

Puruveteen laskevan Kuonanjärven nykyinen tila

Sedimentin laatu ja määrä, pohjaeläimistö,
vedenlaatu sekä kuormitus- ja fosforimallitarkastelu
kunnostussuunnittelun perustaksi



Puruveteen laskevan Kuonanjärven nykyinen tila

Sedimentin laatu ja määrä, pohjaeläimistö, vedenlaatu sekä kuormitus- ja fosforimallitarkastelu kunnostussuunnittelun perustaksi

Tutkimusraportti

Sivuntauhto: Kaisa Varis

Kansikuva: Karhukivi Kuonanjärven luoteiskolkassa huhtikuussa 2018.

Tämän raportin kaikki valokuvat ovat Tarmo Tossavaisen ottamia, mikäli ei ole toisin mainittu.

Julkaisija: Karelia-ammattikorkeakoulu, 2019

ISBN: 978-952-275-280-2



Sisällys

Tiivistelmä.....	3
Alkusanat	6
TUTKIMUSALUE: KUONANJÄRVEN VESISTÖALUEEN HYDROLOGISET JA MORFOMETRISET PERUSTIEDOT	7
KUONANJÄRVEN JA SIIHEN TULEVIEN SEKÄ LÄHTEVIEN VESIEN LAATU SUOMEN YMPÄRISTÖKESKUKSEN VEDENLAATUREKISTERIIN KIRJATTUJEN MITTAUSTULOSTEN PERUSTEELLA	11
KUONANJÄRVI	13
Ensimmäiset viralliset mittaustulokset kevättalvella 1966.....	13
Kuonanjärven nykyinen vedenlaatu: kokonaisfosforin ja kokonaistypen pitoisuudet	15
Kuonanjärven nykyinen vedenlaatu: kasviplanktonin a-klorofyllipitoisuus.....	16
Kuonanjärven vedenlaadun havainnot vuosina 2017 - 2018	18
Kuonanjärvi 090 eteläpää: vedenlaadun havainnot vuosina 2006 - 2015.....	21
Kuonanjärvi 030 ja Kuonanjoki 185; välittömästi Kuonanjärvestä lähtevän veden kiintoaineen ja ravinteiden pitoisuudet sekä kiintoainekuorma	22
Iso Vehkajärvi 002 ja sen lasku-uoma Vehkaoja 018 Kuonanjärveen	25
Kuonanjärveen laskevan Tenhunjoen 169 havaintopaikan ravinteiden pitoisuudet	28
Suureen Vehkajärveen laskeva oja 152 Konnasuolta sekä Pienen Vehkajärven laskuoja 037: kokonaisfosforin ja kokonaistypen pitoisuudet vuosina 2008 - 2013	29
Pieni Vehkajärvi 027: kokonaisfosforin ja –typen pitoisuudet vuosina 2006 - 2012 ..	29
Kuonanjärven minimiravinnetarkastelu	30
KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULUN TUTKIMUKSET KUONANJÄRVELLÄ VUONNA 2018.....	33
AINEISTO JA MENETELMÄT	33
2 TULOKSET	46
2.1 Kuonanjärven ja Kuonanjoen yläjuoksun vedenlaatu	46
2.2 Kuonanjärven pohjasedimentin kenttämittaukset ja –havainnot.....	47
2.3 Kuonanjärven pintasedimentin hapetus-pelkistysaste.....	68
2.4 Pohjasedimentin laboratorioanalyysit ja niihin perustuvat laskelmat	68
2.5 Kuonanjärven pohjaeläimistö.....	70
2.6 Kuonanjärven kuormitus- ja fosforimallitarkastelu	85
3 TULOSTEN TARKASTELU.....	88
3.1 Vedenlaatu kevättalvella 2018.....	88

3.2 Kuonanjärven pohjasedimentin laatu ja määrä kevättalvella 2018.....	89
3.3 Kuonanjärven pohjaeläimistö kevättalvella 2018	92
3.4 Kokonaisfosforin kuormitus Kuonanjärveen ja Kuonanjärven kokonaisfosforitase	93
3.5 Kuonanjärven fosforimallitarkastelu	94
3.6 Kokonaistypen kuormitus Kuonanjärveen ja Kuonanjärven kokonaistyyppitase.....	95
4 JOHTOPÄÄTÖKSET.....	96
LÄHTEET	98
LIITE 1. Kuonanjärven järvikortti (Suomen Ympäristökeskus, Liiteri/Hertta – ympäristötietojärjestelmä, 2018).....	100
LIITE 2. Kuonanjoen vesistöalueella 04.184 sijaitsevat järvet (Suomen Ympäristökeskus, Liiteri/Hertta –ympäristötietojärjestelmä, toukokuu 2018)	102
LIITE 3. Kuonanjoen vesistöalueen kuormitusta aiheuttava maankäyttö (Suomen Ympäristökeskus, Liiteri/Hertta –ympäristötietojärjestelmä, toukokuu 2018).	103
LIITE 4. Haja-asutuksen määrä Kuonanjoen vesistöalueella (Suomen Ympäristökeskus, Liiteri/Hertta –ympäristötietojärjestelmä, toukokuu 2018)	104
Liite 5. Kuonanjärven ja Kuonanjoen havaintopaikkojen/Karelia- ammattikorkeakoulu koordinaatit (ETRS-TM35FIN) kevättalvella 2018.....	105
LIITE 6. Kuonanjärven havaintopaikkojen nro 003 ja 12 sedimentin laboratorioanalyysien tuloslomake.	106
LIITE 7. Eräiden itäsuomalaisten järvien (Kuonanjärvi ja Puruveden Savonlahti) fosforimallitarkastelu	108
LIITE 8. Artikkeliki Kuonanjärven mittauksista Puruvesi –lehdessä 15.03.2018.	112
LIITE 9. Savo-Karjalan Ympäristötutkimus Oy. Testausseloste. Vesitutkimus. 11.12.2018. Kuonanjärven vesistöalueen näytteet 22.11.2018.....	113
LIITE 10. Artikkeliki Kuonanjärven mittauksista Puruvesi –lehdessä 05.12.2018.....	115

Tiivistelmä

Kuonanjärven vesiala on noin 5,8 km², tilavuus noin 9 milj. m³ ja keskisyvyys noin 1,6 m. Suuren valuma-alueen (noin 55 km²) ja pienen tilavuuden vuoksi viipymä on lyhyehkö, keskivirtaaman vallitessa noin 7 kuukautta.

Karelia-ammattikorkeakoulun energia- ja ympäristötekniikan koulutusohjelma selvitti Pro Puruvesi ry.:n toimeksiannosta Kuonanjärven pohjan tilaa ja vedenlaatua kevättalvella, helmikuun alkupuolelta huhtikuun puoliväliin, 2018 yhteensä 15 havaintopaikalta sekä arvioi Kuonanjärven vedenlaatua ja kuormitusta myös Suomen Ympäristökeskuksen Liiteri/Hertta –ympäristötietojärjestelmään kertyneiden mittaustulosten perusteella. Syksyllä 2018 Karelia-amk haki ja mittautti Kuonanjärven vesistöalueen keskeisten virtavesien ravinnepitoisuudet kuormituslaskelmien tarkentamiseksi.

Kevättalvella 2018 mineraalityypen (NH₄⁺-N 24...576 µg/l, NO₃⁻-N 120...750 µg/l) ja –fosforin (PO₄³⁻-P 0...110 µg/l) pitoisuudet vaihtelivat voimakkaasti ja olivat ajoittain ja paikoitellen varsin korkeita, voimakkaasti rehevöityneiden järvien suuruusluokkaa. Veden näkösyvyys (0,8...1,4 m) oli vähäinen ja polyhumoosisille vesille tyypillinen.

Tummanpuhuvan, hyvin löyhän ja vesipitoisen sedimentin kokonaismäärä (4...498 cm) vaihtelee hyvin voimakkaasti Kuonanjärven eri osissa. Keskimäärin löyhää ainesta on noin 1,6 metriä. Välittömästi sen alapuolella on hopeanharmaa, ilmeisen puhdas saviaines. Järveen tulevien uomien virtaukset ja vaihtelevan suuret saaret vaikuttavat oleellisesti sedimenttikinostumien paksuuteen eri puolilla järveä.

Mittaustulosten perusteella järvessä on karkeahkosti arvioituna yhteensä noin 9 milj. m³ edellä mainittua löyhää sedimenttiä. Pintasedimentin redox-arvot vaihtelivat -235...+180 mV. Fosforin pidätyminen järven pohjaan vaatii redox-arvoksi vähintään noin +300 mV. Alin mitattu lukema on metaanin muodostumiselle tyypillistä suuruusluokkaa.

Sekä Karelia-amk:n että ympäristöhallinnon mittaustulokset ilmentävät ajoittaista merkittävää sisäistä kuormitusta Kuonanjärvessä. Kuonanjärven veden kokonaisfosforipitoisuuden (vuosien 2011-2018 keskiarvo reheville vesille tyypillinen 40 µg/l, vaihtelu 11...91 µg/l) erittäin voimakas vaihtelu aiheutuu nimenomaan sisäisestä kuormituksesta.

Kuonanjärven löyhän pohjasedimentin ravinnepitoisuudet (kok. P noin 1 g/sedimentin kuiva-ainekg ja kok. N noin 10 g/sedimentin kuiva-ainekg) ovat tyypillisiä vastaaville, voimakkaasti rehevöityneille ja samalla liettyneille järville. Pääosa (noin 86 %) puhtaan savikerroksen yläpuolella olevan, sedimentin massasta on vettä. Kyseisen sedimentin tiheys on noin 1,09 tn/m³. Sedimentin kuiva-ainepitoisuus on noin 14 %. Siitä pääosa (noin 80 %) on mineraaliainesta. Löyhässä, vesipitoisessa sedimentissä on kokonaisfosforia karkeahkosti arvioituna noin 1,2 milj. kg ja kokonaistyyppiä noin 14,2 milj. kg.

Kuonanjärven pohjaeläimistön yksilömäärä on vähäinen ja biodiversiteetti hyvin alhainen. Pääosa näytteistä löydettyistä lajeista edustaa tyypillisiä rehevöityneitä oloja sietäviä lajeja.

Näitä ovat surviaissääsken, sulkasääsken ja polttiaisen toukat sekä harvasukasmadot. Kaikki näytteistä tavatut harvalukuiset kotilot ja simpukat olivat pienikokoisia ja kuolleita.

Kuonanjärven ulkoinen kokonaisfosforikuorma on noin 630 kg vuodessa. Suuren Vehkajärven osavaluma-alue (noin 38 km², kuormitus Kuonanjärveen noin 420 kg kok. P/a) muodostaa pääosan Kuonanjärven koko valuma-alueesta (noin 55 km²). Suuri Vehkajärvi on varsin voimakkaasti rehevöitynyt (kok. P 23...48 µg/l vuosina 2013-2016) ja pitoisuuksien kohtalaisen voimakas vaihtelu ilmentää selkeää ajoittaista sisäistä kuormitusta. Suureen Vehkajärveen laskeva Pieni Vehkajärvi on ajoittain hyvin voimakkaasti rehevöitynyt (kok. P 38...110 µg/ vuosina 2006-2013). Näin suuri pitoisuuksien heilahtelu ilmentää ajoittain merkittävää sisäistä kuormitusta Pienessä Vehkajärvessä. Nämä suuret ravinnemäärät virtaavat Isoon Vehkajärveen ja sieltä osittain edelleen Kuonanjärveen ja lopuksi Puruveteen.

Tenhunjoen valuma-alueen (noin 10 km²) ravinnekuormitus (noin 36 kg kok. P/a) Kuonanjärveen on kahden mittaustuloksen (kok. P 12 µg/l ja kok. N 460 µg/l kevätkesältä 2013 sekä kok. P 12 µg/l ja kok. N 350 µg/l marraskuussa 2018) perusteella suhteellisen pieni, nimenomaan lähes karujen vesien suuruusluokkaa edustavien pitoisuushavaintojen ansiosta.

Kuonanjoesta eikä Kuonanjärveen laskevista Vehkaojasta tai Tenhunjoesta ollut käytettävissä vesinäytteenoton yhteydessä mahdollisesti tehtyjä virtaamamittauksia. Tämä ei kuitenkaan välttämättä ole merkittävä ongelma kuormituslaskelmien luotettavuuden kannalta. Kaikki kyseiset uomat ovat suhteellisen lyhyitä. Välittömästi niiden yläpuolinen järvi, ts. sen termisen kerrosteisuuden / sekoittuneisuuden / sisäkuormitteisuuden tila oleellisesti määrää järvestä lähtevän vedenlaadun, eikä niinkään se, kuinka korkealla uomissa vesi virtaa, kuten latvavesissä on tyypillinen ilmiö. Pitkällä aikavälillä (tarkastelujaksona vähintään yksi vuosi) järvestä lähtevä keskimääräinen vedenlaatu on sama kuin järven keskimääräinen vedenlaatu. Mahdolliset virtaamamittaukset edellä mainituista uomista voidaan huomioida myöhemmin laskettaessa pitoisuudet virtaamapainotteisina. Tämä voi tuoda lisätarkkuutta nyt arvioituihin vuosikuormiin.

Kuonanjärven fosforinpidätysmekanismi on romahtanut merkittävän sisäisen kuormituksen vuoksi. Edelleen Isosta Vehkajärvestä korkeana jatkuva ulkoinen kuormitus pahentaa tilannetta. Lisäksi Pieni Vehkajärvi syöttää ajoittain erittäin rehevää vettä Isoon Vehkajärveen.

Mikäli Kuonanjärvestä olisi kutakuinkin tyydyttävästi toimiva fosforinpidätysmekanismi, niin nykyisestä kokonaisfosforin vuosikuormasta (noin 630 kg) pidäytyisi pohjaan noin 42 % (270 kg) ja Puruveteen valuisi loput, noin 360 kg/a. Kuonanjärvi syöttää kuitenkin vuosittain noin 640 kg kokonaisfosforia Puruveteen, joten Kuonanjärvestä lähtee vuosittain noin 10 kg enemmän kokonaisfosforia ulkoiseen kokonaiskuormaan verrattuna.

Niin kauan kuin Kuonanjärven vesimassassa ja samalla pohjassa ei ole riittävästi happea ja ulkoinen kuormitus jatkuu korkeana, järven pohjaan kertyneen löyhän ja erittäin vesipitoisen sedimentin sisältämä valtava fosforivaranto (noin 1,2 milj. kg) vapauttaa ajoittain fosforia vesimassaan. Tämä mekanismi ylläpitää voimakkaita rehevöitymisongelmia, kuten laajoja sinileväkukintoja.

Kuonanjärven veden kokonaisfosforipitoisuudet ovat korkeimmillaan avovesikaudella. Tämä viittaa matalissa, voimakkaasti rehevöityneissä ja liettyneissä järvissä yleiseen tuulten aiheuttamaan fosforin resuspensioon. Myös mahdollinen ylitieheä särkikala- ja pikkuaikahenkanta voi voimistaa sisäistä kuormitusta.

Kuonanjärven pohjaeläimistön tila on heikko. Pohjaeläimistö on hyvin tärkeä ravintokohde useimmille kalalajeillemme aikuisvaiheessa. Kehnon pohjaeläimistön vallitessa kalat syövät pohjasedimenttiä ja ulostavat sen sisältämät ravinteet lähes mineraalimuotoisina, miltei suoraan perustuottajille (kasviplankton sekä vesi- ja rantamakrofytyt) käyttökelpoisina ravinteina.

Kokonaistypen ulkoinen kuorma Kuonanjärveen on noin 14 000 kg/a ja poistuma Kuonanjoen kautta Puruveteen noin 18 000 kg/a. Kuonanjärven pohjasta heikon happitilanteen vuoksi mobilisoituva typpi sekä sinilevien typensidonta ilmakehästä lisäävät typen määrää Kuonanjärven vedessä. Typpeä myös karkaa ilmakehään denitrifikaation kautta. Näiden keskinäisiä osuuksia ja määriä on mahdoton arvioida ilman erikoismittauksia. Joka tapauksessa myös typen pitoisuudet (vuosien 2011-2018 keskiarvo 1119 µg kok. N/l) Kuonanjärven vedessä ovat voimakkaasti rehevöityneille järvivesille tyypillisiä. Vehkajärven kaukovaluma-alueen kuormitus (Vehkaojan keskipitoisuus eutrofinen 750 µg/l 2006-2018) Kuonanjärveen on varsin korkea. Kuonanjärven pohjassa olevan vesipitoisen ja löyhän sedimentin sisältämä valtava kokonaistypen määrä (noin 14 milj. kg) osaltaan ylläpitää vaikeaa typpitilannetta sekä Kuonanjärvessä että välittömästi alapuolisessa Puruvedessä, mikäli Kuonanjärven happitilanne ei kohene ja ulkoinen kuormitus jatkuu korkeana.

Kuonanjärvestä lähtevän veden kiintoainepitoisuus (vuosien 2009-2018 keskiarvo 15 mg/l) on havaintojen perusteella ajoittain järvivesille poikkeuksellisen korkea. Siten kiintoainekuorma välittömästi alapuoliseen Puruveteen on suuri. Kiintoaine on sekalainen seos orgaanista ja epäorgaanista ainesta, joka aiheuttaa vesistöjen liettymistä ja pahentaa rehevöitymisongelmia.

Mahdollisina Kuonanjärven kunnostustoimina voisivat tulla kyseeseen hapetustekniikka, biomanipulaatio (hoitokalastus, petokalakannoista huolehtiminen), pohjan pöyhintä ja ruoppaus. Järveen kohdistuu merkittävä ravinteiden ja kiintoaineen kuormitus meso-eutrofisesta Isosta Vehkajärvestä, jota puolestaan kuormittaa ajoittain hypereutrofinen Pieni Vehkajärvi. Järvet yhdistyvät toisiinsa lyhyiden uomien välityksellä. Kuonanjärven sekä Ison ja Pienen Vehkajärven lähivaluma-alueiden kuormitus kannattaisi tarkemmin selvittää voimakkaan ylivirtaamajakson aikana. Valuma-alueiden vesiensuojelutekniset rakenteet hajakuormituksen vähentämiseksi ovat aina ja kaikkialla oleellisen tärkeitä, jos ei nykyisen, niin joskus tulevan mahdollisen kuormituspiikin (lähinnä metsien kunnostus- ja täydennysojitukset, päätehakkuut, maatalouden toiminnot) vaikutusten vaimentamiseksi. Kuonanjärveä kuormittaa kaksi peräkkäistä sisäkuormitteista järveä. Siten suoraan niiden sisäiseen kuormitukseen puuttuminen on oleellista, mikäli Kuonanjärveen ja edelleen Puruveteen päätyvää rehevöittävää ja liettävää kuormitusta tahdotaan pienentää mahdollisen kohonneen lähivaluma-alueiden kuorman vähentämisen lisäksi.

Alkusanat

Karelia-ammattikorkeakoulun Biotalouden keskus teki Puruveteen laskevan Kuonanjärven pohjan tilan ja vedenlaadun tutkimuksen kevättalvella 2018 Pro Puruvesi ry:n, yhdyshenkilönään puheenjohtaja Reijo Jantunen, toimeksiannosta. Tutkimuksen kenttä- ja laboratoriotöihin osallistuivat työtä ohjanneen ja sitä tehneen ja tämän raportin laatineen Tarmo Tossavaisen (limnologi, MMM, opettaja) lisäksi Karelia-ammattikorkeakoulun energia- ja ympäristötekniikan insinööriopiskelijat Sari Eronen, Olli Hacklin, Nuutti Hakkarainen, Mikko Harjunen, Henri Helenius, Saska Hovi, Joonas Häkkinen, Otto Häkkinen, Päivi Häkkinen, Evelliina Kostainen, Joonas Kuuramaa, Minna Kutvonen, Emma-Liisa Lappalainen, Veera Lyömiö, Eemil Mara, Jarno-Pekka Kuronen, Matias Martikainen, Miika Memonen, Riikka Mikkonen, Rico-Petteri Mutanen, Samuli Myllyoja, Timo Niemi, Jukka Oinonen, Ilkka Penttinen, Eriika Raittila, Väinö Rintala, Esko Salminen, Jesse Seila, Toni Sinisalo, Reetta Suhonen, Perttu Tarnanen, Juuso Tattari, Jere Tiitta, Mitro Vessonen ja Jani Viitamäki sekä harjoittelija Joanna Latoszek Lillen yliopistosta Ranskasta. Energia- ja ympäristötekniikan opiskelijat Minna Kutvonen ja Rico-Petteri Mutanen laativat opinnäytetyön Kuonanjärven nykytilasta ja kunnostusmahdollisuuksista. Se valmistuu alkuvuodesta 2019. Pro Puruvesi ry:lle tahdomme lausua kiitokset tämän tutkimuksen toimeksiannosta ja kaikin puolin hienosti sujuneista käytännön järjestelyistä.

Tutkimusalue: Kuonanjärven vesistöalueen hydrologiset ja morfometriset perustiedot

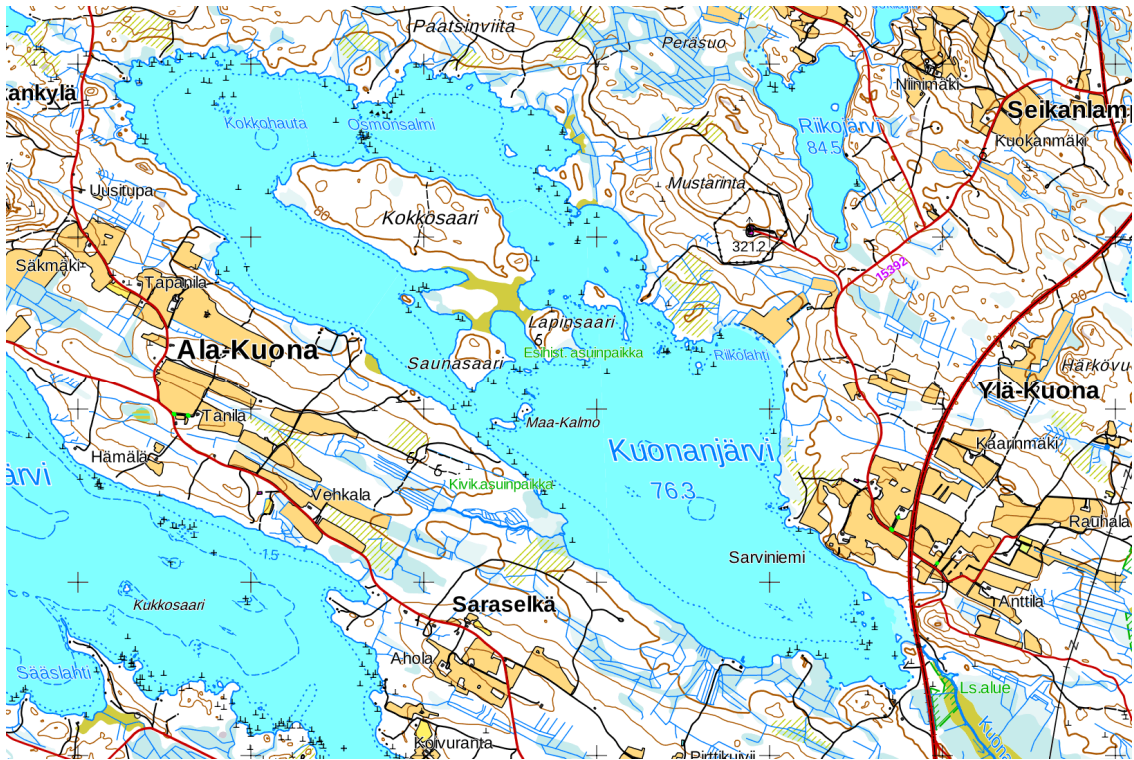
Kuonanjoen ja sen osa-alueen Kuonanjärven vesistöalueen perustietoja on esitetty taulukoissa 1 ja 2 sekä liitteissä 1 - 4. Kuonanjärvi on matala (keskisyvyys vain 1,56 m) ja saarten rikkoma, itäsuomalaisittain tyypillisesti jääkauden muovaama luoteiskaakkoissuuntainen järviallas (kuvat 1 -5). Järven suhteellisen pienen tilavuuden ja suuren valuma-alueen vuoksi veden vaihtuvuus on suhteellisen nopeaa. Keskivirtaaman vallitessa järven koko vesimassa vaihtuu noin 7 kuukaudessa.

Taulukko 1. Kuonanjoen ja Kuonanjärven vesistö- ja valuma-alueiden perustiedot. Tietojen lähteet; ¹Suomen Ympäristökeskus, LIITERI -ympäristötietojärjestelmä, poimittu tammikuussa 2018. ²Laskettu itse perustuen Suomen Ympäristökeskuksen ja itse peruskartasta määritettyihin (Kuonanjoen lähivaluma-alueen ala) tietoihin. ³Valumatiedot, koko Suomi 2000-2011; DI Teppo Linjama, Pohjois-Karjalan ELY-keskus, Joensuu.

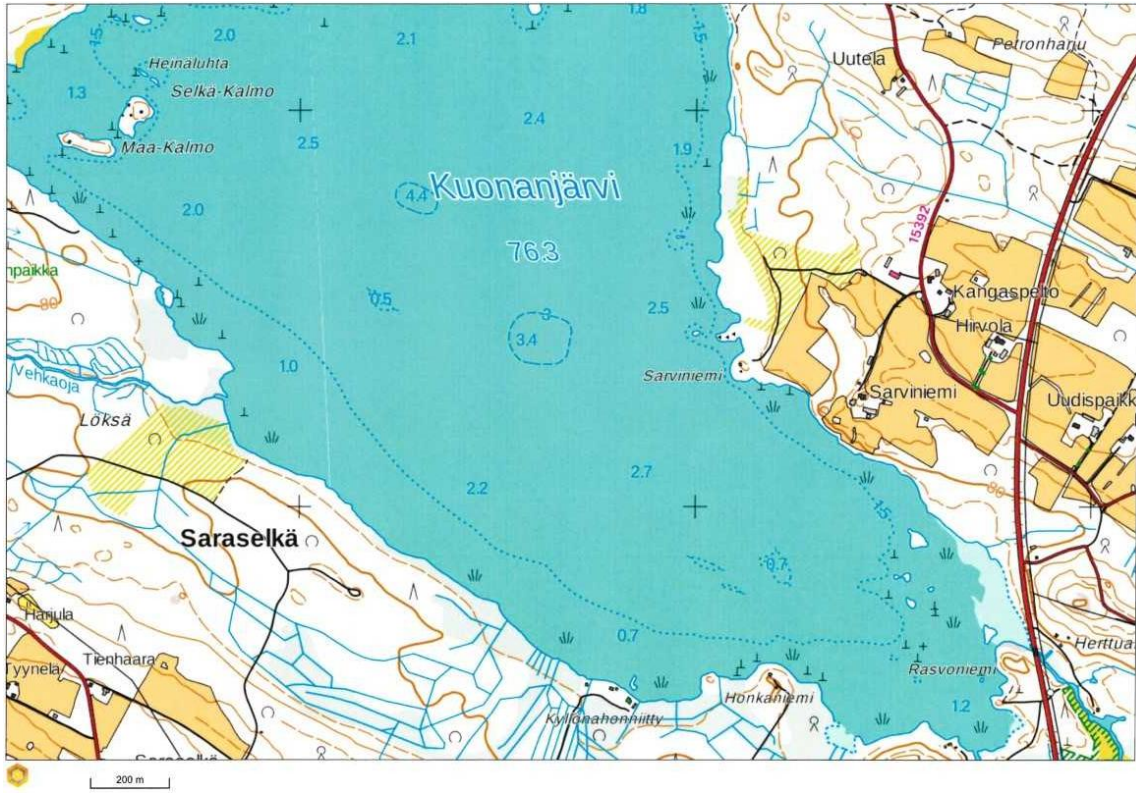
Alue/ominaisuus	Arvo	Huom.
Kuonanjoen vesistöalue ¹ (04.184)	73,34 km ²	järvisyys (L) 21,80 % (15,99 km ²)
Kuonanjoen valuma-alue ¹ , josta	57,35 km ²	² lähivaluma-alueen ala 2,3 km ²
Kuonanjärven vesistöalue ²	71,04 km ²	(73,34 - 2,3) km ² = 71,04 km ²
Kuonanjärven valuma-alue ²	55,05 km ²	(57,35 - 2,3) km ² = 55,05 km ²
Kuonanjärven lähivaluma-alue ²	7,75 km ²	
Kuonanjärven kaukovaluma-alue yhteensä ²	47,3 km ²	
Suuren Vehkajärven kaukovaluma-alue ²	37,6 km ²	
Tenhunjoen kaukovaluma-alue ²	9,7 km ²	
Kuonanjärven vesiala ¹	5,77 km ²	
Kuonanjärven tilavuus ¹ (V)	8,99479 milj. m ³	
Kuonanjärven keskisyvyys ¹	1,56 m	
Kuonanjärven suurin syvyys ¹	5,75 m	
Kuonanjärven tuleva (≈ lähtevä) keskivirtaama ² (MQ)	534 l/s	MQ = A _{valuma-alue} x Mq _{Suomi 2000-2011} (9,7 l/s km ²) ³
Kuonanjärven viipymä ² (T)	6,4 kk	T = V/MQ

Taulukko 2. Kuonanjärven vesitilavuus syvyysvyöhykkeittäin. Määrityksen perusteena on käytetty Kuonanjärven järvikortin tietoja (ks. LIITE 1).

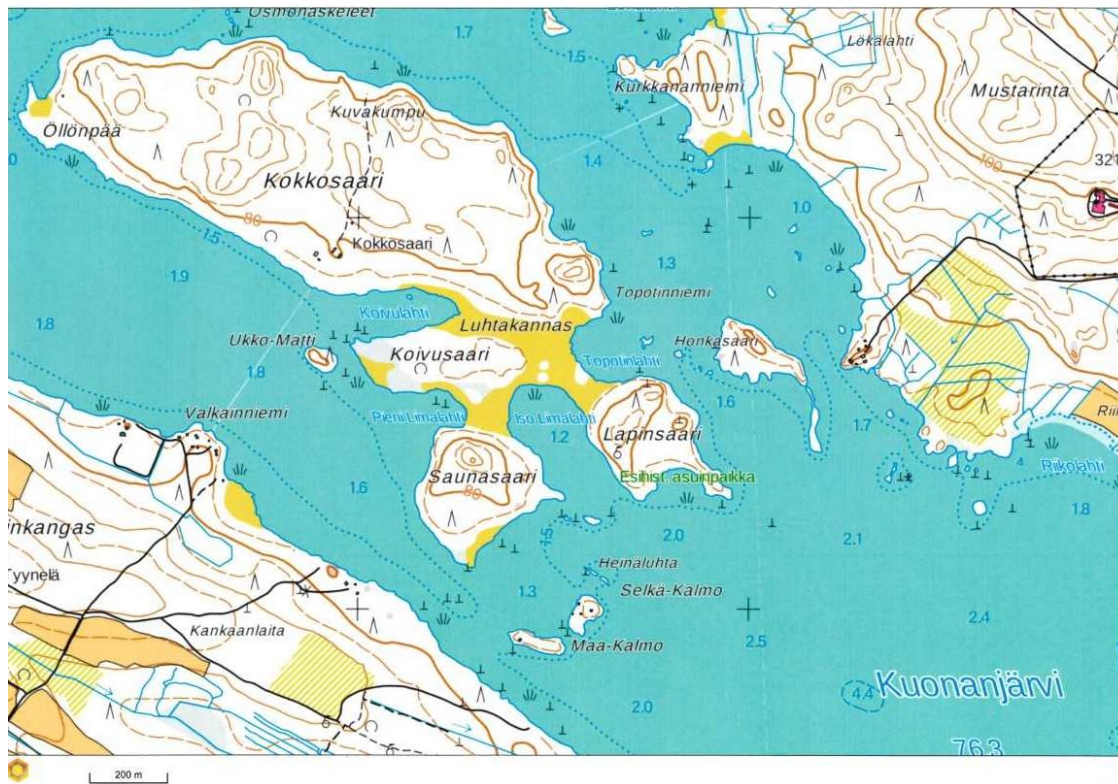
Syvyysvyöhyke (m)	Tilavuus (10 ³ m ³)	Osuus kokonaistilavuudesta (%)
0 - 1	5014,43	55,75
1 - 2	3329,756	37,02
2 - 3	632,0781	7,03
3 - 4	14,72527	0,16
4 - 5	3,279864	0,04
5 - 5,7	0,520766	0,00 (0,006)
yhteensä	8994,79	100,00



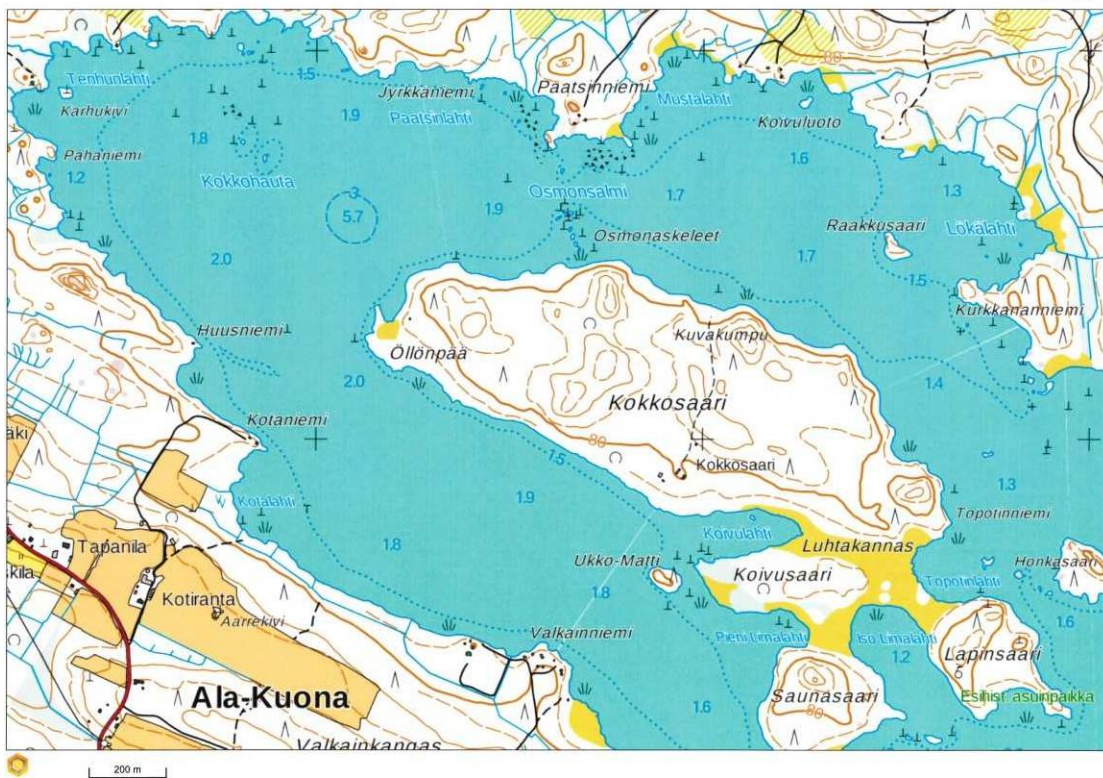
Kuva 1. Kuonanjärvi (Maanmittauslaitoksen Paikkatietoikkuna, 17.11.2018).



Kuva 2. Kaakkoinen Kuonanjärvi (Maanmittauslaitos, Paikkatietoikkuna 05.11.2018).



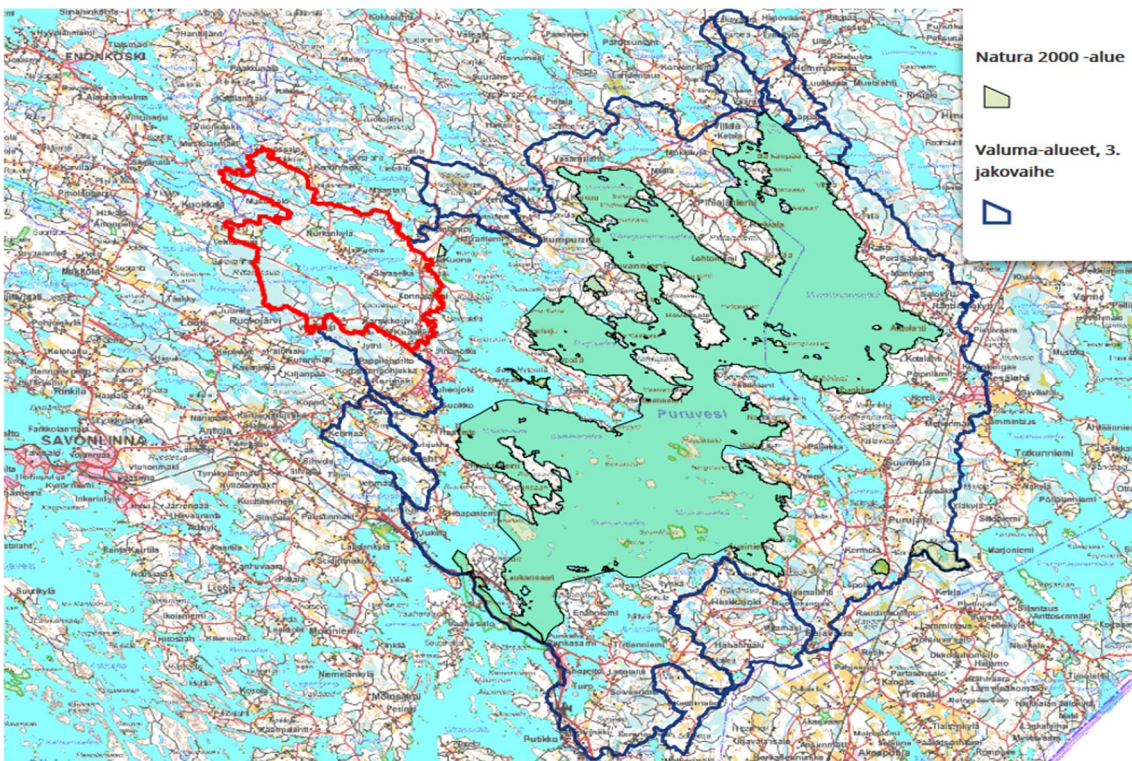
Kuva 3. Keskinen Kuonanjärvi (Maanmittauslaitos, Paikkatietoikkuna 05.11.2018).



Kuva 4. Luoteinen Kuonanjärvi (Maanmittauslaitos, Paikkatietoikkuna 05.11.2018).



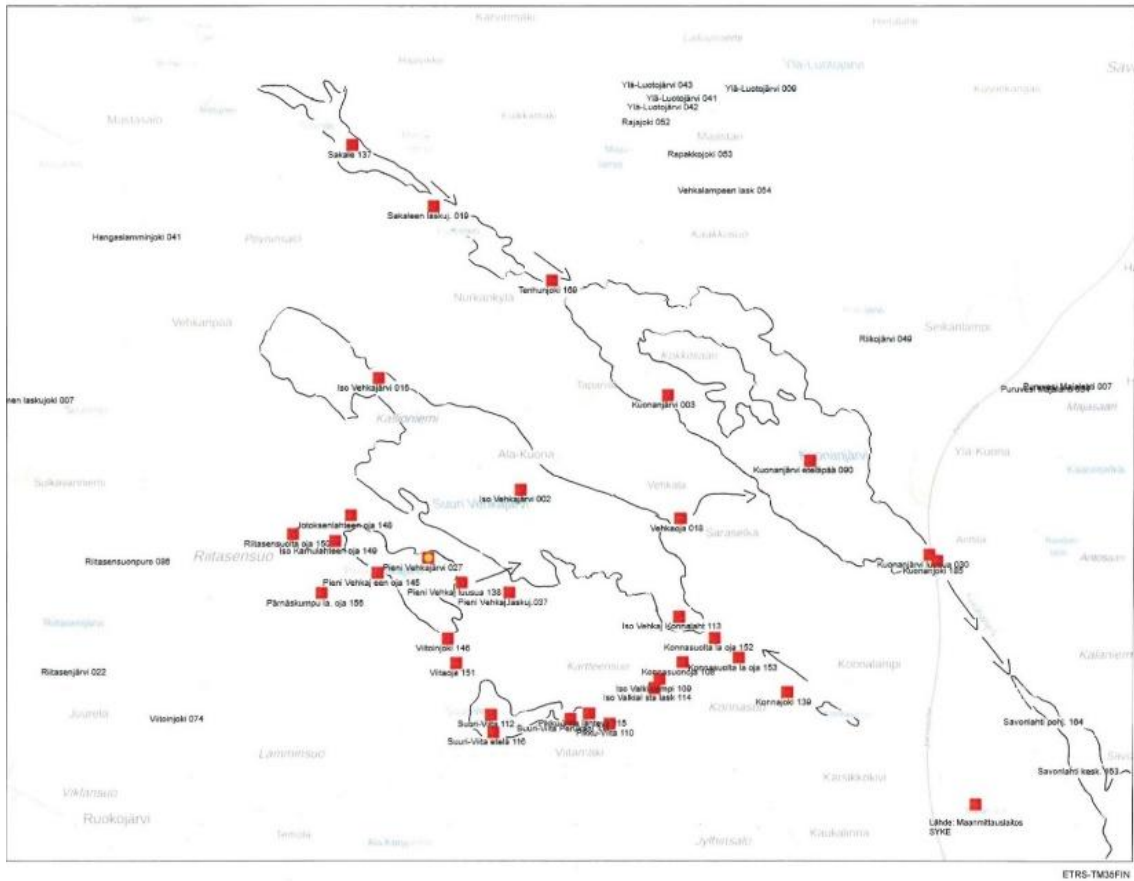
Kuva 5. Kuonanjoen vesistöalue (Pro Puruvesi 2017).



Kuva 6. Puruveden vesistöalue. Puruveden Savonlahteen laskeva Kuonanjoen vesistöalue merkittynä punaisella (Pro Puruvesi 2017).

Kuonanjärven ja siihen tulevien sekä lähtevien vesien laatu Suomen ympäristökeskuksen vedenlaaturekisteriin kirjattujen mittaustulosten perusteella

Hertta - Pintavesien lä - Vedenlaatu Kuonanjärvi Kartta 1 SYKE29102018
29-toukokuuta 2018



Kuva 7. Kuonanjoen vesistöalueen (04.184) vedenlaadun havaintopaikat. Suomen Ympäristökeskus, Liiteri/Hertta –ympäristötietojärjestelmä, 29.10.2018.

Taulukko 3. Ympäristöhallinnon vedenlaadun havaintopaikkojen koordinaatit (ETRS-TM35FIN) (Suomen Ympäristökeskus, Liiteri/Hertta –ympäristötietojärjestelmä, poimittu marraskuussa 2018).

Havaintopaikka	I (kaista 35 V)	P	Kok. syv. noin (m)
Kuonanjärvi 003	615541	6874635	3
Kuonanjärvi eteläpää 090	617329	6873814	3
Kuonanjärvi 030 luusua	618835	6872636	1
Kuonanjoki 185	618934	6872560	0,6
Vehkaoja 018	615702	6873091	1
Tenhunjoki 169	614080	6876075	1
Iso Vehkajärvi 002	613693	6873448	6
Pieni Vehkajärvi laskujoki 037	613552	6872161	..
Pieni Vehkajärvi 027	612532	6872594	1,5
Konnasuolta laskuoja 152	616138	6871592	..

Taulukko 4. Järven rehevyystason luokittelu veden kokonaisfosforipitoisuuden perusteella (vrt. esim. Wetzel 2001).

Kok. P (µg/l)	Järven rehevyystaso	
< 5	erittäin karu	ultraoligotrofinen
5-10	karu	oligotrofinen
10-35	lievästi rehevöitynyt	mesotrofinen
35-100	rehevöitynyt	eutrofinen
> 100	ylirehevöitynyt	hypereutrofinen

Taulukko 5. Järven rehevyyden luokittelu veden kokonaistyyppipitoisuuden perusteella (vrt. esim. Wetzel 2001).

Kok. N ($\mu\text{g/l}$)	Järven rehevyyden taso	
< 400	oligotrofinen	karu
400-600	mesotrofinen	lievästi rehevöitynyt
600-1500	eutrofinen	rehevä
> 1500	hypereutrofinen	ylirehevä

Taulukko 6. Järven rehevyyden luokittelu kasviplanktonin a-klorofyllipitoisuuden perusteella.

a-klorofyllipitoisuus ($\mu\text{g/l}$)	Järven rehevyyden taso
< 1	ultraoligotrofinen (erittäin karu)
1...3	oligotrofinen (karu)
3...7	mesotrofinen (lievästi rehevä)
7...40	eutrofinen (rehevä)
> 40	hypereutrofinen (ylirehevä)

KUONANJÄRVI

Ensimmäiset viralliset mittaustulokset keväällä 1966

Kuonanjärven vedenlaadun ensimmäiset viralliset, Suomen Ympäristökeskuksen Liiteri/Hertta –ympäristötietojärjestelmään kirjatut havainnot ovat maaliskuulta 1966 (taulukko 7). Mittaustulokset ovat tärkeitä, koska ne on todennäköisesti tehty ennen intensiivisintä maa- ja metsätalouden hajakuormituksen aikakautta, ts. 1970- ja 1980-lukuja. Koneellinen soiden ja kivennäismetsämaiden soistumien uudisojitus alkoi yleisesti maassamme 1950-luvun lopulla ja jatkui 1980-luvulle. Voimakas lannoitteiden käyttö maa- ja metsätaloudessa alkoi 1970-luvulla. Kuonanjärvessä vallitsi talvikerrosteisuus 03.03.1966. Kokonaisfosforin pitoisuudet (1,0 metrissä 10 $\mu\text{g/l}$ ja 2,0 metrissä 5 $\mu\text{g/l}$) olivat oligotrofisille eli karuille järvesille tyypillistä suuruusluokkaa (taulukko 7, vrt. taulukko 4). Kokonaistyyppipitoisuus (500 $\mu\text{g/l}$ 2,0 metrissä) oli lievästi reheville (mesotrofisille) järville tyypillinen (taulukko 7, vrt. taulukko 5). Näkösyvyyden ja kemiallisen hapenkulutuksen sekä väriluvun perusteella vesi oli kohtalaisen humuspitoista eli mesohumoosista (taulukko 7, vrt. taulukko 48). Happitilanne (7,1...4,8 mg/l ja 52...36 % kyllästysaste) oli kohtalainen, kaikille kalalajeillemme ja niiden eri kehitysvaiheille (minimi 5 mg/l) jokseenkin riittävä (taulukko 7). Veden pH (6,2...6,3) ja alkaliniteetti (0,12 mmol/l) olivat hyvällä tasolla ja kelvollisia kaikille kalalajeillemme sekä ravulle (taulukko 7). Muut mitatut ominaisuudet olivat sisävesiemme tavanomaista suuruusluokkaa.

Taulukko 7. Kuonanjärven vedenlaatu 03.03.1966 havaintopaikalla 003. Kokonaissyvyys oli tuolloin 3,0 metriä, lumen paksuus 0,5 metriä ja näkösyvyys 2,1 metriä. Tiedot on poimittu Suomen Ympäristökeskuksen Liiteri/Hertta -ympäristötietojärjestelmästä 08.08.2018.

Näytesyvyys (m)	Vedenlaadun ominaisuus	Yksikkö	Analyysitulos
1,0	Hapen kyllästysaste	kyll. %	52
1,0	Happi, liukoinen	mg/l	7,1
1,0	Kemiallinen hapen kulutus	mg/l	11
1,0	Kokonaisfosfori, suodattamaton	µg/l	10
1,0	Lämpötila	°C	0,9
1,0	pH		6,3
1,0	Sähkönjohtavuus	mS/m	4,7
1,0	Väriluku	mg/l Pt	40
2,0	Alkaliniteetti	mmol/l	0,12
2,0	Hapen kyllästysaste	kyll. %	46
2,0	Happi, liukoinen	mg/l	6,2
2,0	Kalsium + magnesium	mmol/l	0,18
2,0	Kemiallinen hapen kulutus	mg/l	10
2,0	Kloridi	mg/l	2,2
2,0	Kokonaisfosfori, suodattamaton	µg/l	5
2,0	Kokonaistyyppi, suodattamaton	µg/l	500
2,0	Lämpötila	°C	1,8
2,0	Mangaani	µg/l	100
2,0	pH		6,2
2,0	Rauta	µg/l	700
2,0	Sähkönjohtavuus	mS/m	4,8
2,0	Väriluku	mg/l Pt	50
3,0	Hapen kyllästysaste	kyll. %	36
3,0	Happi, liukoinen	mg/l	4,8

Kuonanjärven nykyinen vedenlaatu: kokonaisfosforin ja kokonaistypen pitoisuudet

Vuosien 2011 – 2018 havaintojen perusteella Kuonanjärven havaintopaikalla 003 veden kokonaisfosforipitoisuus (11 – 91 µg/l, keskiarvo 40 µg/l, n = 19) vaihtelee varsin voimakkaasti, lähes oligotrofisten vesien tasosta miltei hypereutrofisten järvivesien suuruusluokkaan (taulukko 8). Havaintopaikan kokonaissyvyys on noin 2,5...3 metriä, ja kaikki edellä mainitut mittaustulokset on tehty 1,0 metristä otetuista vesinäytteistä. Siten mahdollista fosforin vapautumista pohjasta (sisäistä kuormitusta) ei voida arvioida. Todellinen Kuonanjärven keskimääräisen (tilavuuspainotteen) kokonaisfosforipitoisuuden vaihtelu saattaa olla tutkittua rankempaa. Joka tapauksessa järvi on selkeästi rehevöitynyt, ja jo pelkän päällysveden kokonaisfosforipitoisuuden suhteellisen suuret vaihtelut ilmentävät voimakasta sisäistä kuormitusta. Kevättalvella 2018 Karelia-ammattikorkeakoulun tekemät pohjasedimentin sekä vedenlaadun ja myös pohjaeläimistön mittaustulokset tukevat tanakasti tätä johtopäätöstä.

Kuonanjärven havaintopaikalla 003 veden kokonaistypen pitoisuudet vuosina 2011 – 2018 (580...1900 µg/l, keskiarvo 1119 µg/l, n = 19) ovat eutrofisten ja ajoittain hypereutrofisten järvien suuruusluokkaa (taulukko 8). Fosforin tavoin myös typen sisäinen kuormitus on siten merkittävää voimakkaan pitoisuusvaihtelun perusteella.

Havaintojen perusteella sekä kokonaisfosforin että kokonaistypen pitoisuudet ovat korkeimmillaan avovesikaudella. Tämä viittaa tuulten aiheuttamaan ravinteiden resuspensioon voimakkaasti liettyneestä pohjasta yläpuoliseen vesimassaan. Lisäksi kalaston aiheuttama ravinteiden mobilisaatio voi myös olla yhtenä selittäjänä tähän ilmiöön. Kevättalven 2018 havaintojen perusteella Kuonanjärven pohjaeläimistö on hyvin vaatimaton (ks. tarkemmin kappale 3.3). Useimmille kalalajeillemme, muutamia petoja (kuten kuha, iso ahven, hauki, lohikalat) ja eläinplanktonsyöjiä (kuten siika ja muikku) lukuun ottamatta, pohjaeläimistö on aivan keskeinen aikuisvaiheen ravintokohde. Heikon pohjaeläimistön vallitessa nämä kalat syövät nälissään pohjasedimenttiä ja ulostavat sen perustuotannolle (kasviplankton ja makrofytyt) jokseenkin käyttökelpoisina ravinteina. Tahtomattaan kalat pahentavat tällöin rehevöitymisen ja nimenomaan sisäkuormitteisuuden noidankehää. Tällainen tilanne on hyvin mahdollinen myös Kuonanjärvessä.

Taulukko 8. Kuonanjärven havaintopaikan 003 (kokonaissyvyys noin 3 metriä) veden kokonaisfosfori- ja kokonaistyyppipitoisuuden sekä a-klorofyllipitoisuuden (kokoomanäyte 0-2 m tai 0-1 m) mittaukset vuosilta 2011 – 2018 (poimittu Suomen Ympäristökeskuksen LIITERI/Hertta – ympäristötietojärjestelmästä 03.10.2018). **Punaisella maalatut pitoisuudet ovat tyypillisiä selkeästi rehevöityneille (eutrofisille tai hypereutrofisille) järvesille.**

Havaintoajankohta	Näytesyvyys (m)	Kok. P (µg/l)	Kok. N (µg/l)	a-klorofylli (µg/l)
14.03.2011	1	11	890	..
30.06.2011	1	55	980	33
22.09.2011	1	46	1500	..
20.03.2012	1	11	920	..
17.07.2012	1	59	1000	56
22.08.2012	1	34	1000	46
25.09.2012	1	35	1100	..
09.03.2015	1	15	1000	..
25.03.2015	1	12	850	..
09.07.2015	1	65	1000	51
31.08.2015	1	62	1900	93
30.09.2015	1	52	1800	..
01.03.2017	1	14	850	..
11.07.2017	1	55	1300	45
06.09.2017	1	91	1500	68
30.10.2017	1	34	900	31
20.03.2018	1	12	580	..
26.06.2018	1	43	890	34
30.07.2018	1	47	1300	55
keskiarvo 2011 - 2018	1	39,6	1119	51,2

Kuonanjärven nykyinen vedenlaatu: kasviplanktonin a-klorofyllipitoisuus

Kuonanjärven veden kasviplanktonin biomassaa kuvaava a-klorofyllipitoisuus havaintopaikalla 003 vuosina 2011 – 2018 (31...93 µg/l, keskiarvo noin 51 µg/l, n = 10) on ollut enimmäkseen erittäin rehevöityneiden (hypereutrofisten) järvesien suuruusluokkaa (taulukko 9, vrt. taulukko 6). Pitoisuudet ovat pääosin siis erittäin korkeita ja ilmentävät vakavia rehevöitymisongelmia. Jatkuvasti toistuvat, pitkäkestoiset ja massiiviset sinilevien esiintymät ovat Kuonanjärven nykytilalle tyypillisiä.

Taulukko 9. Kuonanjärvi 003, kaikki a-klorofyllipitoisuuden havainnot kautta aikain, poimittu SYKE:n Liiteri-ympäristötietojärjestelmästä 03.10.2018. **Kaikki havaitut pitoisuudet ovat tyypillisiä vähintään eutrofisille järville, kursivoidut ja alleviivatut pitoisuudet edustavat erittäin rehevöityneiden (hypereutrofisten) järvesien suuruusluokkaa.**

Näytteenottoaika	Näytesyvyys	a-chl (µg/l)
04.06.1996	0,0-2,0	17
05.08.1996	0,0-2,0	<i>49</i>
15.07.1997	0,0-2,0	22
09.09.1997	0,0-2,0	23
12.06.2006	0,0-1,0	23
26.07.2006	0,0-1,0	<i>82</i>
30.06.2009	0,0-2,0	31
24.08.2009	0,0-2,0	<i>58</i>
30.06.2011	0,0-1,0	33
17.07.2012	0,0-2,0	<i>56</i>
22.08.2012	0,0-2,0	<i>46</i>
09.07.2015	0,0-1,0	<i>51</i>
31.08.2015	0,0-1,0	<i>93</i>
11.07.2017	0,0-1,0	<i>45</i>
06.09.2017	0,0-2,0	<i>68</i>
30.10.2017	0,0-2,0	31
26.06.2018	0,0-2,0	34
30.07.2018	0,0-2,0	<i>55</i>



Kuva 8. Sinilevää Kuonanjärven kaakkoispäässä 29.08.2018. Kuva: Reijo Jantunen, Pro Puruvesi ry.

Kuonanjärven vedenlaadun havainnot vuosina 2017 - 2018

Vuosina 2017 - 2018 Kuonanjärven vedenlaatua havaintopaikalla 003 (kokonaissyvyys enimmillään noin 3 metriä) mitattiin yhteensä seitsemän kertaa. Vesinäytteet on otettu 1,0 metrin syvyydestä.

Happitilanne on ollut kaikkina havaintoajankohtina vähintään tyydyttävän hyvä. Kokonaisfosforin pitoisuudet (12 – 91 µg/l) ovat vaihdelleet erittäin voimakkaasti, lievästi mesotrofisista erittäin rehevöityneille järville tyypillisiin pitoisuuksiin (taulukko 10, vrt. taulukko 4). Myös kaikki kokonaistypen pitoisuudet (580 – 1500 µg/l) ovat selkeästi rehevöityneiden järvidesien suuruusluokkaa (taulukko 10, vrt. taulukko 5). Liukoisten mineraaliravinteiden eli välittömästi vesiekosysteemin perustuottajille (kasviplankton, vesi- ja rantamakrofytyt, perifytonlevät) käyttökelpoisten ravinteiden pitoisuudet ovat olleet enimmäkseen maltillisia. Avovesikaudella perustuottajat sitovat niitä yleisesti hyvin tehokkaasti. Kasviplanktonin a-klorofyllipitoisuudet olivat eutrofisten ja hypereutrofisten järvien suuruusluokkaa kaikilla viidellä havaintokerralla vuosina 2017 - 2018 (taulukko 10, vrt. taulukko 6).

Taulukko 10. Kuonanjärvi 003, Näytesyvyys 1,0 m. Veden hapen sekä fosforin ja typen eri fraktioiden sekä kasviplanktonin a-klorofyllin pitoisuuksien havainnot 2017 – 2018. Mittaustulokset on poimittu Suomen Ympäristökeskuksen Liiteri/Hertta –ympäristötietojärjestelmästä 07.11.2018. **Punaisella maalatut arvot edustavat selkeästi rehevöityneille järvivesille tyypillisiä pitoisuuksia.**

Pvm	Lt.	O ₂	O ₂	Kok. P	PO ₄ ³⁻ -P	Kok. N	NO ₂ ⁻ +NO ₃ ⁻ -N	NH ₄ ⁺ -N	a-chl
	(°C)	(mg/l)	(kyll.%)	(µg/l)	(µg/l)	(µg/l)	(µg/l)	(µg/l)	(µg/l)
01.03.2017	+1,6	10,2	73	14	2,8	850	280	2	..
11.07.2017	+20,0	9,2	100	55	3,3	1300	16	19	45
06.09.2017	+13,8	10,7	103	91	1	1500	2	7	68
30.10.2017	+1,3	11,5	81	34	3,4	900	6	8	31
20.03.2018	+0,6	12,0	84	12	2,7	580	160	2	..
26.06.2018	+19,0	9,4	101	43	5	890	15	2	34
30.07.2018	+24,3	8,4	101	47	3,6	1300	14	4	55

Kuonanjärven veden pH (6,6 – 8,2) on hyvä kaikille kalalajeillemme (yleinen sietoalue noin pH 5,5 – pH 9,2) ja ravulle (pH vähintään 6), mikäli vesialueen tila muutoin on hyvä (kuten vähintään tyydyttävä happitilanne ja vähäinen pohjan liettyneisyys) (taulukko 11).

Kuonanjärven rehevyyden ja siitä aiheutuvan voimakkaan perustuotannon vuoksi veden pH saattaisi avovesikaudella ajoittain kohota haitallisen emäksiselle tasolle, ts. pH ≥ 9,2.

Veden alkaliniteetti (0,13 – 0,21 mmol/l) eli puskurikapasiteetti (kyky neutraloida happamuutta ja myös emäksisyyttä) on varsin hyvä. Tätä ilmentää myös veden kelvallinen pH:n taso. Yleisesti happamoituneen järviveden alkaliniteetti on maassamme alle 0,05 mmol/l. Veden kalsiumin ja magnesiumin pitoisuudet ovat tyypillisen pieniä ja tavanomaisia itäisen Suomen järvivesille (taulukko 11).

Taulukko 11. Kuonanjärvi 003, Näytesyvyys 1,0 m. Veden alkaliniteetin ja happamuusasteen sekä kalsiumin ja magnesiumin pitoisuuksien havainnot 2017 – 2018. Mittaustulokset on poimittu Suomen Ympäristökeskuksen Liiteri/Hertta –ympäristötietojärjestelmästä 07.11.2018.

Pvm	Lämpötila	Alkaliniteetti	pH	Ca	Mg
	(°C)	(mmol/l)		(mg/l)	(mg/l)
01.03.2017	1,6	0,21	6,7	6,5	1,6
11.07.2017	20,0	0,13	8,2	..	..
06.09.2017	13,8	0,14	7,7	..	..
30.10.2017	1,3	0,15	7,0	4,2	1,1
20.03.2018	0,6	0,13	6,6	4,4	1,1
26.06.2018	19,0	0,13	7,0	..	..
30.07.2018	24,3	0,15	7,0	..	..

Kuonanjärven veden alumiinin ja mangaanin pitoisuudet olivat kohtalaisen pieniä kevään 2017 ja 2018 välisten havaintojen perusteella (taulukko 12). Raudan pitoisuudet olivat hiukan kohonneita heinä- ja syyskuun mittausajankohtina. Tämä saattaa aiheutua edellä mainitusta resuspensiosta. Järven veden pH-taso on niin hyvä, ettei näistä metallipitoisuuksista ole mainittavaa haittaa vesielieöstölle.

Vesi on vuosien 2017 – 2018 havaintojen perusteella ollut ajoittain hyvin sameaa ja kiintoainepitoisuudet ovat järvedelle hyvin korkeita (taulukko 13).

Taulukko 12. Kuonanjärvi 003, Näytesyvyys 1,0 m. Veden eräiden alkuaineiden ja yhdisteiden pitoisuuksien sekä sähkönjohtavuuden havainnot 2017 – 2018. Mittaustulokset on poimittu Suomen Ympäristökeskuksen Liiteri/Hertta –ympäristötietojärjestelmästä 07.11.2018.

Pvm	Lämpötila	Al	K	Cl ⁻	Mn	Na	SiO ₂	Fe	SO ₄ ²⁻	Sähk.joht.
	(°C)	(µg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(µg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(µg/l)	(mg/l)	(mS/m)
01.03.2017	+1,6	42	1,5	2,5	53	2,7	4,8	360	9,6	6,8
11.07.2017	+20,0	..	..	..	..	..	..	1300	..	4,2
06.09.2017	+13,8	..	..	..	..	..	..	1200	..	4,3
30.10.2017	+1,3	44	0,98	1,7	69	1,7	3,2	640	7,4	4,5
20.03.2018	+0,6	100	0,98	1,5	35	2	2,5	800	..	4,6
26.06.2018	+19,0	..	..	..	..	..	..	1300	..	4,1
30.07.2018	+24,3	..	..	..	..	..	..	1600	..	4,3

Taulukko 13. Kuonanjärvi 003, näytesyvyys 1,0 m. Veden eräiden pitoisuuksien ja ominaisuuksien havainnot 2017 – 2018. Mittaustulokset on poimittu Suomen Ympäristökeskuksen Liiteri/Hertta – ympäristötietojärjestelmästä 07.11.2018. **Punaisella maalatut sameuden ja kiintoaineen mittaustulokset ovat korkeita.**

Pvm	Lt.	Näkösyv.	TIC	COD _{Mn}	TOC	Sameus	Väri	Absorptiokerroin , 400 nm	Absorptiokerroin , 750 nm	Kiintoaine
	(°C)	(m)	(mg/l)	(mg/l O ₂)	(mg/l)	(FNU)	(mg Pt/l)	(1/m)	(1/m)	(mg/l)
01.03.2017	+1,6	1,6	3,3	16	15	2	55	..	..	..
11.07.2017	+20,0	0,4	..	15	..	19	110	7,7	0,092	26
06.09.2017	+13,8	0,3	..	18	..	20	130	5,3	0,025	38
30.10.2017	+1,3	0,6	1,6	15	11	7,4	90	..	..	..
20.03.2018	+0,6	0,8	1,7	15	14	0,77	100	..	..	..
26.06.2018	+19,0	0,65	..	18	..	11	75	11	0,14	23
30.07.2018	+24,3	..	..	19	..	21	56	7,5	0,11	33

Kuonanjärvi 090 eteläpää: vedenlaadun havainnot vuosina 2006 - 2015

Taulukko 14. Kuonanjärven eteläisen havaintopaikan 090 veden alkaliniteetin ja happamuusasteen havainnot 16.02.2006 – 25.03.2015. Tiedot on poimittu Suomen Ympäristökeskuksen Liiteri/Hertta –ympäristötietojärjestelmästä 08.08.2018.

Pvm	Näytesyvyys	Lämpötila	Alkaliniteetti	pH
	(m)	(°C)	(mmol/l)	
16.02.2006	1,0	+0,6	0,12	6,2
12.06.2006	1,0	+18,0	0,11	7,4
	2,0	+17,4	0,11	7,0
26.07.2006	0-2	+19,7	..	..
25.03.2015	1,0	+2,6	0,116	6,4

Taulukko 15. Kuonanjärven eteläisen havaintopaikan 090 veden eräiden aineiden pitoisuuksien ja sähkönjohtavuuden havainnot 16.02.2006 – 25.03.2015. Tiedot on poimittu Suomen Ympäristökeskuksen Liiteri/Hertta –ympäristötietojärjestelmästä 08.08.2018.

Pvm	Näytesyv.	Lämpötila	Cl ⁻	Mn	Fe	Sähk.joht.
	(m)	(°C)	(mg/l)	(µg/l)	(µg/l)	(mS/m)
16.02.2006	1,0	+0,6	3,4	..	830	7,5
12.06.2006	1,0	+18,0	2,4	..	820	5,1
	2,0	+17,4	..	..	850	5,2
26.07.2006	0-2	+19,7	..	..	..	..
25.03.2015	1,0	+2,6	..	80	680	5,0

Taulukko 16. Kuonanjärven eteläisen havaintopaikan 090 veden väriä ja humuspitoisuutta kuvaavien ominaisuuksien havainnot 16.02.2006 – 25.03.2015. Tiedot on poimittu Suomen Ympäristökeskuksen Liiteri/Hertta –ympäristötietojärjestelmästä 08.08.2018. **Punaisella maalatut sameusarvot ovat korkeita ja tyypillisiä hyvin sameille järvesille.**

Pvm	Näytesyv.	Lämpötila	Näkösyv.	COD _{Mn}	Sameus	Väriluku
	(m)	(°C)	(m)	(mg/l O ₂)	(FNU)	(mg Pt/l)
16.02.2006	1,0	+0,6	1,00	15	1,6	75
12.06.2006	1,0	+18,0	0,80	14	8,1	80
	2,0	+17,4	..	14	8,5	80
26.07.2006	0-2	+19,7	0,40	..	..	..
25.03.2015	1,0	+2,6	1,70	11	3,9	70

Taulukko 17. Kuonanjärven eteläisen havaintopaikan 090 veden hapen ja ravinteiden sekä kasviplanktonin a-klorofyllin pitoisuuksien havainnot 16.02.2006 – 25.03.2015. Tiedot on poimittu Suomen Ympäristökeskuksen Liiteri/Hertta –ympäristötietojärjestelmästä 08.08.2018. **Punaisella maalatut pitoisuudet ovat tyypillisiä selkeästi rehevöityneille järvesille.**

Pvm	Näytesyvyy s	Lämpötila	O ₂	O ₂	Kok. P	PO ₄ ³⁻ - P	Kok. N	NO ₂ ⁻ +NO ₃ ⁻ -N	NH ₄ ⁺ -N	a-chl
	(m)	(°C)	(mg/l)	(kyll.%)	(µg/l)	(µg/l)	(µg/l)	(µg/l)	(µg/l)	(µg/l)
16.02.2006	1,0	+0,6	11,2	78	32	..	910	350	..	..
12.06.2006	1,0	+18,0	10,1	107	45	..	790	6	..	21
	2,0	+17,4	9,8	103	50	..	800	2	..	..
26.07.2006	0-2	+19,7	..	..	69	..	1500	8	..	75
25.03.2015	1,0	+2,6	9,5	70	16	..	680	250	16	..

Kuonanjärvi 030 ja Kuonanjoki 185; välittömästi Kuonanjärvestä lähtevän veden kiintoaineen ja ravinteiden pitoisuudet sekä kiintoainekuorma Kuonanjärvestä välittömästi lähtevä vesi (havaintopaikat 030 ja 185) edustaa Kuonanjärven päällysvettä, mikäli järvessä on terminen kerrosteisuus, ts. talvi- tai kesäkerrosteisuus. Kun Kuonanjärven vesi on sekoittunut kevät- ja syystäyskiertojen aikana tai avovesikaudella voimakkaiden tuulten aikana, niin Kuonanjoen yläjuoksun vedenlaatu edustaa silloin Kuonanjärven keskimääräistä vedenlaatua.

Vuosien 2009 – 2018 havaintojen perusteella Kuonanjoen kiintoainepitoisuudet (0,5 – 29 mg/l, keskiarvo 15 mg/l, n = 8) ovat olleet enimmäkseen hyvin korkeita (taulukko 18). Keskipitoisuuden ja keskivirtaaman perusteella (15,0 mg/l x MQ_{Kuonanjärvi}) Kuonanjärvestä

lähtevä vuotuinen kiintoainekuorma on noin 243 tonnia. Tämä on erittäin merkittävä kuormitus, koska pitoisuus on järvivesille poikkeuksellisen korkea. Hyväkuntoisen, karun tai karuhkon järven kiintoainepitoisuudet ovat suuruusluokaltaan korkeintaan noin 1 mg/l. Sillä keskipitoisuudella Kuonanjärven kiintoainekuorma Puruveteen olisi korkeintaan noin 16 000 kg vuodessa.

Taulukko 18. Kiintoainepitoisuus, Kuonanjoki 030 ja Kuonanjoki 185, kautta aikain kaikki havainnot (Suomen Ympäristökeskus, LIITERI/Hertta, poimittu 03.10.2018). **Punaisella maalatut arvot ovat järvedelle poikkeuksellisen korkeita.**

Näytteenottoaika (havaintopaikka)	Suure	Pitoisuus (mg/l)
29.04.1982 (030)	Kiintoaine	2,2
25.05.2009 (030)	Kiintoaine, karkea	14
09.11.2009 (030)	Kiintoaine, karkea	3,1
25.01.2012 (030)	Kiintoaine, karkea	0,5
23.10.2016 (030)	Kiintoaine, hieno, suodatus polykarb. 0,4 µm	9
07.06.2017 (030)	Kiintoaine, hieno, suodatus polykarb. 0,4 µm	14
08.06.2017 (185)	Kiintoaine, hieno, suodatus polykarb. 0,4 µm	17
18.10.2017 (030)	Kiintoaine, hieno, suodatus polykarb. 0,4 µm	29
13.08.2018 (185)	Kiintoaine, hieno, suodatus polykarb. 0,4 µm	33
Keskiarvo 2009 - 2018		15,0

Kuonanjoen yläjuoksun havaintopaikkojen 030 ja 085 kokonaisfosforin pitoisuudet (18...66 µg/l, keskiarvo 38 µg/l, n = 18 vuosina 2008 – 2018) ja kokonaistypen pitoisuudet (670...1800 µg/l, keskiarvo 1048 µg/l, n = 18 vuosina 2008 – 2018) ovat lähes samaa suuruusluokkaa Kuonanjärven mittaustuloksiin (kok. P keskiarvo 40 µg/l ja kok. N 1119 µg/l 2011-2018) verrattuna (taulukot 8 ja 19). Kohtalaisen tiheä Kuonanjärvestä lähtevän veden pitoisuuksien havainnointi mahdollistaa tyydyttävän vuotuisen kuormituksen määrittämisen Puruveteen Savonlahteen.

Taulukko 19. Kuonanjoki 030, kok. P ja kok. N 2008 – 2017 ja Kuonanjoki 185 (08.06.2017 ja 13.08.2018 sekä 22.11.2018), (Suomen Ympäristökeskus, LIITERI/Hertta, poimittu 03.10.2018, Karelia-ammk on hakenut näytteet 22.11.2018 ja ne on mitattu Savo-Karjalan Ympäristötutkimus Oy:n laboratoriossa). Karelia-ammattikorkeakoulu on ottanut marraskuun 2018 näytteet ja mitannut virtaaman Flowatch® -siivikon avulla. Kokonaisfosforin ja kokonaistypen pitoisuudet on mitattu Savo-Karjalan Ympäristötutkimus Oy:n laboratoriossa (ks. Liite 9). Punaisella maalatut pitoisuudet ovat selkeästi rehevöityneiden järvesien suuruusluokkaa.

Havaintopvm	Kokonaisfosfori, suodattamaton (µg/l)	Kokonaistyyppi, suodattamaton (µg/l)	Q (l/s)
12.05.2008	36	1000	..
04.11.2008	32	970	..
25.05.2009	55	1000	..
09.11.2009	19	980	..
22.02.2011	14	800	..
16.05.2011	32	780	..
27.09.2011	52	1400	..
25.01.2012	18	900	..
06.08.2012	32	1000	..
27.05.2013	38	900	..
27.08.2013	66	1800	..
15.05.2014	45	980	..
23.10.2016	29	670	..
07.06.2017	36	700	..
08.06.2017	43	780	..
18.10.2017	51	1100	..
13.08.2018	46	1600	..
22.11.2018	43	1500	559,3
Kesklarvo	38,2	1048	

Taulukko 20. Kuonanjoen (havaintopaikka suluissa) veden kokonais- ja mineraalifosforin sekä – tyypen pitoisuudet vuosina 2014 - 2018. Tulokset on poimittu Suomen Ympäristökeskuksen Liiteri/Hertta –ympäristötietojärjestelmästä 05.11.2018. Karelia-amk on hakenut näytteet 22.11.2018 ja ne on mitattu Savo-Karjalan Ympäristötutkimus Oy:n laboratoriossa. **Punaisella maalatut mittaustulokset ovat eutrofisille järvesille tyypillisiä.**

Pvm	Lämpötila	Kok. P	PO ₄ ³⁻ - P	Kok. N	NO ₂ ⁻ +NO ₃ ⁻ -N	NH ₄ ⁺ -N
	(°C)	(µg/l)	(µg/l)	(µg/l)	(µg/l)	(µg/l)
15.05.2014 (030)	+9,3	45	..	980	53	..
23.10.2016 (030)	+6,9	29	1	670	2	24
07.06.2017 (030)	+14,9	36	1	700	7	6
08.06.2017 (185)	+12,0	43	1	780	13	4
18.10.2017 (030)	+6,0	51	1	1100	6	6
13.08.2018 (185)	+20,2	46	2,8	1600	19	39
22.11.2018 (185)	+0,7	43	..	1500	..	..

Iso Vehkajärvi 002 ja sen lasku-uoma Vehkaoja 018 Kuonanjärveen

Vehkaojan havaintopaikan 018 kokonaisravinteiden ja kiintoaineen pitoisuuksien havainnot vuosina 2006 - 2018

Vehkaojan myötä Kuonanjärveen tulee sen suurimman kaukovaluma-alueen ainevirtaamat. Vehkaojan havaintopaikan 018 vesi edustaa Ison Vehkajärven vedenlaatua, mikäli Ison Vehkajärven vesi on täysin sekoittunutta, ts. kevät- ja syyskiertojen sekä hyvin tuulisten avovesikauden ajankohtien aikana. Ison Vehkajärven vesimassan termisen kerrosteisuuden (kesä, talvi) aikana Vehkaojan vesi edustaa Ison Vehkajärven päällisveden laatua.

Vuosien 2006 – 2018 havaintojen (n = 9) perusteella Iso Vehkajärvi syöttää Kuonanjärveen reheville (eutrofisille) järville tyypillistä vettä ravinnepitoisuuksien perusteella (kok. P 29...45 µg/l, keskiarvo 36 µg/l ja kok. N 580...990 µg/l, keskiarvo 749 µg/l) (taulukko 21).

Vehkaojasta on muutama kiintoainepitoisuuden havainto (1,2...10 mg/l, n = 4) vuodelta 2009 sekä 2017-2018. Niistä useimmat ovat järvesille varsin korkeita (taulukko 21).

Taulukko 21. Vehkaoja 018. Karelia-ammattikorkeakoulu on ottanut marraskuun 2018 näytteet ja mitannut virtaaman Flowatch® -siivikon avulla. Kokonaisfosforin ja kokonaistypen pitoisuudet on mitattu Savo-Karjalan Ympäristötutkimus Oy:n laboratoriossa (ks. Liite 9). **Punaisella maalatut ravinteiden pitoisuudet edustavat selkeästi rehevöityneille vesille tyypillisiä pitoisuuksia ja punaisella maalatut kiintoainepitoisuudet ovat järvisedelle korkeita.**

Pvm	Lt.	Kok. P	PO ₄ ³⁻ -P	Kok. N	NO ₂ ⁻ +NO ₃ ⁻ -N	NH ₄ ⁺ -N	Kiintoaine	Q
	(°C)	(µg/l)	(µg/l)	(µg/l)	(µg/l)	(µg/l)	(mg/l)	(l/s)
01.02.2006	+0,6	38	..	990	260	..	..	..
07.06.2006	+14,0	39	..	650	8	..	..	..
08.10.2007	+11,3	45	..	840	80	..	..	..
25.05.2009	+14,5	44	13	760	96	6	10	..
09.11.2009	+1,4	32	13	760	35	39	1,2	..
27.05.2013	+16,7	31	..	720	130	8	..	..
29.06.2017	+16,9	29	3,1	580	6	6	6	..
06.06.2018	+12,0	39	3,1	740	98	6	8,5	..
22.11.2018	+0,4	31	..	700	..	..	..	329,4
keskiarvo	..	36,4	8,1	748,9	89,1	13	6,4	..

Ison Vehkajärven kokonaisfosforin sekä kokonaistypen pitoisuudet vuonna 1966 ja vuosina 2013 - 2016

Maaliskuussa 1966 talvikerrosteisuuden loppuvaiheessa Ison Vehkajärven veden kokonaisfosforin pitoisuudet (10 µg/l 1,0 m ja 20 µg/l 5,0 m) olivat karuille...lievästi rehevöityneille vesille tyypillistä suuruusluokkaa. Kokonaistypen pitoisuudet (600 ja 800 µg/l) olivat varsin reheville järvidesille tyypillisiä (taulukko 22).

Vuosien 2013 – 2016 kokonaisfosforin ja -typen havaintojen (11 havaintokertaa sekä päällysvedestä [1,0 m] ja alusvedestä [P-1,0 m, ts. noin 5 m]) perusteella Iso Vehkajärvi on selkeästi rehevöitynyt. Kokonaisfosforin pitoisuudet vaihtelivat tuolloin 23...48 µg/l (keskiarvo noin 33 µg/l) ja kokonaistypen pitoisuudet 530...810 µg/l (keskiarvo noin 633 µg/l) (taulukko 23). Nämä pitoisuudet ovat tyypillisiä mesotrofisille ja eutrofisille järvidesille.

Taulukko 22. Ison Vehkajärven veden kokonaisravinteiden pitoisuudet sekä lämpötila havaintopaikalla 002 talvikerrosteisuuden loppuvaiheessa 03.03.1966.

Näytesyvyy s	Suure	Yksikkö	Tulos
1,0	Kokonaisfosfori, suodattamaton	µg/l	10
1,0	Kokonaistyyppi, suodattamaton	µg/l	800
1,0	Lämpötila	°C	0,7
3,0	Lämpötila	°C	2,2
5,0	Kokonaisfosfori, suodattamaton	µg/l	20
5,0	Kokonaistyyppi, suodattamaton	µg/l	600
5,0	Lämpötila	°C	4
6,0	Lämpötila	°C	4,5

Taulukko 23. Ison Vehkajärven veden kokonaisfosforin ja kokonaistypen pitoisuuden havainnot 2013 – 2016 havaintopaikalla 002. Havaintopaikan kokonaissyvyys on noin 6 metriä. **Punaisella maalatut pitoisuudet ovat tyypillisiä selkeästi rehevöityneille (eutrofisille) järvesiville.**

Ajankohta	Näytesyvyys (m)	Kok. P (µg/l)	Kok. N (µg/l)
11.03.2013	1	40	750
11.03.2013	5	43	770
27.06.2013	1	27	590
27.06.2013	5	35	590
30.07.2013	1	32	650
30.07.2013	5,2	31	590
20.08.2013	1	41	570
20.08.2013	5,5	33	610
10.09.2013	1	48	600
10.09.2013	5	40	580
18.03.2014	1	36	680
18.03.2014	5	38	810
10.03.2016	1	23	740
10.03.2016	5,6	32	800
20.06.2016	1	28	550
20.06.2016	5,5	34	580
19.07.2016	1	28	530
19.07.2016	5,4	36	560
23.08.2016	1	24	630

23.08.2016	5,5	28	620
15.09.2016	1	29	560
15.09.2016	5,1	27	560
keskiarvo	..	33,3	632,7

Kuonanjärveen laskevan Tenhunjoen 169 havaintopaikan ravinteiden pitoisuudet

Vehkajärvien osavaluma-alueen (noin 38 km²) ohella toinen merkittävä Kuonanjärven kaukovaluma-alue on kuuden pienen järven muodostama Tenhunjoen valuma-alue (pinta-ala noin 10 km²). Tenhunjoesta on kaksi vedenlaadun havaintoa, toukokuun lopulta 2013 ja marraskuulta 2018. Niiden perusteella valuma-alueelta tulee Kuonanjärveen lähes karua vettä (taulukko 24).

Taulukko 24. Tenhunjoen havaintopaikan 169 veden ravinteiden pitoisuudet 27.05.2013 ja 22.11.2018. Vuoden 2013 tulokset on poimittu Suomen Ympäristökeskuksen Liiteri/Hertta – ympäristötietojärjestelmästä 17.11.2018. Karelia-ammattikorkeakoulu on ottanut marraskuun 2018 näytteet ja mitannut virtaaman Flowatch® -siivikon avulla. Kokonaisfosforin ja kokonaistypen pitoisuudet on mitattu Savo-Karjalan Ympäristötutkimus Oy:n laboratoriossa (ks. Liite 9).

Pvm	Lämpötila	Kok. P	Kok. N	NO ₂ ⁻ +NO ₃ ⁻ -N	NH ₄ ⁺ -N	Q
	(°C)	(µg/l)	(µg/l)	(µg/l)	(µg/l)	(l/s)
27.05.2013	+16,8	12	460	38	7	..
22.11.2018	+2,2	12	350	..	..	59,5
keskiarvo	..	12	405	..	..	..

Suureen Vehkajärveen laskeva oja 152 Konnasuolta sekä Pienen Vehkajärven laskuoja 037: kokonaisfosforin ja kokonaistypen pitoisuudet vuosina 2008 - 2013

Taulukko 25. Suureen Vehkajärveen laskevien uomien "Konnasuolta oja 152" ja "Pienen Vehkajärven laskujoki 037" veden kaikki kokonaisfosforin sekä kokonaistypen pitoisuuksien havainnot 2000-luvulta. Poimittu Suomen Ympäristökeskuksen Liiteri/Hertta – ympäristötietojärjestelmästä 26.10.2018. **Punaisella maalatut pitoisuudet ovat selkeästi rehevöityneiden (eutrofisten) järvidesien suuruusluokkaa.**

Havaintopaikka	Havaintopvm	kok. P (µg/l)	kok. N (µg/l)
Konnasuolta laskeva oja 152	05.11.2008	12	400
Konnasuolta laskeva oja 152	18.05.2009	8	180
Pienen Vehkajärven laskujoki 037	01.02.2006	53	1200
Pienen Vehkajärven laskujoki 037	07.06.2006	62	940
Pienen Vehkajärven laskujoki 037	08.10.2007	53	1100
Pienen Vehkajärven laskujoki 037	29.11.2007	52	1200
Pienen Vehkajärven laskujoki 037	05.11.2008	51	1100
Pienen Vehkajärven laskujoki 037	25.05.2009	90	1100
Pienen Vehkajärven laskujoki 037	09.11.2009	45	1000
Pienen Vehkajärven laskujoki 037	27.05.2013	51	860

Pieni Vehkajärvi 027: kokonaisfosforin ja -typen pitoisuudet vuosina 2006 - 2012

Taulukko 26. Pienen Vehkajärven havaintopaikan 027 (kokonaissyvyys noin 1,5 metriä) veden kaikki kokonaisfosforin ja kokonaistypen pitoisuuksien havainnot 2000-luvulta. Poimittu Suomen Ympäristökeskuksen Liiteri/Hertta – ympäristötietojärjestelmästä 26.10.2018. **Punaisella maalatut pitoisuudet ovat eutrofisten ja ajoittain hypereutrofisten järvidesien suuruusluokkaa.**

Näytteenottoaika	Näytesyvyys (m)	Kok. P (µg/l)	Kok. N (µg/l)
01.02.2006	1,0	55	1200
07.06.2006	1,0	68	1200
26.07.2006	0,0-1,0	99	1200
12.06.2007	1,0	80	1100
08.08.2007	1,0	57	1100
20.09.2007	1,0	55	1100
13.03.2008	0,5	44	1200
29.05.2008	1,0	45	890

16.06.2008	1,0	68	910
06.08.2008	1,0	65	970
10.09.2008	1,0	54	1100
01.04.2009	0,5	110	1200
03.06.2009	1,0	86	1000
30.06.2009	1,0	88	940
01.09.2009	1,0	75	1000
01.10.2009	1,0	70	950
08.03.2010	1,0	38	840
23.06.2010	1,0	65	920
27.07.2010	0,5	82	950
19.08.2010	0,5	100	1000
27.09.2010	1,0	69	980
14.03.2011	0,5	84	1200
07.07.2011	1,0	59	850
23.08.2011	0,5	55	830
15.09.2011	0,6	60	760
21.03.2012	1,0	50	1200
13.06.2012	1,0	54	880
31.07.2012	1,0	58	1000
30.08.2012	1,0	50	790
25.09.2012	1,0	49	880
keskiarvo	..	66,4	1004,7

Kuonanjärven minimiravinnetarkastelu

Suomen Ympäristökeskuksen kirjaamien ravinteiden pitoisuushavaintojen perusteella arvioituna tyyppi on useimmiten ollut Kuonanjärvässä ensisijaisesti kasviplanktonin perustuotantoa rajoittava eli ns. minimiravinne (taulukko 29). Runsas ja toistuva sinilevien esiintyminen Kuonanjärvässä on siten johdonmukaista, koska sinilevät ainoana leväryhmänä kykenevät sitomaan ilmakehän tyypeä kasvuunsa ja aineenvaihduntaansa nimenomaan silloin, kun tyypestä tulee vesiekosysteemin minimiravinne.

Taulukko 27. Minimiravinteiden arvioimiseksi voidaan käyttää seuraavia ravinnesuhteita (Salonen ym. 1992).

a) Kokonaisravinteiden pitoisuuksien suhde Kok. N-pitoisuus /kok. P-pitoisuus
b) Mineraaliravinteiden pitoisuuksien suhde $(\text{NH}_4^+ -\text{N} + \text{NO}_3^- -\text{N} + \text{NO}_2^- -\text{N}) / \text{PO}_4^{3-} -\text{P}$
c) Ravinteiden tasapainosuhte Kok. N /kok. P $(\text{NH}_4^+ -\text{N} + \text{NO}_3^- -\text{N} + \text{NO}_2^- -\text{N}) / \text{PO}_4^{3-} -\text{P}$
On havaittu, että kokonaisravinteiden suhde (a) on vähiten herkkä, mineraaliravinteiden suhde (b) edellistä herkempi ja ravinteiden tasapainosuhte (c) herkin kuvaamaan ravinteiden rajoittavuutta

Taulukko 28. Minimiravinteiden ja veden ravinnesuhteen yhteydet (Salonen ym. 1992).

Kokonaisravinteiden suhde (a)	Mineraaliravinteiden suhde (b)	Ravinteiden tasapainosuhte (c)	Minimiravinne
< 10	< 5	> 1	N
10...17	5...12	...	N tai P
>17	> 12	< 1	P

Taulukko 29. Kasviplanktonin perustuotantoa ensisijaisesti rajoittava ravinne vuosien 1999-2018 avovesikausien havaintojen perusteella Kuonanjärven havaintopaikalla 003, arvioitu ns. ravinteiden tasapainoyhtälöllä (taulukot 27 ja 28). Pitoisuustiedot on poimittu Suomen Ympäristökeskuksen Liiteri/Hertta -ympäristötietojärjestelmästä 01.11.2018.

Havaintoajankohta	Näytesyvyys (m)	Kok. N (µg/l)	Kok. P (µg/l)	NH ₄ ⁺ -N (µg/l)	NO ₃ ⁻ + NO ₂ ⁻ -N (µg/l)	PO ₄ ³⁻ -P (µg/l)	Ravintelden tasapainosuhte	Minimiravinne
18.05.1999	1	640	24	2	77	1	0,34	P
18.05.1999	1,8	610	22	2	79	1	0,34	P
12.08.1999	1	1100	47	8	6	1	1,67	N
12.08.1999	1,8	1000	46	8	7	1	1,45	N
07.10.1999	1	770	33	9	9	1	1,3	N
07.10.1999	1,8	850	33	10	8	1	1,43	N
30.06.2009	1	940	41	3	2	2	9,17	N
24.08.2009	1	510	36	7	2	1	1,57	N
15.10.2009	1	800	25	130	7	1	0,23	P
30.06.2011	1	980	55	4	2	3	8,9	N
22.09.2011	1	1500	46	53	2	1	0,59	P
17.07.2012	1	1000	59	4	2	5	14,12	N
22.08.2012	1	1000	34	4	2	6	29,41	N
25.09.2012	1	1100	35	3	2	3	18,86	N
09.07.2015	1	1000	65	4	2	1	2,56	N
31.08.2015	1	1900	62	4	2	3	15,32	N
30.09.2015	1	1800	52	4	2	1	5,77	N
11.07.2017	1	1300	55	19	16	3,3	2,23	N
06.09.2017	1	1500	91	7	2	1	1,83	N
30.10.2017	1	900	34	8	6	3,4	6,43	N
26.06.2018	1	890	43	2	15	5	6,09	N
30.07.2018	1	1300	47	4	14	3,6	5,53	N

Karelia-ammattikorkeakoulun tutkimukset Kuonanjärvellä vuonna 2018

AINEISTO JA MENETELMÄT

Kuonanjärven ja Kuonanjoen pohjasedimentin ja pohjaeläimistön sekä vedenlaadun kenttämittaukset ja laboratorionäytteiden taltioinnit tehtiin helmikuun ja huhtikuun lopun 2018 välisenä aikana. Vesinäytteiden liukoisten eli mineraaliravinteiden pitoisuudet (PO_4^{3-} P, NO_3^- -N ja NH_4^+ -N) mitattiin välittömästi näytteenotosta seuraavana päivänä. Pohjaeläinnäytteisiin ei lisätty lainkaan säilöntäaineita (väkevää etanolia), vaan vesinäytteiden tavoin ne tutkittiin laboratoriossa näytteenotosta seuraavana päivänä. Tällöin eläimet säilyttävät värinsä ja liikuntakykynsä, joka helpottaa poimintaa ja tunnistamista.

Kuonanjärven ja Kuonanjoen pohjasedimentin ja pohjaeläimistön sekä vedenlaadun havaintopaikat ilmenevät taulukosta 30 sekä kuvasta 9. Havaintopaikkojen koordinaatit on esitetty liitteessä 5. Tutkimuksen eri vaiheissa käytetyt laitteet ja menetelmät pääpiirteissään on esitetty taulukoissa 31 ja 32 sekä kuvissa 10 - 22.

Pohjasedimentin laboratorionäytteet otettiin kokoomanäytteinä 0 – 35 cm Kuonanjärven kaakkoiskolkan havaintopaikalta 12 ja keskiseltä havaintopaikalta 003 huhtikuussa 2018. Nämä havaintopaikat valittiin laboratorionäytepaikoiksi mahdollisimman keskimääräisen ulkonäön ja sijainnin perusteella, kun kaikki sedimenttikairaukset Kuonanjärvellä oli ensin tehty. Sedimenttinäytteet pakastettiin välittömästi näytteenoton jälkeen. Näytteet analysoitiin Kokemäenjoen vesiensuojeluyhdistyksen laboratoriossa Tampereella.

Tarmo Tossavainen sekä energia- ja ympäristötekniikan opiskelijat Minna Kutvonen ja Rico-Petteri Mutanen hakivat vesinäytteet ja mittasivat veden lämpötilat sekä virtaamat Kuonanjoen havaintopaikalta 185, Vehkaojan havaintopaikalta 018 ja Tenhunjoen havaintopaikalta 169 22.11.2018 (kuvat 23a – 23d). Vesinäytteistä mitattiin kokonaisfosforin ja kokonaistypen pitoisuudet Savo-Karjalan Ympäristöntutkimus Oy:n laboratoriossa Kuopiossa (Liite 9). Mittaustulokset on esitetty myös taulukoissa 19, 21 ja 24 yhdessä ympäristöhallinnon vedenlaaturekisteristä poimittujen tulosten kanssa.

Kokonaisfosforin, kokonaistypen ja kiintoaineen vuotuiset kuormat (L) Kuonanjärven osavaluma-alueilta Kuonanjärveen sekä Kuonanjärvestä Puruveden Savonlahteen on laskettu yhtälöllä

$$L = C_{\text{kok.P, kok. N tai kiintoaine; keskipitoisuus}} * M_{\text{qSuomi2000-2011}} (9,7 \text{ l/s km}^2) * \text{kunkin ao. valuma-alueen pinta-ala (km}^2) * (3600 * 24 * 365) \text{ s}$$

Lähivaluma-alueen kuormat ja luonnonhuuhtoutumat on arvioitu muista tutkimuksista saatujen tulosten (keskimääräisten ominaiskuormitusarvojen) perusteella.

Taulukko 30. Kuonanjärven pohjasedimentin ja pohjaeläimistön sekä vedenlaadun havaintopaikat kevättalvella 2018. Havaintopaikkojen sijainti ilmenee kuvasta 9.

Havaintopaikan tunnus	Sijainnin luonnehdinta	Vesisyvyys kevättalvella 2018 (m)
Kuona1	aivan järven kaakkoiskolkassa	1,2
Kuona1a	aivan järven kaakkoiskolkassa	1,2
Kuona2	aivan järven kaakkoiskolkassa	1,7
Kuona12	järven kaakkoiskolkan ulapalla	2,6
Kuona6	järven kaakkoiskolkan ulapalla	3,1
Kuona3	järven kaakkoiskolkassa noin 500 m Vehkaojan suulta kaakkoon	1,8
Kuona4	aivan Vehkaojan suun edustalla järven kaakkoiskolkassa	0,8
Kuona11	järven kaakkoisen ulapan keskellä	3,3
Kuona090	järven kaakkoisen ulapan keskellä	3,4
Kuona7	järven kaakkoisen ulapan luoteiskolkassa	2,8
Kuona5	järven kaakkoisen ulapan pohjoiskolkassa (Riikolahti)	2,4
Kuona003	Kokkosaaren eteläpuolella	2,5
Kuona10	Kokkosaaren itäpuolella	2,0
Kuona9	Kokkosaaren pohjoispuolella	2,3
Kuona8	järven luoteiskolkan ulapan keskellä	2,7
Kuonanjoki 185	välittömästi järven lähtevässä, ilmeisesti uittopadon jäänteiden kohdalla, selkeä koskimainen alue	noin 0,3



Kuva 9. Kuonanjärven ja Kuonanjoen pohjasedimentin ja pohjaeläimistön sekä vedenlaadun havaintopaikat kevättalvella 2018. Kartta: Maanmittauslaitoksen peruskartta, MapInfo – paikkatietojärjestelmän pohjakarttana.

Taulukko 31. Kuonanjärven tutkimuksessa kevättalvella ja syksyllä 2018 käytetyt laitteet ja menetelmät.

Tutkimusvaihe	Laitteet ja menetelmät	Lisähuomautukset
Pohjasedimentin kokonaismäärä	Turvekaira, näytteenotto-osan pituus 1,0 m, jatkovarret yht. lähes 10 metriä	
Pintasedimentin redox-potentiaalin mittaus <i>in situ</i>	Viipaloiva Limnos-sedimenttinoudin varusteineen, EZDO-kenttämittari 8200M + redox-elektrodi, Redox-elektrodin kalibrintiliuos, valmistaja WTW	
Pohjasedimentin laboratorioanalyytit	Sedimentin kok. P, kok. N, haihdutushäviö ja hehkutusjäännös	Standardoidut analyysimenetelmät, tehty välittömästi pakastetuista näytteistä Kokemaenjoen vesiensuojeluyhdistyksen laboratoriossa Tampereella
Pohjaeläimistö	Ekman-tyyppinen näytteenotin varusteineen	
Vesinäytteenotto ja laboratorioanalyytit (fosfaattifosfori, nitraattityppi, ammoniumtyppi) Karelia-amk:n laboratorioluokassa	Limnos-vesinäytteenotin, filttarifotometri S 12 A (WTW, Saksa) varusteineen	
Virtaaman mittaus	Flowatch™ -siivikko (Sveitsi)	

Havaintopaikkojen koordinaattien tallennus	Garmin GPSMA64 - satelliittipaikanninlaite	Koordinaattien tarkkuus ±2...±3 metriä
Muut keskeiset varusteet	Ahkiot, moottorisaha, jääkairat (4" ja 6"), luotinaru, rullamitta	

Pohjaeläimistön biodiversiteetti arvioitiin Shannon-Wiener -indeksin avulla. Tämä indeksi tunnetaan myös nimellä Shannonin entropia. Shannonin entropia on tehollisen lajimäärän logaritmi

$$H' = -\sum P_i \ln P_i$$

missä P_i on i lajin osuus paikan kokonaisyksilömäärästä. Indeksien arvo on sitä suurempi mitä enemmän lajeja havaitaan (taulukko 52).

Taulukko 32. Kuonanjärven fosforimallitarkastelussa käytetyt yhtälöt.

Laskentayhtälö	Yhtälöllä ratkaistava asia	Lähteet
(3) $R = 0,9 \times (c_1 \times T) / (280 + c_1 \times T)$	R = kokonaisfosforin nettosedimentaatiokerroin. Soveltamisedot: järven keskimääräinen kokonaisfosforipitoisuus on korkeintaan 40 µg/l ja keskisyvyys vähintään 1 metri. $c_1 = I/Q$, jossa I = fosforin vuosikuorma ja Q = MQ kyseiselle vuodelle. T = V/MQ.	Lappalainen 1977, Frisk 1989
(4) c laskennallinen, mallilla ennustettu = $(1-R) I / MQ$	järven laskennallinen keskimääräinen vuosikeskipitoisuus kokonaisfosforille, kun järveen tuleva ulkoinen fosforin vuosikuormitus tunnetaan luotettavasti.	Lappalainen 1975, 1977, Frisk 1978, 1990
(5) kokonaisfosforin luonnonhuuhtoutuma 5,4 kg/km ² /a	maankäytön suhteen luonnontilaisten valuma-alueiden fosforihuuhtoutuma, koko maan tutkimusalueiden keskiarvo. Tämä on huuhtoutuma lähivaluma-alueelta järveen.	Kortelainen ym. 2003, 20.
(6) $I^* = 0,158 MQ / T (c^* T - 280 + \sqrt{78400 - 448 c^* T + c^{*2} T^2})$	I^* = järven fosforin sieto (suurin sallittu kuorma) (tn kok. P/a) c^* = suurin sallittu keskipitoisuus järvessä (mg/m ³)	Lappalainen 1977, Frisk 1978, 1989; yhtälö (6) perustuu yhtälöihin (3) ja (4)
(7) $Y_A = 0,055 \times 0,635 (g/m^2/a) \times (= q_s) =$ hydraulinen pintakuorma (m/a) = $MQ (m^3/a) / A (m^2)$	Y_A = suurin sallittu kokonaisfosforin kuorma järven sietokykyä ylittämättä. Järven kokonaisfosforin keskipitoisuudeksi on asetettu yhtälössä 10 µg/l	Vollenweider & Dillon 1974, Granberg 1980
(8) $Y_D = 0,174 \times 0,469 (g/m^2/a)$	Y_D = järvelle vaarallinen kokonaisfosforin kuorma. Järven kokonaisfosforin keskipitoisuudeksi on asetettu yhtälössä 20 µg/l	Vollenweider & Dillon 1975, Granberg 1980



Kuva 10. Tutkimuskalustoa hinataan ahkioissa Kuonanjärven luoteiskolkkaan huhtikuussa 2018 Tenhunjoen alajuoksun kohdilla. Opiskelija Jere Tiitta Karelia-ammattikorkeakoulusta (vas.) ja harjoittelija Joanna Latoszek, Lillen yliopisto, Ranska.



Kuva 11. Karelia-ammattikorkeakoulun opiskelija Jere Tiitta (vas.) ja harjoittelija Joanna Latoszek Lillen yliopistosta Ranskasta etenemässä mittauspaikoille Kuonanjärven luoteiskolkassa huhtikuussa 2018.



Kuva 12. Tarmo Tossavainen sahaa moottorisahalla avantoa pohjaeläin- ja sedimenttinäytteiden ottoa sekä kenttäanalyysjä varten. Kuva: Lassi Puurunen, Karelia-ammattikorkeakoulu.



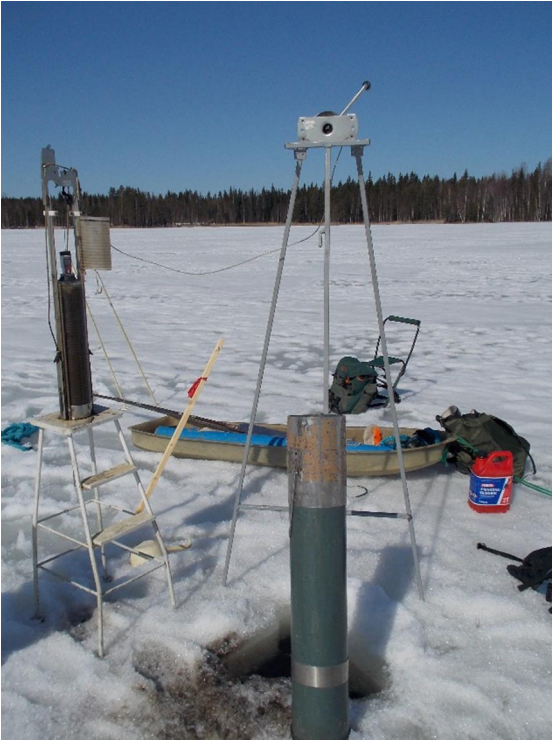
Kuva 13. Karelia-ammattikorkeakoulun opiskelijat Atte Varis (vas.) ja Lassi Puurunen ottavat järven sedimenttinäytettä turvekairalla.



Kuva 14. Insinööriopiskelija Minna Kutvonen, Karelia-ammattikorkeakoulu (vas.) ja harjoittelija Joanna Latoszek, Lillen yliopisto, Ranska, kirjaavat turvekairalla otetun pohjasedimenttinäytteen tietoja huhtikuussa 2018 Kuonanjärven luoteiskolkan havaintopaikalla 003.



Kuva 15. Lyijypainoja kiinnitetään Limnos-sedimenttinoutimeen näytteenottoa varten.



Kuva 16. Pintasedimentin hapetus-pelkistysastetta eli redox-potentiaalia mitataan huhtikuussa 2018 Kuonanjärven luoteiskolkassa.



Kuva 17. Karelia-ammattikorkeakoulun opiskelija Jere Tiitta (vas.) ja Tarmo Tossavainen ovat juuri ottaneet järven pohjaeläinnäytteen Ekman-tyyppisellä näytteenottimella Kuonanjärven luoteiskolkassa huhtikuun alussa 2018. Kuva: Joanna Latoszek.



Kuva 18. Karelia-ammattikorkeakoulun opiskelijat (alkaen vasemmalta) Joonas Kuuramaa, Sari Eronen ja Jarno-Pekka Kuronen purkittavat pohjajäljennäytettä laboratorioanalyysjä varten Kuonanjärven kaakkoiskolkassa helmikuun lopulla 2018.



Kuva 19. Pro Puruvesi ry:n puheenjohtaja Reijo Jantunen pitämässä kenttäluentoa Puruveden kunnostushankkeen kokonaisuudesta Kuonanjärven kenttämittausten ja laboratorionäytteiden taltiointin lomassa huhtikuun alussa 2018 Karelia-ammattikorkeakoulun energia- ja ympäristötekniikan opiskelijoille.



Kuva 20. Kuonanjoen yläjuoksu välittömästi Kuonanjärven alapuolella huhtikuun lopulla 2018.



Kuva 21. Karelia-ammattikorkeakoulun opiskelijat Jarno Hiltunen (vas.) ja Santeri Rautio poimivat ja tunnistavat pohjaeläimiä Karelia-ammattikorkeakoulun laboratorioluokassa Joensuussa.



Kuva 22. Opiskelijat Riikka Mikkonen, Väinö Rintala ja Jani Viitamäki mittaavat Kuonanjärven vesinäytteiden liukoisten ravinteiden pitoisuuksia WTW S12A –filtterifotometrillä huhtikuussa 2018 Karelia-ammattikorkeakoulun laboratoriossa Joensuussa.



Kuva 23. Lounastauko Kuonanjärven havaintopaikalla 003 huhtikuussa 2018. Opiskelija Jukka Oinonen Karelia-ammattikorkeakoulusta ja harjoittelija Joanna Latoszek Lillen yliopistosta Ranskasta.



Kuva 23a. Insinööriopiskelija Rico-Petteri Mutanen mittaa Kuonanjoen virtaamaa havaintopaikalla 185 22.11.2018.



Kuva 23b. Insinööriopiskelija Rico-Petteri Mutanen mittaa Vehkaojan virtaamaa havaintopaikalla 018 22.11.2018.



Kuva 23c. Insinööriopiskelija Rico-Petteri Mutanen mittaa Tenhunjoen virtaamaa havaintopaikalla 169 22.11.2018. Insinööriopiskelija Minna Kutvonen kirjaa mittauslukemia.



Kuva 23d. Peratun oloista, erittäin kunnostuskelpoista Tenhunjoen koskimaista osuutta havaintopaikalla 169 22.11.2018.

2 Tulokset

2.1 KUONANJÄRVEN JA KUONANJOEN YLÄJUOKSUN VEDENLAATU

Karelia-ammattikorkeakoulun tekemät veden laadun fysikaalis-kemialliset kenttä- ja laboratoriomittaukset on esitetty taulukoissa 33 - 35.

Taulukko 33. Kuonanjärven veden laadun havainnot 23.02. ja 06.04.2018. **Selkeästi rehevöityneille järvesiville tyypilliset pitoisuudet on maalattu punaisella värillä.**

Hav.paikka	Pvm	Kok.syv. (m)	Näkösyv. (m)	Näytesyv. (m)	Lt. (°C)	pH	Sähk.joht. (mS/m)	PO ₄ ³⁻ -P (µg/l)	NO ₃ ⁻ -N (µg/l)	NH ₄ ⁺ -N (µg/l)
Kuona5	23.02.2018	2,38	1,43	1,38	+1,9	6,25	5,4	2	<200	143
Kuona6	23.02.2018	3,05	..	1,0	+0,4	6,22	4,4	13	280	199
				2,05	+2,4	6,16	5,2	0	180	399
Kuona6	06.04.2018	2,99	0,94	1,0	+2,0	5,92	2,1	9	490	108
				1,99	+3,5	6,03	4,9	13	240	176
Kuona2	23.02.2018	1,78	1,04	0,78	+0,1	6,09	4,0	12	450	115
Kuona2	06.04.2018	1,47	0,82	0,74	+1,3	5,98	3,7	41	330	69
Kuona2	06.04.2018	2,60	0,99	1,0	+1,7	6,01	5,7	110	300	265
				1,6	+2,3	5,99	6,0	14	480	84

Taulukko 34. Kuonanjärven veden laadun havainnot 28.02. ja 13.04.2018. **Selkeästi rehevöityneille järvesiville tyypilliset pitoisuudet on maalattu punaisella värillä.**

Hav.paikka	Pvm	Kok.syv.	Näkösyv. (m)	Näytesyv. (m)	Lt. (°C)	pH	Sähk.joht. (mS/m)	PO ₄ ³⁻ -P (µg/l)	NO ₃ ⁻ -N (µg/l)	NH ₄ ⁺ -N (µg/l)
Kuona7	28.02.2018	2,89	0,93	1,0	+1,6	6,06	2,5	8	240	233
				1,89	+2,0	6,07	3,8	5	120	576
Kuona7	13.04.2018	2,62	1,27	1,0	+2,0	5,96	6,1	10	550	420
				1,62	+2,9	5,95	5,4	6	330	430
Kuona3	28.02.2018	1,71	0,93	0,71	+0,7	6,00	3,9	14	160	103
Kuona3	13.04.2018	1,65	1,04	0,83	+1,4	5,92	6,1	18	310	41
Kuona1	28.02.2018	1,06	0,87	0,53	+0,7	6,54	5,6	7	490	118
Kuona1a	13.04.2018	1,22	..	0,61	+1,2	6,06	3,2	0	400	147
Kuona2	13.04.2018	1,49	0,89	0,75	+1,9	5,97	5,5	12	750	211

Taulukko 35. Kuonanjärven ja Kuonanjoen veden laadun havainnot 18.04.2018. **Selkeästi rehevöityneille järvesille tyypilliset pitoisuudet on maalattu punaisella värillä.**

Havaintopaikka	Kok.syv. (m)	Näkösyv. (m)	Näytesyv. (m)	Lt. (°C)	PO ₄ ³⁻ -P (µg/l)	NO ₃ ⁻ -N (µg/l)	NH ₄ ⁺ -N (µg/l)
Kuonanjärvi 9	2,42	1,38	1,0	+2,7	4	140	24
			1,42	+3,1	8	270	220
Kuonanjärvi 10	1,81	..	0,91	+2,8	1	230	49
Kuonanjärvi 8	2,55	1,13	1,0	+2,5	2	290	50
			1,55	+3,2	2	270	175
Kuonanjoki 185	..	..	..	+2,6	7	290	104

2.2 KUONANJÄRVEN POHJASEDIMENTIN KENTTÄMITTAUKSET JA -HAVAINNOT

Kuonanjärven pohjassa on 14 mittauspaikan tulosten perusteella keskimäärin 1,59 metriä tummanruskeaa löyhää hienojakoista, ainakin pinnimmäisiltä osiltaan erittäin vesipitoista sedimenttiä (taulukko 38). Järven koko vesialan perusteella Kuonanjärven pohjassa on karkeahkosti arvioituna noin 9,2 milj. m³ tätä järven tilaa ratkaisevasti heikentävää ainesta, ts. 1,594 m x 576,988 ha = 9 197 189 m³.

Taulukko 36. Kaakkoisen Kuonanjärven havaintopaikkojen pohjasedimentin ulkonäkö ja muut visuaaliset havainnot kevättalvella 2018.

Havaintopaikka (pvm)	E _h pintasedimentti (0-2 cm) (mV)	Sedimentin ulkonäkö
Kuona1 (21.02.2018)	..	0-38 cm ruskea hienojakoinen ja hajoamaton makrofytyttiaines
vesisyv. 1,17 m		38-80 cm ruskean aineksen ja harmaan aineksen (saven) sekoitus, syvemmälle mentäessä harmaantuvaa (savipitoisuus ilm. kohoaa)
		80-100 cm hopeanharmaa puhtaanoloinen savi
Kuona1 a (13.04.2018)	..	0-4cm huonosti hajonnutta/hajoamatonta makrofytyttiainesta seka hienojakoista erittäin vesipitoista ruskeaa ainesta
vesisyv. 1,22 m		4-47 cm hopeanharmaa ilmeisen puhdas savi
Kuona2 (21.02.2018)	..	0-25 cm ruskeaa, hienojakoisen ja huonosti hajonneen/hajoamattoman kasviaineksen sekoitusta
vesisyv. 1,61 m		25-95 cm hopeanharmaata, ilmeisen puhdasta savea
Kuona2 (13.04.2018)	-77	0-20 cm tummanruskea hienojakoinen vesipitoinen, seassa runsaasti jokseenkin hajoamattomia makrofytytin kappaleita

vesisyv. 1,49 m		20-94 cm hopeanharmaa ilmesenpuhdas savi
Kuona12 (06.04.2018)	-235	0-33 cm tummanruskea, hienojakoinen, hyvin vesipitoinen aines
vesisyv. 2,60 m		33-49 cm mustanruskea hienojakoinen aines, jonka alla välittömästi erittäin kova pohja (ei hiekkaa, eikä savea; kalliota)
Kuona6 (21.02.2018)	-130	0-152 cm tummanruskea hienojakoinen aines
vesisyv. 3,01 m	E _h mitattu 06.04.2018	152-187 cm hopeanharmaa ilmeisen puhdas savi
Kuona3 (15.03.2018)	..	0-2 cm tummanruskeaa hienojakoista ainesta
vesisyv. 1,65 m		2-7 cm ilmeisen puhdasta hopeanharmaata savea
Kuona3 (13.04.2018)	-1	0-12cm erittäin vesipitoinen hienojakoinen tummanruskea aines, seassa jokseenkin hajoamattomia makrofyytin osia
vesisyv. 1,65 m		12-15cm hopeanharmaa, ilmeisen puhdas kova savi
Kuona4 (15.03.2018)	..	0-20 cm erittäin vesipitoisen hienojakoisen tummanruskean aineksen ja hiekan seosta, seassa hajoamattomia makrofyytin kappaleita
vesisyv. 0,78 m		
Kuona11 (15.03.2018)	..	0-141 cm tummanruskea, hienojakoinen ja hyvin vesipitoinen aines
vesisyv. 3,31 m		141-169 cm tummanruskean hienojakoisen aineksen ja harmaan aineksen (saven) sekoitusta
		169-200 cm ilmeisen puhdasta, hopeanharmaata savea

Taulukko 37. Keskisen ja luoteisen Kuonanjärven havaintopaikkojen pohjasedimentin ulkonäkö ja muut visuaaliset havainnot keväällä 2018.

Havaintopaikka (pvm)	E _h pintasedimentti (0-2 cm) (mV)	Sedimentin ulkonäkö
Kuona7 (13.04.2018)	-88	0-100 cm vesipitoinen hienojakoinen tummanruskea aines
vesisyv. 2,62 m		100-125 cm tummanruskea hienojakoinen aines
		125-200 cm vaaleanharmaanruskea aines
		200-238 cm harmaan ruskehtava hienojakoinen aines
		238-300 cm ilmeisen puhdas hopeanharmaa savi, runsaita ohuita lähes pikimustia raitoja saven seassa
Kuona5 (15.03.2018)	..	0-130 cm tummanruskea, hienojakoinen, hyvin vesipitoinen aines
vesisyv. 2,49 m		130-165 cm vaaleanruskea, hienojakoinen aines
		165-200 cm harmaan aineksen (saven) osuus lisääntyy syvemmillä mentäessä vähitellen portaattomasti

		200-300 cm ilmeisen puhdas hopeanharmaa savi
Kuona003 (26.03.2018)	-15	0-498 cm tummanruskea hienojakoinen aines, 330-498 cm vaaleamman ruskeaa hienojakoista ainesta
vesisyv. 2,31 m		498-500 cm puhdas hopeanharmaa savi
Kuona8 (26.03.2018)	-47	0-360 cm tummanruskea hienojakoinen aines
vesisyv. 2,71 m	E _n -mitattu 18.04.2018	360-464 cm tummanruskean hienojakoisen aineksen ja harmaan aineksen (ilm. savea) seosta
		464-500 cm ilmeisen puhdasta hopeanharmaata savea, ohuita lähes pikimustia raitoja runsaasti
Kuona9 (18.04.2018)	-130	0-132 cm hienojakoinen tummanruskea aines
vesisyv. 2,42 m		132-177 cm ilmeisen puhdas hopeanharmaa savi
Kuona10 (18.04.2018)	+180	0-140 cm tummanruskea hienojakoinen, hyvin vesipitoinen aines
vesisyv. 1,81 m		140-196 cm syvemmmälle mentäessä vähitellen portaattomasti harmaantuvaa (ilmeisesti saven ja ruskean aineksen seosta) hienojakoista ainesta
		196-200 cm ilmeisen puhdas hopeanharmaa savi



Kuva 24. Kuonanjärven kaakkoiskolkassa aivan Kuonanjoen edustalla sijaitsevan havaintopaikan 1 sedimenttinäyte 0 - 100 cm 21.02.2018. Näytteenottimena turvekaira.



Kuva 25. Kuonanjärven kaakkoiskolkassa aivan Kuonanjoen lähtöalueen edustalla sijaitsevan havaintopaikan 1A sedimenttinäyte 0 – 47 cm 13.04.2018. Näytteenottimena turvekaira.



Kuva 26. Kuonanjärven kaakkoiskolkassa sijaitsevan havaintopaikan 2 sedimenttinäyte 0 – 95 cm 21.02.2018. Näytteenottimena turvekaira.



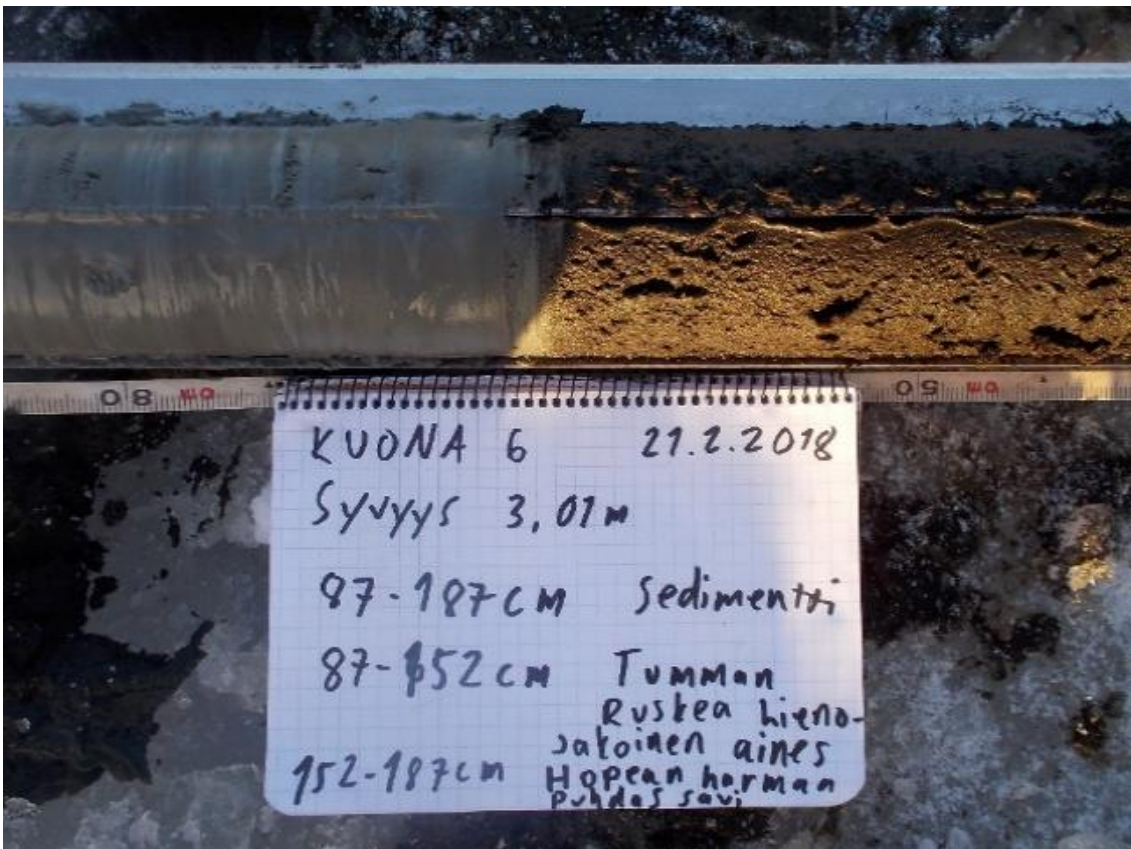
Kuva 27. Kuonanjärven kaakkoiskolkan ulapalla sijaitsevan havaintopaikan 12 sedimenttinäyte 0 – 49 cm 06.04.2018. Näytteenottimena turvekaira.



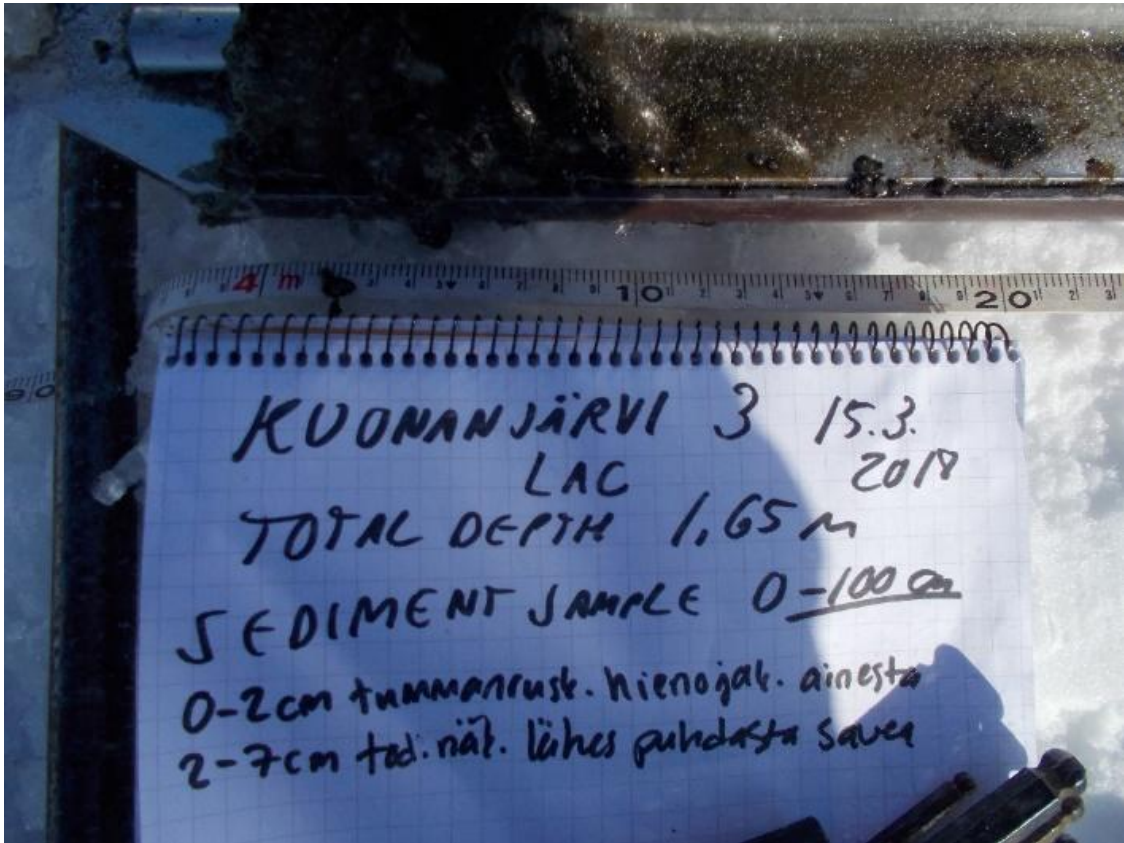
Kuva 28. Kuonanjärven kaakkoisella ulapalla sijaitsevan havaintopaikan 6 sedimenttinäyte 0 – 100 cm 21.02.2018. Näytteenottimena turvekaira.



Kuva 29. Kuonanjärven kaakkoisella ulapalla sijaitsevan havaintopaikan 6 sedimenttinäyte 100 - 187 cm 21.02.2018. Näytteenottimena turvekaira.



Kuva 30. Lähikuva Kuonanjärven kaakkoisella ulapalla sijaitsevan havaintopaikan 6 sedimenttinäytteestä 100 - 187 cm 21.02.2018. Näytteenottimena turvekaira.



Kuva 31. Kuonanjärven havaintopaikan 3 sedimenttinäyte 0 – 7 cm 15.03.2018. Havaintopaikka sijaitsee noin 500 metriä Vehkaojan suulta kaakkoon Kuonanjärven kaakkoisella alueella. Näytteenottimena turvekaira.



Kuva 32. Kuonanjärven havaintopaikan 4 sedimenttinäyte 0 – 20 cm 15.03.2018. Havaintopaikka sijaitsee aivan Vehkaojan purkautumisalueella. Näytteenottimena turvekaira.



Kuva 33. Kuonanjärven kaakkoisella ulapalla sijaitsevan havaintopaikan 11 sedimenttinäyte 0 – 100 cm 15.03.2018. Näytteenottimena turvekaira.



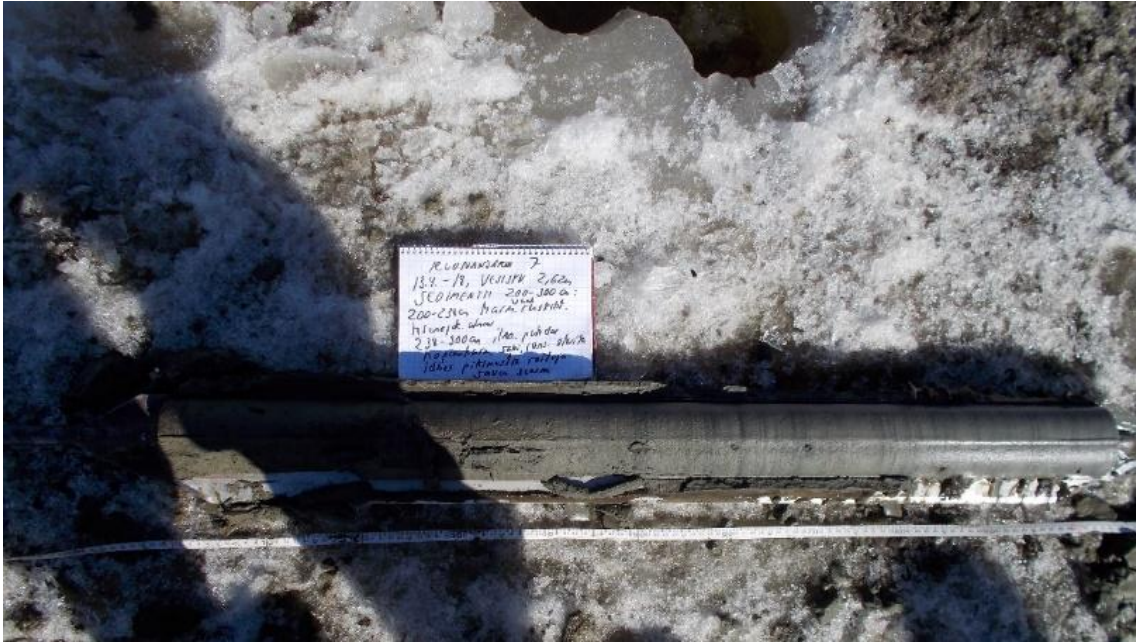
Kuva 34. Kuonanjärven kaakkoisella ulapalla sijaitsevan havaintopaikan 11 sedimenttinäyte 100 – 200 cm 15.03.2018. Näytteenottimena turvekaira.



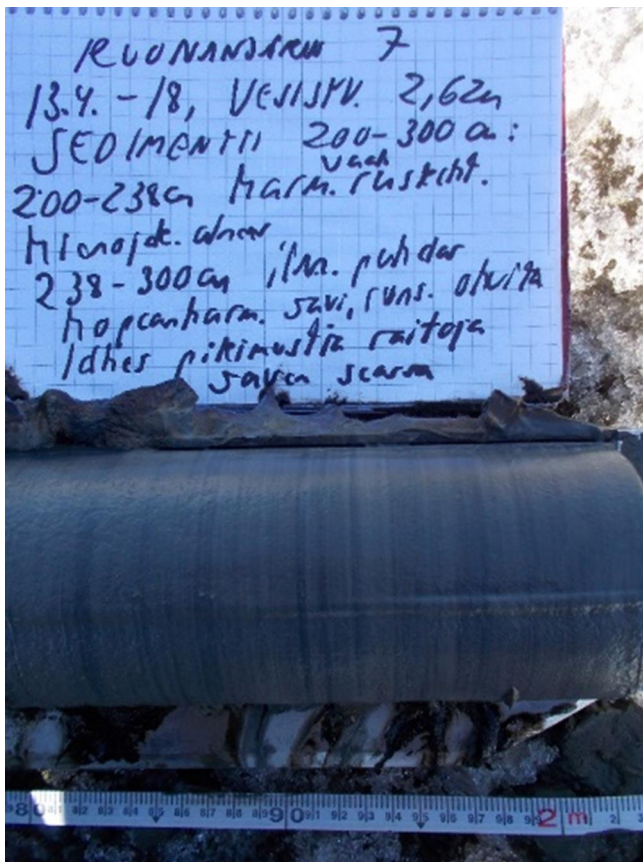
Kuva 35. Lähikuva Kuonanjärven kaakkoisella ulapalla sijaitsevan havaintopaikan 11 sedimenttinäytteestä 100 – 200 cm 15.03.2018. Näytteenottimena turvekaira.



Kuva 36. Keskisellä Kuonanjärvellä sijaitsevan havaintopaikan 7 sedimenttinäyte 0 – 100 cm 13.04.2018. Näytteenottimena turvekaira.



Kuva 37. Keskisellä Kuonanjärvellä sijaitsevan havaintopaikan 7 sedimenttinäyte 200 - 300 cm 13.04.2018. Näytteenottimena turvekaira.



Kuva 38. Lähikuva keskisellä Kuonanjärvellä sijaitsevan havaintopaikan 7 sedimenttinäytteestä 200 - 300 cm 13.04.2018. Näytteenottimena turvekaira.



Kuva 39. Kaakkoisella Kuonanjärvellä Riikolahdessa sijaitsevan havaintopaikan 5 sedimenttinäyte 0 – 100 cm 15.03.2018. Näytteenottimena turvekaira.



Kuva 40. Kaakkoisella Kuonanjärvellä Riikolahdessa sijaitsevan havaintopaikan 5 sedimenttinäyte 100 – 200 cm 15.03.2018. Näytteenottimena turvekaira.



Kuva 41. Kaakkoisella Kuonanjärvellä Riikolahdessa sijaitsevan havaintopaikan 5 sedimenttinäyte 200 – 300 cm 15.03.2018. Näytteenottimena turvekaira.



Kuva 42. Luoteisella Kuonanjärvellä Kokkosaaren eteläpuolella sijaitsevan havaintopaikan 003 sedimenttinäyte 0 – 100 cm 26.03.2018. Näytteenottimena turvekaira. Havaintopaikka on myös ympäristöhallinnon intensiivinen vedenlaadun seuranta-asema.



Kuva 43. Luoteisella Kuonanjärvellä Kokkosaaren eteläpuolella sijaitsevan havaintopaikan 003 sedimenttinäyte 100 - 200 cm 26.03.2018. Näytteenottimena turvekaira. Havaintopaikka on myös ympäristöhallinnon intensiivinen vedenlaadun seuranta-asema.



Kuva 44. Luoteisella Kuonanjärvellä Kokkosaaren eteläpuolella sijaitsevan havaintopaikan 003 sedimenttinäyte 200 - 300 cm 26.03.2018. Näytteenottimena turvekaira. Havaintopaikka on myös ympäristöhallinnon intensiivinen vedenlaadun seuranta-asema.



Kuva 45. Luoteisella Kuonanjärvellä Kokkosaaren eteläpuolella sijaitsevan havaintopaikan 003 sedimenttinäyte 300 – 400 cm 26.03.2018. Näytteenottimena turvekaira. Havaintopaikka on myös ympäristöhallinnon intensiivinen vedenlaadun seuranta-asema.



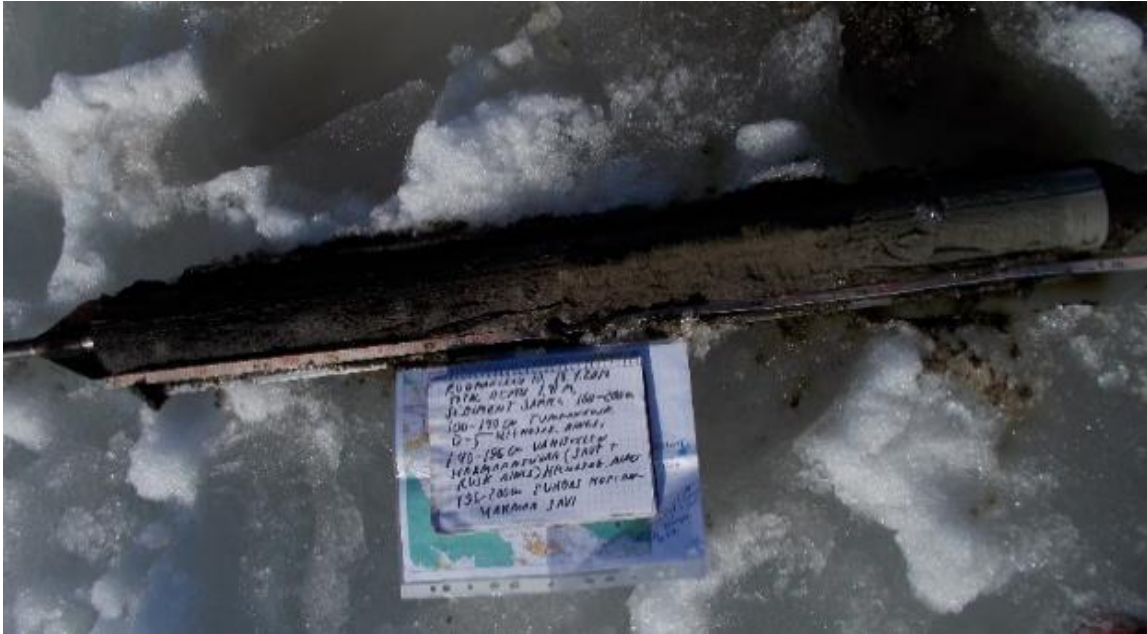
Kuva 46. Luoteisella Kuonanjärvellä Kokkosaaren eteläpuolella sijaitsevan havaintopaikan 003 sedimenttinäyte 400 - 500 cm 26.03.2018. Näytteenottimena turvekaira. Havaintopaikka on myös ympäristöhallinnon intensiivinen vedenlaadun seuranta-asema.



Kuva 47. Lähikuva Luoteisella Kuonanjärvellä Kokkosaaren eteläpuolella sijaitsevan havaintopaikan 003 sedimenttinäytteestä 400 - 500 cm 26.03.2018. Näytteenottimena turvekaira. Havaintopaikka on myös ympäristöhallinnon intensiivinen vedenlaadun seuranta-asema.



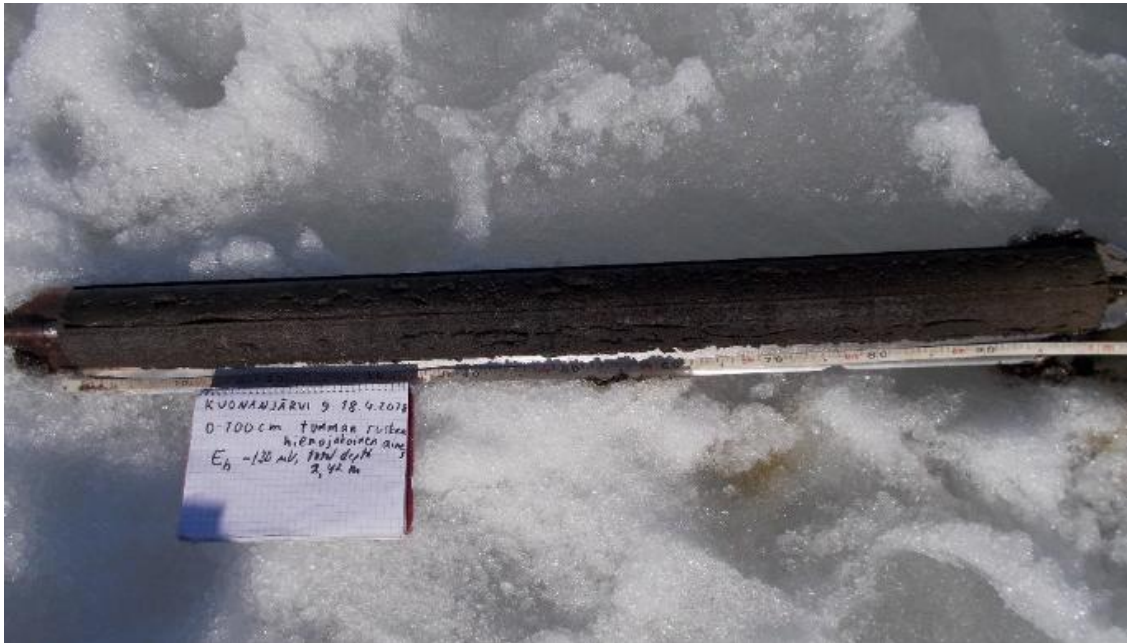
Kuva 48. Keskisellä Kuonanjärvellä Kokkosaaren itäpuolella sijaitsevan havaintopaikan 10 sedimenttinäyte 0 - 100 cm 18.04.2018. Näytteenottimena turvekaira.



Kuva 49. Keskisellä Kuonanjärvellä Kokkosaaren itäpuolella sijaitsevan havaintopaikan 10 sedimenttinäyte 100 – 200 cm 18.04.2018. Näytteenottimena turvekaira.



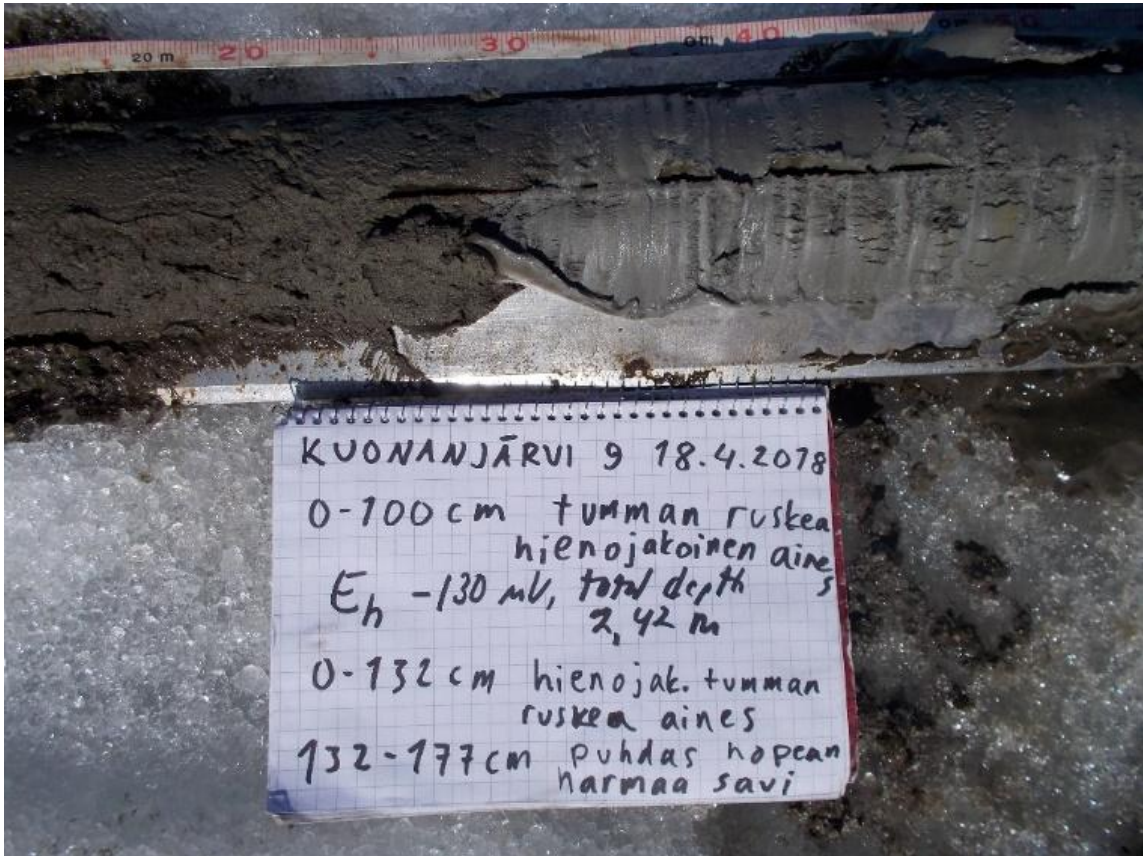
Kuva 50. Lähikuva Keskisellä Kuonanjärvellä Kokkosaaren itäpuolella sijaitsevan havaintopaikan 10 sedimenttinäytteestä 100 – 200 cm 18.04.2018. Näytteenottimena turvekaira.



Kuva 51. Pohjoisella Kuonanjärvellä Kokkosaaren pohjoispuolella sijaitsevan havaintopaikan 9 sedimenttinäyte 0 – 100 cm 18.04.2018. Näytteenottimena turvekaira.



Kuva 52. Pohjoisella Kuonanjärvellä Kokkosaaren pohjoispuolella sijaitsevan havaintopaikan 9 sedimenttinäyte 77 - 177 cm 18.04.2018. Näytteenottimena turvekaira.



Kuva 53. Lähikuva Pohjoisella Kuonanjärvellä Kokkosaaren pohjoispuolella sijaitsevan havaintopaikan 9 sedimenttinäytteestä 100 - 200 cm 18.04.2018. Näytteenottimena turvekaira.



Kuva 54. Kuonanjärven luoteiskolkassa sijaitsevan havaintopaikan 8 sedimenttinäyte 0 - 100 cm 26.03.2018. Näytteenottimena turvekaira.



Kuva 55. Kuonanjärven luoteiskolkassa sijaitsevan havaintopaikan 8 sedimenttinäyte 100 – 200 cm 26.03.2018. Näytteenottimena turvekaira.



Kuva 56. Kuonanjärven luoteiskolkassa sijaitsevan havaintopaikan 8 sedimenttinäyte 200 – 300 cm 26.03.2018. Näytteenottimena turvekaira.



Kuva 57. Kuonanjärven luoteiskolkassa sijaitsevan havaintopaikan 8 sedimenttinäyte 300 – 400 cm 26.03.2018. Näytteenottimena turvekaira.



Kuva 58. Kuonanjärven kaakkoiskolkassa sijaitsevan havaintopaikan 3 sedimenttinäyte 0 – 15 cm 13.04.2018. Näytteenottimena turvekaira.



Kuva 59. Kuonanjärven luoteiskolkassa sijaitsevan havaintopaikan 8 sedimenttinäyte 400 – 500 cm 26.03.2018. Näytteenottimena turvekaira.



Kuva 60. Lähikuva Kuonanjärven luoteiskolkassa sijaitsevan havaintopaikan 8 sedimenttinäytteestä 400 – 500 cm 26.03.2018. Näytteenottimena turvekaira.

2.3 KUONANJÄRVEN PINTASEDIMENTIN HAPETUS-PELKISTYSASTE

Taulukko 38. Löyhän, vesipitoisen ja tummanpuhuvan sedimentin määrä sekä pintasedimentin hapetus-pelkistysasteen eli redox-potentiaalin (E_h) mittaustulokset Kuonanjärvessä keväällä 2018. Havaintopaikkojen 2 ja 3 sedimenttimäärät ovat kahden kairauskerran keskiarvoja (ks. tarkemmin taulukko 36).

Havaintopaikka	Vesisyv. (m)	E_h (mV), pintasedimentti (0-2 cm)	Orgaanisesta aineksesta (ruskea, tumma sedimentti) koostuvan sedimenttikerroksen kokonaispaksuus (cm)
Kuona1	1,17	..	80
Kuona1a	1,22	..	4
Kuona2	1,61	-77	23
Kuona12	2,6	-235	49
Kuona6	3,01	-130	152
Kuona3	1,65	-1	7
Kuona4	0,78	..	20
Kuona11	3,31	..	169
Kuona7	2,62	-88	238
Kuona5	2,49	..	200
Kuona003	2,31	-15	498
Kuona8	2,71	-47	464
Kuona9	2,42	-130	132
Kuona10	1,81	+180	196
keskiarvo	2,12		159,4

2.4 POHJASEDIMENTIN LABORATORIOANALYYSIT JA NIIHIN PERUSTUVAT LASKELMAT

Kuonanjärven pohjasedimentin näytteet laboratorioanalyysijä varten otettiin sedimentin ulkonäön perusteella mahdollisimman edustavilta havaintopaikoilta 003 ja 12 huhtikuussa 2018, kun ensin kaikkien havaintopaikkojen sedimenttikairaukset oli tehty. Analyysit tehtiin Kokemäenjoen vesiensuojeluyhdistyksen laboratoriossa Tampereella välittömästi näytteenoton jälkeen pakastetuista kokoomanäytteistä 0 – 35 cm.

Pohjasedimentin laboratorioanalyysien alkuperäiset tuloslomakkeet (testausselosteet) on esitetty liitteessä 6.

Taulukko 39. Kuonanjärven pohjasedimentin ja sen sisältämien eräiden ainesosien kokonaismäärä kevättalvella 2018. Kyseessä on nimenomaan jokseenkin puhtaan, hopeanharmaan saviaineksen yläpuolisen, tummanpuhuvan ja löyhän sedimentin ainemäärät. ¹Sedimentin sisältämien ainesosien pitoisuudet ovat havaintopaikkojen 003 ja 12 laboratorioanalyysitulosten keskiarvoja. ²Sedimentin massalaskelmat perustuvat taulukossa 51 esitettyyn sedimentin laskennalliseen tiheyteen.

Sedimentin ainesosa	Sedimentin kokonaistilavuus (m ³)	² Sedimentin kokonaismassa (tn)	Osuus kokonaismassasta (%)
yhteensä	9197189	10036372	100
Vesi	..	8 636 298	86,05
¹ Kuiva-aine	..	1 400 074	13,95
¹ Mineraaliaines	..	1 139 128	11,35
¹ Orgaaninen aines	..	260 946	2,6
¹ Kokonaisfosfori (0,87 g/kg ka)	..	1218	0,01
¹ kokonaistyyppi (10,15 g/kg ka)	..	14211	0,14

2.5 KUONANJÄRVEN POHJAEÄIMISTÖ

Kuonanjärven havaintopaikoilta löydettiin yhteensä 11 pohjaeläintaksonin edustajia (taulukot 40 – 42, kuvat 61 – 83). Shannon-Wiener –indeksin arvo vaihteli havaintopaikoittain 0,78 – 1,25 (taulukot 40 - 42).

Taulukko 40. Kuonanjärven pohjaeläimistö havaintopaikoilla 1,2 ja 6 kevättalvella 2018.

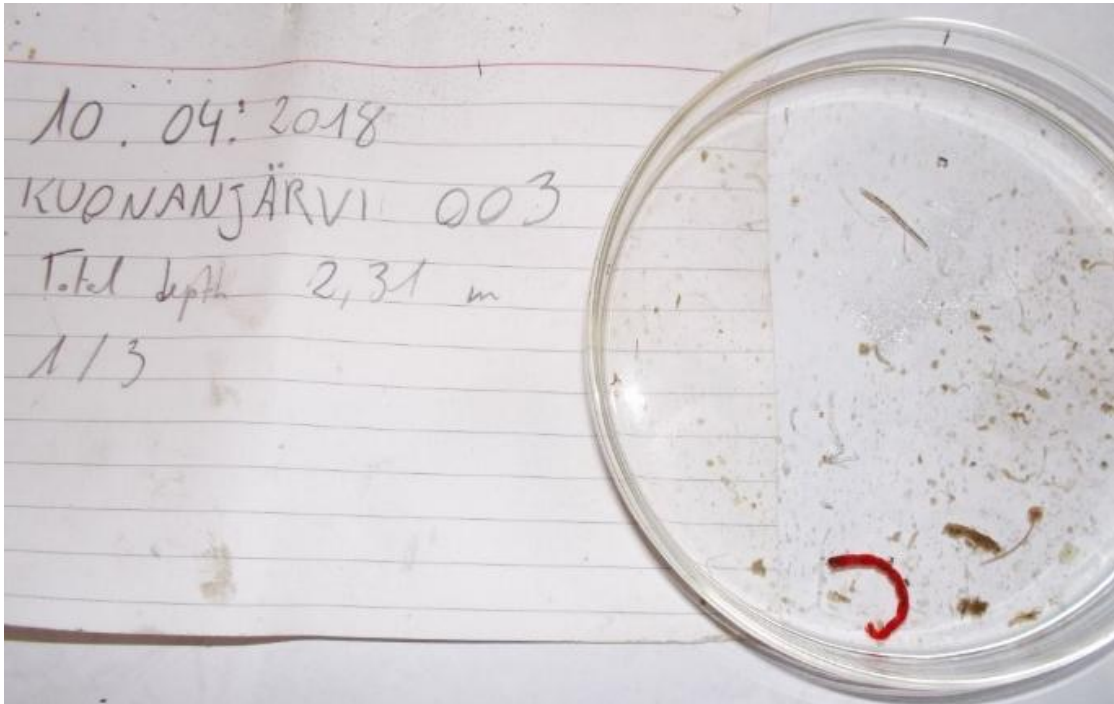
Kuonanjärvi 1, 28.2.2018					
kokonaissyvyys 1,2 m	Taksoni (kpl/m²)				
Rinnakkaisnäyte	Chironomidae	Hydrachnidia	Anodonta	Lymnaea	yhteensä
1	0	155,2	38,8	38,8	232,8
2	0	0	194	38,8	232,8
3	38,8	77,6	155,2	0	271,6
keskiarvo	12,9	77,6	129,3	25,9	245,7
osuus	0,05	0,32	0,53	0,1	1
Shannon-Wiener -indeksi	1,09				
Kuonanjärvi 2, 23.2.2018					
kokonaissyvyys 1,7 m	Taksoni (kpl/m²)				
Rinnakkaisnäyte	Hydrachnidia	Anodonta	Planorbidae	Gastropoda	yhteensä
1	38,8	38,8	0	0	77,6
2	0	0	0	38,8	38,8
3	77,6	0	38,8	0	116,4
keskiarvo	38,8	12,9	12,9	12,9	77,6
osuus	0,5	0,17	0,17	0,17	1
Shannon-Wiener -indeksi	1,24				
Kuonanjärvi 6, 23.2.2018					
Kokonaissyvyys 3,1 m	Taksoni (kpl/m²)				
Rinnakkaisnäyte	Chironomidae	Chaoborus spp.	Tanyptidae	Yhteensä	
1	0	68	34	102	
2	194	155,2	0	349,2	
3	374	544	0	918	
keskiarvo	189,3	255,7	11,3	456,4	
osuus	0,41	0,56	0,03	1	
Shannon-Wiener -indeksi	0,78				

Taulukko 41. Kuonanjärven pohjaeläimistö havaintopaikoilla 3, 7 ja 5 kevättalvella 2018.

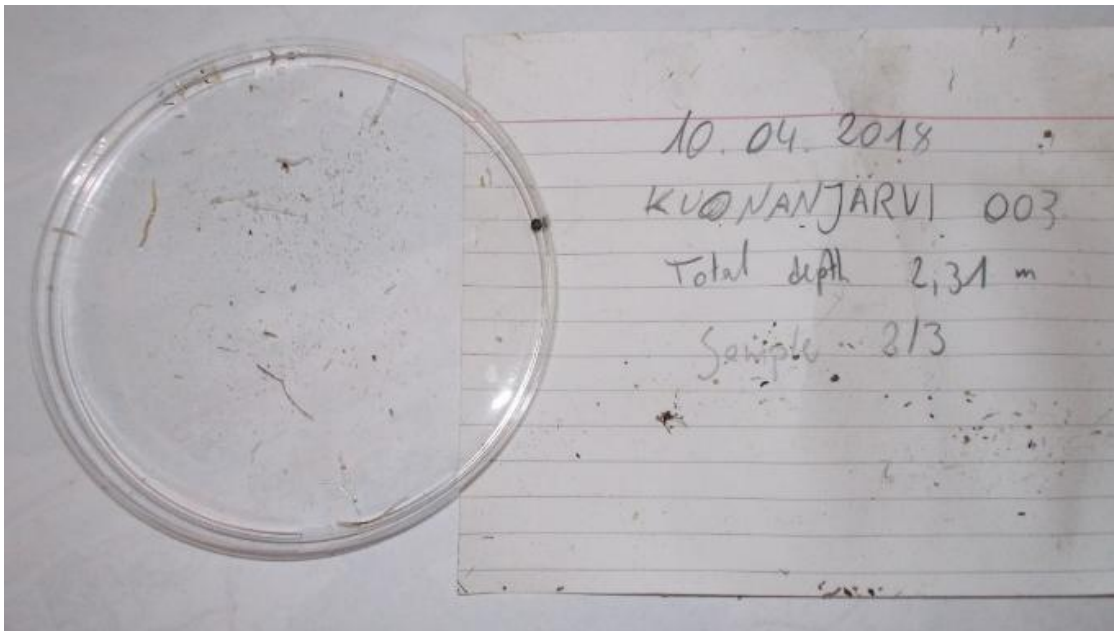
Kuonanjärvi 3, 28.2.2018					
kokonaissyvyys 1,8 m	Taksoni (kpl/m ²)				
Rinnakkaisnäyte	Chironomidae	Chaoborus spp.	Oligochaeta	Hydrachnidia	Yhteensä
1	34	34	34	0	102
2	194	0	77,6	0	271,6
3	155,2	0	38,8	155,2	349,2
keskiarvo	127,7	11,3	50,1	51,7	240,9
osuus	0,53	0,05	0,21	0,21	1
Shannon-Wiener -indeksi	1,14				
Kuonanjärvi 7, 28.2.2018					
Kokonaissyvyys 2,8 m	Taksoni (kpl/m ²)				
Rinnakkaisnäyte	Chironomidae	Chaoborus spp.	Ceratopogonidae	Hydrachnidia	Yhteensä
1	136	544	170	0	850
2	504,4	116,4	38,8	38,8	698,4
3	170	204	204	0	578
keskiarvo	270,1	288,1	137,6	12,9	708,8
osuus	0,38	0,41	0,19	0,02	1
Shannon-Wiener -indeksi	1,12				
Kuonanjärvi 5, 23.02.2018					
Kokonaissyvyys 2,4 m	Taksoni (kpl/m ²)				
Rinnakkaisnäyte	Chironomidae	Chaoborus spp.	Ceratopogonidae	Tanyptidae	Yhteensä
1	77,6	38,8	349,2	0	465,6
2	238	272	68	0	578
3	271,6	232,8	38,8	38,8	582
keskiarvo	195,7	181,2	152	12,9	541,9
osuus	0,36	0,33	0,28	0,02	1
Shannon-Wiener -indeksi	1,18				

Taulukko 42. Kuonanjärven pohjaeläimistö havaintopaikoilla 003 ja 8 keväällä 2018.

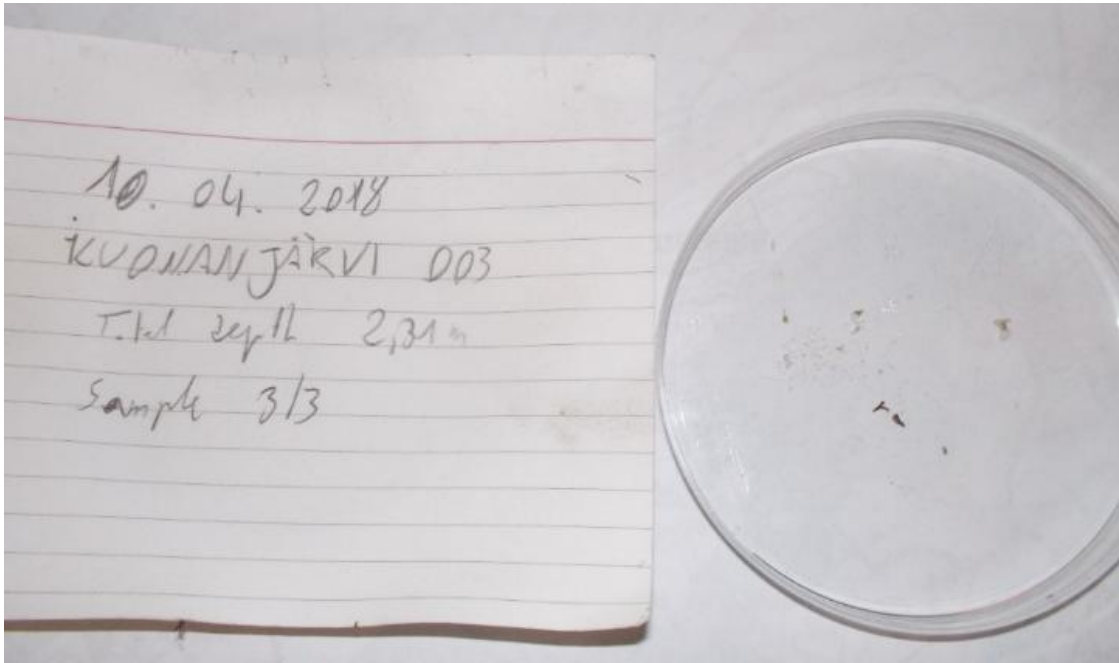
Kuonanjärvi 003, 10.4.2018						
Kokonaissyvyys 2,31 m	Taksoni (kpl/m ²)					
Rinnakkaisnäyte	Chironomidae	Chaoborus spp.	Hydrachnidia	Oligochaeta	Copepoda	Yhteensä
1	38,8	232,8	77,6	77,6	0	427
2	0	194	0	77,6	38,8	272
3	116,4	116,4	0	0	0	233
keskiarvo	51,7	181,1	25,9	51,7	12,9	310
osuus	0,17	0,58	0,08	0,17	0,04	1
Shannon-Wiener - indeksi	1,25					
Kuonanjärvi 8, 03.04.2018						
Kokonaissyvyys 2,7 m	Taksoni (kpl/m ²)					
Rinnakkaisnäyte	Chironomidae	Chaoborus spp.	Hydrachnidia	Oligochaeta	Yhteensä	
1	77,6	504,4	77,6	194	853,6	
2	388	465,6	0	77,6	931,2	
3	116,4	271,6	0	0	388	
4	155,2	194	0	116,4	465,6	
5	155,2	543,2	0	388	1086	
6	155,2	232,8	0	426,8	814,8	
keskiarvo	174,6	368,6	12,9	200,5	756,6	
osuus	0,23	0,49	0,02	0,26	1	
Shannon-Wiener - indeksi	1,11					



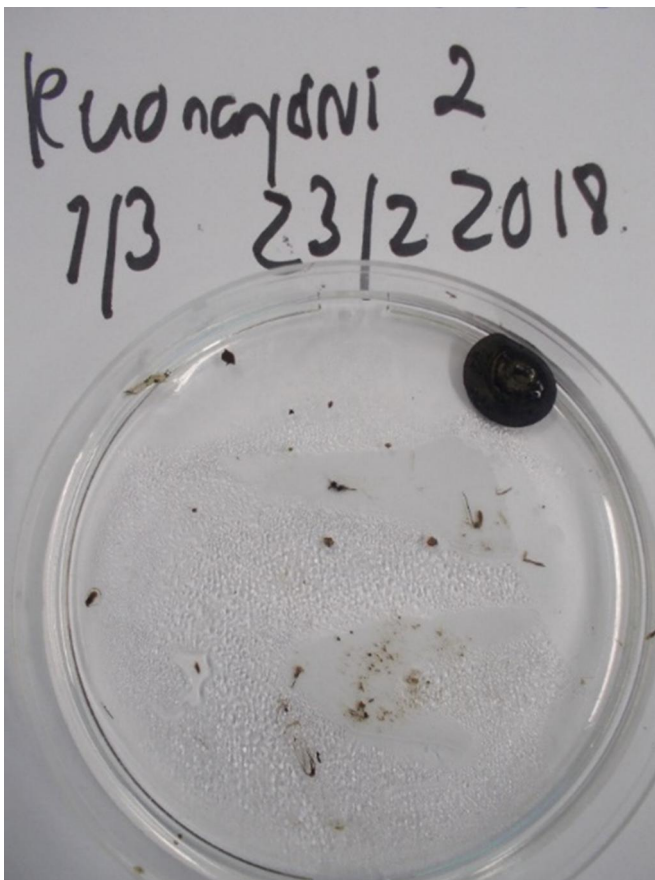
Kuva 61. Kuonanjärven havaintopaikan 003 rinnakkaisnäytteestä 1/3 löydetyt pohjaeläimet 10.04.2018.



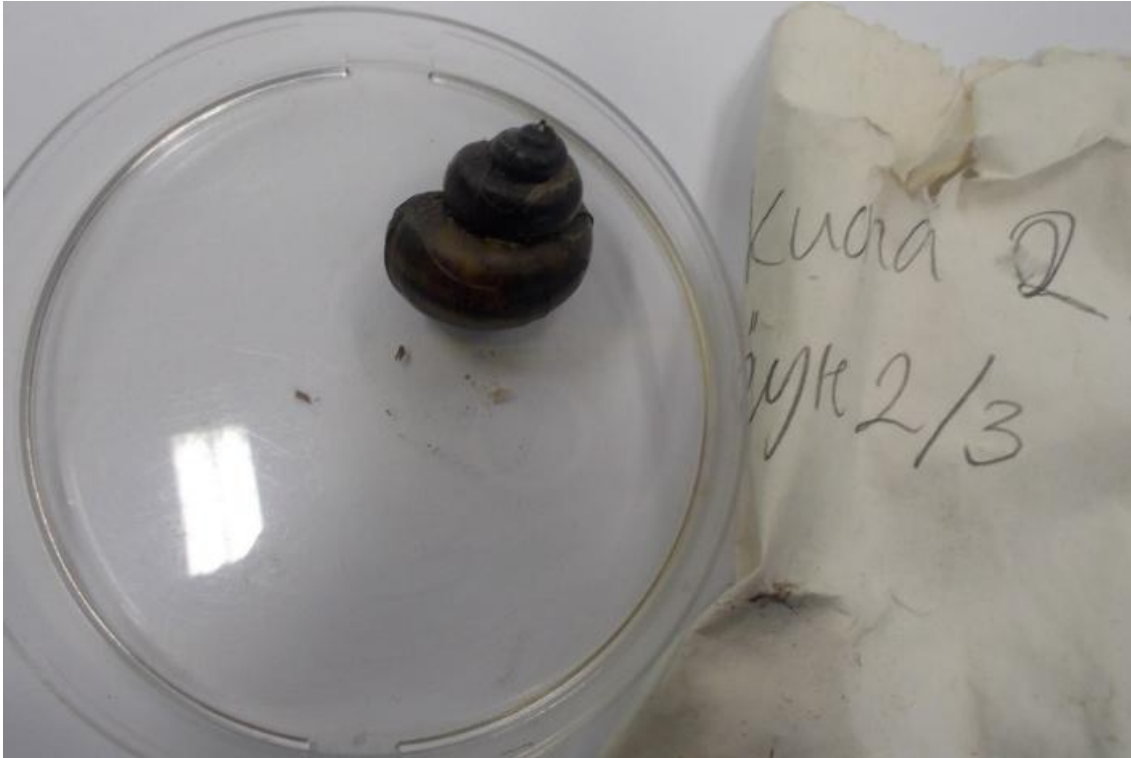
Kuva 62. Kuonanjärven havaintopaikan 003 rinnakkaisnäytteestä 2/3 löydetyt pohjaeläimet 10.04.2018.



Kuva 63. Kuonanjärven havaintopaikan 003 rinnakkaisnäytteestä 3/3 löydetyt pohjaeläimet 10.04.2018.



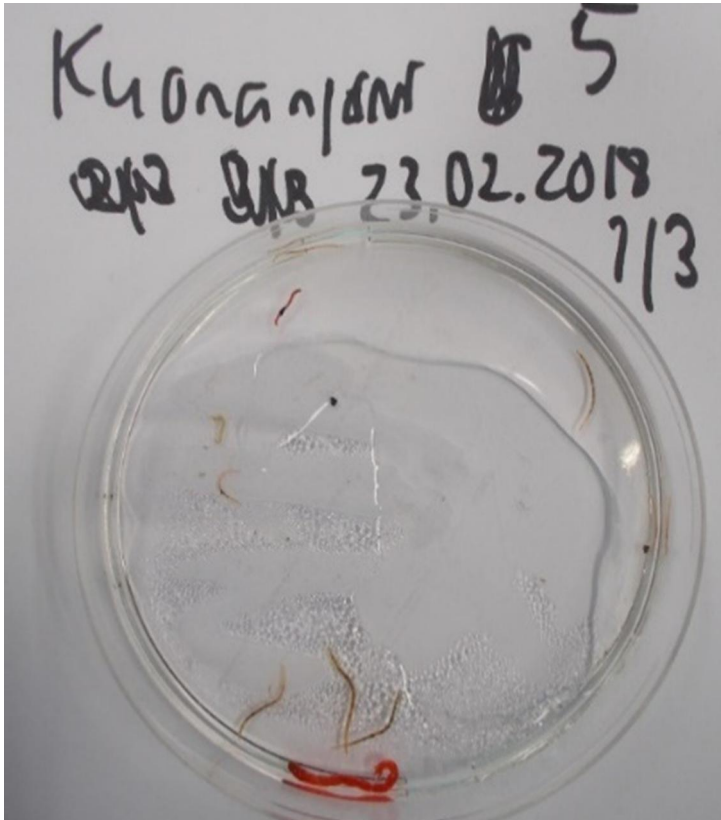
Kuva 64. Kuonanjärven havaintopaikan 2 rinnakkaisnäytteestä 1/3 löydetyt pohjaeläimet 23.02.2018.



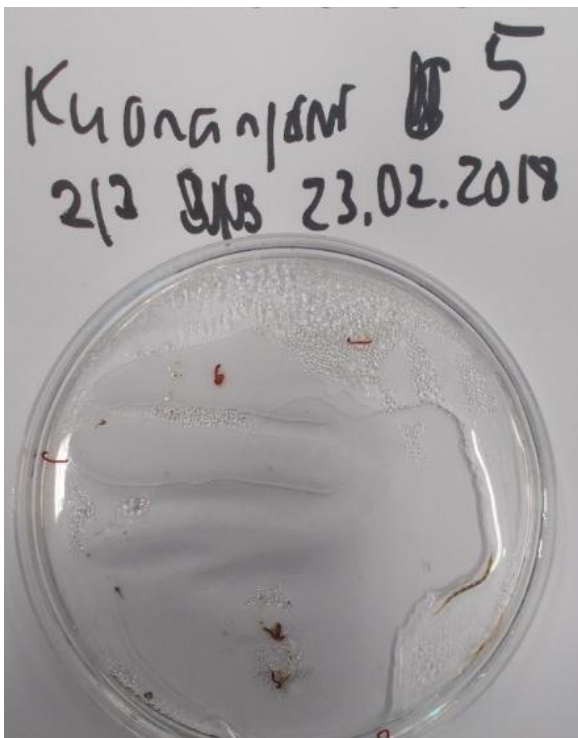
Kuva 65. Kuonanjärven havaintopaikan 2 rinnakkaisnäytteestä 2/3 löydetyt pohjaeläimet 23.02.2018.



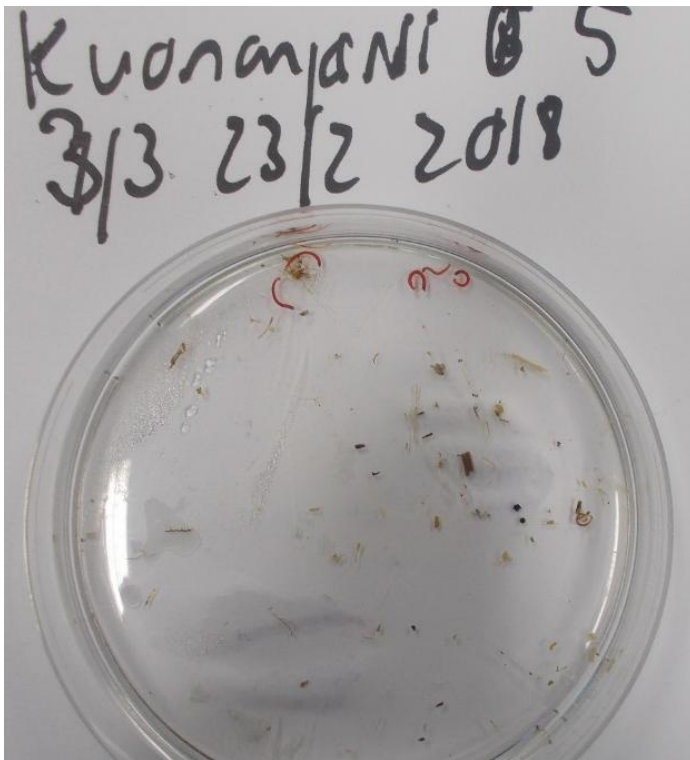
Kuva 66. Kuonanjärven havaintopaikan 2 rinnakkaisnäytteestä 3/3 löydetyt pohjaeläimet 23.02.2018.



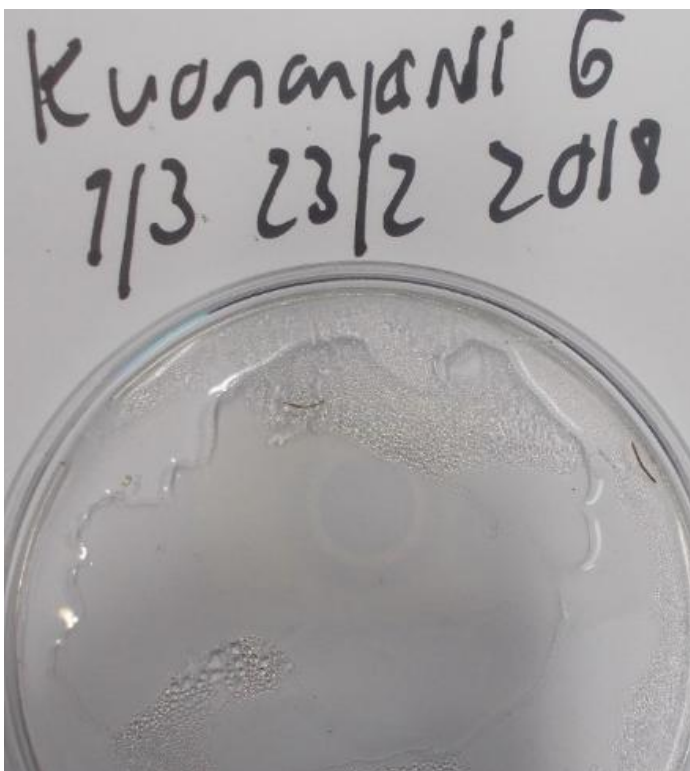
Kuva 67. Kuonanjärven havaintopaikan 5 rinnakkaisnäytteestä 1/3 löydetyt pohjaeläimet 23.02.2018.



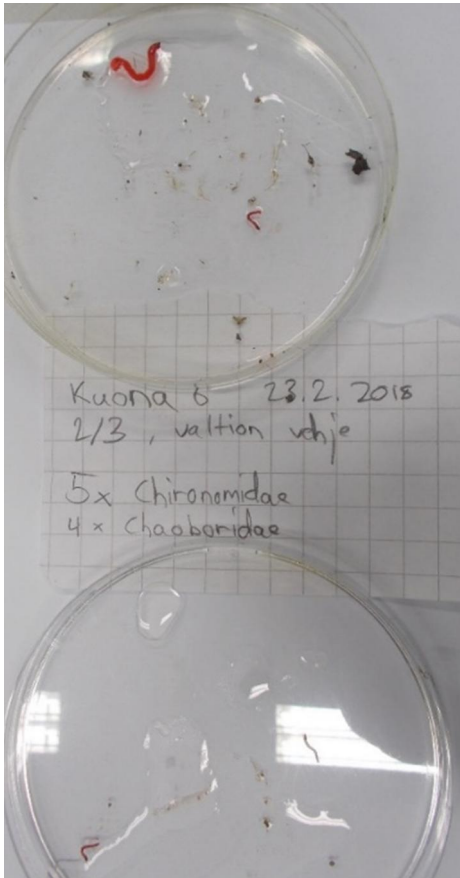
Kuva 68. Kuonanjärven havaintopaikan 5 rinnakkaisnäytteestä 2/3 löydetyt pohjaeläimet 23.02.2018.



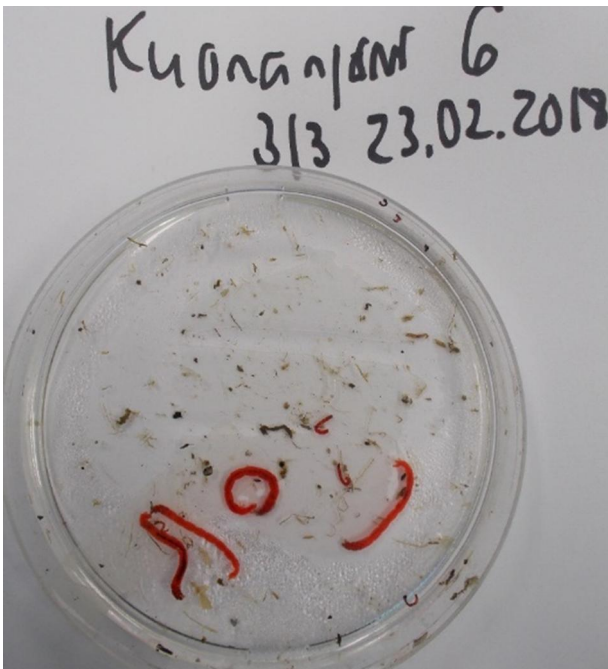
Kuva 69. Kuonanjärven havaintopaikan 5 rinnakkaisnäytteestä 3/3 löydetyt pohjaeläimet 23.02.2018.



Kuva 70. Kuonanjärven havaintopaikan 6 rinnakkaisnäytteestä 1/3 löydetyt pohjaeläimet 23.02.2018.



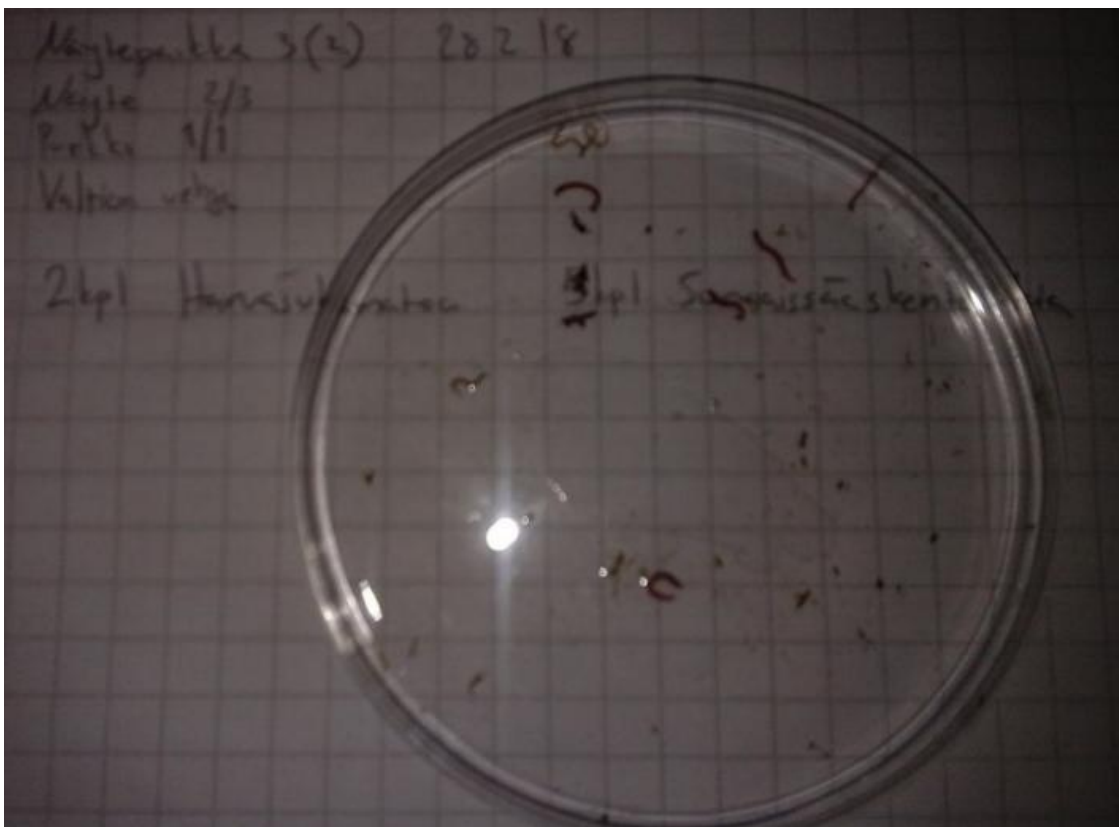
Kuva 71. Kuonanjärven havaintopaikan 6 rinnakkaisnäytteestä 2/3 löydetyt pohjaeläimet 23.02.2018.



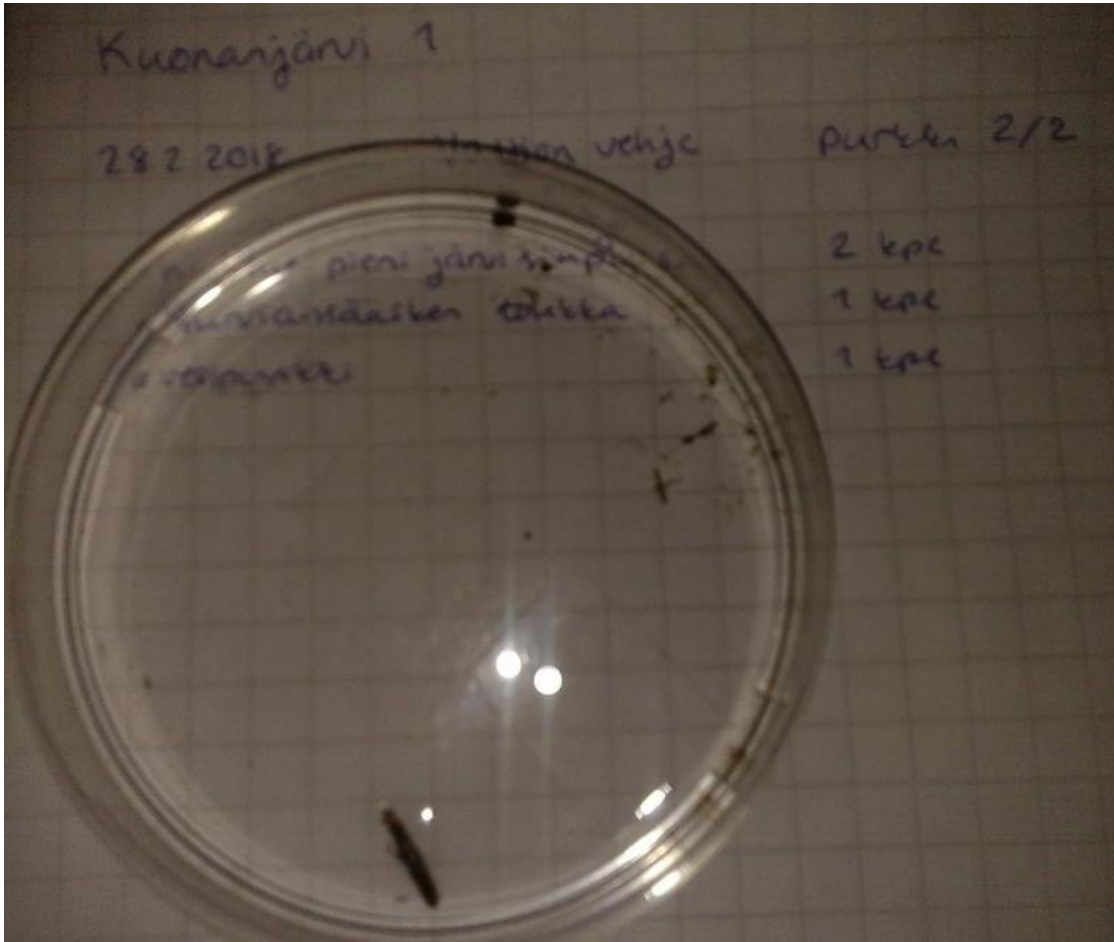
Kuva 72. Kuonanjärven havaintopaikan 6 rinnakkaisnäytteestä 3/3 löydetyt pohjaeläimet 23.02.2018.



Kuva 73. Kuonanjärven havaintopaikan 1 rinnakkaisnäytteestä 3/3 löydetyt pohjaeläimet 28.02.2018.



Kuva 74. Kuonanjärven havaintopaikan 3 näytteestä löydetyt pohjaeläimet 28.02.2018.



Kuva 75. Kuonanjärven havaintopaikan 1 rinnakkaisnäytteestä 2/3 löydetyt pohjaeläimet 28.02.2018.



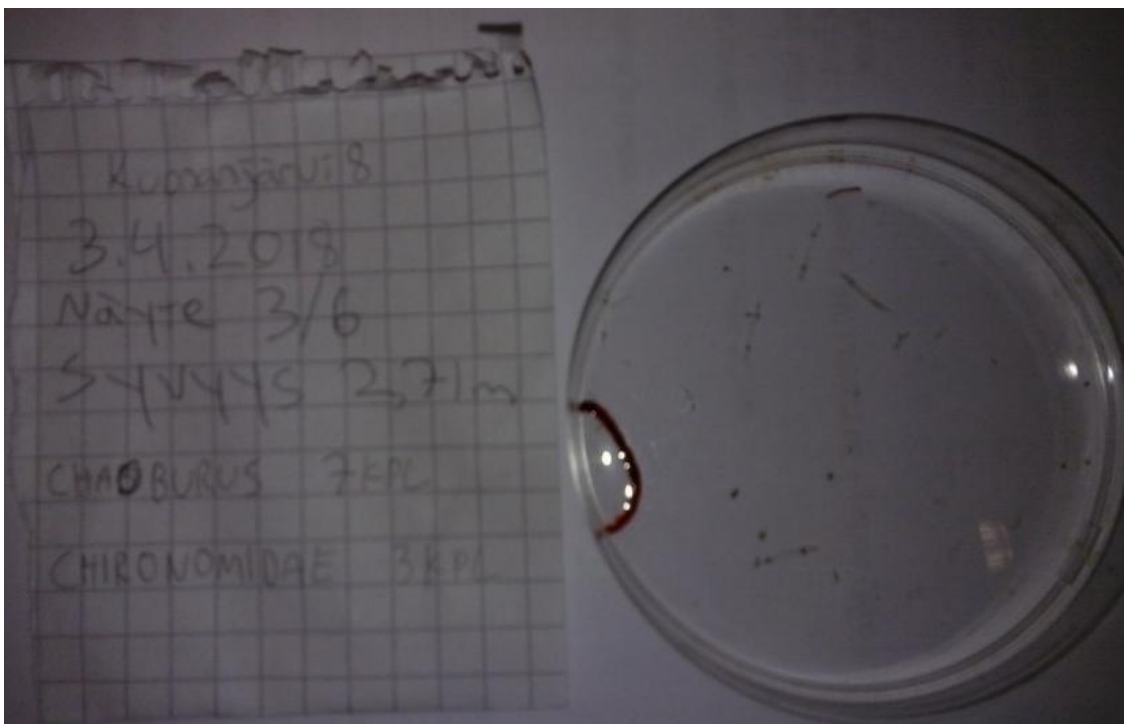
Kuva 76. Kuonanjärven havaintopaikan 3 rinnakkaisnäytteestä 1/3 löydetyt pohjaeläimet 28.02.2018.



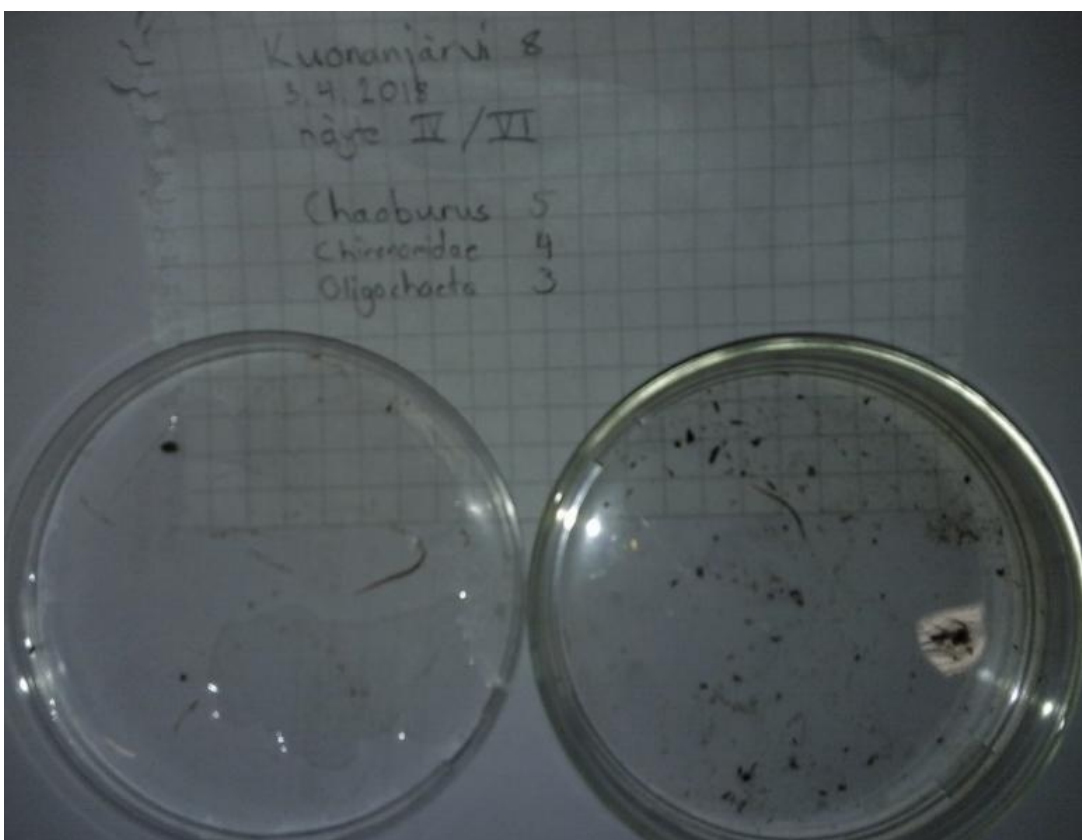
Kuva 77. Kuonanjärven havaintopaikan 7 rinnakkaisnäytteestä 1/3 löydetyt pohjaeläimet 28.02.2018.



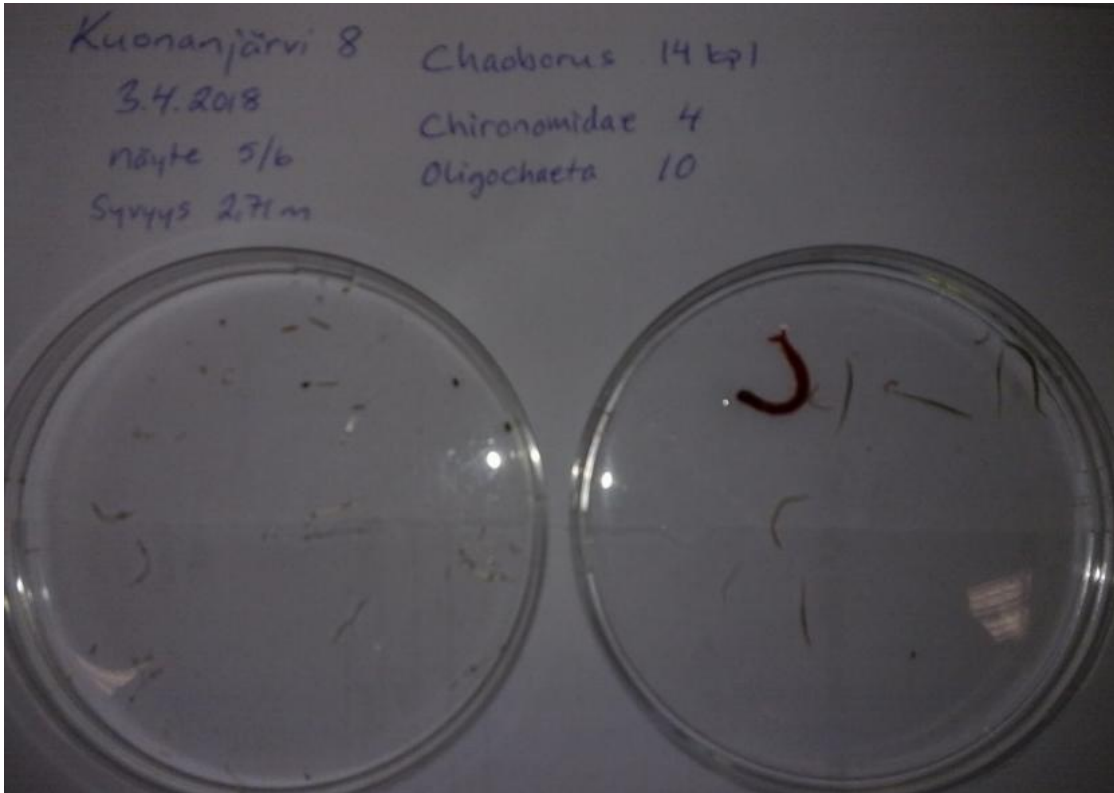
Kuva 78. Kuonanjärven havaintopaikan 7 rinnakkaisnäytteestä 3/3 löydetyt pohjaeläimet 28.02.2018.



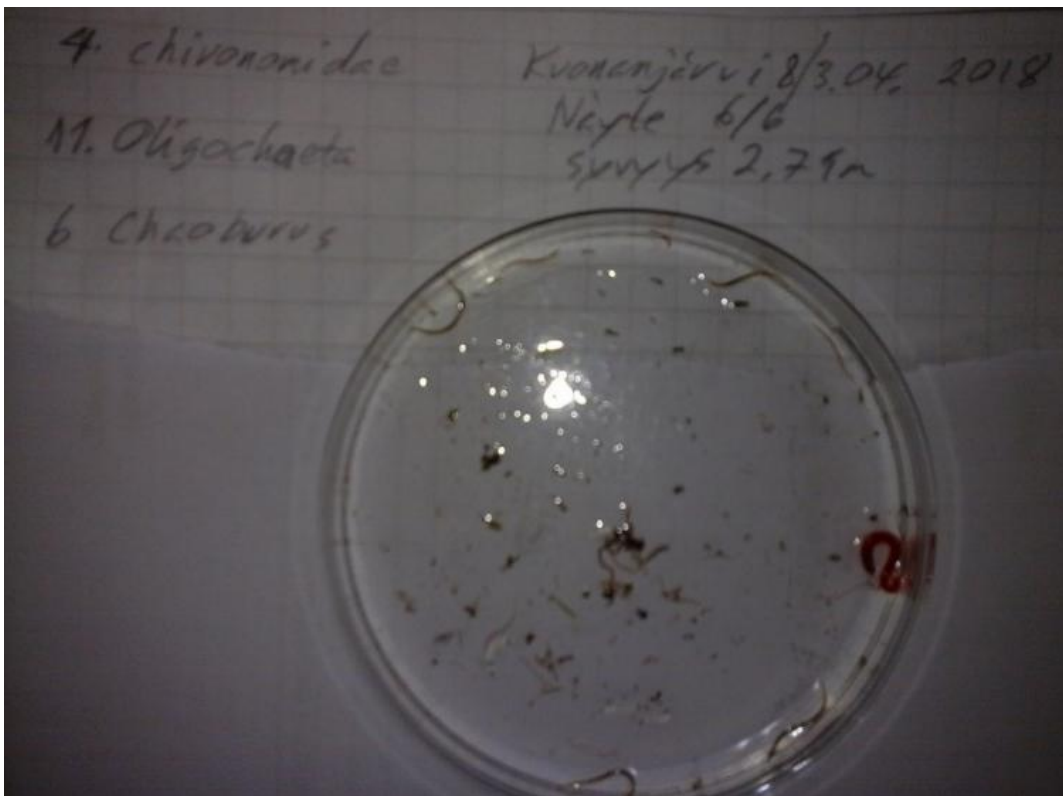
Kuva 79. Kuonanjärven havaintopaikan 8 rinnakkaisnäytteestä 3/6 löydetyt pohjaeläimet 03.04.2018.



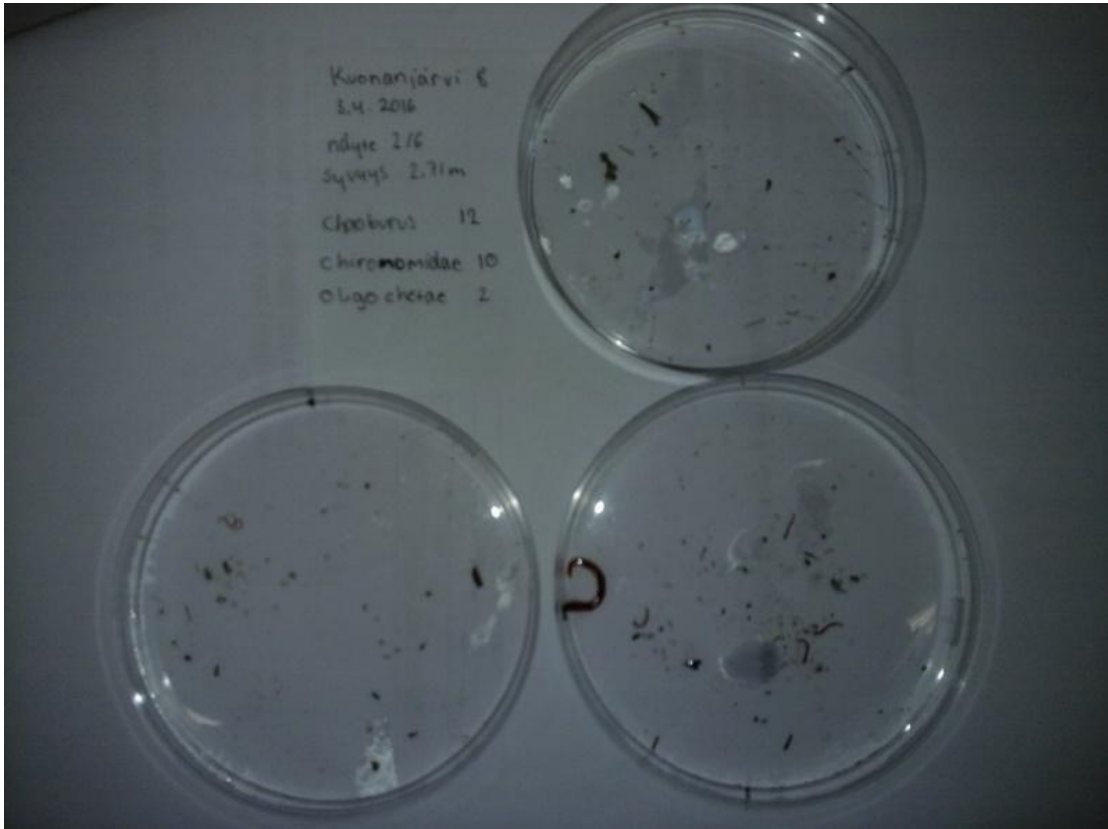
Kuva 80. Kuonanjärven havaintopaikan 8 rinnakkaisnäytteestä 4/6 löydetyt pohjaeläimet 03.04.2018.



Kuva 81. Kuonanjärven havaintopaikan 8 rinnakkaisnäytteestä 5/6 löydetyt pohjaeläimet 03.04.2018.



Kuva 82. Kuonanjärven havaintopaikan 8 rinnakkaisnäytteestä 6/6 löydetyt pohjaeläimet 03.04.2018.



Kuva 83. Kuonanjärven havaintopaikan 8 rinnakkaisnäytteestä 2/6 löydetyt pohjaeläimet 03.04.2018.

2.6 KUONANJÄRVEN KUORMITUS- JA FOSFORIMALLITARKASTELU

2.6.1 Kuonanjärven fosforitase

Taulukko 43. Kokonaisfosforin nykyinen vuotuinen ulkoinen kuormitus Kuonanjärveen.

Kuormituksen lähde					
Lähivaluma-alue	pinta-ala (km ²)	kg kok. P/km ² /a	keskipitoisuus, kok. P (µg/l)	MQ _{vuosi} (l/s)	kg kok. P/a
*peltoviljely (oletus; nurmea)	0,5	70			35
*metsätaloustoimet yhteensä	7,05	5,6			39,48
*luonnonhuuhtoutuma	7,75	5,4			41,85
*laskeuma ilmakehästä suoraan järveen	5,77		4,9 mg/m ² /a (Vuorenmaa 2015)		28,273
*haja- + loma-asutus					35,2
Kaukovaluma-alue					
*Vehkaojan osavaluma-alue	37,6	..	36,4	364,7	418,6
*Tenhunjoen osavaluma-alue	9,7		12	94,1	35,6
yhteensä					634

Taulukko 44. Kuonanjärven nykyinen kokonaisfosforitase.

Fosforitaseen komponentti	Kg kok. P/a	Nettosedimentaation kerroin	Laskentaperusteet ja muut huomiot
1. Ulkoinen kuormitus yhteensä	634	..	
*valuma-alueelta	606	..	
*laskeuma ilmakehästä	28	..	
2. Poistuma lasku-uoman kautta Puruveteen		..	
Lappalaisen mallilla määritetty	368	..	Tämä olisi tilanne, mikäli Kuonanjärven fosforinpidätysmekanismi olisi vähintään tyydyttävällä tasolla
todellinen, mittaustuloksiin perustuva	643	..	lähtevän veden keskipitoisuus 38,2 µg/l (vuosien 2008-2018 keskiarvo) x A _{valuma-alue} x 9,7 l/s km ² (MQ _{Suomi} 2000-2011)
3. Nettosedimentaatio			

*Lappalaisen mallilla määritetty	266	0,42	
*mittauksiin perustuva	-9	-0,014	Järvessä esiintyy sisäistä kuormitusta (kok. P 11...91 µg/l) → Lappalaisen mallilla määritetty nettosedimentaatiokerroin on aivan liian pieni todellisuuteen verrattuna; järvestä vuosittain lähtevä kokonaisfosforimäärä on noin 1,4 % (noin 9 kg) suurempi kuin sinne tuleva
4. Vesimassan sisältämä fosfori	356	..	Vuosien 2011 – 2018 havaintojen keskiarvo 39,6 µg/l
5. Pohjasedimentin tummanpuhuvan, löyhän (puhtaan saven yläpuolisen) sedimenttiaineksen sisältämä fosfori	1 218 000	..	Havaintopaikkojen 003 ja 12 laboratorioanalyysitulosten keskiarvo

2.6.2 Kuonanjärven tyypitase

Taulukko 45. Kokonaistypen nykyinen kuormitus Kuonanjärveen.

Kuormituksen lähde					
Lähivaluma-alue	pinta-ala (km ²)	kg kok. N/km ² /a	Keskipit. kok. N (µg/l)	MQ _{vuosi} (l/s)	kg kok. N/a
*peltoviljely (oletus; nurmea)	0,5	1000			500
*metsätaloustoimet yhteensä	7,05	50			352,5
*luonnonhuuhtoutuma	7,75	140			1085
*laskeuma ilmakehästä suoraan järven vesipinta-alalle	5,76988		330 mg/m ² /a (Vuorenmaa 2015)		1904
*haja- + loma-asutus					160
Kaukovaluma-alue					
*Vehkaojan osavaluma-alue	37,6		748,9	364,7	8613
*Tenhunjoen osavaluma-alue	9,7		405	94,1	1202
yhteensä					13817

Taulukko 46. Kuonanjärven nykyinen kokonaistyyppitase.

Tyyppitaseen komponentti	kg kok. N/a	Laskentaperusteet ja muut huomiot
1. Ulkoinen kuormitus yhteensä	13817	
*valuma-alueelta	11913	
*laskeuma ilmakehästä	1904	
2. Poistuma lasku-uoman kautta	17648	lähtevän veden keskipitoisuus 1048 µg/l (2008-2018)
3. Vesimassan sisältämä typpi	10065	keskipitoisuus 1119 µg/l (2011-2018)
4. Pohjasedimentin tummanpuhuvan, löyhän (puhtaan saven yläpuolisen) sedimenttialineksen sisältämä typpi	14 211 000	

2.6.3 Kuonanjärven fosforimallitarkastelu

Taulukko 47. Kuonanjärven fosforimallitarkastelun yhteenveto.

Ulkoinen kok. P-kuorma	Kok. P:n ulkoisen vuosikuorman nettosedimentaatio	Veden kok. P, vuosikeskipitoisuus (µg/l)	Laskentaperusteet
634 kg/a (nykyinen)	42 % (266 kg/a) todellinen, mitattu; - 1,5 % (-9 kg/a)	22 (kuormitukseen perustuva, mallilla ennustettu pitoisuus, mikäli järven fosforinpidätyskyky olisi tyydyttävä) 40 (mitattu)	Sedimentaatio; Lappalainen Kuormitus; Vehkaojan ja Tenhunjoen mittaukset, SYKE ja 22.11.2018 Karelia-amk:n ottamat näytteet, lähivaluma-alue; maankäytön perusteella ominaiskuormitusarvoilla
530 kg/a (järven suurimmaksi sallituksi pitoisuudeksi asetettu 20 µg/l)	38 % (201 kg/a)	20	Lappalainen (järven fosforipitoisuuden pienentyminen tälle tasolle pelkästään ulkoista vuosikuormitusta pienentämällä 634 kg → 530 kg on teoreettinen järven voimakkaan sisäisen kuormituksen [järven romahtaneen fosforinpidätyskyvyn] vuoksi. Nykyisin järvestä lähtee vuosittain Kuonanjoen mukana Puruveteen 9 kg enemmän kokonaisfosforia (yht. 643 kg) ulkoiseen kokonaiskuormitukseen (634 kg) verrattuna
610 kg/a ("suurin sallittu kuorma")	..	10	Vollenweider & Dillon, Granberg; yhtälö ei sovellu Kuonanjärvelle
1627 kg/a ("vaarallinen kuorma")	..	20	Vollenweider & Dillon, Granberg; yhtälö ei sovellu Kuonanjärvelle

3 Tulosten tarkastelu

3.1 VEDENLAATU KEVÄTTALVELLA 2018

3.1.1 Mineraaliravinteiden pitoisuudet

Sekä nitraattityypen (120 – 750 µg/l) että ammoniumtyypen (24 – 576 µg/l) pitoisuudet olivat helmikuun lopulta huhtikuun puoliväliin enimmäkseen korkeita (taulukot 33 – 35). Suomen laajan järvihavaintoaineiston keskiarvo ammoniumtyypelle on 24 µg/l ja nitraattityypelle 92 µg/l (Särkkä 1996, 67)

Fosfaattifosforin pitoisuudet (0 – 110 µg/l) vaihtelivat hyvin voimakkaasti (taulukot 33 – 35). Suomen järvihavaintopaikkojen keskiarvo on noin 4 µg/l (Särkkä 1996, 65).

Kaikkina havaintoajankohtina Kuonanjärven veden lämpötila (+0,1...+3,5 °C) oli selkeästi alle yleisen perustuotantorajan (noin +5 °C) (taulukot 33 – 35). Järvi oli myös paksun jään peittämä. Siten perustuottajat (kasviplankton sekä vesi- ja rantamakrofytyt) eivät mainittavasti ole sitoneet em. mineraaliravinteita. Joka tapauksessa kevättalven aikana mitatut pitoisuudet ovat enimmäkseen korkeita ja ilmentävät Kuonanjärven merkittävää rehevöitymistä ja ravinteiden vapautumista pohjasedimentistä eli sisäistä kuormitusta.

3.1.2 Näkösyvyys

Kuonanjärven tutkittujen havaintopaikkojen näkösyvyys vaihteli 0,82...1,43 metriä helmikuun lopulta huhtikuun puolivälille (taulukot 33 – 35). Yleisesti järvien näkösyvyys on suurimmillaan talvikerrosteisuuden loppuvaiheessa maaliskuussa ennen kevätylivirtaamajakson alkua. Kuonanjärven näkösyvyyden arvot ovat pieniä ja valtaosin tyypillisiä polyhumoosille, ts. erittäin humuspitoisille vesille (taulukko 48). Kuonanjärven valuma-alueella, varsinkin lähivaluma-alueella, on jonkin verran viljelysmaita. Siten järiveden vaatimaton näkösyvyys voi osittain aiheutua myös savisameudesta.

Taulukko 48. Järiveden humoosisuusasteen luokittelu näkösyvyyden, värin ja kemiallisen hapenkulutuksen (COD_{Mn}) perusteella.

Näkösyvyys (m)	Veden väri (mg Pt/l)	Veden COD _{Mn} (mg/l O ₂)	Järven humoosisuusaste
< 1,25	> 80	> 15	polyhumoosinen (erittäin humuspitoinen)
1,25...3,5	40...80	5...15	mesohumoosinen (humuspitoisuus keskimääräinen)
> 3,5	< 40	< 5	oligohumoosinen (niukasti humusta)

3.2 KUONANJÄRVEN POHJASEDIMENTIN LAATU JA MÄÄRÄ KEVÄTTÄLVELLÄ 2018

3.2.1 Pohjasedimentin kokonaismäärä

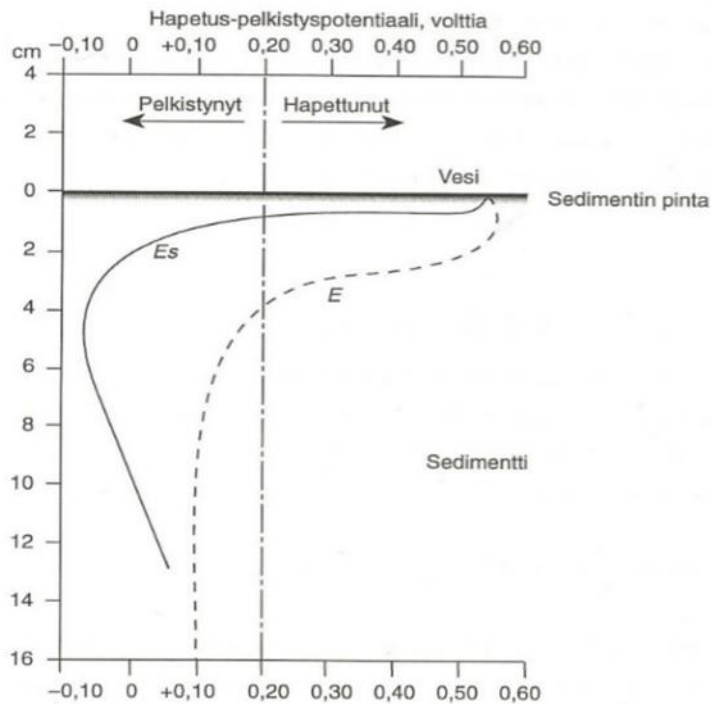
Tummanpuhuvan, harmaan – ruskean – mustan, löyhän ja vesipitoisen sedimentin määrä vaihtelee hyvin voimakkaasti Kuonanjärven eri puolilla, tutkituilla 14 havaintopaikalla 4...498 cm. Mittaustulosten aritmeettinen keskiarvo on 1,594 metriä (ks. tarkemmin taulukko 38). Järveen tulevien uomien virtaukset ja vaihtelevan suuret saaret vaikuttavat oleellisesti sedimenttikinostumien vaihteluun. Tämän keskiarvon ja järven kokonaisvesipinta-alan tulona Kuonanjärven pohjassa on karkeahkosti arvioituna noin 9,2 miljoonaa kuutiometriä edellä mainittua löyhää sedimenttiä. Välittömästi löyhän sedimentin alapuolella oli hopeanharmaata, ilmeisen puhdasta savea. Välittömästi vuolaan Vehkaojan edustalla havaintopaikalla 4 tämä mineraaliaines oli selkeää hiekkaa. Hiekka voi olla ainakin osittain peräisin Vehkaojan lähivaluma-alueen metsäojituksista.

3.2.2 Pintasedimentin hapetus-pelkistysaste

Kuonanjärven pintasedimentin hapetus-pelkistysaste (redox –potentiaali) oli useimmilla tutkituilla paikoilla hyvin alhainen (-235...+180 mV) kevättälvellä 2018 (ks. tarkemmin taulukko 38). Järveen laskevat uomat ja muut mahdolliset virtaukset (pohjavesipurkautumat, salmialueet) sekä sedimenttikinostumien vaihtelu aiheuttavat pohjan hapekkuuden vaihteluita. Redox -potentiaalini tulisi olla vähintään noin +300 millivolttia, jotta fosfori pysyisi järven pohjassa, eikä mainittavaa sisäistä kuormitusta esiintyisi. Tämä vaatimus ei siten täytynyt yhdelläkään mitatuista havaintopaikoista (vrt. myös taulukko 49 ja kuva 84).

Taulukko 49. Eräitä hapetus-pelkistyspotentiaalia ja sen muutoksia ilmentäviä fysikaalis-kemiallisia ja biologisia tapahtumia vesiekosysteemeissä lähinnä Särkän (1996, 60-62) mukaan mukailtuna.

E_h-arvo (muutos) (mV)	Kemiallinen/biologinen tapahtuma
+520	järvivesi on hapella kyllästynyt
+450 ⇒ +400	NO ₃ ⁻ ⇒ NO ₂ ⁻
+400 ⇒ +350	NO ₂ ⁻ ⇒ NH ₄ ⁺
+300 ⇒ +200	Fe ³⁺ (ferrirauta) ⇒ Fe ²⁺ (ferrorauta)
+300 ⇒ +200	FePO ₄ ⇒ Fe ²⁺ + PO ₄ ³⁻ (järven sisäisen kuormituksen perusmekanismi)
+240	muikun mädin kehittymiselle alaraja
+100 ⇒ +60	SO ₃ ²⁻ ⇒ S
-150	H ₂ S:ä (rikkivety eli divetyysulfidi) alkaa vapautua pohjasedimentistä
-250	CH ₄ :a (metaani) alkaa vapautua pohjasedimentistä



Kuva 84. Hapetus-pelkistysasteen jakautuminen pohjasedimentin pinnassa oligotrofisessa (E; Ennerdale Water) ja eutrofisessa (Es; Esthwaite Water) englantilaisessa järvessä (Ruttner 1957; siteerannut Särkkä 1996, 61). Eutrofisessa järvessä redox-potentiaali laskee alle +0,20 voltin (+200 millivoltin) jo heti sedimentin pinnan alapuolella.

3.2.3 Pohjasedimentin laboratorioanalyysit ja niihin perustuvat sedimentin kokonaismäärän laskelmat

Kuonanjärven pohjasedimentin laboratorioanalyysit teetettiin kokoomanäytteistä 0-35 cm sekä luoteiselta havaintopaikalta 003 että kaakkoiskolkasta havaintopaikalta 12 (ks. myös Liite 6). Kokonaisfosforin (noin 1 g kok. P/sedimentin kuiva-ainekg) ja kokonaistypen (noin 10 g kok. N/sedimentin kuiva-ainekg) pitoisuudet olivat ilmeisen tyypillisiä vastaaville, voimakkaasti liettyneille, löyhien pintasedimenttien järville (taulukko 50). Havaintopaikan 12 pitoisuudet olivat noin kolmanneksen pienempiä havaintopaikkaan 003 verrattuna. Tulos on johdonmukainen kevättalvella tehtyjen pintasedimentin redox –potentiaalimittausten kanssa. Havaintopaikan 12 pintasedimentin redox –arvo (-235 millivolttia) oli erittäin alhainen ja ilmentää voimakkaasti pelkistynyttä ympäristöä ja on lähes metaanikäymisen rajoilla. Myös havaintopaikan 003 vastaava mittaustulos (-15 millivolttia) on alhainen ja ilmentää selkeästi anaerobista ympäristöä. Voimakkaammin pelkistyneeltä havaintopaikalta 12 voidaan arvioida tulosten perusteella vapautuneen ja edelleen vapautuvan voimakkaammin sekä fosforia ja typpeä yläpuoliseen vesimassaan.

Taulukko 50. Eräiden itäsuomalaisten järvien löyhän ja vesipitoisen pintasedimentin kokonaisfosforin ja kokonaistypen pitoisuuksia (grammoina/1 kg sedimentin kuiva-ainetta) (Tossavainen 1997, 2014, 2016, 2018, Kolin Purnulampi; Haaranen ja Ketolainen 2011).

Järvi	Kok. N (g/kg ka.)	Kok. P (g/kg ka.)	Järven tilan yleisluonnehdinta
Kuonanjärvi (Kerimäki), havaintopaikka 12	8,3	0,74	eutrofinen
Kuonanjärvi (Kerimäki), havaintopaikka 003	12	1,0	eutrofinen
Jukajärvi (Joensuu ja Kontiolahti)	9,0...11,0	0,75...3,7	mesotrofinen
Kuohattijärvi (Nurmes)	noin 6...12	noin 2...3	oligotrofinen, kuitenkin paikoitellen voimakkaasti hajakuormituksen liettämä pohja
Puruveden Ristilahti (Kesälahti/Kitee)	9,0	0,52	mesotrofinen
Vuonisjärvi (Lieksa)	3,6...6,0	1,2...2,1	eutrofinen
Majalampi (Lieksa, laskee Vuonisjärveen)	6,6	0,51	eutrofinen, matala, vaikeaa hapettomuutta
Verkkojärvi (Lieksa, laskee Vuonisjärveen)	4,7	1,4	Mesotrofinen/eutrofinen
Purnulampi (Lieksa, Koli)	11,0...16,0	0,95...1,3	eutrofinen, vaikeaa hapettomuutta
Puruveden Savonlahti (Kerimäki/Savonlinna)	1,2	1,2	mesotrofinen

Kuonanjärven löyhän ja tummanpuhuvan, puhtaan savikerroksen yläpuolisen sedimentin tiheys on noin 1,09 g/cm³, ts. 1 kuutiometri tummanpuhuvaa sedimenttiä painaa noin 1,1 tonnia. Tiheys on samaa suuruusluokkaa aiemmin tutkittuihin Puruveden Ristilahteen ja Savonlahteen verrattuna (taulukko 51). Valtaosa (noin 86 %) sedimentistä on siis vettä. Sedimentistä kuiva-ainetta on tällöin noin 14 %, ja siitä pääosa, yli 80 %, on mineraaliainesta. Kuonanjärven löyhässä, vesipitoisessa pohjasedimentissä on kokonaisfosforia karkeahkosti arvioituna noin 1,2 milj. kg sekä kokonaistyppeä noin 14,2 milj. kg (ks. myös taulukko 39).

Taulukko 51. Pro Puruvesi ry:n toimeksiannosta Karelia-ammattikorkeakoulun ottamien Puruveden vesistöalueen pohjasedimenttinäytteiden (löyhät pintasedimentit) tiheys (laskentakaava; geologi, FT Arto Itkonen, FCG Oy)

Havaintopaikka	Vesipitoisuus	Kuiva- ainepitoisuus	Hehketushäviö	Tiheys (laskennallinen)
	%/FS	%/FS	%/DW	t/m ³
Puruvesi, Ristilahti 3, 17.03.2015	82	17,8	3	1,119
Puruvesi, Savonlahti 8, 20.04.2017	88	12,2	3	1,079
Kuonanjärvi, havaintopaikkojen 003 ja 12 keskiarvo huhtikuu 2018	86	13,95	2,6	1,09

3.3 KUONANJÄRVEN POHJAEÄIMISTÖ KEVÄTTALVELLA 2018

Kuonanjärven tutkittujen havaintopaikkojen pohjaeläimistö oli yksilömäärältään enimmäkseen melko vähäinen (taulukot 40 – 42). Näytteistä löydetty taksonit edustavat enimmäkseen tyypillisiä voimakkaasti rehevöityneiden oloja sietäviä lajeja (taulukko 53). Kaikki löydetty kotilot ja simpukat olivat kuolleita ja pienikokoisia. Biodiversiteettiä kuvaava Shannon – Wiener –indeksi oli kaikilla havaintopaikoilla hyvin alhainen, vaihteluväli 0,78...1,25 (ks. tarkemmin myös taulukot 40 – 42).

Pohjaeläimistön havainnot ovat yhteneväisiä pohjasedimentin mittaustulosten (alhainen redox-potentiaali, enimmäkseen voimakas liettyneisyys) kanssa.

Taulukko 52. Arvio biodiversiteetistä Shannon-Wiener –indeksin avulla.

Luokka	Indeksiarvo	Shannon-Wiener
1	Erittäin korkea	> 3,71
2	Korkea	2,97 – 3,71
3	Melko korkea	2,22 – 2,97
4	Matala	1,48 – 2,22
5	Erittäin matala	< 1,48

Taulukko 53. Yleisimpien Kuonanjärvestä kevättalvella 2018 löydettyjen pohjaeläintaksonien indikaattoriarvo.

Taksoni	Vesiekosysteemin rehevyytaso, jota ilmentää, suosii, sietää
Surviaissääsken toukka (Chironomidae)	Yleensä eutrofia
Surviaissääsken toukka (alaheimo Tanypodinae)	Yleensä eutrofia
Sulkasääsken toukka (<i>Chaoborus</i> sp.)	Eutrofia
Vesipunkki (Hydrachnidia)	Kestää hyvin eutrofisia oloja
Harvasukasmato (Oligochaeta)	Yleensä eutrofia
Polttiaisen toukka (Ceratopogonidae)	Eutrofia
Limakotilo (<i>Lymnaea</i> sp.) (näytteissä oli vain kuolleita eläimiä)	Mesotrofia
Järvisimpukka (<i>Anodonta cygnea</i>) (näytteissä oli vain kuolleita eläimiä)	Oligotrofia...mesotrofia
Kiekkokotilo (Planorbidae) (näytteissä oli vain kuolleita eläimiä)	Oligotrofia...mesotrofia

3.4 KOKONAISFOSFORIN KUORMITUS KUONANJÄRVEEN JA KUONANJÄRVEN KOKONAISFOSFORITASE

Kuonanjärveen tulee vuosittain noin 634 kg kokonaisfosforia (taulukko 43). Lähivaluma-alueen kuormitus ja luonnonhuhutoutuma (yhteensä noin 180 kg kok. P vuodessa) on arvioitu muista tutkimuksista saatujen keskimääräisten eli ns. ominaiskuormitusarvojen perusteella.

Päähisen ja sen yläpuolisten järvien sekä lampien muodostaman osavaluma-alueen Kuonanjärveen laskevasta Tenhunjoen uomasta on vain kaksi havaintoa, toukokuulta 2013 ja marraskuulta 2018. Siten arvio (noin 36 kg kok. P vuodessa) Tenhunjoen Kuonanjokeen tuomasta vuosikuormasta on karkeahko. Molemmilla mittauskerroilla Tenhunjoen kokonaisfosforipitoisuus oli 12 µg/l, joka on lähes oligotrofisten järvivesien suuruusluokkaa.

Vehkaojan havaintopaikka 018 edustaa Suuren Vehkajärven vedenlaatua. Useimmat vuosina 2006 – 2018 mitatut kokonaisfosforin pitoisuudet (29...45 µg/l) ovat tyypillisiä eutrofisille eli reippaasti rehevöityneille järvivesille tyypillisiä (taulukko 21).

Ison Vehkajärven syvänehavaintopaikalta 003 (kokonaissyvyys noin 6 metriä) vuosina 2013 – 2016 mitatut kokonaisfosforin pitoisuudet vaihtelevat 23...48 µg/l (taulukko 23). Vaihtelu on kohtalaisen voimakasta ja ilmentää Ison Vehkajärven sisäkuormitteista tilaa.

Pieni Vehkajärvi syöttää vuosien 2006 – 2013 mittaustulosten perusteella (Pienen Vehkajärven laskujoki 037 kok. P 45...90 µg/l ja Pieni Vehkajärvi 027 kok. P 38...110 µg/l) ajoittain erittäin rehevää vettä Suureen Vehkajärveen (taulukot 25 ja 26). Voimakas pitoisuuksien heilahtelu ilmentää Pienen Vehkajärven voimakasta rehevyyttä ja ilmeistä sisäkuormitteista tilaa.

Kuonanjärven pohjasedimentin tummanpuhuva, löyhä, hopeanharmaan saven yläpuolinen aines sisältää kokonaisfosforia kahden havaintopaikan keskipitoisuuden perusteella arviolta noin 1,2 milj. kg. Järven vesimassassa on kokonaisfosforia vajaat 400 kg (taulukko 44). Kuonanjärvi on ajoittain merkittävässä sisäkuormitteisessa tilassa ja myös valuma-alueelta tuleva kuorma on kohtalaisen korkealla tasolla. Pohjan sisältämä valtava fosforivaranto toimii ajoittain merkittävänä järven "lannoittajana". Tämän varannon alkuperä on ulkoisessa, valuma-alueelta tullessa ja edelleen tulevassa kohonneessa kuormituksessa sekä sen aiheuttamassa järven omassa kohonneessa tuotannossa.

3.5 KUONANJÄRVEN FOSFORIMALLITARKASTELU

Mikäli Kuonanjärvestä olisi vähintään tyydyttävästi toimiva fosforinpidätysmekanismi, niin nykyisestä vuotuisesta arvioidusta kokonaisfosforin kuormasta (noin 634 kg) pidäytyisi (lopullinen, ns. nettosedimentaatio) Kuonanjärven pohjaan noin 42 % (noin 266 kg) ja Puruveteen päätyisi noin 370 kg kokonaisfosforia vuodessa (taulukko 47). Laskennan perusteena on käytetty ns. Lappalaisen mallia, jonka soveltamisen perusvaatimukset ovat järven keskisyvyys vähintään 1 metri ja keskimääräinen kokonaisfosforipitoisuus korkeintaan 40 µg/l. Kuonanjärven keskipitoisuus on keskimäärin juuri tuo noin 40 µg/l, mutta vaihtelu on erittäin voimakasta. Se ilmentää merkittävää sisäistä kuormitusta. Lappalaisen mallilla saatava nettosedimentaatiokerroin (0,42) on aivan liian suuri eikä vastaa järven todellista nykytilannetta. Kuonanjärvestä välittömästi lähtevän veden, ts. Kuonanjoen yläjuoksun havaintopaikkojen 030 ja 185 mittaussaineiston määrä on varsin tyydyttävä (n = 17, keskiarvo₂₀₀₈₋₂₀₁₈ = 38,2 µg/l). Sen ja keskivirtaaman perusteella Kuonanjärvestä lähtee vuosittain Puruveteen kokonaisfosforia noin 643 kg. Siten todellinen, mittaustuloksiin perustuva vuotuinen fosforin nettosedimentaatio Kuonanjärveen on negatiivinen. Kuonanjärvestä Puruveteen lähtevä vuotuinen kokonaisfosforimäärä on noin 9 kg (noin 1,4 %) suurempi ulkoiseen kokonaiskuormaan verrattuna (taulukko 44).

Kuonanjärven fosforinpidätysmekanismi on romahtanut. Pohjasedimentin sekä veden ja myös pohjaeläimistön mittaustulokset ilmentävät sitä täysin yksiselitteisesti. Tämä vääjäämättä pitää yllä ja edelleen lisää rehevöitymisongelmia myös kuormituksen vastaanottavassa Puruvedessä (ks. myös Tossavainen 2018 ja Rautio 2018).

Vollenweiderin & Dillonin mallien ("suurin sallittu" ja "vaarallinen" fosforikuorma) soveltuvuus Kuonanjärvelle on kokonaisuutena hyvin heikko, eikä vastaa todellista Kuonanjärven käyttäytymistä (taulukko 47).

3.6 KOKONAISTYPEN KUORMITUS KUONANJÄRVEEN JA KUONANJÄRVEN KOKONAISTYYPITASE

Kuonanjärven vuotuinen kokonaistypen ulkoinen kuormitus on noin 14 000 kg. Isosta Vehkajärvestä tulevan kuorman osuus on noin 60 % (taulukko 45). Vehkajärvestä tulevan veden kokonaistypen pitoisuus (Vehkaoja 018:n havaintojen 2006 – 2018 [n = 9] keskiarvo noin 749 µg/l) on varsin korkea, selkeästi eutrofisten järvivesien suuruusluokkaa (taulukko 21).

Kuonanjärven veden kokonaistypen pitoisuus (vuosien 2011 – 2018 havaintojen keskiarvo 1119 µg/l) on myös reheville vesille tyypillinen (taulukko 8).

Kuonanjoen kautta (vuosien 2008 -2018 havaintojen [n = 18] keskiarvo 1048 µg/l [taulukko 19]) virtaa Puruveteen lähes 18 000 kg kokonaistyppeä vuodessa. Siten Kuonanjärvestä poistuu lasku-uoman kautta noin 28 % enemmän typpeä kuin sinne ulkoisen kuormituksen myötä tulee. Fosforiin verrattuna typelle on luonteenomaista kaasumainen käyttäytyminen. Toistuvasti Kuonanjärvessä runsaina esiintyvät sinilevät sitovat ilmakehästä typpeä, ja toisaalta Kuonanjärvestä vapautuu tuntematon määrä typpeä ilmakehään denitrifikaation seurauksena. Myös typpi fosforin tavoin vaatii riittävästi happea alusvedessä ja pintasedimentissä pysyäkseen pohjassa. Siten myös sisäinen kuormitus selittää osan suuremmasta Kuonanjoen typpivirtaamasta ulkoiseen typpikuormaan verrattuna.

4 Johtopäätökset

Kuonanjärven pohjaan on kertynyt runsaasti sen sietokyvyn ainakin ajoittain ylittävää löyhää ja hyvin vesipitoista, heikosti mineralisoitunutta sedimenttiä. Sedimentin fosforin ja myös typen varastot ovat musertavan suuria järviveteen verrattuna, ja heikosti hajonneen sedimentin aiheuttama kohonnut hapenkulutus ajoittain kiihdyttää sisäistä kuormitusta eli ravinteiden ja myös eräiden raskasmetallien vapautumista järven pohjasta. Heikko Kuonanjärven pohjan fysikaalis-kemiallinen tila luo heikot elinolot pohjaeläimistöille, joka lajistoltaan ja yksilömääriltään on suppea. Useimmille kalalajeillemme pohjaeläimistö on keskeinen ravintokohde. Kuonanjärven runsas särkikalasto voi tahtomattaan heikentää lahden tilaa syömällä nälissään myös pohjasedimenttiä ja ulostamalla sen perustuottajille kelvollisina ravinteina. Luonnonvarakeskus on tutkinut Kuonanjärven kalaston vuonna 2017 (Kulo 2018).

Järven sietokyky tarkoittaa yleisesti sitä, että järveen tuleva kuormitus on niin maltillinen, että järvi ennättää hapekkaissa oloissa hajottaa, mineralisoida, valuma-alueelta ja järven omasta tuotannosta tulevan eloperäisen aineksen niin tehokkaasti, että järven pohjan happitilanne on riittävän hyvä pidättämään ravinteet pohjassa. Esimerkiksi fosfori saostuu tällöin hapettuneen ferriraudan (mukana myös usein alumiinia ja -OH-ryhmiä) kanssa järven pohjaan. Voimakkaasti rehevöitynyt ja selkeästi ajoittain merkittävästi sisäkuormitteinen Kuonanjärvi laskee vetensä ja ainevirtaamansa lyhyttä ja uittoväyläksi aikoinaan perattua Kuonanjokea myöten Puruveden Savonlahteen. Osa Savonlahteen tulevasta ulkoisesta ja ajoittain itse lahden sisäisestä ravinnekuormasta puolestaan virtaa huomattavasti kirkkaammalle ja karummalle Puruveden ulappa-alueelle. Varsinkin helpommin huuhtoutuvien liukoisten mineraaliravinteiden kuorma Savonlahdesta ulapalle kiihdyttää rehevöitymistä, kuten makrofyyttien kasvua ja leväkukintojen todennäköisyyttä.

Kuonanjärven pohjan ja koko ekosysteemin tilaan myönteisesti vaikuttavina kunnostustoimina voisivat tulla lähinnä kyseeseen hapetus, pohjan pöyhintä ja biomanipulaatio sekä ruoppaus. Näistä hapetustekniikka olisi ehkä kustannustehokkain kunnostusmenetelmä, mikäli ulkoista kuormitusta saadaan myös puristettua pienemmäksi. Koska ulkoinen, nimenomaan Vehkaojaa myöten Isosta Vehkajärvestä tuleva ravinteiden ja kiintoaineksen kuormitus on edelleen korkea, kaikki sitä vähentävät keinot ovat oleellisia Kuonanjärven tilan kohentamiseksi. Kuonanjärveä kuormittaa merkittävästi siihen lyhyen uoman välityksellä laskeva meso-eutrofinen Iso Vehkajärvi, jota puolestaan kuormittaa ajoittain hypereutrofinen Pieni Vehkajärvi. Kunkin kolmen järven lähivaluma-alueen kuormituksesta ei ole mainittavaa tutkittua tietoa. Ne kannattaisi selvittää näytteenotoin ja virtaamamittauksin selkeän ylivirtaamatilanteen (kevät ja syksy) vallitessa. Mikäli lähivaluma-alueen kuormitus on korkea, niin sitä tulisi pienentää erilaisin vesiensuojeluteknisin rakentein. Näitä ovat lähinnä kosteikot, laskeutusaltat ja pohjapadot sekä pintavalutuskentät. Vesistökuormitusta vähentävät, vesistöä kunnioittavat käytänteet maa- ja metsätaloudessa sekä haja- ja loma-asutuksessa ovat oleellisen tärkeitä. Itse Kuonanjärvessä tehtävien mahdollisten kunnostustoimien hyöty jää aikaa myöten vähäiseksi ja mitätöityy, mikäli valuma-alueen kuormitus jatkuu korkeana. Haastavaksi Kuonanjärveen kohdistuvan kuormituksen vähentämisen tekee

edellä mainittu aivan ilmeinen suhteellisen voimakas Ison Vehkajärven ja varsinkin Pienen Vehkajärven sisäkuormitteisuus, joka olisi saatava tyrehtymään. Kyse on samalla myös Puruveden ulappa-alueen rehevöitymishaittojen torjunnasta, koska Kuonanjoen suhteellisen suuri valuma-alue puskee vetensä ja ainevirtaamansa Savonlahden lyhyen viipymän kautta Puruveden ulapalle.

Vesipitoisen, orgaanista ainesta sisältävän sedimentin määrä vaihtelee hyvin voimakkaasti Kuonanjärvellä. Siten ainakin suppeammat ruoppaukset voisivat tulla Kuonanjärvellä kyseeseen. Hyvin vesipitoisen sedimentin poisto esimerkiksi imuruoppaamalla on yleisesti varsin kallista toimintaa. Esimerkiksi muutama vuosi sitten Tohmajärven Vääränlahdesta imuruopattiin vastaavaa, hyvin vesipitoista sedimenttiä noin 38 000 m³. Ruoppauksen kustannukset olivat yli miljoona euroa (Karjalainen 2013). Tasan miljoonan euron kustannuksilla tämä merkitsi yhden kuutiometrin ruoppauksen kustannukseksi noin 26 euroa. Tällaisen hyvin vesipitoisen liejumaisen sedimentin, ainakin laaja-alaisen ruoppauksen jälkeiseksi tukitoimeksi suositellaan yleisesti hapetusta. Ennen ruoppausta on oleellisen tärkeää mitata ruopattavan alueen sedimenttikerroksen paksuus ja pohjan topografia. Tällöin voidaan etukäteen arvioida ruoppauksesta saatava hyöty ja etenkin mahdollinen ruopattavan alueen uudelleen täyttymisen riski. Tämä koskee yhtä lailla myös aivan pieniä ruoppauksia. Mainittakoon, että nykyinen vesilaki (2011) mahdollistaa enimmillään 500 m³:n ruoppauksen ilmoitusmenettelyllä alueelliselle ELY-keskukselle. Suuremmat ruoppaukset tai esimerkiksi mahdolliset ruopattavan sedimentin merkittävät haitta-aineet vaativat aluehallintoviraston luvan.

Mekaanista pohjanpöyhintää on kokeiltu 1990-luvulta lähtien. Esimerkiksi Limnologitoimisto Vesi-Eko Oy:n kokemukset erittäin huonokuntoisten järvien pohjanpöyhinnästä spesifillä laitteistolla ovat olleet rohkaisevia. Limnologi, MML Paavo Seppänen Suomen Ympäristökeskuksesta kehotti SYKE:n Vesistökuunnostuksen koulutuspäivillä 07.11.1996 mm. "...pöyhimään pohjalietettä laaja-alaisesti syystäyskierron aikana vetelemällä mitä tahansa laahainta veneen perässä pitkin ja poikin sillä alueella, missä päällysvesi ulottuu pohjaan." Nurmeksen Kuohattijärven kunnostushankkeessa FM Jani Karjalainen tutki pro gradu -työssään raivausnuottauksen pöyhinnän vaikutuksia muikun ja siian mädin selviytymiseen koko talven yli (Karjalainen 1998). Raivausnuottauksella pyrittiin hajottamaan ja hapettamaan löyhää orgaanista, happea kuluttavaa sedimenttiä, joka oli tuhoisaa muikun ja siian mädille. Opinnäytetyön tulokset olivat erittäin rohkaisevia. Aiemmin maineikkaasta muikkujärvestä muikkukanta oli käytännössä kadonnut soiden uudisojitusten ja muiden metsätaloustoimien myötä. Järven veden happitilanne oli 1990-luvulla hyvä, mutta turveliejumainen mustanpuhuva sedimentti heikensi sedimentin hapekkuutta merkittävästi. Tällöin raivausnuottauksella pyrittiin väkivaltaisesti särkemään omassa rauhassaan kerrostunut sedimentti ja kiihdyttämään sen aerobista hajoamista. Kuohattijärven valuma-alueen maankäyttö oli valtaosin metsätaloutta ja hyvin vähäisessä määrin maataloutta. Siten sedimentin merkittävistä haitallisista aineista ei ollut pelkoa. Kuohattijärvellä raivausnuottaus ulotettiin lähes 10 metrin syvyyteen.

Lähteet

- Ahtiainen, M. 1991. Avohakkuun ja metsäojituksen vaikutukset purovesien laatuun. Helsinki: Vesi- ja ympäristöhallituksen julkaisuja nro 45, Sarja A.
- Ekholm, H. 1993. Suomen vesistöalueet. Helsinki: Vesi- ja ympäristöhallituksen julkaisuja.
- Frisk, T. 1978. Järvien fosforimallit. Helsinki: Vesihallituksen tiedotus nro 146..
- Frisk, T. 1989. Development of mass balance models for lakes. Helsinki: National Board of Waters and the Environment.
- Haaranen, J. ja Ketolainen, P. 2011. Kolin Purnulammen kunnostussuunnitelma. Opinnäytetyö. Karelia-ammattikorkeakoulu, ympäristötekniikan koulutusohjelma.
- Jantunen, R. 2016. Henkilökohtainen tiedonanto. Syyskuu 2016. Pro Puruvesi ry. Kerimäki, Savonlinna.
- Karjalainen. 2013. Ruoppaus ei auttanut. Väärälähti: Vapo siivosi turveliejua yli miljoonalla eurolla. 21.09.2013.
- Karjalainen, J. 1998. Pohjan laadun ja pohjanpöyhinnän vaikutukset muikun ja siian varhaiskehitykseen sekä mädin elossa säilyvyyteen. Pro gradu –tutkielma. Soveltavan eläintieteen ja eläinlääketieteen laitos. Luonnontieteiden ja ympäristötieteiden tiedekunta, Kuopion yliopisto.
- Kortelainen, P., Finer, L., Mattson, T., Ahtiainen, M., Sallantausta, T., Kubin, E. ja Saukkonen, S. 2003. Luonnonhuuhtoutuma metsäisiltä valuma-alueilta. Teoksessa: Finer, L., Lauren, A. ja Karvinen, L. (toim.), 2003. Ajankohtaista metsätalouden ympäristökuormituksesta – tutkimustietoa ja työkaluja – seminaari Kolin Luontokeskus Ukko 23.9.2002. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 886, Joensuun tutkimuskeskus.
- Kulo, K. 2018. Kuonanjärven koekalastus vuonna 2017. Tutkimusraportti. Luonnonvarakeskus.
- Lappalainen, K. M. 1977. Matemaattisia apukeinoja vesistötutkimuksen tulosten käsittelyyn. Julkaisussa: Lehmusluoto, P. O. (toim.). 1977. Fysikaaliset ja kemialliset analyysimenetelmät. Vesi- ja kalatalousmiehet ry, 107-121.
- Lappalainen, K. M., Niemi, J. & Kinnunen, K. 1979. A phosphorus retention model and its application to Lake Päijänne. In: Publications of the Water Research Institute, National Board of Waters, Finland, No. 34, p. 60-67.
- Pohjois-Karjalan ELY-keskus 2013. Suomen sadanta- ja valuntatietoja 2000 – 2011. Julkaisematon aineisto. DI Teppo Linjama.
- Rautio, S. 2017. Purueden Savonlahden nykytila sekä alustavat suositukset kunnostustoimenpiteiksi. Opinnäytetyö, Ympäristötekniikan koulutusohjelma, Karelia-ammattikorkeakoulu.
- Salonen, S., Frisk, T., Kärmeniemi, T., Niemi, J., Pitkänen, H., Silvo, K. & Vuoristo, H. 1992. Fosfori ja typpi vesien rehevöittäjinä – vaikutusten arviointi. Vesi- ja ympäristöhallituksen julkaisuja – sarja A, nro 96.

- Särkkä, J. 1996. Järvet ja ympäristö – limnologian perusteet. Gaudeamus.
- Tossavainen, T. 1997. Nurmeksen Kuohattijärven pohjasedimenttien laboratorioanalyysit. Pohjois-Karjalan ympäristökeskuksen laboratorio. Julkaisematon aineisto 05.03.1997.
- Tossavainen, T. 2011. Kolin Purnulammen limnologinen tila vuonna 2010 kunnostussuunnittelun lähtökohdaksi. Tutkimusraportti. Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulun julkaisuja C:52.
- Tossavainen, T. 2014a. Jukajärven nykytila sekä alustava kunnostus- ja hoitotoimien pohdinta. Karelia-ammattikorkeakoulun julkaisuja C:12.
- Tossavainen, T. 2014b. Lieksan Vuonisjärven vedenlaatu, kuormitus, pohjasedimentti, pohjaeläimistö, kalasto ja makrofytyt. Kunnostussuunnittelun esitutkimus. Karelia-ammattikorkeakoulun julkaisuja C:11.
- Tossavainen, T. 2016. Puruveden Ristilahden pohjan nykyinen tila – sedimentin laatu ja määrä sekä pohjaeläimistö. Tutkimusraportti. Karelia-ammattikorkeakoulun julkaisuja C: Raportteja 35.
- Tossavainen, T. 2018. Puruveden Savonlahden nykytila. Sedimentin laatu ja määrä, pohjaeläimistö, vedenlaatu sekä kuormitus- ja fosforimallitarkastelu. Karelia-ammattikorkeakoulun julkaisuja C:48.
- Vollenweider, R. A. & Dillon, P. J. 1974. The application of the phosphorus loading concept to eutrophication research. Canada Centre for Inland Waters. 42 p.
- Vuorenmaa, J. 2015. Ympäristön yhdenneen seurannan laskeuma-arvot. Hietajärvi, Patvinsuon kansallispuisto, Lieksa. Suomen Ympäristökeskus, Helsinki. Julkaisematon aineisto.

LIITE 1. Kuonanjärven järvikortti (Suomen Ympäristökeskus, Liiteri/Hertta - ympäristötietojärjestelmä, 2018)

Järvi			
Nimi	Kuonanjärvi		
Numero	04.184.1.001	Kunta	Savonlinna
ELY	Etelä-Savon ELY ympäristö ja luonnonvarat		
Vesistö	04.184 Kuonanjoen va		
Pohjoinen (ETRS-TM35FIN)	6874360	Itä (ETRS-TM35FIN)	616627
Pohjoinen (Euref)	61.98366	Itä (Euref)	29.22580
Korkeustaso	N60+76,30	Korkeus N2000	N2000+76,50
Vesienhoitoalue	Vuoksen vesienhoitoalue		
Säännöstelyhanke			
Luotaus			
Luotaaja	Etelä-Savon ELY		
Luotauksen alkupäivä	04.06.2012	Luotauksen loppupäivä	05.06.2012
Luotausmenetelmä	Kaikuluotaus, DGPS-paikannus		
Linjatiheys	75 m	Luotaustiheys	1 m
Tasosijainnin tarkkuus	2 m	Syvyyshavainnon tarkkuus	0,2 m + 1% syvyydestä
Luotaustaso	N60+76,30	Luotaustaso N2000	N2000+76,50
Kiintopiste			
Asteikko		Luovutus MML:lle	14.3.2014
Saaret			
Saarten rantaviiva	12,8233 km	Saarten lukumäärä	66
Saarten pinta-ala	92,7207 ha	< 100 m ²	27

		100 m ² - 1 ha	37
		1 ha - 1 km ²	2
		> 1 km ²	0
Fysiografia			
Vesiala (Ranta10)	576,988 ha	Suurin syvyys	5,75 m
Kokonalsrantavilva (Ranta10)	31,006 km	Tilavuus	8994,79 10 ³ m ³
Pohjoinen (ETRS-TM35FIN)		Itä (ETRS-TM35FIN)	
Pohjoinen (Euref)		Itä (Euref)	
Keskisyvyys	1,56 m	Määrittys	Luotauspisteet
Yläpuolinen valuma-alue			
Pinta-ala	ha	Järviäla	ha
Lisätieto			
PerusCD 1997 vedenpinta N60+76.3			
Syvyys m	Pinta-ala ha	Tilavuus 10 ³ m ³	
0	577,456	8994,79	
1	445,726	3980,36	
2	164,412	650,604	
3	3,58229	18,5259	
4	0,593865	3,80063	
5	0,14648	0,520766	

LIITE 2. Kuonanjoen vesistöalueella 04.184 sijaitsevat järvet (Suomen Ympäristökeskus, Liiteri/Hertta -ympäristötietojärjestelmä, toukokuu 2018)

Numero	Nimi	Pinta-ala [ha]
04.184.1.010	Vihilistönlampi	2,49
04.184.1.016	Pikku-Viita	3,04
04.184.1.011	Pikku Konna	3,57
04.184.1.005	Kattilalampi	4,09
04.184.1.013	Haverisenlampi	4,55
04.184.1.017	Iso Valkialampi	4,67
04.184.1.007	Ruokojärvi	7,17
04.184.1.009	Konnalampi	8,50
04.184.1.012	Savonjärvi	9,96
04.184.1.003	Ahmalampi	13,91
04.184.1.006	Retunen	22,37
04.184.1.002	Päähinen	35,86
04.184.1.015	Suuri-Viita	46,49
04.184.1.004	Sakale	66,27
04.184.1.014	Pieni Vehkajärvi	94,83
04.184.1.001	Kuonanjärvi	577,46
04.184.1.008	Iso Vehkajärvi	672,14

LIITE 3. Kuonanjoen vesistöalueen kuormitusta aiheuttava maankäyttö (Suomen Ympäristökeskus, Liiteri/Hertta -ympäristötietojärjestelmä, toukokuu 2018).

Maankäyttöluokka	Pinta-ala [km ²]	Prosentteina	Oma ja yläpuolinen pinta-ala [km ²]	Kuormitustyyppi
- Luokittelemattomat metsätalouden maat	52,16	71,12	52,16	Metsätalous Luonnonhuuhtouma
A122 Erillispientalojen alueet	0,43	0,59	0,43	Hulevesi
E11 Pellot	3,73	5,08	3,73	Maatalous Luonnonhuuhtouma
E12 Monivuotiset nurmet ja niityt	0,11	0,15	0,11	Maatalous Luonnonhuuhtouma
E212 Käytöstä poistuneet maatalousmaat	0,15	0,21	0,15	Metsätalous Luonnonhuuhtouma
H111 Säännöstelemättömät luonnonvedet	15,87	21,63	15,87	Laskeuma

LIITE 4. Haja-asutuksen määrä Kuonanjoen vesistöalueella (Suomen Ympäristökeskus, Liiteri/Hertta -ympäristötietojärjestelmä, toukokuu 2018)

Asutustyyppi	Varustetaso	Kpl
Loma-asutus	Korkeatasoiset asunnot/ painotettu keskiarvo	43
Loma-asutus	Vaativammasti varustetut asunnot, vain kuivakäymälä	106
Vakituinen asutus	Korkeatasoiset asunnot/ painotettu keskiarvo	135
Vakituinen asutus	Vaativammasti varustetut asunnot, vain kuivakäymälä	23

Liite 5. Kuonanjärven ja Kuonanjoen havaintopaikkojen/Karelia-ammattikorkeakoulu koordinaatit (ETRS-TM35FIN) kevättalvella 2018.

```

Kuona1to6järvi07022018
H SOFTWARE NAME & VERSION
I GPSU 5,25 01 FREEWARE VERSION
S DateFormat=d.M.yyyy
S Units=M,M
S SymbolSet=2

H R DATUM
M E WGS 84 100 0,000000E+00 0,000000E+00 0 0 0

H COORDINATE SYSTEM
U UTM UPS

F ID----- Zne Eastng Northng Symbol----- T Alt(m) Date Time Comment
W KUONA1 35V 618672 6872764 Golf I 77,6 7.2.2018 09.39.12 1,23 METRIÄ JÄÄ 30 CM
W KUONA2 35V 618509 6872510 Golf I 70,7 7.2.2018 10.07.26 1,68 METRIÄ JÄÄ 35 CM
W KUONA3 35V 617280 6873041 Golf I 72,5 7.2.2018 10.58.50 1,76 METRIÄ JÄÄ 36 CM
W KUONA5 35V 617887 6874214 Golf I 72,5 7.2.2018 12.44.33 2,42 METRIÄ JÄÄTÄ 37 CM TARKISTA SIJ
KAAPELIIN NÄH
W KUONA6 35V 617926 6873199 Golf I 72,8 7.2.2018 13.30.26 3,09 METRIÄ JÄÄTÄ 38 CM

F ID----- Zne Eastng Northng Symbol----- T Alt(m) Date Time Comment
W KUONA1A 35V 618624 6872816 Golf I 72,2 13.4.2018 13.44.10 VESISYVYYS 1,22 METRIÄ

F ID----- Zne Eastng Northng Symbol----- T Alt(m) Date Time Comment
W KUONANJÄRVI003 35V 615541 6874635 Golf I 0,0 8.2.2018 09.50.39 YMPÄRISTÖHALLINNON HAVAINTOPAIKKA 2,47 M,
JÄÄ 38CM
W KUONANJÄRVI090 35V 617329 6873814 Golf I 78,3 8.2.2018 09.57.32 YMPÄRISTÖHALLINNON HAVAINTOPAIKKA 3,35
METRIÄ

F ID----- Zne Eastng Northng Symbol----- T Alt(m) Date Time Comment
W KUONA4 35V 616893 6873274 Golf I 72,6 15.3.2018 10.59.25 VESISYVYYS 0,78 METRIÄ
W KUONA11 35V 617472 6873722 Golf I 72,4 15.3.2018 13.49.29 VESISYVYYS 3,31 METRIÄ

F ID----- Zne Eastng Northng Symbol----- T Alt(m) Date Time Comment
W KUONA7 35V 616885 6874104 Golf I 73,7 16.2.2018 10.15.25 SYVYYS 2,77 METRIÄ
W KUONA8 35V 614847 6875599 Golf I 72,8 16.2.2018 13.03.56 SYVYYS 2,67 METRIÄ JÄÄTÄ 34 CM
W KUONA9 35V 616110 6875605 Golf I 77,3 16.2.2018 13.39.40 SYVYYS 2,32 METRIÄ JÄÄTÄ 38 CM
W KUONA10 35V 616828 6874861 Golf I 74,9 16.2.2018 14.10.51 SYVYYS 1,95 METRIÄ JÄÄTÄ 35 CM

F ID----- Zne Eastng Northng Symbol----- T Alt(m) Date Time Comment
W KUONA12 35V 617958 6872850 Golf I 76,3 6.4.2018 08.24.12 2,60 METRIÄ

F ID----- Zne Eastng Northng Symbol----- T Alt(m) Date Time Comment
W KUONANJOKI030 35V 618941 6872557 Golf I 76,2 18.4.2018 16.41.00

```

LIITE 6. 1/2. Kuonanjärven havaintopaikkojen nro 003 ja 12 sedimentin laboratorioanalyysien tuloslomake.



TESTAUSSELOSTE
7.6.2018

18-12211 1 (2)
#1

Karelia-ammattikorkeakoulu
Biotalouden keskus
Tossavainen Tarmo
Sirkkalantie 12 B
80100 JOENSUU



Tilausno 325493 (X/S), saapunut 22.5.2018
Näytteenottaja: Tarmo Tossavainen/ Karelia-AMK

NÄYTTEET

Lab.nro	Näytteen kuvaus
34295	Kuonanjärvi/12, 0-35 cm
34296	Kuonanjärvi/ 003, 0-20cm sekä 20-35 cm

MÄÄRITYSTULOKSET / NÄYTTEET

Määrittäminen	Yksikkö	34295	34296
*Kuiva-aine	g /kg	164	115
*Hehkutusjäännös	g/kg	138	89
*Hehkutushäivö	g/kg	26	26
*Fosfori, sedimentti	g/kg ka	0,74	1,0
*Typpi, sedimentti	g/kg ka	8,3	12

Merkintöjen selityksiä: P = määrittäminen kesken, E = ei tehty, ~ = noin, < = pienempi kuin, <= = pienempi tai yhtäsuuri kuin, > = suurempi kuin, >= = suurempi tai yhtäsuuri kuin.
* = merkitty on akkreditoitu menetelmä.

Heli Orakangas

Heli Orakangas
Ymp.asiantuntija(FM)

TIEDOKSI

Pro Puruvesi ry/Jantunen Reijo

Tässä tutkimusselosteessa esitetyt testatulokset pätevät ainoastaan testatulle näytteelle. Akkreditointi ei koske lausuntoa.
Tutkimustodistuksen saa kopioida vain kokonaan.

Katuosoite Patamaenkatu 24 33900 TAMPERE
Postiosoite PL 265 33101 TAMPERE
Puhelin (03) 2461 265 *(03) 2461 111
Sähköposti heli.orakangas@kvvy.fi
Alv.rek./enn.pid.rek. 2823750-1

LIITE 6. 2/2. Kuonanjärven havaintopaikkojen nro 003 ja 12 sedimentin laboratorioanalyysien tuloslomake.



TESTAUSSELOSTE
7.6.2018

18-12211 2 (2)
#1

MENETELMÄTIEDOT

Määrittäminen	Menetelmän nimi ja tutkimuslaitos (suluisissa)
*Kuiva-aine	SFS 3008:1990 (TL25)
*Hehkutusjäännös	SFS 3008:1990 (TL25)
*Hehkutushäviö	Laskennallinen (TL25)
*Fosfori, sedimentti	SFS-EN ISO 11885, 2009 (HNO ₃ -haj+ICP-OES) (TL25)
*Typpi, sedimentti	Sis. menet. KVYY LA83 (SFS 5505; 1988) (TL25)

TUTKIMUSLAITOSTIEDOT

Tunnus	Tutkimuslaitoksen nimi
TL25	KVYY/Tampere (FINAS T064)

MITTAUSEPÄVARMUUSTIEDOT

Määrittäminen	Näyte	Tuloksen epävarmuus	Määrittämyspvm.
*Kuiva-aine	2018/34295	±10 %	23.5.2018
	2018/34296	±10 %	23.5.2018
*Hehkutusjäännös	2018/34295	±15 %	24.5.2018
	2018/34296	±15 %	24.5.2018
*Hehkutushäviö	2018/34295	±15 %	24.5.2018
	2018/34296	±15 %	24.5.2018
*Fosfori, sedimentti	2018/34295	±15 %	6.6.2018
	2018/34296	±15 %	6.6.2018
*Typpi, sedimentti	2018/34295	±20 %	5.6.2018
	2018/34296	±20 %	5.6.2018

Tässä tutkimusselosteessa esitetyt testitulokset pätevät ainoastaan testatulle näytteelle. Akkreditointi ei koske lausuntoa. Tutkimustodistuksen saa kopioida vain kokonaan.

LIITE 7. 1/4. Eräiden itäsuomalaisten järvien (Kuonanjärvi ja Puruveden Savonlahti) fosforimallitarkastelu

Järvi (sijaintikunta), viipymä	Ulkoinen kok. P-kuorma (kg/a)	Kok. P:n nettosedimentaatiokerroin (Lappalaisen mallilla määritetty)	Kok. P, järveden keskiarvo (µg/l)
Kuonanjärvi (Savonlinna/Kerimäki), viipymä 6,4 kk	670 (nykyinen kuorma; mittauksiin <i>in situ</i> [kaukovaluma-alue] ja ominaiskuormitusarvoihin [lähivaluma-alue] perustuva)	43 % (todellinen, mittaustuloksiin perustuva on 4 %)	23 (kuormitukseen perustuva, ts. Lappalaisen mallilla ennustettu) 40 (mitattu; vuosien 2006-2018 keskiarvo)
	530 (Lappalaisen mallilla määritetty suurin sallittu kuormitus; vastaa pitoisuutta 20 µg/l)	38 %	20
	610 (Vollenweiderin mallilla määritetty "suurin sallittu kuormitus"; vastaa pitoisuutta 10 µg/l)	..	10
	1627 (Vollenweiderin mallilla määritetty "vaarallinen kuormitus"; vastaa pitoisuutta 20 µg/l)	..	20
Puruveden Savonlahti (Savonlinna/Kerimäki), viipymä 0,7 kk (20 vrk)	670 (tästä 615 kg tulee Kuonanjärvestä; havaintopaikka Kuonanjoki 030, mittausten 2007- 2017 keskiarvo 35 µg/l)	7,9 %	35 (kuormitukseen perustuva, ts. Lappalaisen mallilla ennustettu) Mittaustulokset <i>in situ</i> erittäin vähäiset
	203 (luonnontilainen kuorma)	2,5 %	11
	368 (Lappalaisen mallilla määritetty suurin sallittu kuormitus; vastaa pitoisuutta 20 µg/l)	4,5 %	20
	263 (Vollenweiderin mallilla määritetty "suurin sallittu kuormitus"; vastaa pitoisuutta 10 µg/l)	..	10
	461 (Vollenweiderin mallilla määritetty "vaarallinen kuormitus"; vastaa pitoisuutta 20 µg/l)	..	20

LIITE 7. 2/4. Eräiden itäsuomalaisten järvien (Jukajärvi, Puruveden Ristilahti) fosforimallitarkastelu.

Järvi (sijaintikunta), vilpymä	Ulkoinen kok. P-kuorma (kg/a)	Kok. P:n nettosedimentaatiokerroin (Lappalaisen mallilla määritetty)	Kok. P, järveden keskiarvo (µg/l)
Jukajärvi (Kiihtelysaara/Joensuu ja Kontiolahti), vilpymä 8,58 kk	322 (nykyinen, vuosi 2012; mitattu <i>in situ</i>)	41,6 %	16,4 (Lappalaisen mallilla ennustettu, ts. tutkittuun kuormitukseen perustuva) 17,0 (mitattu <i>in situ</i> , tilavuuspainotteenen vuosikeskiarvo)
	150 (luonnonhuuhtoutuma + ilmalaskeuma)	27 %	9,9 (ts. luonnontilaisen Jukajärven keskipitoisuus)
	337 (Vollenweiderin mallilla määritetty "suurin sallittu kuormitus"; vastaa pitoisuutta 10 µg/l)	..	10
	814 (Vollenweiderin mallilla määritetty "vaarallinen kuormitus"; vastaa pitoisuutta 20 µg/l)	..	20
Puruveden Ristilahti (Kesälahti/Kitee), vilpymä 8,8 kk	420 (nykyinen, vuosi 2015, mittauksiin <i>in situ</i> ja ominaiskuormitusarvoihin perustuva)	53,9 %	21,9 (Lappalaisen mallilla ennustettu, ts. tutkittuun kuormitukseen perustuva) 21,0 (mittaustuloksiin perustuva [vuosien 2011- 2015 [n=17] keskiarvo)
	172 (luonnonhuuhtoutuma + ilmalaskeuma)	34,1 %	13
	336 (Vollenweiderin mallilla määritetty "suurin sallittu kuormitus"; vastaa pitoisuutta 10 µg/l)	..	10
	902 (Vollenweiderin mallilla määritetty "vaarallinen kuormitus"; vastaa pitoisuutta 20 µg/l)	..	20
	... (Lappalaisen mallilla määritetty suurin sallittu kuormitus; vastaa pitoisuutta 20 µg/l)	..	20

LIITE 7. 3/4. Eräiden itäsuomalaisten järvien (Vuonisjärvi, Niinikkolampi) fosforimallitarkastelu.

Järvi (sijaintikunta), vilpymä	Ulkoinen kok. P-kuorma (kg/a)	Kok. P:n nettosedimentaatiokerroin (Lappalaisen mallilla määritetty)	Kok. P, järiveden keskiarvo (µg/l)
Vuonisjärvi (Lieksa), 1,15 kk	509 (mitattu <i>in situ</i> vuonna 2012)	15,4 %	43 (Lappalaisen mallilla ennustettu, ts. tutkittuun kuormitukseen perustuva) 49 (mitattu <i>in situ</i> , tilavuuspainotteinen vuosikeskiarvo)
	172 (luonnonhuuhtoutuma + laskeuma)	5,9 %	16
	XXX (Lappalaisen mallilla määritetty suurin sallittu kuormitus; vastaa pitoisuutta 20 µg/l)	..	20
	204 (Vollenweiderin mallilla määritetty "suurin sallittu kuormitus"; vastaa pitoisuutta 10 µg/l)	..	10
	409 (Vollenweiderin mallilla määritetty "vaarallinen kuormitus"; vastaa pitoisuutta 20 µg/l)	..	20
Niinikkolampi (Liperi), 16,1 kk	91 (mitattu <i>in situ</i> v. 2013-2014)	77,6 %	24,5 (Lappalaisen mallilla ennustettu, ts. tutkittuun kuormitukseen perustuva) 27,8 (mitattu <i>in situ</i> , tilavuuspainotteinen vuosikeskiarvo)
	20,6 (luonnonhuuhtoutuma + laskeuma)	52,8 %	11,6 (ts. luonnontilaisen Niinikkolammen keskipitoisuus)
	62 (Lappalaisen mallilla määritetty suurin sallittu kuormitus; vastaa pitoisuutta 20 µg/l)	..	20

	33 (Vollenweiderin mallilla määritetty "suurin sallittu kuormitus"; vastaa pitoisuutta 10 µg/l)	..	10
	89 (Vollenweiderin mallilla määritetty "vaarallinen kuormitus"; vastaa pitoisuutta 20 µg/l)	..	20

LIITE 7. 4/4. Eräiden itäsuomalaisten järvien (Purnulampi) fosforimallitarkastelu.

Järvi (sijaintikunta), vilpymä		Ulkoinen kok. P-kuorma (kg/a)	Kok. P:n nettosedimentaatiokerroin (Lappalaisen mallilla määritetty)	Kok. P, järvi­veden keskiarvo (µg/l)
Purnulampi (Koli, Lieksa), 1,8 kk		7,4 (mitattu <i>in situ</i> vuonna 2010)	17 %	30 (Lappalaisen mallilla ennustettu, ts. tutkittuun kuormitukseen perustuva) 25 (mittaukset <i>in situ</i> v. 2010-2011)
		1,7 (luonnonhuuhtoutuma + laskeuma)	4 %	8 (ts. luonnon­tilaisen Purnulammen keskipitoisuus)
		4,5 (Lappalaisen mallilla määritetty suurin sallittu kuormitus; vastaa pitoisuutta 20 µg/l)	..	20
		5,6 (Vollenweiderin mallilla määritetty "suurin sallittu kuormitus"; vastaa pitoisuutta 10 µg/l)	..	10
		13,1 (Vollenweiderin mallilla määritetty "vaarallinen kuormitus"; vastaa pitoisuutta 20 µg/l)		20



Karelia Ammattikorkeakoulun opiskelijat tutkivat opettajansa Tarmo Tossavaisen johdolla Kuonanjärven pohjaa. Kuvassa jääpalaa nostamassa opiskelija Väinö Rintala.

Kuonanjärven pohja syynissä

► Pohjaan kertynyt aines vaikuttaa keskeisesti veden laatuun. Kuonanjärvestä on suora kytkös Puruvedeen.

Jari Silvennönen
KERÄMÄKI

Kerimäen Kuonanjärven jäällä on tänä talvena näkynyt ja näkyy useaan kertaan iso joukko väkeä avantojen ympärillä.

Kysessä ei ole mikään verkkoporukka, vaan Karelia Ammattikorkeakoulun opiskelijat tekevät opettajansa, limnologi Tarmo Tossavaisen johdolla järvestä pohjasedimenttitutkimusta. Tutkimus on suoraa jatkoa viime talvena Puruveden Savonlahdella tehdyille pohjakairauksille.

– Viime vuonna nähtiin, miten Savonlahteen tulee arvan litkaa ravinnekuormaa, jonka selkeä lähde on Kuonanjärvestä. Nytilään näköalapaikalla tällaisen keijureaktion tutkimisessa, sanoo Tossavainen.

Puruvedeen tulee Kuonanjärven ja -joen kautta tulvita tavaraa. Kuonanjoessa on mitattu niin korkeita fosfori-, typpi- ja kiintoainepitoisuuksia, että ne vastaavat ajoittain melkein kunnostusajatusalueen laskeutusaltaan veden laatu.

Järven pohjaan kertyneen aineksen määrä ja laatu on Tossavaisen mukaan jär-

ven tilan keskeinen veden laatuun ja ravintoverkon rakenteeseen vaikuttava kohtalokkyymys näköisen kuormituksen lisäksi.

– Tämä tutkimus antaa siitä keskeisen tiedon Kuonanjärvelle. Vesiin ulkoinen kuormitus tarkoittaa lähinnä valuma-alueelta tulevien joki- ja ojavesien tuomia ravinteita. Sisäisessä kuormituksessa puolestaan pohjasedimentit varastoituneet ravinteet vapautuvat takaisin veteen lapsen vähyydessä. Tämä kiihdyttää entiseään rehevöitymistä.

Kuonanjärven valuma-alue on suuri, yhteensä noin 6700 hehtaaria. Tenhujoen kautta tulee vettä noin tuhannen hehtaarin alueelta, Vehkajoen kautta peräti 4000 hehtaarialta. Kuonanjärven lähivaluma-alue on runsaat 700 hehtaaria.

Metsätalouksmaan osuus valuma-alueella on 91 prosenttia ja loput yhdeksän prosenttia viljelysmaata.

Kuonanjärven pohjasedimenttitutkimuksen teetää ja puoლისi maksaa Pro Puruvesi ry. Etelä-Savon elykeskus maksaa kustannuksia puolet. Saman tapainen malli oli viime vuonna



Opiskelijat Toni Sinisalo ja Jani Viitamäki työn parissa.

Savonlahdella. – Savonlahden ja Kuonanjärven tutkimukset eivät mahtuneet suoraan Freshabit-hankkeeseen, mutta ne nähtiin niin tärkeinä kohteina että tutkimukset ovat tarpeen. Näin päästiin paremmin kiinni kohteiden tilaan ja voidaan suunnitella oikeat toimenpiteet, perustelee Pro Puruveden puheenjohtaja Reijo Jantunen.

Kuonanjärveltä on valittu toistakymmentä tutkimuspistettä eri puolilta järveä. Havaintopunkkeilla otetaan pohjasta näytteet joko runvekairalla tai sedimenttinäytteenottimella.

Näytteistä selvitetään sedimentin kokonaismäärä ja sen jakautuminen erilaisiin kerroksiin. Ensimmäisissä kairauksissa on jo ulappa-alueelta löytynyt puolen-

toista metrin paksuisia sedimenttikerrosta, eli löyhää höttöä järven pohjassa. – Parin sentin paksuisen pintasedimentin hapetus-

pelkistävyytensä mittauksella voidaan arvioida, pysyykö fosfori pohjassa vai vapautuu ko eli syntyykö sisäistä kuormitusta: muodostuuko esimerkiksi ammoniakkeita, rikkinäyryä tai pohjimillaan jopa metäänia, selostaa Tarmo Tossavainen.

Pohjimäimistön laatu ja määrä on erinomaisen järven tilan bioindikaattori eli ilmentäjä.

Sedimentin kokonaismäärän ja -tyypin pitoisuudet kertovat näiden rehevöitymisen kannalta kriittisten ravinteiden määrän sedimentissä.

– Maasto- ja laboratoriomittauksen perusteella kyettäin alustavasti arvioimaan myös mahdollisia pohjaan kohdistuvia kunnostustoimia, sanoo Tossavainen.

Pohjanäytteiden ottaminen alkoi helmikuun puolivälissä ja jatkuu huhtikuun alkun. Tarkoituksena on ottaa myös jollakin vesinäytteenä avovesikaudella, jotta kesikerrostuonaisuuden aikainen tilanne saadaan kartoitettua.

Matalassa järvestä on tyydyttävä, että jo pelkkä kova aallokko saattaa aiheuttaa fosforin vapautumista pohjasta.

Loppuraportti Kuonanjärvestä valmistuu ensi syksyn mennessä. Tutkimusta tekevät Karelia AMK:n energia- ja ympäristötekniikan opiskelijat, joista kaiki tekee aiheesta oppimäytetönsä.

Luonnonvarakeskuksen Enonkosken yksikkö teki Kuonanjärvelle viime kesänä koekaladuksia, mutta niiden tuloksia ei ole vielä saatu käyttöön.

LIITE 9. 1/2. Savo-Karjalan Ympäristötutkimus Oy. Testausseloste.
Vesitutkimus. 11.12.2018. Kuonanjärven vesistöalueen näytteet 22.11.2018.



SAVO-KARJALAN
YMPÄRISTÖTUTKIMUS OY

TESTAUSSELOSTE
Vesitutkimus^
11.12.2018

18-9750 1 (2)
#1

Pro Puruvesi ry
Jantunen Reijo
Laulajankaiti 74
58200 KERIMÄKI



Tilausno 244841 (5353/MESINÄYT), saapunut 26.11.2018, näytteet otettu 22.11.2018 (10:20-12:10)
Näytteenottaja: Tossavainen Tarmo

NÄYTTEET

Lab.nro	Näytteen kuvaus
33835	Kuonanjoki 185
33836	Vehkaoja 018
33837	Tenhunjoki 169

MÄÄRITYSTULOKSET / NÄYTTEET

Määrittäminen	Yksikkö	33835	33836	33837
Lämpötila	Ast-C	0,70	0,40	2,2
Kokonaisytppi *	µg/l	1500	700	350
Kokonaisfosfori *	µg/l	43	31	12

Merkitöjen selttyksis: P = määrittäminen kesken, E = ei tehty, - = noin, < = pienempi kuin, = = pienempi tai yhtäsuuri kuin, > = suurempi kuin, » = suurempi tai yhtäsuuri kuin.
Menetelmätiedot viimeisellä sivulla, * = akkreditoitu menetelmä, (A) = alihankintamäärittäminen

Kaisa Kokkarinen

Kaisa Kokkarinen
kemisti, FM

TIEDOKSI

Tossavainen Tarmo

Testausselösten tulokset pätevät vain tutkituille näytteille. Akkreditointi ei koske lausuntoa. Selösten saa kopioida vain kokonaan.
Mittauspövmuudet: kemiallisille menetelmille viimeisellä sivulla, kvant. mikrobiologisille menetelmille ilmoitetaan pyydettäessä

Katuosoite	Postiosoite	Puhelin	Sähköposti	Y-tunnus
Yrittäjänitie 24 70150 KUOPIO	Yrittäjänitie 24 70150 KUOPIO	*017-2647200	kaisa.kokkarinen@ymparistotutkimus.fi	1869496-1

LIITE 9. 2/2. Savo-Karjalan Ympäristötutkimus Oy. Testausseleoste. Vesitutkimus.
11.12.2018. Kuonanjärven vesistöalueen näytteet 22.11.2018.



SAVO-KARJALAN
YMPÄRISTÖTUTKIMUS OY

TESTAUSSELOSTE
Vesitutkimus^A
11.12.2018

18-9750 2 (2)
#1

MENETELMÄTIEDOT

Määrittäminen	Menetelmän nimi ja tutkimuslaitos (suluissa)
Lämpötila	Lämpötila (TL30)
Kokonaistyyppi *	Sis. menetelmä LA60, kolorimetrinen, FIA-analysaattori (TL30)
Kokonaisfosfori *	Sis. menetelmä LA65, kolorimetrinen, FIA-analysaattori (TL30)

TUTKIMUSLAITOSTIEDOT

Tunnus	Tutkimuslaitoksen nimi
TL30	SKYT Oy, Kuopion laboratorio

MITTAUSEPÄVARMUUSTIEDOT

Määrittäminen	Näyte	Tuloksen epävarmuus	Määrittämisajankohta
Kokonaistyyppi *	2018/33835	±8 %	4.12.2018
	2018/33836	±8 %	4.12.2018
	2018/33837	±15 %	4.12.2018
Kokonaisfosfori *	2018/33835	±12 %	3.12.2018
	2018/33836	±12 %	3.12.2018
	2018/33837	±1,5 µg/l	3.12.2018

Testausseleosteen tulokset pätevät vain tutkituille näytteille. Akkreditointi ei koske lausuntoa. Seleosteen saa kopioida vain kokonaan.
Mittausepävarmuudet: kemiallisille menetelmille viimeisellä sivulla, kvant. mikrobiologisille menetelmille ilmoitetaan pyydettäessä

Yhtä paljon pohjaliejuja

Sedimenttitutkimus vahvistii Kuonanjärven merkittävän sisäisen ravinnepöytäruokituksen. Järvellä syötetään Puruvene 610 kiloa fosforia vuodessa.

Matti Nieminen
Matti Nieminen on tutkimusjohtaja ja tutkimusassistentti, joka on ollut mukana tutkimuksessa, joka on osoittanut, että Kuonanjärven pohjaliejuissa on runsaasti fosforia. Tämä on merkittävä löytö, koska se osoittaa, että järven pohjaliejuissa on runsaasti fosforia, mikä voi vaikuttaa järven ekosysteemiin.

Keräily
Keräily on tutkimus, joka on osoittanut, että Kuonanjärven pohjaliejuissa on runsaasti fosforia. Tämä on merkittävä löytö, koska se osoittaa, että järven pohjaliejuissa on runsaasti fosforia, mikä voi vaikuttaa järven ekosysteemiin.

Kuonanjärven on saajilla
Kuonanjärven on saajilla on runsaasti fosforia. Tämä on merkittävä löytö, koska se osoittaa, että järven pohjaliejuissa on runsaasti fosforia, mikä voi vaikuttaa järven ekosysteemiin.

Topeli on tervettä
Topeli on tervettä, koska se sisältää runsaasti kuitua ja vitamiineja. Se on myös erittäin makuu- ja hajuaikainen, mikä tekee siitä erittäin mielenkiintoisen aineksen.

Kuonanjärven pohjaliejuissa
Kuonanjärven pohjaliejuissa on runsaasti fosforia. Tämä on merkittävä löytö, koska se osoittaa, että järven pohjaliejuissa on runsaasti fosforia, mikä voi vaikuttaa järven ekosysteemiin.

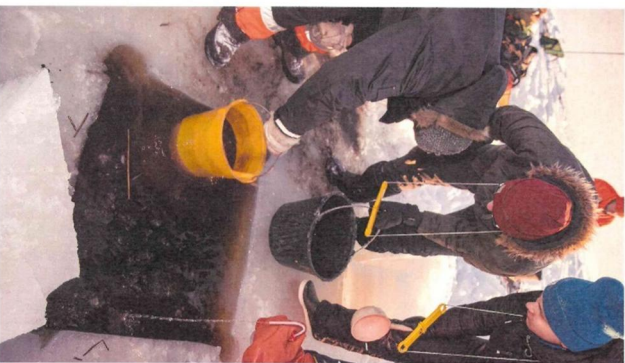
Paksuimmat tilanne
Paksuimmat tilanne on tilanne, jossa on runsaasti fosforia. Tämä on merkittävä löytö, koska se osoittaa, että järven pohjaliejuissa on runsaasti fosforia, mikä voi vaikuttaa järven ekosysteemiin.

Järven heikentäminen
Järven heikentäminen on tilanne, jossa järven tilanne on heikentynyt. Tämä on merkittävä löytö, koska se osoittaa, että järven pohjaliejuissa on runsaasti fosforia, mikä voi vaikuttaa järven ekosysteemiin.

Kuonanjärven pohjaliejuissa
Kuonanjärven pohjaliejuissa on runsaasti fosforia. Tämä on merkittävä löytö, koska se osoittaa, että järven pohjaliejuissa on runsaasti fosforia, mikä voi vaikuttaa järven ekosysteemiin.

ja vettä

Kuonanjärven pohjaliejuissa on runsaasti fosforia. Tämä on merkittävä löytö, koska se osoittaa, että järven pohjaliejuissa on runsaasti fosforia, mikä voi vaikuttaa järven ekosysteemiin.



Kuonanjärven pohjaliejuissa on runsaasti fosforia. Tämä on merkittävä löytö, koska se osoittaa, että järven pohjaliejuissa on runsaasti fosforia, mikä voi vaikuttaa järven ekosysteemiin.

Kuonanjärven pohjaliejuissa on runsaasti fosforia. Tämä on merkittävä löytö, koska se osoittaa, että järven pohjaliejuissa on runsaasti fosforia, mikä voi vaikuttaa järven ekosysteemiin.

”Valuma-alueen tilanne saatava

Kuonanjärven sedimenttitutkimus
Kuonanjärven sedimenttitutkimus on osoittanut, että järven pohjaliejuissa on runsaasti fosforia. Tämä on merkittävä löytö, koska se osoittaa, että järven pohjaliejuissa on runsaasti fosforia, mikä voi vaikuttaa järven ekosysteemiin.

hallintaan”

Kuonanjärven pohjaliejuissa
Kuonanjärven pohjaliejuissa on runsaasti fosforia. Tämä on merkittävä löytö, koska se osoittaa, että järven pohjaliejuissa on runsaasti fosforia, mikä voi vaikuttaa järven ekosysteemiin.

Enonkosken budjetti jäi alijäämäiseksi

Uutena työllisyyspalveluna ja lapsiperäpakettei 500 euron väuvarahalla.



Enonkosken budjetti jäi alijäämäiseksi. Uutena työllisyyspalveluna ja lapsiperäpakettei 500 euron väuvarahalla.

Kuonanjärven pohjaliejuissa
Kuonanjärven pohjaliejuissa on runsaasti fosforia. Tämä on merkittävä löytö, koska se osoittaa, että järven pohjaliejuissa on runsaasti fosforia, mikä voi vaikuttaa järven ekosysteemiin.

Kuonanjärven pohjaliejuissa
Kuonanjärven pohjaliejuissa on runsaasti fosforia. Tämä on merkittävä löytö, koska se osoittaa, että järven pohjaliejuissa on runsaasti fosforia, mikä voi vaikuttaa järven ekosysteemiin.

Kuonanjärven pohjaliejuissa
Kuonanjärven pohjaliejuissa on runsaasti fosforia. Tämä on merkittävä löytö, koska se osoittaa, että järven pohjaliejuissa on runsaasti fosforia, mikä voi vaikuttaa järven ekosysteemiin.

Kuonanjärven pohjaliejuissa
Kuonanjärven pohjaliejuissa on runsaasti fosforia. Tämä on merkittävä löytö, koska se osoittaa, että järven pohjaliejuissa on runsaasti fosforia, mikä voi vaikuttaa järven ekosysteemiin.

Kuonanjärven pohjaliejuissa
Kuonanjärven pohjaliejuissa on runsaasti fosforia. Tämä on merkittävä löytö, koska se osoittaa, että järven pohjaliejuissa on runsaasti fosforia, mikä voi vaikuttaa järven ekosysteemiin.

Kuonanjärven pohjaliejuissa
Kuonanjärven pohjaliejuissa on runsaasti fosforia. Tämä on merkittävä löytö, koska se osoittaa, että järven pohjaliejuissa on runsaasti fosforia, mikä voi vaikuttaa järven ekosysteemiin.

Kuonanjärven pohjaliejuissa
Kuonanjärven pohjaliejuissa on runsaasti fosforia. Tämä on merkittävä löytö, koska se osoittaa, että järven pohjaliejuissa on runsaasti fosforia, mikä voi vaikuttaa järven ekosysteemiin.