomonadales | AU | 81,81 | 106773 | 8,735 | 0,032 |
| CRYPT | Cryptomonadales | AU | 151 | 213546 | 32,245 | 0,117 |
| CRYPT | Cryptomonas spp. | AU | 1130 | 171264 | 193,528 | 0,705 |
| CRYPT | Cryptomonas spp. | AU | 1769 | 42816 | 75,742 | 0,276 |
| CRYPT | Cryptomonas spp. | AU | 2257 | 14272 | 32,212 | 0,117 |
| DINOP | Dinophyceae | AU | 2010 | 14272 | 28,687 | 0,104 |
| DINOP | Dinophyceae | AU | 4421 | 11339 | 50,13 | 0,183 |
| DINOP | Dinophyceae | AU | 10668 | 1334 | 14,231 | 0,052 |
| DINOP | Dinophyceae | AU | 31387 | 2001 | 62,805 | 0,229 |
| GONYA | Ceratium hirundinella | AU | 28670 | 4669 | 133,86 | 0,487 |
| PRYMN | Chrysochromulina spp. | MX | 37 | 2989644 | 110,617 | 0,403 |
| PEDIN | Pseudopedinella spp. | AU | 33,51 | 213546 | 7,156 | 0,026 |

Liite 1. Petäjärven kasviplanktonitulkokset 2019
(10/12)

| | | | | | | |
|-------|---|----|--------|---------|----------|-------|
| EUPOD | <i>Aulacoseira ambigua</i> | AU | 904,32 | 171264 | 154,877 | 0,564 |
| EUPOD | <i>Aulacoseira granulata</i> var. <i>angustissima</i> | AU | 377 | 142720 | 53,805 | 0,196 |
| EUPOD | <i>Aulacoseira granulata</i> var. <i>granulata</i> <i>Aulacoseira muzzanensis</i> (PROPOSED sisävesi) cf. | AU | 1000 | 12673 | 12,673 | 0,046 |
| EUPOD | <i>Aulacoseira</i> spp. | AU | 942 | 1855412 | 1747,798 | 6,363 |
| EUPOD | <i>Aulacoseira</i> spp. | AU | 198 | 71360 | 14,129 | 0,051 |
| EUPOD | <i>Aulacoseira</i> spp. (PROPOSED sisävesi) | AU | 236 | 328256 | 77,468 | 0,282 |
| EUPOD | <i>Eupodiscals</i> | AU | 678 | 342528 | 232,234 | 0,846 |
| EUPOD | <i>Eupodiscals</i> | AU | 135 | 213546 | 28,829 | 0,105 |
| EUPOD | <i>Eupodiscals</i> | AU | 393 | 213546 | 83,924 | 0,306 |
| EUPOD | <i>Rhizosolenia longiseta</i> | AU | 377 | 14272 | 5,381 | 0,02 |
| BACIL | <i>Asterionella formosa</i> | AU | 360 | 28544 | 10,276 | 0,037 |
| BACIL | <i>Asterionella formosa</i> | AU | 450 | 57088 | 25,69 | 0,094 |
| BACIL | Bacillariales | AU | 135 | 399616 | 53,948 | 0,196 |
| BACIL | Bacillariales | AU | 1800 | 57088 | 102,758 | 0,374 |
| BACIL | Bacillariales | AU | 1980 | 71360 | 141,293 | 0,514 |
| BACIL | <i>Belonastrum berolinensis</i> | AU | 234 | 14272 | 3,34 | 0,012 |
| BACIL | <i>Synedra acus</i> var. <i>acus</i> | AU | 1600 | 4002 | 6,403 | 0,023 |
| BACIL | <i>Synedra</i> spp. | AU | 225 | 14272 | 3,211 | 0,012 |
| MISCH | <i>Dichotomococcus curvatus</i> | AU | 40 | 106773 | 4,271 | 0,016 |
| MISCH | <i>Pseudogoniochloris tripus</i> | AU | 3395 | 28544 | 96,907 | 0,353 |
| EUSTI | <i>Pseudostaurastrum limneticum</i> | AU | 1018 | 1334 | 1,358 | 0,005 |
| RAPHI | <i>Gonyostomum</i> spp. | AU | 1444 | 3335 | 4,816 | 0,018 |
| RAPHI | <i>Gonyostomum</i> spp. | AU | 9420 | 6670 | 62,831 | 0,229 |
| EUGLE | <i>Euglena</i> spp. | AU | 2940 | 4669 | 13,727 | 0,05 |
| EUGLE | <i>Euglena tripteris</i> | AU | 4689 | 2001 | 9,383 | 0,034 |
| EUGLE | <i>Lepocinlis acus</i> | AU | 5652 | 1334 | 7,54 | 0,027 |
| EUGLE | <i>Monomorphina pyrum</i> | AU | 5495 | 2001 | 10,995 | 0,04 |
| EUGLE | <i>Phacus</i> spp. | AU | 6029 | 2001 | 12,064 | 0,044 |
| EUGLE | <i>Trachelomonas hispida</i> | AU | 4912 | 3335 | 16,382 | 0,06 |
| EUGLE | <i>Trachelomonas planctonica</i> | AU | 5233 | 14272 | 74,685 | 0,272 |
| EUGLE | <i>Trachelomonas</i> spp. | AU | 1592 | 42816 | 68,163 | 0,248 |
| EUGLE | <i>Trachelomonas</i> spp. | AU | 2800 | 85632 | 239,77 | 0,873 |
| EUGLE | <i>Trachelomonas volvocinopsis</i> | AU | 1770 | 28544 | 50,523 | 0,184 |
| DESMI | <i>Closterium acutum</i> var. <i>acutum</i> | AU | 844 | 42816 | 36,137 | 0,132 |
| DESMI | <i>Closterium acutum</i> var. <i>variabile</i> | AU | 377 | 28544 | 10,761 | 0,039 |
| DESMI | <i>Closterium gracile</i> | AU | 1790 | 1334 | 2,388 | 0,009 |
| DESMI | <i>Closterium</i> spp. | AU | 837 | 3335 | 2,791 | 0,01 |
| DESMI | <i>Staurastrum</i> spp. | AU | 921 | 28544 | 26,289 | 0,096 |
| KLEBS | <i>Elakatothrix genevensis</i> | AU | 57,7 | 28544 | 1,647 | 0,006 |
| MAMIE | <i>Monomastix</i> spp. | AU | 31 | 320319 | 9,93 | 0,036 |
| CHLOR | <i>Micractinium pusillum</i> | AU | 56,5 | 106773 | 6,033 | 0,022 |
| CHLOR | <i>Oocystis</i> spp. | AU | 44,9 | 213546 | 9,588 | 0,035 |
| CHLOR | <i>Oocystis</i> spp. | AU | 196 | 106773 | 20,928 | 0,076 |
| PRASI | <i>Koliella longiseta</i> cf. | AU | 126 | 14272 | 1,798 | 0,007 |
| TREBO | <i>Botryococcus</i> spp. | AU | 589 | 4669 | 2,75 | 0,01 |
| TREBO | <i>Botryococcus</i> spp. | AU | 3052 | 667 | 2,036 | 0,007 |
| ZYGNE | <i>Cosmarium bioculatum</i> | AU | 925 | 533865 | 493,825 | 1,798 |
| ZYGNE | <i>Cosmarium dilatatum</i> | AU | 288 | 213546 | 61,501 | 0,224 |
| ZYGNE | <i>Staurastrum chaetoceras</i> | AU | 1436 | 14272 | 20,495 | 0,075 |
| ZYGNE | <i>Staurastrum paradoxum</i> var. <i>parvum</i> | AU | 273 | 71360 | 19,481 | 0,071 |
| ZYGNE | <i>Teilingia granulata</i> | AU | 239 | 199808 | 47,754 | 0,174 |
| CHLOR | Chlorophyceae | AU | 14,14 | 4911558 | 69,449 | 0,253 |
| CHLOR | Chlorophyceae | AU | 113 | 320319 | 36,196 | 0,132 |
| CHLOR | Chlorophyceae | AU | 1072 | 106773 | 114,461 | 0,417 |
| CHLOR | <i>Coelastrum cambricum</i> | AU | 8373 | 57088 | 477,998 | 1,74 |
| CHLOR | <i>Desmodesmus subspicatus</i> | AU | 151 | 213546 | 32,245 | 0,117 |
| CHLOR | <i>Desmodesmus subspicatus</i> | AU | 301 | 106773 | 32,139 | 0,117 |
| CHLOR | <i>Franceia</i> spp. | AU | 50 | 106773 | 5,339 | 0,019 |
| CHLOR | <i>Pediastrum boryanum</i> | AU | 20096 | 2001 | 40,212 | 0,146 |
| CHLOR | <i>Pediastrum privum</i> | AU | 201 | 106773 | 21,461 | 0,078 |
| CHLOR | <i>Scenedesmus disciformis</i> | AU | 628 | 106773 | 67,053 | 0,244 |
| CHLOR | <i>Tetraëdron incus</i> | AU | 416 | 427092 | 177,67 | 0,647 |

Liite 1. Petäjärven kasviplanktonitulkokset 2019
(11/12)

| | | | | | | |
|----------|--|----|-------|----------|-----------|-------|
| SPHAE | <i>Acutodesmus obliquus</i> | AU | 788 | 213546 | 168,274 | 0,613 |
| SPHAE | <i>Ankistrodesmus fusiformis</i> | AU | 132 | 114176 | 15,071 | 0,055 |
| SPHAE | <i>Coelastrum astroideum</i> | AU | 127 | 413888 | 52,564 | 0,191 |
| SPHAE | <i>Coelastrum astroideum</i> | AU | 1528 | 28544 | 43,615 | 0,159 |
| SPHAE | <i>Desmodesmus armatus</i> var. <i>armatus</i> | AU | 139 | 427092 | 59,366 | 0,216 |
| SPHAE | <i>Desmodesmus bicellularis</i> | AU | 32,7 | 1174503 | 38,406 | 0,14 |
| SPHAE | <i>Desmodesmus denticulatus</i> var. <i>denticulatus</i> | AU | 1128 | 28544 | 32,198 | 0,117 |
| SPHAE | <i>Desmodesmus opoliensis</i> var. <i>opoliensis</i> | AU | 402 | 14272 | 5,737 | 0,021 |
| SPHAE | <i>Desmodesmus</i> spp. | AU | 72 | 213546 | 15,375 | 0,056 |
| SPHAE | <i>Desmodesmus</i> spp. | AU | 180 | 320319 | 57,657 | 0,21 |
| SPHAE | <i>Desmodesmus</i> spp. (PROPOSED sisävesi) | AU | 36 | 213546 | 7,688 | 0,028 |
| SPHAE | <i>Golenkinia radiata</i> | AU | 697 | 427092 | 297,683 | 1,084 |
| SPHAE | <i>Kirchneriella</i> spp. | AU | 14 | 427092 | 5,979 | 0,022 |
| SPHAE | <i>Lacunastrum gracillimum</i> | AU | 5024 | 2668 | 13,404 | 0,049 |
| SPHAE | <i>Monoraphidium contortum</i> | AU | 7,74 | 2455779 | 19,008 | 0,069 |
| SPHAE | <i>Monoraphidium griffithii</i> | AU | 101 | 14272 | 1,441 | 0,005 |
| SPHAE | <i>Monoraphidium minutum</i> | AU | 32 | 1708368 | 54,668 | 0,199 |
| SPHAE | <i>Monoraphidium</i> spp. | AU | 5,89 | 213546 | 1,258 | 0,005 |
| SPHAE | <i>Pediastrum angulosum</i> var. <i>angulosum</i> | AU | 22687 | 1334 | 30,264 | 0,11 |
| SPHAE | <i>Pediastrum duplex</i> | AU | 5024 | 1334 | 6,702 | 0,024 |
| SPHAE | <i>Pediastrum duplex</i> | AU | 9499 | 667 | 6,336 | 0,023 |
| SPHAE | <i>Selenastrum gracile</i> | AU | 75 | 427092 | 32,032 | 0,117 |
| SPHAE | <i>Tetraedron minimum</i> | AU | 256 | 106773 | 27,334 | 0,1 |
| SPHAE | <i>Tetrastrum staurogeniiforme</i> | AU | 247 | 106773 | 26,373 | 0,096 |
| FLAGE | Flagellates (oval) | AU | 19 | 106773 | 2,029 | 0,007 |
| FLAGE | Flagellates (oval) | AU | 64 | 533865 | 34,167 | 0,124 |
| FLAGE | Flagellates (sphere) | AU | 33 | 106773 | 3,524 | 0,013 |
| MONAD | Monad | AU | 6 | 640638 | 3,844 | 0,014 |
| MONAD | Monad | AU | 14 | 960957 | 13,453 | 0,049 |
| MONAD | Monad | AU | 24 | 1601595 | 38,438 | 0,14 |
| MONAD | Monad | AU | 65 | 5445423 | 353,952 | 1,289 |
| MONAD | Monad | AU | 92 | 427092 | 39,292 | 0,143 |
| MONAD | Monad | AU | 180 | 1174503 | 211,411 | 0,77 |
| MONAD | Monad | AU | 523 | 213546 | 111,685 | 0,407 |
| MONAD | Monad | HT | 502 | 106773 | 53,6 | 0,195 |
| INCRER | <i>Katablepharis ovalis</i> | HT | 127 | 1174503 | 149,162 | 0,543 |
| YHTEENSÄ | | | | 74201714 | 27466,804 | |

Tulokset lahkottain

| Lahko | Taksonimäärä (kpl) | Lukumäärä (kpl/l) | Biomassa (µg/l) | Biomassa (%) |
|----------------------------------|-----------------------|----------------------|--------------------|--------------|
| Chroococcales | 5 | 9225166 | 528,536 | 1,924 |
| Synechococcales | 4 | 2025356 | 236,779 | 0,862 |
| Oscillatoriales | 1 | 14272 | 13,73 | 0,05 |
| Nostocales | 3 | 24860701 | 18623,012 | 67,802 |
| Cryptomonadales | 2 | 548671 | 342,462 | 1,247 |
| Dinophyceae | 1 | 28946 | 155,853 | 0,567 |
| Gonyaulacales | 1 | 4669 | 133,86 | 0,487 |
| Prymnesiales | 1 | 2989644 | 110,617 | 0,403 |
| Pedinellales | 1 | 213546 | 7,156 | 0,026 |
| Eupodiscales | 6 | 1167637 | 431,086 | 1,569 |
| Eupodiscales (PROPOSED sisävesi) | 2 | 2197940 | 1980,032 | 7,209 |
| Bacillariales | 5 | 646242 | 346,919 | 1,263 |
| Mischococcales | 2 | 135317 | 101,178 | 0,368 |
| Eustigmatales | 1 | 1334 | 1,358 | 0,005 |
| Raphidomonadales | 1 | 10005 | 67,647 | 0,246 |
| Euglenales | 9 | 186605 | 503,231 | 1,832 |
| Desmidiiales | 5 | 104573 | 78,366 | 0,285 |
| Klebsormidiales | 1 | 28544 | 1,647 | 0,006 |
| Mamiellales | 1 | 320319 | 9,93 | 0,036 |

Liite 1. Petäjärven kasviplanktonitulkokset 2019
(12/12)

| | | | | |
|------------------------------------|----|-----------------|------------------|-------|
| Chlorellales | 2 | 427092 | 36,548 | 0,133 |
| Prasiolales | 1 | 14272 | 1,798 | 0,007 |
| Trebouxiales | 1 | 5336 | 4,786 | 0,017 |
| Zygnematales | 5 | 1032851 | 643,056 | 2,341 |
| Chlorophyceae | 1 | 5338650 | 220,106 | 0,801 |
| Chlorococcales | 7 | 1126819 | 854,118 | 3,11 |
| Sphaeropleales | 20 | 8841220 | 1010,746 | 3,68 |
| Sphaeropleales (PROPOSED sisävesi) | 1 | 213546 | 7,688 | 0,028 |
| Flagellates (oval) | 1 | 640638 | 36,196 | 0,132 |
| Flagellates (sphere) | 1 | 106773 | 3,524 | 0,013 |
| Monad | 2 | 10570527 | 825,676 | 3,006 |
| Incertae sedis | 1 | 1174503 | 149,162 | 0,543 |
| YHTEENSÄ | | 74201714 | 27466,804 | |

Tulokset luokittain

| Luokka | Taksonimäärä (kpl) | Lukumäärä (kpl/l) | Biomassa (µg/l) | Biomassa (%) |
|------------------------------------|-----------------------|----------------------|--------------------|--------------|
| Cyanophyceae | 13 | 36125495 | 19402,057 | 70,638 |
| Cryptophyceae | 2 | 548671 | 342,462 | 1,247 |
| Dinophyceae | 2 | 33615 | 289,713 | 1,055 |
| Prymnesiophyceae | 1 | 2989644 | 110,617 | 0,403 |
| Chrysophyceae | 1 | 213546 | 7,156 | 0,026 |
| Diatomophyceae (PROPOSED sisävesi) | 2 | 2197940 | 1980,032 | 7,209 |
| Diatomophyceae | 11 | 1813879 | 778,005 | 2,833 |
| Tribophyceae | 2 | 135317 | 101,178 | 0,368 |
| Eustigmatophyceae | 1 | 1334 | 1,358 | 0,005 |
| Raphidophyceae | 1 | 10005 | 67,647 | 0,246 |
| Euglenophyceae | 9 | 186605 | 503,231 | 1,832 |
| Conjugatophyceae | 5 | 104573 | 78,366 | 0,285 |
| Klebsormidiophyceae | 1 | 28544 | 1,647 | 0,006 |
| Prasinophyceae | 1 | 320319 | 9,93 | 0,036 |
| Trebouxiophyceae | 4 | 446700 | 43,132 | 0,157 |
| Charophyceae | 5 | 1032851 | 643,056 | 2,341 |
| Chlorophyceae | 28 | 15306689 | 2084,97 | 7,591 |
| Chlorophyceae (PROPOSED sisävesi) | 1 | 213546 | 7,688 | 0,028 |
| Monads and flagellates | 4 | 11317938 | 865,395 | 3,151 |
| Incertae sedis | 1 | 1174503 | 149,162 | 0,543 |
| YHTEENSÄ | | 74201714 | 27466,804 | |

Liite 2. Petäjärven eläinplanktontulokset 2019
(1/3)**Petäjärven eläinplanktonlajisto**

| | lyhenne | taksoni |
|---|---------|---|
| ROTIFERA (rataseläimet) | | |
| 1050 | BRACH | <i>Brachionus angularis</i> |
| 1140 | KCTEC | <i>Keratella cochlearis v. tecta</i> |
| 1150 | KCHIS | <i>Keratella cochlearis v. hispida</i> |
| 1160 | KQUAD | <i>Kertalla quadrata</i> |
| 1200 | KELLI | <i>Kellicottia longispina</i> |
| 1210 | AFISS | <i>Anuraeopsis fissa</i> |
| 1400 | TPORC | <i>Trichocerca porcellus</i> |
| 1410 | TROUS | <i>Trichocerca rousseleti</i> |
| 1420 | TPUSI | <i>Trichocerca pusilla</i> |
| 1430 | TCAPU | <i>Trichocerca capucina</i> |
| 1440 | TSIMI | <i>Trichocerca similis</i> |
| 1520 | ASALT | <i>Ascomorpha saltans</i> |
| 1600 | ASPLA | <i>Asplanchna priodonta</i> |
| 1660 | SKITI | <i>Synchaeta kitina/S.tremula</i> |
| 1700 | PVULG | <i>Polyarthra vulgaris</i> |
| 1810 | PSULC | <i>Pompholyx sulcata</i> |
| 1820 | FLONG | <i>Filinia longiseta</i> |
| 1990 | ROTSP | Rotifera sp. |
| CLADOCERA (vesikirput) | | |
| 2010 | LEPT | <i>Leptodora kindtii</i> |
| 2030 | LFRO | <i>Limnosida frontosa</i> |
| 2120 | DCRI | <i>Daphnia cristata</i> |
| 2140 | DCUC | <i>Daphnia cucullata</i> |
| 2390 | BTHER | <i>Bosmins coregoni ssp. thersites</i> |
| 2400 | BLRIS | <i>Bosmina longirostris</i> |
| 2670 | ARECT | <i>Alona rectangula</i> |
| 2830 | CHYDO | <i>Chydorus sphaericus</i> |
| 2980 | CLAMU | Cladocera-munat |
| COPEPODA (hankajalkaiset) | | |
| Calanoida (keijuhankajalkaiset) | | |
| 3052 | EGRIC | <i>Eudiaptomus gracilis</i> - kopepodiitti |
| Cyclopoida (kyklooppihankajalkaiset) | | |
| 3422 | MVIRC | <i>Megacyclops viridis</i> - kopepodiitti |
| 3702 | MLEUC | <i>Mesocyclops leuckarti</i> - kopepodiitti |
| 3703 | MLEUF | <i>Mesocyclops leuckarti</i> - naaras |
| 3704 | MLEUM | <i>Mesocyclops leuckarti</i> - koiras |
| 3752 | TOITC | <i>Thermocyclops oithonoides</i> - kopepodiitti |
| 3753 | TOITF | <i>Thermocyclops oithonoides</i> - naaras |
| 3754 | TOITM | <i>Thermocyclops oithonoides</i> - koiras |
| 3754 | TOITM | <i>Thermocyclops oithonoides</i> - koiras |
| 3851 | CYCC1 | Cyclopoida kopepodiitti I |
| 3852 | CYCC2 | Cyclopoida kopepodiitti II |
| 3800 | CYCN | Cyclopoida – nauplius |
| 3980 | COPMU | Copepoda – munat |

Liite 2. Petäjärven eläinplanktonitulkokset 2019
(2/3)

Petäjärven eläinplanktonin yksilömäärät (kpl/10 l)

| | | | | | | | | | | | | |
|------------|-------|--------|--------|-------|-------|--------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|
| lajikoodit | 1050 | 1140 | 1150 | 1160 | 1200 | 1210 | 1400 | 1410 | 1420 | 1430 | 1440 | 1520 |
| Pvm | BRACH | KCTEC | KCHIS | KQUAD | KELLI | AFISS | TPORC | TROUS | TPUSI | TCAPU | TSIMI | ASALT |
| 8.7.2019 | 16,0 | 6546,8 | 239,8 | 16,0 | 511,6 | 32,0 | 0,0 | 16,0 | 143,9 | 16,0 | 143,9 | 0,0 |
| 12.8.2019 | 735,7 | 1311,4 | 0,0 | 0,0 | 13,7 | 1471,4 | 0,0 | 0,0 | 1567,3 | 0,0 | 32,0 | 191,9 |
| 2.9.2019 | 0,0 | 781,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 266,7 | 38,1 | 171,4 | 914,3 | 0,0 | 361,9 | 76,2 |
| mean | 250,6 | 2879,7 | 79,9 | 5,3 | 175,1 | 590,0 | 12,7 | 62,5 | 875,2 | 5,3 | 179,3 | 89,4 |
| sd | 420,2 | 3186,8 | 138,5 | 9,2 | 291,5 | 772,3 | 22,0 | 94,7 | 712,5 | 9,2 | 167,8 | 96,6 |
| | | | | | | | | | | | | |
| lajikoodit | 1600 | 1660 | 1700 | 1810 | 1820 | 1990 | 2010 | 2030 | 2120 | 2140 | 2390 | 2400 |
| Pvm | ASPLA | SKITI | PVULG | PSULC | FLONG | ROTSP | LEPT | LFRO | DCRI | DCUC | BTHER | BLRIS |
| 8.7.2019 | 32,0 | 0,0 | 16,0 | 32,0 | 48,0 | 0,0 | 0,0 | 1,1 | 31,3 | 9,0 | 6,7 | 0,0 |
| 12.8.2019 | 0,0 | 1183,5 | 0,0 | 96,0 | 13,7 | 0,0 | 1,9 | 0,3 | 0,8 | 8,5 | 4,7 | 0,3 |
| 2.9.2019 | 0,0 | 457,1 | 0,0 | 171,4 | 400,0 | 57,1 | 0,7 | 0,0 | 0,0 | 2,4 | 9,9 | 0,3 |
| mean | 10,7 | 546,9 | 5,3 | 99,8 | 153,9 | 19,0 | 0,9 | 0,5 | 10,7 | 6,6 | 7,1 | 0,2 |
| sd | 18,5 | 596,8 | 9,2 | 69,8 | 213,8 | 33,0 | 1,0 | 0,6 | 17,9 | 3,7 | 2,6 | 0,2 |
| | | | | | | | | | | | | |
| lajikoodit | 2670 | 2830 | 2980 | 3052 | 3422 | 3702 | 3703 | 3704 | 3752 | 3753 | 3754 | 3800 |
| Pvm | ARECT | CHYDO | CLAMU | EGRIC | MVIRC | MLEUC | MLEUF | MLEUM | TOITC | TOITF | TOITM | CYCN |
| 8.7.2019 | 0,0 | 29,1 | 0,0 | 2,2 | 1,1 | 50,4 | 2,2 | 6,7 | 25,7 | 36,9 | 12,3 | 33,6 |
| 12.8.2019 | 0,0 | 230,1 | 3,8 | 0,3 | 0,3 | 8,9 | 1,4 | 6,2 | 11,0 | 15,1 | 8,2 | 19,2 |
| 2.9.2019 | 0,3 | 170,1 | 0,0 | 0,0 | 0,3 | 8,8 | 1,7 | 3,1 | 9,5 | 5,4 | 1,7 | 24,5 |
| mean | 0,1 | 143,1 | 1,3 | 0,8 | 0,6 | 22,7 | 1,8 | 5,3 | 15,4 | 19,1 | 7,4 | 25,7 |
| sd | 0,2 | 103,2 | 2,2 | 1,2 | 0,5 | 24,0 | 0,4 | 2,0 | 9,0 | 16,1 | 5,4 | 7,3 |
| | | | | | | | | | | | | |
| lajikoodit | 3851 | 3852 | 9999 | | | | | | | | | |
| Pvm | CYCC1 | CYCC2 | TOTAL | | | | | | | | | |
| 8.7.2019 | 11,2 | 11,2 | 8080,6 | | | | | | | | | |
| 12.8.2019 | 7,5 | 4,1 | 6949,0 | | | | | | | | | |
| 2.9.2019 | 7,5 | 4,1 | 3945,6 | | | | | | | | | |
| mean | 8,7 | 6,5 | 6325,1 | | | | | | | | | |
| sd | 2,1 | 4,1 | 2137,0 | | | | | | | | | |

Liite 2. Petäjärven eläinplanktonitulkokset 2019
(3/3)Petäjärven eläinplanktonin biomassa (mg C/m³)

| | | | | | | | | | | | | |
|------------|-------|--------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| lajikoodit | 1050 | 1140 | 1150 | 1160 | 1200 | 1210 | 1400 | 1410 | 1420 | 1430 | 1440 | 1520 |
| Pvm | BRACH | KCTEC | KCHIS | KQUAD | KELLI | AFISS | TPORC | TROUS | TPUSI | TCAPU | TSIMI | ASALT |
| 8.7.2019 | 0,16 | 15,058 | 0,552 | 0,048 | 1,125 | 0,026 | 0 | 0,013 | 0,129 | 0,061 | 0,158 | 0 |
| 12.8.2019 | 7,357 | 3,016 | 0 | 0 | 0,03 | 1,177 | 0 | 0 | 1,411 | 0 | 0,035 | 0,48 |
| 2.9.2019 | 0 | 1,796 | 0 | 0 | 0 | 0,213 | 0,061 | 0,137 | 0,823 | 0 | 0,398 | 0,19 |
| mean | 2,506 | 6,623 | 0,184 | 0,016 | 0,385 | 0,472 | 0,02 | 0,05 | 0,788 | 0,02 | 0,197 | 0,223 |
| sd | 4,202 | 7,33 | 0,318 | 0,028 | 0,641 | 0,618 | 0,035 | 0,076 | 0,641 | 0,035 | 0,185 | 0,242 |
| | | | | | | | | | | | | |
| lajikoodit | 1600 | 1660 | 1700 | 1810 | 1820 | 1990 | 2010 | 2030 | 2120 | 2140 | 2390 | 2400 |
| Pvm | ASPLA | SKITI | PVULG | PSULC | FLONG | ROTSP | LEPT | LFRO | DCRI | DCUC | BTHER | BLRIS |
| 8.7.2019 | 1,311 | 0 | 0,053 | 0,032 | 0,144 | 0 | 0 | 0,027 | 0,6 | 0,18 | 0,802 | 0 |
| 12.8.2019 | 0 | 3,195 | 0 | 0,096 | 0,041 | 0 | 0,201 | 0,009 | 0,014 | 0,232 | 0,655 | 0,012 |
| 2.9.2019 | 0 | 1,234 | 0 | 0,171 | 1,2 | 0,143 | 0,071 | 0 | 0 | 0,037 | 1,296 | 0,006 |
| mean | 0,437 | 1,477 | 0,018 | 0,1 | 0,462 | 0,048 | 0,091 | 0,012 | 0,205 | 0,149 | 0,918 | 0,006 |
| sd | 0,757 | 1,611 | 0,03 | 0,07 | 0,641 | 0,082 | 0,102 | 0,014 | 0,342 | 0,101 | 0,336 | 0,006 |
| | | | | | | | | | | | | |
| lajikoodit | 2670 | 2830 | 2980 | 3052 | 3422 | 3702 | 3703 | 3704 | 3752 | 3753 | 3754 | 3800 |
| Pvm | ARECT | CHYDO | CLAMU | EGRIC | MVIRC | MLEUC | MLEUF | MLEUM | TOITC | TOITF | TOITM | CYCN |
| 8.7.2019 | 0 | 0,84 | 0,806 | 0,603 | 0,277 | 3,525 | 0,436 | 0,645 | 1,426 | 3,577 | 0,632 | 0,277 |
| 12.8.2019 | 0 | 5,282 | 0,115 | 0,033 | 0,029 | 0,7 | 0,194 | 0,528 | 0,56 | 1,326 | 0,41 | 0,155 |
| 2.9.2019 | 0,006 | 4,203 | 0,092 | 0 | 0,057 | 0,538 | 0,279 | 0,301 | 0,452 | 0,549 | 0,098 | 0,225 |
| mean | 0,002 | 3,442 | 0,338 | 0,212 | 0,121 | 1,588 | 0,303 | 0,491 | 0,812 | 1,818 | 0,38 | 0,219 |
| sd | 0,004 | 2,317 | 0,406 | 0,339 | 0,136 | 1,68 | 0,123 | 0,175 | 0,534 | 1,573 | 0,268 | 0,061 |
| | | | | | | | | | | | | |
| lajikoodit | 3851 | 3852 | 3980 | 9999 | | | | | | | | |
| Pvm | CYCC1 | CYCC2 | COPMU | TOTAL | | | | | | | | |
| 8.7.2019 | 0,216 | 0,256 | 0,201 | 34,196 | | | | | | | | |
| 12.8.2019 | 0,141 | 0,084 | 0,365 | 27,883 | | | | | | | | |
| 2.9.2019 | 0,136 | 0,106 | 0,145 | 14,967 | | | | | | | | |
| mean | 0,164 | 0,149 | 0,237 | 25,682 | | | | | | | | |
| sd | 0,045 | 0,094 | 0,114 | 9,802 | | | | | | | | |

Liite 3. Petäjärven pohjaeläintulokset 2019
(1/2)

Petäjärven pohjaeläintaksonit ja yksilömäärät 2019

| Paikan nimi | Petäjärvi pohj. 4-5 | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|---------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-------|---------|--------------------|--|
| Kunta | Kirkkonummi | | | | | | | | | |
| Vesistöalue | 22.008 | | | | | | | | | |
| Pohjatyyppi | pehmeä pohja | | | | | | | | | |
| Näytteenottoaika | 1.10.2019 | | | | | | | | | |
| Kvantitatiivisuus | Kvantitatiivinen | | | | | | | | | |
| Näytteenoton syvyys [m] | 3,5 | | | | | | | | | |
| Näytteenotin | Ekman | | | | | | | | | |
| Noutimen pinta-ala [cm ²] | 250 | | | | | | | | | |
| Seulakoko [mm] | 0,5 | | | | | | | | | |
| Näytteiden lukumäärä | 6 | | | | | | | | | |
| | Näytteet yks | | | | | | Summa | %-osuus | Keskiarvo | |
| Ryhmä ja laji | T52 | T53 | T54 | T55 | T56 | T57 | yks | | yks/m ² | |
| ANNELIDA | | | | | | | | | | |
| OLIGOCHAETA | | | | | | | | | | |
| Potamothrix/Tubifex | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 9 | 3,2 | 60 | |
| ARTHROPODA | | | | | | | | | | |
| INSECTA | | | | | | | | | | |
| DIPTERA | | | | | | | | | | |
| Chaoboridae | | | | | | | | | | |
| Chaoborus flavicans | 16 | 25 | 22 | 21 | 14 | 24 | 122 | 43,7 | 813,33 | |
| Chironomidae | | | | | | | | | | |
| Tanypus vilipennis | | 1 | 1 | 2 | | 2 | 6 | 2,2 | 40 | |
| Procladius | | | 2 | 1 | 1 | 3 | 7 | 2,5 | 46,67 | |
| Chironomus plumosus -t. | | | 1 | | 2 | | 3 | 1,1 | 20 | |
| Ceratopogonidae | | | | | | | | | | |
| Ceratopogonidae | 11 | 23 | 21 | 11 | 49 | 17 | 132 | 47,3 | 880 | |
| Summa | 28 | 50 | 49 | 36 | 68 | 48 | 279 | 100 | 1860 | |
| Lajiluku | 6 | | | | | | | | | |

Petäjärven pohjanlaatutiedot 2019

| Paikan nimi | Näytteenotto-aika | Näytteen tunnus | Näytesyvyys [m] | Poimija | Poiminta | Seuloksen laatu | Seuloksen tilavuus | Näytteen tilavuus |
|-----------------|-------------------|----------------------|-----------------|------------|---------------------|------------------|--------------------|-------------------|
| Petäjärvi pohj. | 1.10.2019 | T52 | 3,5 | IlmoM | 8.10.2019 | Hieno karike, | 0,1 dl | 2,1 l |
| Petäjärvi pohj. | 1.10.2019 | T53 | 3,5 | IlmoM | 8.10.2019 | hieno karike | 0,1 dl | 2,1 l |
| Petäjärvi pohj. | 1.10.2019 | T54 | 3,5 | IlmoM | 8.10.2019 | hieno karike | 0,1 dl | 2,1 l |
| Petäjärvi pohj. | 1.10.2019 | T55 | 3,5 | IlmoM | 8.10.2019 | hieno karike | 0,1 dl | 2,1 l |
| Petäjärvi pohj. | 1.10.2019 | T56 | 3,5 | IlmoM | 8.10.2019 | hieno karike | 0,1 dl | 2,1 l |
| Petäjärvi pohj. | 1.10.2019 | T57 | 3,5 | IlmoM | 8.10.2019 | hieno karike | 0,1 dl | 2,1 l |
| Paikan nimi | Pohja-ainestyyppi | Pohja-aines, runsaus | [°C] | Näkös. [m] | Tuuli, nopeus [m/s] | Tuuli,suunta [°] | Pilvis.1/8] | |
| Petäjärvi pohj. | Hieno detritus | 1 | 11 | 0,6 | 8 | 270 | 2 | |
| | Lieju/Muta | 3 | | | | | | |
| | Savi | 2 | | | | | | |

Liite 3. Petäjärven pohjaeläintulokset 2019
(2/2)**Petäjärven pohjaeläimistön säilötty märkäbiomassa 2019**

| | | | |
|---------------------------------------|----------------------|---------|---------------------|
| Paikan nimi | Petäjärvi pohj. 4--5 | | |
| Kunta | Kirkkonummi | | |
| Vesistöalue | 22.008 | | |
| Pohjatyyppe | pehmeä pohja | | |
| Näytteenottoaika | 1.10.2019 | | |
| Kvantitatiivisuus | Kvantitatiivinen | | |
| Näytteenoton syvyysväli [m] | 3,5 | | |
| Näytteenotin | Ekman | | |
| Noutimen pinta-ala [cm ²] | 250 | | |
| Seulakoko [mm] | 0,5 | | |
| Näytteiden lukumäärä | 6 | | |
| | Summa | %-osuus | Keskiarvo |
| Ryhmä ja laji | g WW | | g WW/m ² |
| ANNELIDA | | | |
| OLIGOCHAETA | | | |
| Potamothrix/Tubifex | 0,016 | 1,5 | 0,107 |
| ARTHROPODA | | | |
| INSECTA | | | |
| DIPTERA | | | |
| Chaoboridae | | | |
| Chaoborus flavicans | 0,421 | 39,1 | 2,807 |
| Chironomidae | | | |
| Tanypus vilipennis | 0,012 | 1,1 | 0,08 |
| Procladius | 0,018 | 1,7 | 0,12 |
| Chironomus plumosus -t. | 0,129 | 12 | 0,86 |
| Ceratopogonidae | | | |
| Ceratopogonidae | 0,48 | 44,6 | 3,2 |
| Summa | 1,076 | 100 | 7,173 |
| Summa (ilman sulkasääskeä) | 0,655 | 60,9 | 4,366 |

Petäjärven verkkokoekalastus 2019

Siuntionjoki 2030 -hanke



Jorma Valjus



Raportti 813/2019

Liite 4. Petäjärven koekalastustulokset 2019
(2/7)

Laatija: Jorma Valjus
Tarkastaja: Katja Pellikka
Hyväksyjä: Jaana Pönni
Hyväksytty: 19.12.2019

LÄNSI-UUDENMAAN VESI JA YMPÄRISTÖ RY, RAPORTTI 813/2019

PL 51, 08101 Lohja
Puh. 019 323 623
vesi.ymparisto@luvy.fi
www.luvy.fi

Liite 4. Petäjärven koekalastustulokset 2019
(3/7)

Sisältö

| | | |
|----------|--|----------|
| 1 | Johdanto..... | 4 |
| 2 | Tutkimusalue..... | 4 |
| 3 | Menetelmät..... | 4 |
| 4 | Tulokset..... | 5 |
| 4.1 | Kokonaisyksikkösaalis ja kalaston rakenne..... | 5 |
| 4.2 | Pituusjakaumat | 6 |
| 4.3 | Ekologinen tila | 7 |
| 4.4 | Tulosten tarkastelu | 7 |
| | Lähdeluettelo..... | 7 |

Liite 4. Petäjärven koekalastustulokset 2019 (4/7)

1 Johdanto

Siuntionjoki 2030-hankkeessa päivitetään Siuntionjoen vesistön järvi- ja vesistöhoito- ja kunnostussuunnitelmat. Petäjärven verkkokoekalastus tehtiin osana järven tilan kartoitusta hoito- ja kunnostussuunnitelman pohjaksi ja sen tarkoituksena oli selvittää järven kalayhteisön rakenne sekä kalalajien väliset runsaussuhteet, joiden perusteella voidaan arvioida mm. hoitokalastustarvetta vesistössä.

Koekalastuksen maastotyöt tehtiin 5.-6.8. ja 28.-29.8.2019. Koekalastuksista ja saaliin käsittelystä vastasivat tutkimusavustaja Lauri Lukka ja vesistöasiantuntija Jorma Valjus, joka vastasi myös raportoinnista.

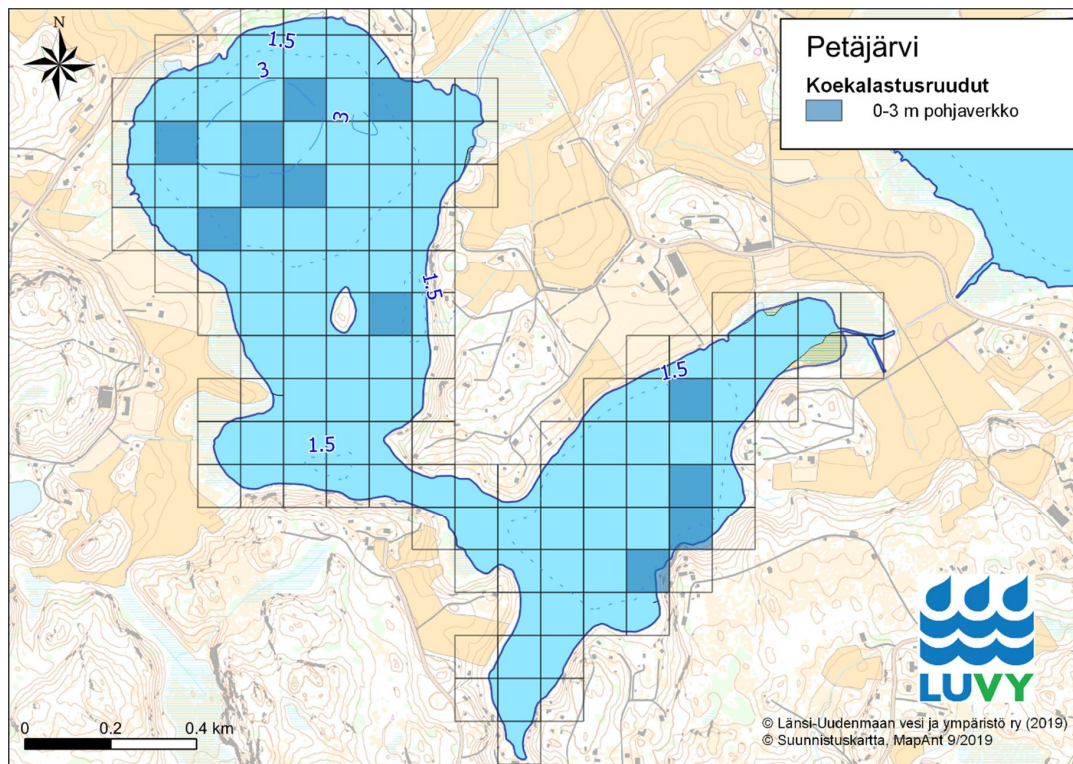
2 Tutkimusalue

Kirkkonummella sijaitseva Petäjärvi kuuluu Siuntionjoen vesistön Harvsån osavaluma-alueeseen ja pintavesityyppiin runsasravinteiset järvet (Rr). Järven ekologinen tila oli vuoden 2013 arvion mukaan huono, mutta on nostettu loppukesällä 2019 julkaistun, alustavan arvion mukaan, luokkaan välttävä. Järvi on rehevä ja sameavetinen, koekalastusten aikaan vedessä havaittiin myös sinilevää. Petäjärven pinta-ala on 93 ha, keskiyvyys 1,46 m ja suurin syvyys 4,59 m. Järvellä ei ole tiettävästi aiemmin tehty verkkokoekalastusta.

3 Menetelmät

Verkkokoekalastukset

Petäjärven verkkokoekalastukset toteutettiin elokuussa 2019 kahtena ajanjaksona, millä pyrittiin vähentämään ympäristötekijöistä, kuten säästä, johtuvaa vaihtelua saaliissa. Pyyntialueena oli koko järvi ja verkkovuorokausien määrä 12. Koekalastukset perustuivat ositettuun satunnaisotantaan, jossa verkkomäärä on suhteutettu syvyysvyöhykkeiden pinta-aloihin (Olin ym. 2014). Kalastus tehtiin kuitenkin yhdellä syvyysvyöhykkeellä (0-3 m) järven mataluuden takia ja pyyntipaikat arvottiin etukäteen. Joitakin pyyntiruutuja jouduttiin siirtämään syvemmille alueille. Verkot laskettiin illalla ja nostettiin seuraavana aamuna, jolloin pyyntiajaksi tuli keskimäärin 13 tuntia. Koekalastuksissa käytettiin NORDIC-yleiskatsausverkkoa, joka on kooltaan 1,5 * 30 m ja koostuu 12:sta eri solmuvälillä paneelista (5-55 mm).



Kuva 1. Petäjärven koekalastusalueet.

Liite 4. Petäjärven koekalastustulokset 2019 (5/7)

Eri kalalajien yksilömäärät ja yhteispainot kirjattiin gramman tarkkuudella verkko- ja solmuvälikohtaisesti. Kalojen pituus mitattiin yhden cm tarkkuudella – runsaiden lajien osalta käytettiin kymmenen yksilön satunnaisotosta. Lisäksi kirjattiin säähavainnot, näkösyvyys ja veden lämpötila.

Tuloksissa esitetään yksikkösaalis (kpl/verkko ja g/verkko), lajikohtaiset saaliit, ahven- ja särkikalojen sekä pe-toahventen osuudet yksikkösaaliin painosta ja lukumäärästä. Lisäksi esitetään pituusjakaumat runsaimmista saalislajeista. Koekalastusten tulokset on tallennettu Ympäristöhallinnon koekalastusrekisteriin.

Ekologisen tilan luokittelu

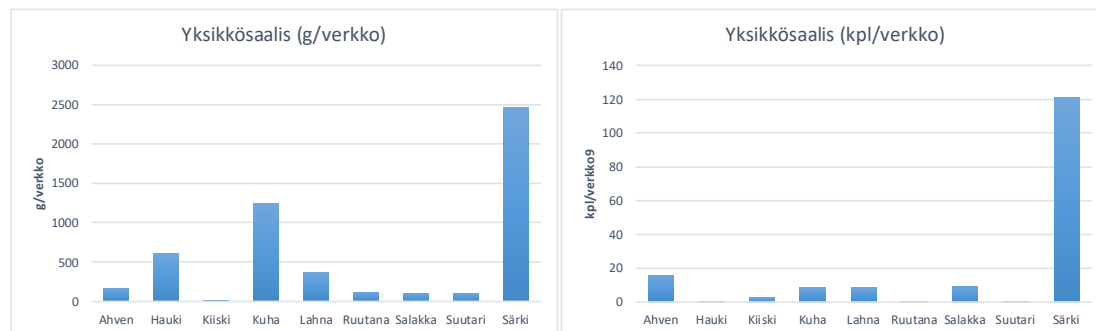
Petäjärven ekologista tilaa arvioitiin kalayhteisön rakenteen perusteella. Ekologisen tilan arvioinnissa käytetyt kalayhteisömuuttujat ovat biomassayksikkösaalis (g/verkko), lukumääräyksikkösaalis (kpl/verkko), rehevöitymisestä hyötyvien särkikalojen biomassaosuus ja indikaattorilajien esiintyminen. Ekologinen laatusuhde (ELS) saadaan kunkin muuttujan arvon ja kyseisen järvityypin vertailuarvon suhteesta. Muuttujien ekologisen laatusuhteen arvoista laskettiin keskiarvo, joka kuvaa kalaston perusteella arvioitua järven ekologista tilaa. Ekologisen tilan luokittelu tapahtuu viisiportaisella asteikolla: erinomainen, hyvä, tyydyttävä, välttävä ja huono. (Aroviita ym. 2012)

4 Tulokset

Elokuun alun koekalastusten aikaan ilman lämpötila noin 20 astetta ja jälkimmäisellä kalastuskerralla jopa helteinen, lounaan ja lännenpuoleinen tuuli oli heikkoa tai kohtalaista. Pintaveden lämpötila oli elokuun alkupuolella 18 astetta ja kohosi myöhemmin 21 asteeseen. Näkösyvyys oli 0,3 m ja sinilevän määrä vaihteli välillä 0-2 (asteikolla 0-3). Verkot limoittuivat jälkimmäisellä kalastuskerralla kohtalaisesti. Koekalastusten välillä järvellä oli tehty kasvillisuuden poistoja.

4.1 Kokonaisyksikkösaalis ja kalaston rakenne

Petäjärven kokonaisyksikkösaalis oli vuoden 2019 koekalastuksissa 5 174 g/verkko ja 165 kpl/verkko (kuva 2, taulukko 1). Saalis koostui yhdeksästä lajista, joista särki oli selkeästi runsain sekä painosaaliin että yksilömäärän osalta. Särkikalojen (särki, suutari, salakka, ruutana ja lahna) osuus kokonaisyksikkösaaliin biomassasta oli 61 % ja ahvenkalojen osuus 28 %. Petokalojen (hauki, kuha ja yli 15 cm ahven) osuus biomassasta oli 38 %.



Kuva 2. Petäjärven yksikkösaalis lajeittain (g/verkko ja kpl/verkko) vuonna 2019.

Liite 4. Petäjärven koekalastustulokset 2019
(6/7)

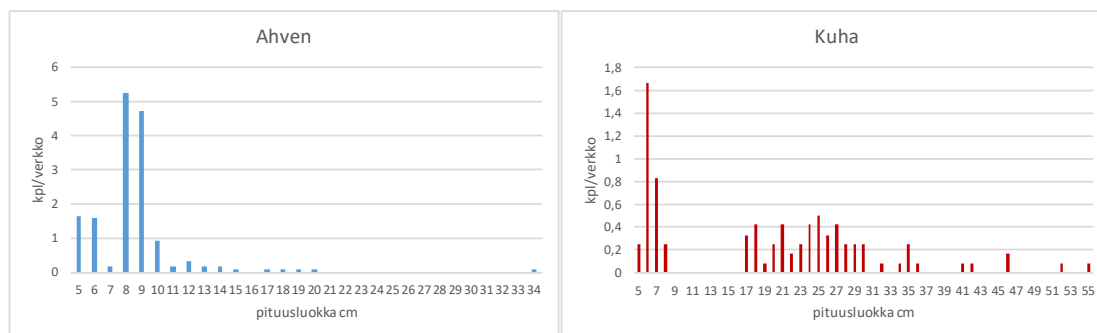
Kuva 3. Petäjärven suutari, ruutanoita ja kuhia.

Taulukko 1. Petäjärven kokonaissaaliit, yksikkösaaliit ja prosenttiosuudet lajeittain vuonna 2019.

| Laji | kokonais- saalis (g) | yksikkösaalis g/verkko | biomassa- osuus % | kokonais- saalis (kpl) | yksikkösaalis kpl/verkko | yksilömäärä- osuus % |
|----------------------|-------------------------|---------------------------|----------------------|---------------------------|-----------------------------|-------------------------|
| Ahven | 1968 | 164,0 | 3,2 | 188 | 15,7 | 9,5 |
| Hauki | 7461 | 621,8 | 12,0 | 2 | 0,2 | 0,1 |
| Kiiski | 165 | 13,8 | 0,3 | 29 | 2,4 | 1,5 |
| Kuha | 14950 | 1245,8 | 24,1 | 100 | 8,3 | 5,1 |
| Lahna | 4348 | 362,3 | 7,0 | 98 | 8,2 | 5,0 |
| Ruutana | 1437 | 119,8 | 2,3 | 2 | 0,2 | 0,1 |
| Salakka | 1154 | 96,2 | 1,9 | 108 | 9,0 | 5,5 |
| Suutari | 1130 | 94,2 | 1,8 | 1 | 0,1 | 0,1 |
| Särki | 29470 | 2455,8 | 47,5 | 1452 | 121,0 | 73,3 |
| Yhteensä | 62083 | 5173,6 | 100,0 | 1980 | 165,0 | 100,0 |
| Ahvenkalat | 17083 | 1423,6 | 27,5 | 317 | 26,4 | 16,0 |
| Särkikalat | 37539 | 3128,3 | 60,5 | 1661 | 138,4 | 83,9 |
| Petoahvenet (>15 cm) | 933 | 77,8 | 1,5 | 6 | 0,5 | 0,3 |
| Petokalat muut | 22411 | 1867,6 | 36,1 | 102 | 8,5 | 5,2 |

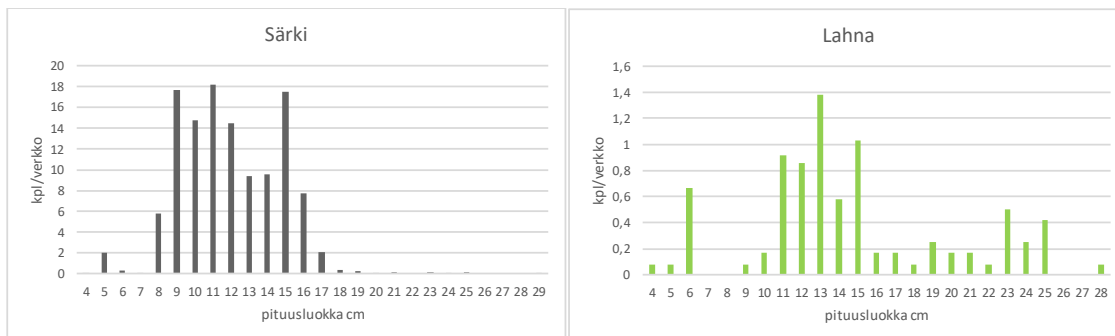
4.2 Pituusjakaumat

Koekalastusten ahvensaalis (164 g ja 16 kpl/verkko) koostui pääosin pienistä saman ja edellisen vuoden kaloista. Keväällä 2019 kuoriutuneita kuhia saatiin runsaasti ja myös vanhemmat ikäluokat olivat saaliissa hyvin edustettuina, suurin kuha oli 55 cm pitkä ja painoi 1 453 g.



Kuva 4. Ahvenen ja kuhan pituusjakaumat Petäjärvellä vuonna 2019.

Särjen yksikkösaalis oli 2 456 g/verkko ja 121 kpl/verkko. Kalat olivat pituudeltaan pääosin 9-16 cm väliltä, suurin yksilö oli 29 cm pitkä ja painoi 270 g. Lahna saalis koostui useammasta eri ikäluokasta, valtaosa kaloista oli kuitenkin 11-15 cm mittaisia. (kuva 5).

Liite 4. Petäjärven koekalastustulokset 2019
(7/7)

Kuva 5. Särjen ja lahnan pituusjakaumat Petäjärvellä vuonna 2019.

4.3 Ekologinen tila

Petäjärven ekologinen tila kohosi 2019 tehdyn alustavan arvion mukaan huonosta välttävään luokkaan (suppeaan aineistoon perustuva luokitus). Tehtyjen koekalastusten perusteella biomassasaalis osoittaa huonoa, lukumääräsaalis välttävää ja särkikalajien biomassaosuus hyvää tilaa. Indikaattorilajien osalta tilaluokitus oli hyvä. Kalastoluokituksessa käytettävä ekologisen laatusuhteen lukuarvo (ELS4) oli 0,44 osoittaen tyydyttävää ekologista tilaa.

4.4 Tulosten tarkastelu

Runsasravinteisen Petäjärven ekologinen tila on kalaston perusteella tyydyttävä, mikä on vielä luokkaa parempi, kuin juuri päivitetty uusi ekologinen luokitus. Kalasto on vain yksi monista luokittelukriteereistä, mutta sen perusteella nyt tehty arvio tukee luokituksen nostoa.

Koekalastuksen biomassayksikkösaalis on korkea, mutta särkikalajien osuus saaliista runsasravinteiselle järvelle kohtuullinen. Ahvenpopulaatio koostuu pienikokoisista kaloista, petoahvenia järvessä on vähän. Muiden petokalajien osuus saaliista oli koekalastuksen mukaan hyvä. Järven kuhakanta vaikuttaa erinomaiselta – saaliiksi saatiin sekä poikasia, että vanhempia, useita eri ikäluokkaa olevia kaloja. Myös järven haukikanta vaikuttaa koekalastussalaaliin perusteella varsin vahvalta, yleensä haukea saadaan koekalastusverkoilla loppukesällä melko satunnaisesti.

Petäjärven kalasto on särkikalavaltainen, valtalajina on särki. Paikallisten kalastajien mukaan järvessä on myös runsaasti salakkaa, vaikka sitä ei koekalastuksessa enemmälti saatukaan. Isokokoiset petoahvenet näyttävät kalastosta puuttuvan, mutta muutoin petokalakanta on vaikuttaa hyvältä ja sen osuus kokonaissaaliista on riittävän korkea.

Lähdeluettelo

Aroviita, J., Hellsten, S., Jyväsjärvi, J., Järvenpää, L., Järvinen, M., Karjalainen, S., M., Kauppila, P., Keto, A., Kuoppala, M., Manni, K., Mannio, J., Mitikka, S., Olin, M., Perus, J., Pilke, A., Rask, M., Riihimäki, J., Ruuskanen, A., Siimes, K., Sutela, T., Vehanen, T. ja Vuori, K-M. 2012: Ohje pintavesien ekologisen ja kemiallisen tilan luokitteluun vuosille 2012–2013 – päivitetty arviointiperusteet ja niiden soveltaminen. Ympäristöhallinnon ohjeita 7/2012. www.ymparisto.fi/julkaisut.

Olin, M., Lappalainen, A., Sutela, T., Vehanen, T., Ruuhijärvi, J., Saura, A., Sairanen, S. 2014. Ohjeet standardin mukaisiin koekalastuksiin. RKT:n työraportteja 21/2014



Länsi-Uudenmaan vesi ja ympäristö ry
Västra Nylands vatten och miljö rf

PL 51, 08101 Lohja

Puh. 019 323 623

vesi.ymparisto@luvy.fi

www.luvy.fi

ISBN 978-952-250-206-3

ISBN ISSN 1798-2677