

OSITTAIN ALUSTAVA LOPPURAPORTTI

Kuonanjärven (Kerimäki) nykyinen tila; pohjasedimentit, pohjaeläimistö, vedenlaatu, kuormitus ja fosforimallitarkastelu

Tarmo Tossavainen

Karelia-ammattikorkeakoulu, versio 12.11.2018, 242 diaa



Sisällysluettelo 1/2

Kappale	Dia nro
TIIVISTELMÄ	4
ALKUSANAT	12
TUTKIMUSALUE	14
KUONANJÄRVEN VESISTÖALUEEN HYDROLOGISET JA MORFOMETRISET PERUSTIEDOT	15
<u>KUONANJÄRVEN JA SIIHEN TULEVIEN SEKÄ LÄHTEVIEN VESIEN LAATU/YMPÄRISTÖHALLINNON MITTAUSTULOKSET SEKÄ NIIDEN TARKASTELU</u>	31
KUONANJÄRVI 003	34
KUONANJÄRVI 090 ETELÄPÄÄ	49
KUONANJÄRVI 030 JA KUONANJOKI 185, VÄLITTÖMÄSTI KUONANJÄRVESTÄ LÄHTEVÄ VESI	54
ISO VEKKAJÄRVI 002 JA SEN LASKU-UOMA VEKKAJOJA 018 KUONANJÄRVEEN	60
TENHUNJOKI 169, KUONANJÄRVEEN LASKEVA	66
SUUREEN VEKKAJÄRVEEN LASKEVA OJA 152 KONNASUOLTA SEKÄ PIENEN VEKKAJÄRVEN LASKUOJA 037	69
PIENI VEKKAJÄRVI 027	71
KUONANJÄRVEN MINIMIRAVINNETARKASTELU	73
<u>KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULUN TUTKIMUKSET KUONANJÄRVELLÄ VUONNA 2018</u>	79
1 AINEISTO JA MENETELMÄT	80
2 TULOKSET	102
2.1 VEDENLAATU	103
2.2 POHJASEDIMENTIN KENTTÄMITTAUKSET JA -HAVAINNOT	108
2.3 POHJASEDIMENTIN LABORATORIOANALYYSIT JA NIIHIN PERUSTUVAT LASKELMAT	151
2.4 POHJAEELÄIMISTÖ	155
2.5 KUORMITUS- JA FOSFORIMALLITARKASTELU	182

Sisällysluettelo 2/2

Kappale	Dia nro
2.5.1 KUONANJÄRVEN FOSFORITASE	183
2.5.2 KUONANJÄRVEN TYPPITASE	186
2.5.3 KUONANJÄRVEN FOSFORIMALLITARKASTELU	189
3 TULOSTEN TARKASTELU	197
3.1 VEDENLAATU KEVÄTTALVELLA 2018	198
3.2 KUONANJÄRVEN POHJASEDIMENTIN LAATU JA MÄÄRÄ KEVÄTTALVELLA 2018	202
3.3 KUONANJÄRVEN POHJAELÄIMISTÖ KEVÄTTALVELLA 2018	211
3.4 KOKONAISFOSFORIN KUORMITUS KUONANJÄRVEEN JA KUONANJÄRVEN KOKONAISFOSFORITASE	215
3.5 KUONANJÄRVEN FOSFORIMALLITARKASTELU	219
3.6 KOKONAISTYPEN KUORMITUS KUONANJÄRVEEN JA KUONANJÄRVEN KOKONAISTYPPITASE	222
4 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET	225
5 LÄHTEET	233
LIITTEET	237
Tämän raportin kaikki valokuvat ovat Tarmo Tossavaisen ottamia, mikäli ei ole toisin mainittu.	3

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 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. Tämä selvitys on tehty Pro Puruvesi ry.:n toimeksiannosta.
- 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. Pitoisuudet ilmentävät Kuonanjärven merkittävää rehevyyttä ja ravinteiden ajoittaista vapautumista pohjasedimenteistä eli sisäistä kuormitusta. Veden näkösyvyys (0,8...1,4 m) oli vähäinen ja polyhumoosisille vesille tyypillistä suuruusluokkaa.

- Tummanpuhuvan (tummanharmaa...ruskea...musta), 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 sedimenttikiinostumien 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 vaatii redox-arvoksi vähintään noin +300 mV. Alin mitattu lukema on metaanin muodostumiselle tyypillistä suuruusluokkaa.
- Nämä mittaustulokset ilmentävät sisäisen kuormituksen merkittävää todennäköisyyttä Kuonanjärvessä ainakin nyt tutkitun talvikerrosteisuuden loppuvaiheen aikana. Kuonanjärven veden kokonaisfosforipitoisuuden (vuosien 2011-2018 keskiarvo eutrofinen 40 µg/l, vaihtelu 11...91 µg/l) erittäin voimakas vaihtelu aiheutuu keskeisesti sisäisen kuormituksen heilahtelusta.

- Pohjasedimentin laboratorioanalyysien perusteella Kuonanjärven löyhän, tummanpuhuvan 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 %) löyhän, puhtaan savikerroksen yläpuolella olevan, sedimentin massasta on vettä. Kyseisen sedimentin tiheys on noin 1,09 tn/m³. Siten 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 kokonaistyppeä noin 14,2 milj. kg.
- Kuonanjärven pohjaeläimistön yksilömäärä on vähäinen ja biodiversiteetti hyvin alhainen. Pääosa näytteistä löydetyistä lajeista edustavat 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 kokonaisfosforin kuormitus on noin 680 kg vuodessa. Kaikki kaukovaluma-alueiden (Vehkaoja/Pieni ja Suuri Vehkajärvi sekä Tenhunjoki/yläpuolinen Päähisen ym. pikkujärvien ketju) kuormituslaskelmat perustuvat Suomen Ympäristökeskuksen Liiteri/Hertta – ympäristötietojärjestelmään kirjattuihin pitoisuushavaintoihin viimeisimmän vuosikymmenen ajalta sekä Suomen pitkän aikavälin keskivalumatietoihin. Kuonanjärven lähivaluma-alueen luonnonhuuhtoutuma ja kuormitus on arvioitu muista tutkimuksista saatujen keskimääräisten ns. ominaiskuormitusarvojen perusteella.
- Suuren Vehkajärven osavaluma-alue (noin 40 km², kuormitus Kuonanjärveen noin 460 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 ainakin osittain edelleen Kuonanjärveen ja lopuksi Puruveteen.

- Tenhunjoen valuma-alueen (noin 10 km²) ravinnekuormitus (noin 40 kg kok. P/a) Kuonanjärveen on yhden mittaustuloksen (kok. P 12 µg/l ja kok. N 460 µg/l kevätkesältä 2013) perusteella suhteellisen pieni, nimenomaan lähes karujen vesien suuruusluokkaa edustavien pitoisuushavaintojen ansiosta. Yhteen mittaustulokseen perustuva vuosikuormitusarvio on karkea, ja Tenhunjoesta on tarkoitus mitata ainakin kokonaisfosforin pitoisuus vielä syksyn 2018 aikana kuormitusarvion luotettavuuden vahventamiseksi.
- Kuonanjoesta eikä Kuonanjärveen laskevista Vehkaojasta ja Tenhunjoesta ollut käytettävissä vesinäytteenoton yhteydessä mahdollisesti tehtyjä virtaamamittauksia. Tämä ei ole välttämättä kuitenkaan merkittävä ongelma tulosten luotettavuuden ja nimenomaan kuormituslaskelmien käyttökelpoisuuden kannalta. Kaikki kyseiset uomat ovat suhteellisen lyhyitä, ja välittömästi niiden yläpuolinen järvi, ts. sen termisen kerrosteisuuden/sekoittuneisuuden/sisäkuormitteisuuden tila oleellisesti määrää järvestä lähtevän vedenlaadun, eikä niinkään se, kuinka korkealla uomissa vesi virtaa; ylivirtaamatilanteissa enempi kosketuksissa orgaanisiin maa-aineksiin (suurempi eroosio) ja alivirtaamatilanteissa merkittävämpi kontakti lähinnä mineraalimaa-aineksiin (pienempi eroosio, pienemmät pitoisuudet ja siten kuormitus). Pitkällä aikavälillä (tarkastelujaksona vähintään yksi vuosi) järvestä lähtevä keskimääräinen vedenlaatu = järven keskimääräinen vedenlaatu. Uomassa olevan vesimäärän (alivirtaama/keskivirtaama/ylivirtaama) vaikutus ainepitoisuuksiin ja kuormitukseen on merkittävää nimenomaan latvavesissä, lähivaluma-alueen pienissä latvavesissä. Mahdolliset virtaamamittaukset edellä mainituista uomista huomioidaan myöhemmin laskettaessa pitoisuudet virtaamapainotteisina; tämä voi tuoda lisätarkkuutta nyt arvioituihin vuosikuormiin.

- Kuonanjärven fosforinpidätysmekanismi on jokseenkin romahtanut merkittävän sisäisen kuormituksen vuoksi. Edelleen Isosta Vehkajärvestä korkeana jatkuva ulkoinen kuormitus pahentaa tilannetta. Pieni Vehkajärvi syöttää ajoittain erittäin rehevää vettä Isoon Vehkajärveen.
- Mikäli Kuonanjärvestä olisi kutakuinkin tyydyttävästi toimiva fosforinpidätysmekanismi, niin nykyisestä kokonaisfosforin vuosikuormasta (noin 680 kg) pidätyisi pohjaan noin 45 % (300 kg) ja Puruveteen valuisi siis noin 380 kg/a. Kuonanjärvi syöttää kuitenkin vuosittain noin 610 kg kokonaisfosforia Puruveteen, joten todellinen pidättyminen (nettosedimentaatio) Kuonanjärveen on vain noin 10 % (noin 70 kg kok. P/a).
- Niin kauan, kuin Kuonanjärven vesimassassa ja samalla pohjassa ei ole riittävästi happea ja ulkoinen kuormitus jatkuu korkeana, niin järven pohjaan kertyneen löyhän ja erittäin vesipitoisen sedimentin sisältämä valtava fosforivaranto (noin 1,2 milj. kg) vapauttaa ajoittain fosforia vesimassaan ja ylläpitää voimakkaita rehevöitymisiongelmiä, kuten laajoja sinileväkukintoja.
- Kuonanjärven veden kokonaisfosforipitoisuudet ovat korkeimmillaan avovesikaudella. Tämä viittaa matalissa, voimakkaasti rehevöityneissä ja liettyneissä järvissä yleiseen tuulten aiheuttamaan fosforin resuspensioon. Myös mahdollinen ylitiheä särkikala- ja pikkuahvenkanta voi voimistaa sisäistä kuormitusta.

- Kuonanjärven pohjaeläimistön tila on nyt tutkitusti 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 15 000 kg/a ja poistuma Kuonanjoen kautta Puruveteen noin 16 000 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 760 µg/l 2006-2018) ylläpitää vaikeaa typpitilannetta Kuonanjärvestä. Kuonanjärven pohjassa olevan vesipitoisen ja löyhän sedimentin sisältämä valtava kokonaistypen määrä (noin 14 milj. kg) osaltaan ylläpitää vaikeaa typpitilannetta sekä Kuonanjärvestä 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 hyvin korkea, järvivesille poikkeuksellisen korkea, joten myös kiintoainekuorma välittömästi alapuoliseen Puruveteen on suuri. Kiintoaines on sekalainen seos orgaanista ja epäorgaanista ainesta, ja se aiheuttaa vesistöjen liettymistä ja pahentaa rehevöitymisongelmia.

ALKUSANAT

- Karelia-ammattikorkeakoulun energia- ja ympäristötekniikan koulutusohjelma on tehnyt tämän tutkimuksen Pro Puruvesi ry.:n toimeksiannosta. Tutkimuksen maasto- ja laboratoriotöihin osallistuivat työtä ohjanneen ja tämän raportin laatineen Tarmo Tossavaisen lisäksi Karelia-ammattikorkeakoulun energia- ja ympäristötekniikan opiskelijat Sari Eronen, Olli Hacklin, Nuutti Hakkarainen, Mikko Harjunen, Henri Helenius, Saska Hovi, Joonas Häkkinen, Otto Häkkinen, Päivi Häkkinen, Eveliina Kostainen, Jarno-Pekka Kuronen, Minna Kutvonen, Joonas Kuuramaa, Emma-Liisa Lappalainen, Veera Lyömiö, Emil Mara, Matias Martikainen, 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, Jani Viitamäki sekä harjoittelija Joanna Latoszek Lillen yliopistosta Ranskasta. Tahdomme lausua suuret kiitokset Pro Puruvesi ry:lle, puheenjohtajanaan Reijo Jantunen, erittäin mielenkiintoisesta ja opettavaisesta toimeksiannosta!



TUTKIMUSALUE

KUONANJÄRVEN VESISTÖALUEEN HYDROLOGISET JA MORFOMETRISET PERUSTIEDOT

Eräitä Kuonanjärven ja Kuonanjoen valuma-alueiden sekä itse Kuonanjärven perustietoja

- $V_{\text{Kuonanjärvi}} = 8,995$ miljoonaa m^3
- $Mq_{2000-2011, \text{Suomi}} = 9,7 \text{ l/s km}^2$, $Mq_{1961-1990, \text{Suomi}} = 10,2 \text{ l/s km}^2$
- Kuonanjoen lähivaluma-alue = $2,3 \text{ km}^2$
- Kuonanjärven valuma-alue = $55,05 \text{ km}^2$
- Kuonanjoen valuma-alue = $57,35 \text{ km}^2$
- Kuonanjärven lähivaluma-alue = $7,75 \text{ km}^2$
- Kuonanjärven kaukovaluma-alue = $47,3 \text{ km}^2$
- $MQ_{\text{Kuonanjärvi}} = 9,7 \text{ l/s km}^2 \times 55,05 \text{ km}^2 = 534 \text{ l/s} (= 0,534 \text{ m}^3/\text{s})$ ($9,7 \text{ l/s km}^2 = Mq_{\text{Suomi2000-2011}}$)
- $T_{\text{Kuonanjärvi}} = 8,99479 * 10^6 \text{ m}^3 / 0,534 \text{ m}^3/\text{s} \approx 6,4 \text{ kk}$

Kuonanjärven järvikortti, sivu 1/2 (Suomen Ympäristökeskus, ympäristötiedon hallintajärjestelmä LIITERI, poimittu 19.01.2018)

Nimi	Kuonanjärvi		
Numero	04.184.1.001	Kunta	Savonlinna
ELYy	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 alku	04.06.2012	Luotauksen loppu	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
Kokonaisrantaviiva (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	Järviala	ha
Lisätieto			
PerusCD 1997 vedenpinta N60+76.3			

Kuonanjärvi, Suomen Ympäristökeskus, järvikortti, sivu 2/2, ympäristötiedon hallintajärjestelmä LIITERI, poimittu 19.01.2018

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

Kuonanjärven vesitilavuus syvyysvyöhykkeittäin. Määrittämisen perusteena on käytetty järvikortin tietoja (ks. Edellinen dia).

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

Suomen Ympäristökeskus, ympäristötiedon hallintajärjestelmä LIITERI, poimittu 19.01.2018

Numero	04.184
Nimi	Kuonanjoen vesistöalue
Vesienhoitoalue	1 Vuoksen vesienhoitoalue
Pinta-ala paikkatietoaineistosta [km ²]	73,34
Pinta-ala vesistöaluekirjasta [km ²]	73,34
Järvisyys [%] (= 15,99 km ²)	21,80 (siten valuma-alueen pinta-ala on [73,34-15,99] km ²) = 57,35 km ²
Soiden osuus vesistöalueen maa-alasta [%]	26,49
Soiden osuus vesistöalueen pinta-alasta [%]	20,75
Oma ja yläpuolinen va pinta-ala vesistöaluekirjasta [km ²]	73,34
Oman ja yläpuolisten va järvisyys [%]	21,80

Kuonanjoen vesistöalueella sijaitsevat järvet

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

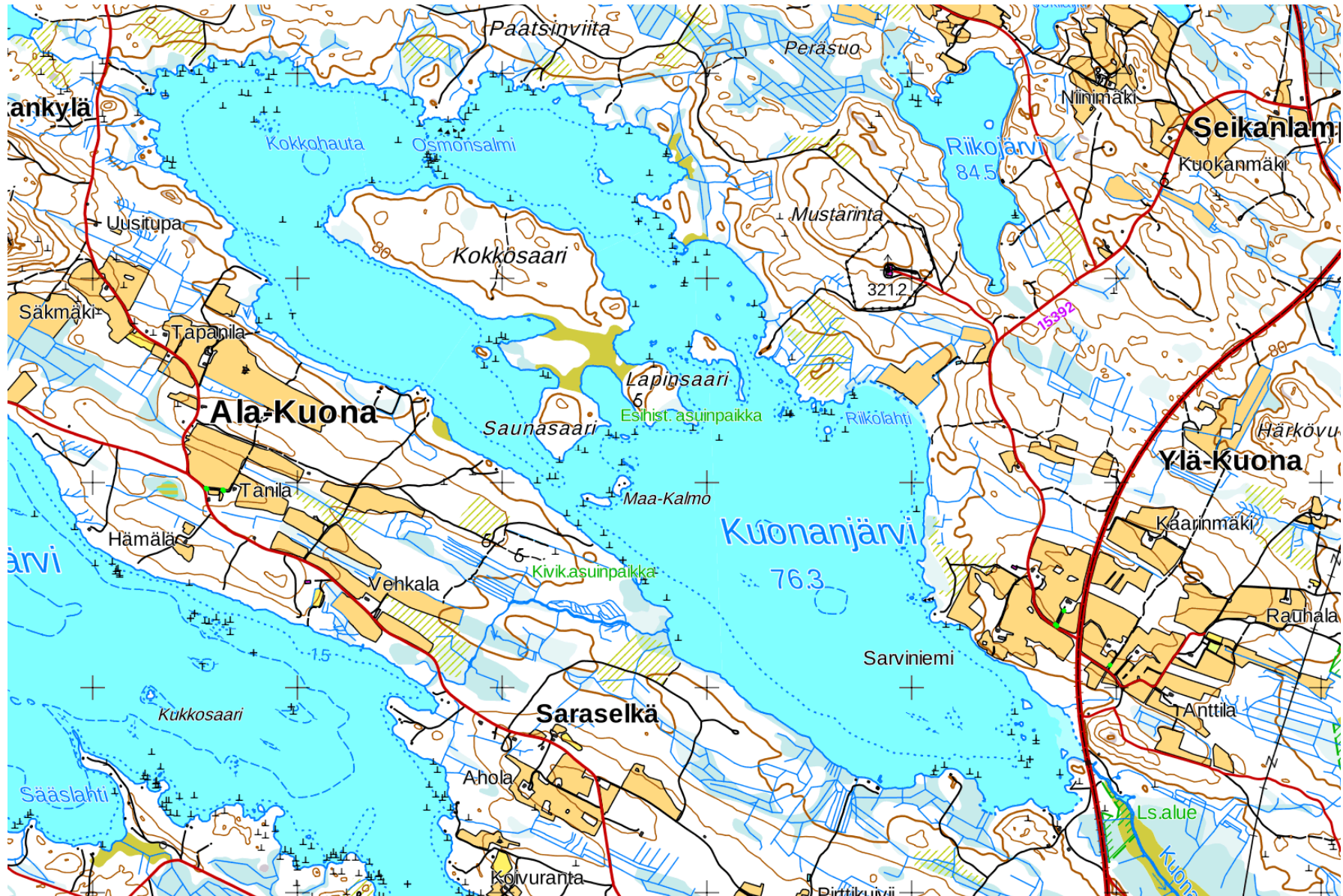
Kuonanjoen vesistöalue; kuormitusta aiheuttava maankäyttö

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

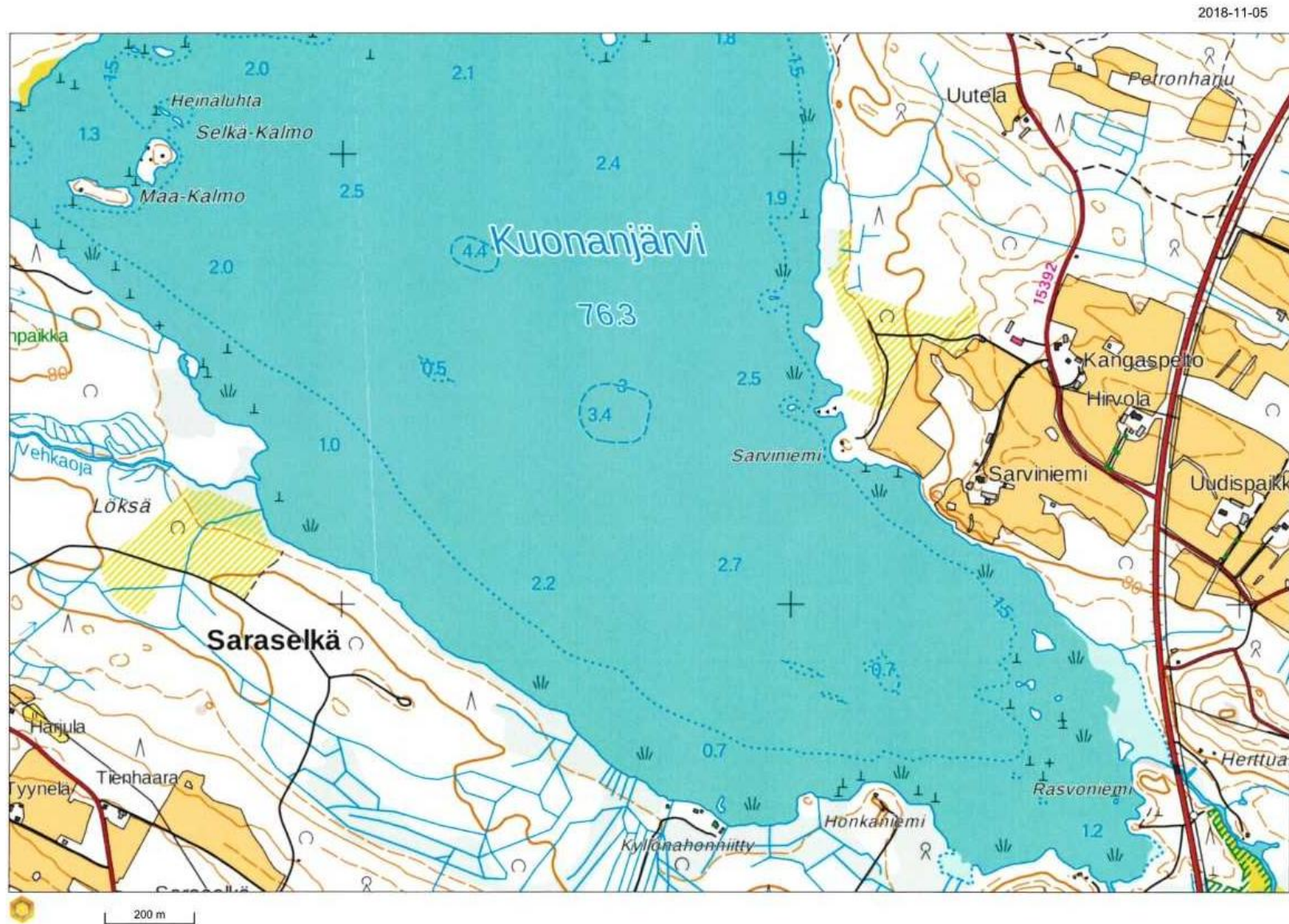
Haja-asutuksen määrä Kuonanjoen vesistöalueella

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

Kuonanjärvi (Maanmittauslaitos, Paikkatietoikkuna 07.11.2018)

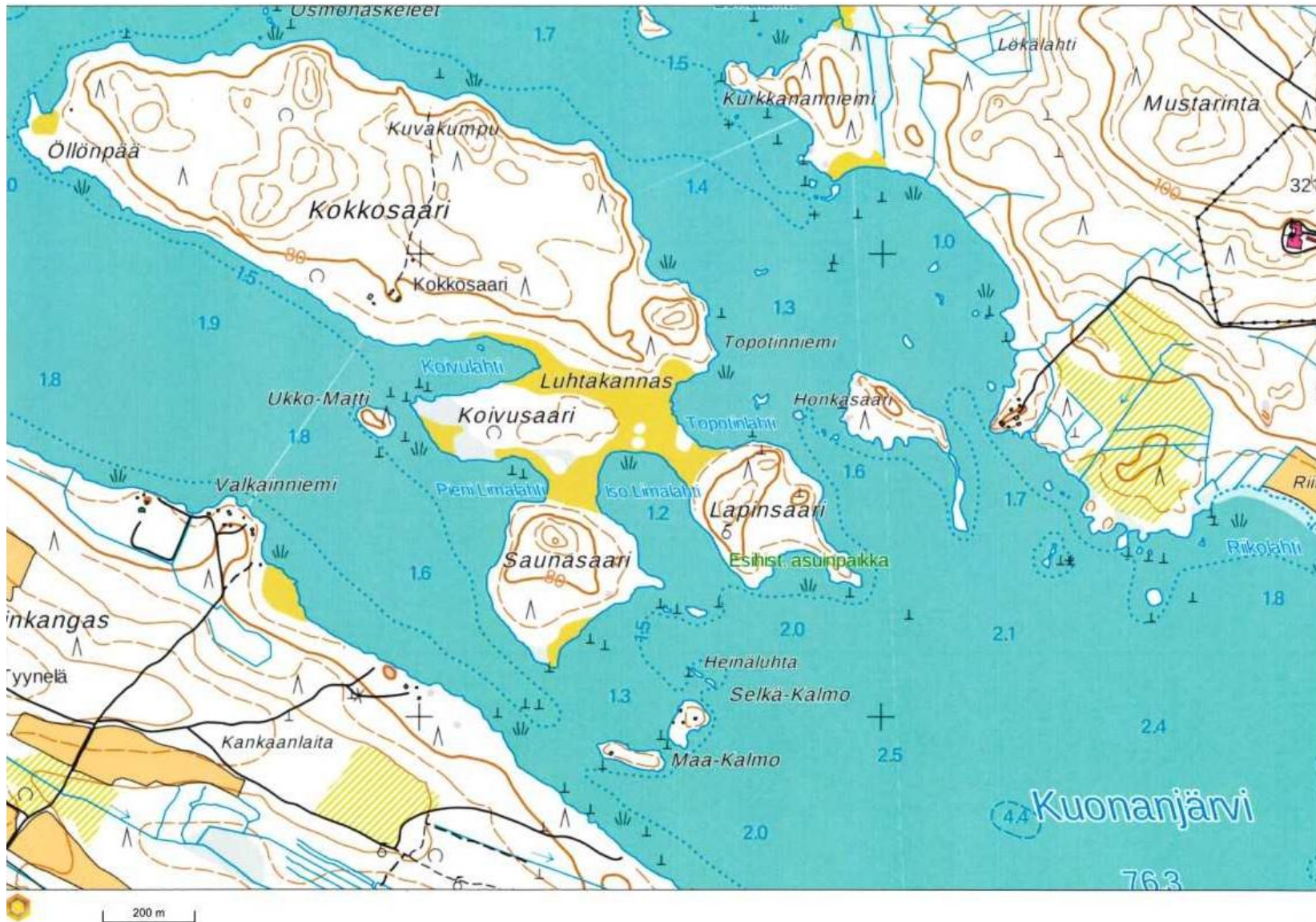


Kaakkoinen Kuonanjärvi (Maanmittauslaitos, Paikkatietoikkuna 05.11.2018)



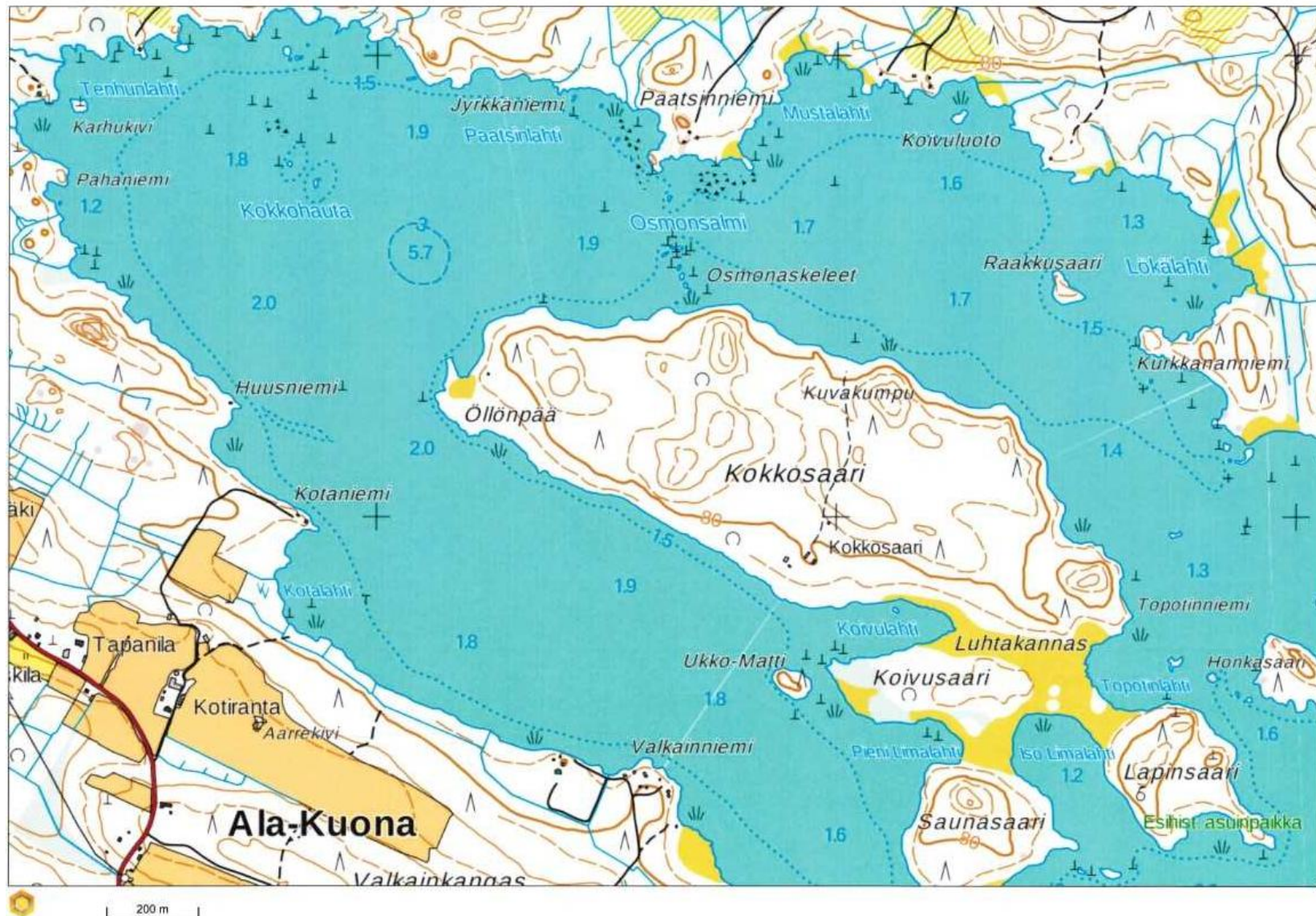
Keskinen Kuonanjärvi (Maanmittauslaitos, Paikkatietoikkuna 05.11.2018)

2018-11-05



Luoteinen Kuonanjärvi (Maanmittauslaitos, Paikkatietoikkuna 05.11.2018)

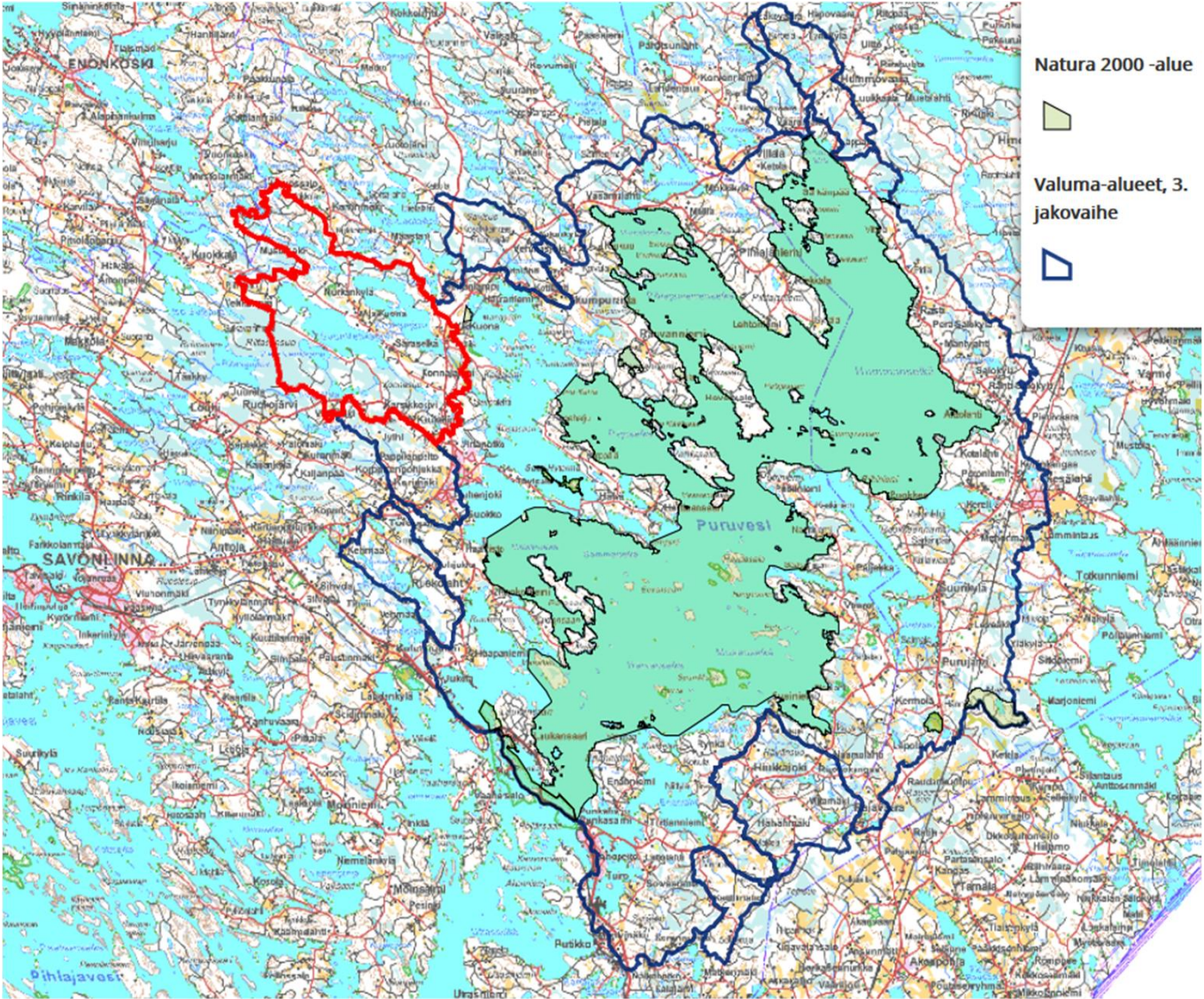
2018-11-05



Kuonanjoen vesistöalue (Pro Puruvesi 2017)



Puruvesi osavesistö- ja osavaluma-alueineen, Savonlahteen laskeva Kuonanjoen vesistöalue on merkitty punaisella (Pro Puruvesi 2017)



Kuonanjoen yläjuoksu, välittömästi Kuonanjärvestä lähtevä, 18.04.2018



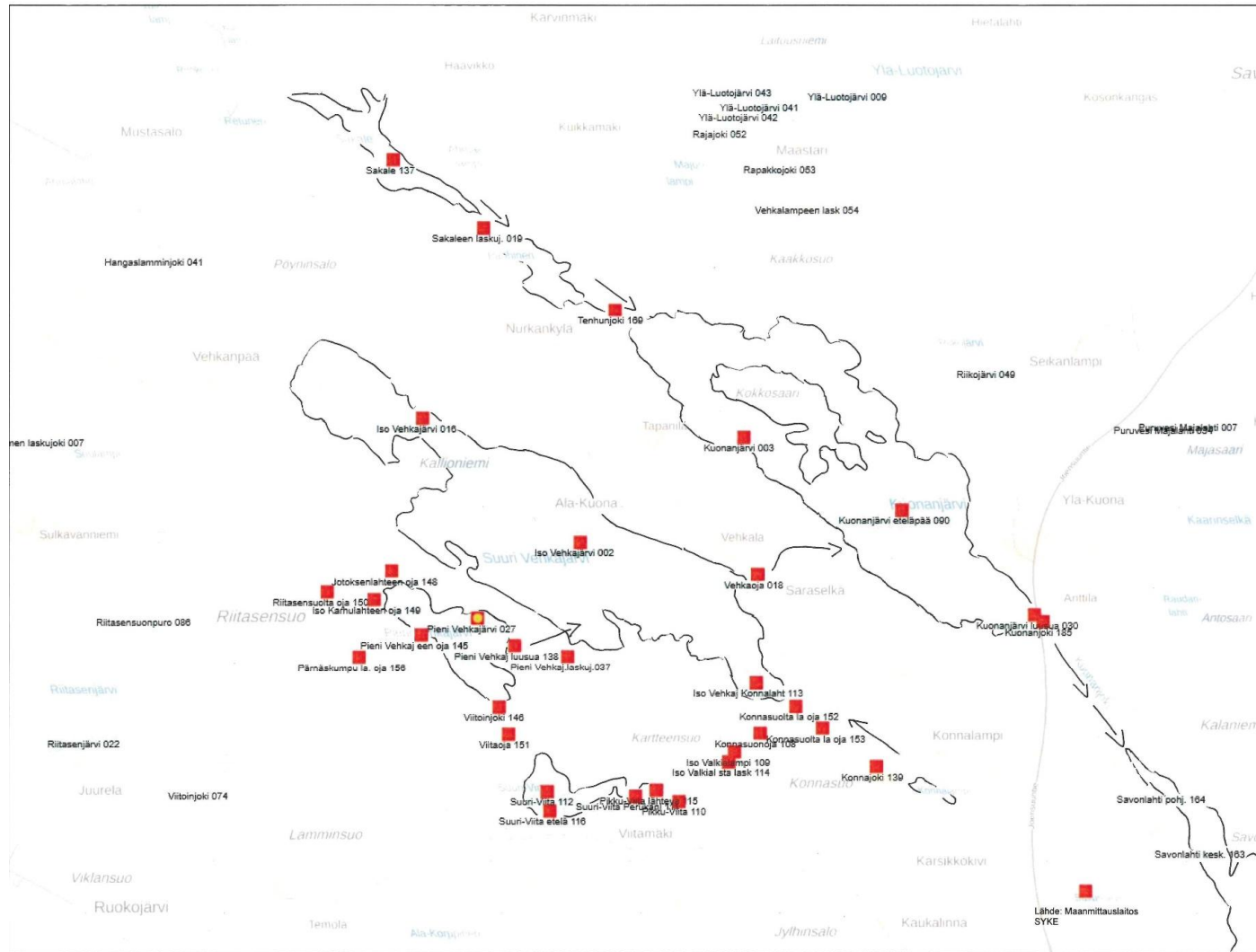
KUONANJÄRVEN JA SIIHEN
TULEVIEN SEKÄ LÄHTEVIEN
VESIEN
LAATU/YMPÄRISTÖHALLINNON
MITTAUSTULOKSET SEKÄ NIIDEN
TARKASTELO

Ympäristöhallinnon vedenlaadun havaintopaikkojen koordinaatit (ETRS-TM35FIN)

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	..

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

Hertta - Pintavesien tila - Vedenlaatu KuonanjärviKartta1SYKE29102018
29-loka-2018



ETRS-TM35FIN

1: 41 786



KUONANJÄRVI

003

KUONANJÄRVI 003: ENSIMMÄISET MITTAUSTULOKSET KEVÄTTALVELTA 1966

- Maaliskuun alussa vuonna 1966 Kuonanjärven havaintopaikan 003 veden kokonaisfosforipitoisuudet (5...10 µg/l) olivat oligotrofisten (karujen) järvien suuruusluokkaa. Kokonaistyyppipitoisuus (500 µg/l) oli lievästi reheville (mesotrofisille) järvivesille tyypillinen.

Kuonanjärven vedenlaatu havaintopaikalla 003 03.03.1966. Poimittu Suomen Ympäristökeskuksen Liiteri/Hertta -ympäristötietojärjestelmästä 29.10.2018.

Näytesyvyys (m)	Vedenlaadun ominaisuus	Yksikkö	Analyysitulokset
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

Paikan nimi	Kok. syv. (m)	Havaintopvm	Näytesyvyys	Suure	Yksikkö	Tulos
Iso Vehkajärvi 002	6	03.03.1966		Kokonaissyvyys	m	6
	6	03.03.1966	1,0	Kokonaisfosfori	µg/l	10
	6	03.03.1966	5,0	Kokonaisfosfori	µg/l	20
Kuonanjärvi 003	3	03.03.1966		Kokonaissyvyys	m	3
	3	03.03.1966	1,0	Kokonaisfosfori	µg/l	10
	3	03.03.1966	2,0	Kokonaisfosfori	µg/l	5

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. Havaintopaikan kokonaisvesisyvyys on noin 2,5...3 metriä, ja kaikki edellä mainitut mittaustulokset on tehty 1,0 metristä otetuista vesinäytteistä. Siten mahdollinen fosforin vapautuminen pohjasta (sisäinen kuormitus), ts. päällysveden ja pohjanläheisen veden pitoisuuseroa ei ole mitattu. Todellinen Kuonanjärven keskimääräisen (tilavuuspainotteisen) 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 pohjaelämistön 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. 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. Kalaston aiheuttama ravinteiden mineralisaatio voi myös olla yhtenä selittäjänä tähän ilmiöön. Kevättalven 2018 havaintojen perusteella Kuonanjärven pohjaeläimistö on hyvin vaatimaton. Useimmille kalalajeillemme, muutamia petoja (kuten kuha, iso ahven, hauki, lohikalat) ja eläinplanktonsyöjiä (kuten siika ja muikku) lukuun ottamatta, aikuisvaiheessa pohjaeläimistö on aivan keskeinen 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.

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) järvivesien suuruusluokkaa. Pitoisuudet ovat pääosin sis erittäin korkeita ja ilmentävät vakavia rehevöitymisongelmia. Jatkuvasti toistuvat, pitkäkestoiset ja massiiviset sinilevien esiintymät ovat Kuonanjärven nykytilalle tyypillisiä.

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



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



Kuonanjärven havaintopaikan 003 (kokonaissyvyys enimmillään noin 3 metriä) veden kokonaisfosfori- ja kokonaistyyppipitoisuuden sekä a-klorofyllipitoisuuden (kokoomanäyte 0-2 m) mittaukset 1966 sekä 2011 – 2018 (Poimittu Suomen Ympäristökeskuksen LIITERI/Hertta -ympäristötietojärjestelmästä 03.10.2018). Punaisella maalatut pitoisuudet ovat tyypillisiä selkeästi rehevöityneille eli eutrofisille tai hypereutrofisille järvesivesille.

Havaintoajankohta	Näytesyvyys (m)	Kok. P (µg/l)	Kok. N (µg/l)	a-klorofylli (µg/l)
03.03.1966	1	10	..	..
03.03.1966	2	5	500	..
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

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) järvivesien suuruusluokkaa.

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

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 (°C)	Alkaliniteetti (mmol/l)	pH	Ca (mg/l)	Mg (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	..	..

Kuonanjärvi 003, Näytesyvyys 1,0 m. Veden hapen sekä fosforin ja typen eri fraktioiden 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

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 (°C)	Al (µg/l)	K (mg/l)	Cl ⁻ (mg/l)	Mn (µg/l)	Na (mg/l)	SiO ₂ (mg/l)	Fe (µg/l)	SO ₄ ²⁻ (mg/l)	Sähk.joht. (mS/m)
01.03.2017	1,60	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

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	Absorptiokerr	Kiintoaine
	(°C)	(m)	(mg/l)	(mg/l O ₂)	(mg/l)	(FNU)	(mg Pt/l)	(1/m)	(1/m)	(mg/l)
1.3.2017	1,6	1,6	3,3	16	15	2	55	..	..	..
11.7.2017	20,0	0,4	..	15	..	19	110	7,7	0,092	26
6.9.2017	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

Kuonanjärvi 090

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

Kuonanjärvi 090

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

Kuonanjärvi 090

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

Kuonanjärvi 090. Punaisella maalatut pitoisuudet ovat tyypillisiä selkeästi rehevöityneille järvivesille.

Pvm	Näytesyvyys	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	0,6	11,2	78	32	..	910	350	..	..
12.06.2006	1	18,0	10,1	107	45	..	790	6	..	21
	2	17,4	9,8	103	50	..	800	2	..	..
26.07.2006	0-2	19,7	..	..	69	..	1500	8	..	75
25.03.2015	1	2,6	9,5	70	16	..	680	250	16	..

KUONANJÄRVI 030
JA KUONANJOKI
185, VÄLITTÖMÄSTI
KUONANJÄRVESTÄ
LÄHTEVÄ VESI

Kuonanjoen kiintoainepitoisuus ja kiintoaineen kuormitus Puruveden Savonlahteen

- 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 Kuonanjärven kiintoainepitoisuudet (0,5 – 29 mg/l, keskiarvo 15 mg/l, n = 8) ovat olleet enimmäkseen hyvin korkeita. Kuonanjoki 030 & 185; vuosien 2009 – 2018 kiintoainepitoisuuksien havaintojen keskiarvo 15,0 mg/l x $MQ_{\text{Kuonanjärvi}}$ (9,7 l/s x 52,85 km²) x 31 536 000 ≈ 242 500 kg ≈ 243 tn. Tämä on erittäin merkittävä kuormitus, koska pitoisuus on järvivesille poikkeuksellisen korkea. Hyväkuntoisen, karun tai karuhkon järven kiintoainepitoisuudet ovat suuruusluokaltaan korkeintaan noin 1 mg/l. Tällä keskipitoisuudella Kuonanjärven kiintoainekuorma Puruveteen olisi korkeintaan noin 16 000 kg vuodessa.

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

Näytteenottoaika (havaintopaikka)	Suure	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 veden kokonaisfosforin ja kokonaistypen pitoisuudet

- Kuonanjoen yläjuoksun havaintopaikkojen 030 ja 085 kokonaisfosforin pitoisuudet (18...66 µg/l, keskiarvo 38 µg/l, n = 17 vuosina 2008 – 2018) ja kokonaistypen pitoisuudet (670...1800 µg/l, keskiarvo 1021 µg/l, n = 17 vuosina 2008 – 2018) ovat lähes samaa suuruusluokkaa Kuonanjärven mittaustuloksiin (kok. P keskiarvo 40 µg/l ja kok. N 1119 µg/l 2011-2018) verrattuna. Kohtalaisen tiheä Kuonanjärvestä lähtevän veden pitoisuuksien havainnointi mahdollistaa tyydyttävän vuotuisen kuormituksen määrittämisen Puruveden Savonlahteen.

Kuonanjoki 030, kok. P ja kok. N 2008 – 2017 ja Kuonanjoki 185 (08.06.2017 ja 13.08.2018), (Suomen Ympäristökeskus, LIITERI/Hertta, poimittu 03.10.2018). **Punaisella maalatut pitoisuudet ovat selkeästi rehevöityneiden järvidesien suuruusluokkaa.**

Havaintopvm	Kokonaisfosfori, suodattamaton (µg/l)	Kokonaistyyppi, suodattamaton (µg/l)
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 (185)	43	780
18.10.2017	51	1100
13.08.2018 (185)	46	1600
Keskiarvo	37,9	1021

Kuonanjoki (havaintopaikka suluissa). Tulokset on poimittu Suomen Ympäristökeskuksen Liiteri/Hertta – ympäristötietojärjestelmästä 05.11.2018. **Punaisella maalatut mittaustulokset ovat eutrofisille järvivesille tyypillisiä.**

Pvm	Lämpötila (°C)	Kok. P (µg/l)	PO ₄ ³⁻ - P (µg/l)	Kok. N (µg/l)	NO ₂ ⁻ +NO ₃ ⁻ -N (µg/l)	NH ₄ ⁺ -N (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

ISO VEHKAJÄRVI 002
JA SEN LASKU-UOMA
VEHKAOJA 018
KUONANJÄRVEEN

Vehkaojan havaintopaikan 018 kokonaisravinteiden ja kiintoaineen pitoisuuksien havainnot

- Vehkaojan myötä Kuonanjärveen tulee sen suurimman kaukovaluma-alueen vedet ja ainevirtaamat (kuormitus + luonnonhuuhtoutuma). Vehkaojan havaintopaikan 010 vesi edustaa Ison Vehkajärven vedenlaatua, mikäli Isossa Vehkajärvessä vesi on täysin sekoittunutta, ts. kevät- ja syystäyskiertojen sekä hyvin tuulisten avovesikauden ajankohtien aikana. Ison Vehkajärven vesimassan termisen kerrosteisuuden (kesä, talvi) aikana Vehkaojan vesi edustaa Ison Vehkajärven päällysveden laatua.
- Vuosien 2006 – 2018 havaintojen (n = 8) perusteella Iso Vehkajärvi syöttää Kuonanjärveen reheville (eutrofisille) järville tyypillistä vettä ravinnepitoisuuksien perusteella (kok. P 29...45 µg/l, keskiarvo 37 µg/l ja kok. N 580...990 µg/l, keskiarvo 755 µg/l).
- Vehkaojasta on muutama kiintoainepitoisuuden havainto (1,2...10 mg/l, n = 4) vuodelta 2009 sekä 2017-2018. Niistä useimmat ovat järvivesille varsin korkeita.

Vehkaoja 018. Punaisella maalatut ravinteiden pitoisuudet edustavat selkeästi rehevöityneille vesille tyypillisiä pitoisuuksia ja punaisella maalatut kiintoainepitoisuudet ovat järvivedelle korkeita.

Pvm	Lt. (°C)	Kok. P (µg/l)	PO ₄ ³⁻ -P (µg/l)	Kok. N (µg/l)	NO ₂ ⁻ +NO ₃ ⁻ -N (µg/l)	NH ₄ ⁺ -N (µg/l)	Kiintoaine (mg/l)
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
keskiarvo	..	37,1	8,1	755	89,1	13	6,4

Ison Vehkajärven kokonaisfosforin sekä kokonaistypen pitoisuudet

- 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 järvivesille tyypillisiä.
- 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 jokseenkin selkeästi rehevöitynyt (mesotrofia...eutrofia). 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).

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

Näytesyvyys	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

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) järvivesille.

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

TENHUNJOKI 169,
KUONANJÄRVEEN
LASKEVA

- Vehkajärvien (lasku-uomana Vehkaoja) osavaluma-alueen (noin 40 km²) ohella toinen merkittävä Kuonanjärven kaukovaluma-alue on kuuden pienen järven muodostama Tenhunjoen valuma-alue (pinta-ala noin 10 km²). Tenhunjoesta on vain yksi vedenlaadun havainto, toukokuun lopulta 2013. Sen perusteella valuma-alueelta tulee Kuonanjärveen lähes karua vettä (kok. P 12 µg/l ja kok. N 460 µg/l). Tähän havaintoon perustuva arvio vuotuisesta kokonaiskuormasta Kuonanjärveen on varsin karkea arvio. Syksyllä 2018 Karelia-ammattikorkeakoululla on tarkoitus hakea ja mittauttaa kokonaisfosforin pitoisuus ko. Tenhunjoen havaintopaikalta 169 kuormitusarvion luotettavuuden kohentamiseksi.

Tenhunjoki 169

Pvm	Lt.	Kok. P	Kok. N	NO ₂ ⁻ +NO ₃ ⁻ -N	NH ₄ ⁺ -N
	(°C)	(µg/l)	(µg/l)	(µg/l)	(µg/l)
27.5.2013	16,8	12	460	38	7

SUUREEN
VEHKAJÄRVEEN
LASKEVA OJA 152
KONNASUOLTA SEKÄ
PIENEN VEHKAJÄRVEN
LASKUOJA 037

Suureen Vehkajärveen laskevien uomien "Konnasuolta oja 152" ja "Pienen Vehkajärven laskuoja 037" veden kaikki kokonaisfosforin sekä kokonaistypen pitoisuuksien havainnot 2000-luvulta. Poimittu Suomen Ympäristökeskuksen Liiteri/Hertta -ympäristötietojärjestelmästä 26.10.2018. **Punaisella maalatut pitoisuudet ovat eutrofisten järvivesien suuruusluokkaa.**

Paikan nimi	Havaintopvm	kok. P (µg/l)	kok. N (µg/l)
Konnasuolta la oja 152	05.11.2008	12	400
Konnasuolta la oja 152	18.05.2009	8	180
Pieni Vehkaj.laskuj.037	01.02.2006	53	1200
Pieni Vehkaj.laskuj.037	07.06.2006	62	940
Pieni Vehkaj.laskuj.037	08.10.2007	53	1100
Pieni Vehkaj.laskuj.037	29.11.2007	52	1200
Pieni Vehkaj.laskuj.037	05.11.2008	51	1100
Pieni Vehkaj.laskuj.037	25.05.2009	90	1100
Pieni Vehkaj.laskuj.037	09.11.2009	45	1000
Pieni Vehkaj.laskuj.037	27.05.2013	51	860 ₇₀

PIENI VEHKAJÄRVI

027

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	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

KUONANJÄRVEN MINIMIRAVINNETARKASTELU

- Suomen Ympäristökeskuksen kirjaamien ravinteiden pitoisuushavaintojen perusteella typpi on useimmiten ollut Kuonanjärvessä ensisijaisesti kasviplanktonin perustuotantoa rajoittava eli ns. minimiravinne. Rungas ja toistuva sinilevien esiintyminen Kuonanjärvessä on siten johdonmukaista, koska sinilevät ainoana leväryhmänä kykenevät sitomaan ilmakehän typpeä kasvuunsa ja aineenvaihduntaansa nimenomaan silloin, kun typpeä tulee vesiekosysteemin minimiravinne.

- KASVIPLANKTONIN PERUSTUOTANTOA ENSISIJAISESTI RAJOITTAVAN RAVINTEEN ELI NS. MINIMIRAVINTEEN ARVIOINTI
- Liebigin minimitekijälain mukaan kasvunopeuden määrää se tekijä, jota on suhteellisesti vähiten saatavilla.
- Yleinen kasvutekijälaki ilmaisee, että epäsuotuisin tekijä, joka voi olla myös liian suuri määrä jotakin kasvutekijää, rajoittaa kasvua.
- Solun protoplasmassa on hiiltä, typpeä ja fosforia atomisuhteessa 106:16:1 ja painosuhteessa 47:7:1
- Fosfori on useimmiten minimiravinteena Suomen sisävesistöissä.
- Rannikkovesialueella sekä rehevöityneissä sisävesissä minimiravinteena voivat olla typpi, fosfori tai molemmat ravinteet samanaikaisesti.

Minimiravinteiden arvioimiseksi voidaan käyttää seuraavia ravinnesuhteita:

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

Minimiravinteen ja veden ravinnesuhteen yhteydet

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

Kuonanjärven kasviplanktonin perustuotantoa ensisijaisesti rajoittava minimiravinne vuosien 1999 – 2018 avovesikausien pitoisuushavaintojen perusteella, arvioitu ravinteiden tasapainosuhteen avulla.

Havaintoajankohta	Näytesyv.	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)	Ravinteiden 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

1 AINEISTO JA MENETELMÄT

- Kokonaisfosforin, kokonaistypen ja kiintoaineen vuotuiset kuormat (L) Kuonanjärven osavaluma-alueilta Kuonanjärveen sekä Kuonanjärvestä Puruveden Savonlahteen on laskettu yhtälöllä
-
- $L = C_{\text{kok.P tai kok. N, keskiarvo2007-2017 (kiintoaine 2009-2017)}} * Mq_{\text{Suomi2000-2011}} (9,7 \text{ l/s km}^2) * \text{kunakin ao. valuma-alueen pinta-ala (km}^2) * (3600 * 24 * 365) \text{ s}$

Kuonanjärven tutkimuksessa kevättalvella 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 in situ	Viipaloiva Limnos-sedimenttinoudin varusteineen, EZDO-kenttämittari 8200M + redox-elektrodi, Redox-elektrodin kalibroitiliuos, valmistaja WTW	
Pohjasedimentin laboratorioanalyysit	Sedimentin kok. P, kok. N, haihdutushäviö ja hehkutusjäännös	Standardoidut analyysimenetelmät, tehty välittömästi pakastetuista näytteistä Kokemäenjoen vesiensuojeluyhdistyksen laboratoriossa Tampereella
Pohjaeläimistö	Ekman-tyyppinen näytteenotin varusteineen	
Vesinäytteenotto ja laboratorioanalyysit (fosfaattifosfori, nitraattityppi, ammoniumtyppi) laboratorioluokassa	Limnos-vesinäytteenotin, filterifotometri S 12 A (WTW, Saksa) varusteineen Karelia-amk:n	
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, moottorikelkka rekineen	

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 (ks. seuraavassa diassa esitetty taulukko).

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	$< 1,48$

Kevättalven 2018 havaintopaikkojen koordinaatit (ETRS-TM35FIN)

Kuona1to6järvi07022018

H SOFTWARE NAME & VERSION

I GPSU 5,25 01 FREWARE 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

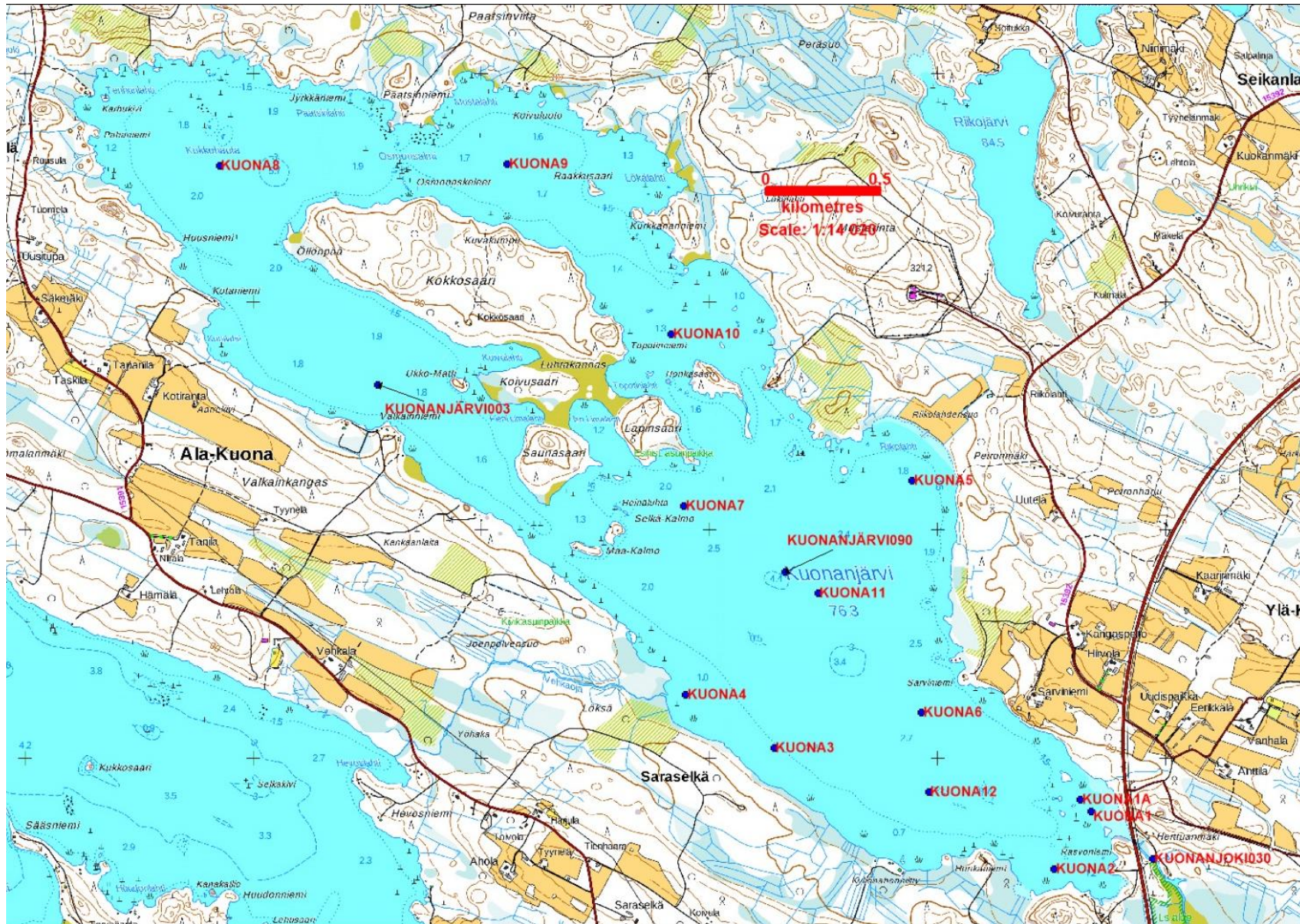
H COORDINATE SYSTEM

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 KAAPELIIN NÄH	35V	617887	6874214	Golf	I 72,5	7.2.2018	12.44.33	2,42 METRIÄ JÄÄTÄ 37 CM TARKISTA SIJ
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 JÄÄ 38CM	35V	615541	6874635	Golf	I 0,0	8.2.2018	09.50.39	YMPÄRISTÖHALLINNON HAVAINTOPAIKKA 2,47 M,
W KUONANJÄRVI090 METRIÄ	35V	617329	6873814	Golf	I 78,3	8.2.2018	09.57.32	YMPÄRISTÖHALLINNON HAVAINTOPAIKKA 3,35
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	

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
Kuona9	Kokkosaaren pohjoispuolella	2,3
Kuona8	järven luoteiskolkan ulapan keskellä	2,7
Kuonanjoki030	välittömästi järven lähtevässä, ilmeisesti uittopadon jäänteiden kohdalla	noin 0,3

Kuonanjärven pohjasedimentin, pohjaeläimistön ja vedenlaadun havaintopaikat keväällä 2018.



Tutkimuskalustoa hinataan ahkioissa Kuonanjärven luoteiskolkkaan huhtikuussa 2018 Tenhunjoen alajuoksun kohdilla. Harjoittelija Joanna Latoszek, Lillen yliopisto, Ranska.



Tutkimuskalustoa hinataan ahkioissa Kuonanjärven luoteiskolkkaan huhtikuussa 2018 Tenhunjoen alajuoksun kohdilla. Harjoittelija Joanna Latoszek, Lillen yliopisto, Ranska ja insinööriopiskelija Rico-Petteri Mutanen, Karelia-ammattikorkeakoulu.



Tutkimuskalustoa hinataan ahkioissa Kuonanjärven luoteiskolkassa huhtikuussa 2018. Harjoittelija Joanna Latoszek, Lillen yliopisto, Ranska ja insinööriopiskelija Rico-Petteri Mutanen, Karelia-ammattikorkeakoulu.



Tutkimuskalustoa hinataan ahkioissa Kuonanjärven luoteiskolkassa huhtikuussa 2018. Harjoittelija Joanna Latoszek, Lillen yliopisto, Ranska ja insinööriopiskelija Rico-Petteri Mutanen, Karelia-ammattikorkeakoulu.



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



Insinööriopiskelija Jere Tiitta, Karelia-ammattikorkeakoulu (vas.) ja Tarmo Tossavainen ottavat pohjäläinnäytettä Ekman-näytteenottimella huhtikuussa 2018 Kuonanjärven luoteiskolkassa. Kuva: Joanna Latoszek.



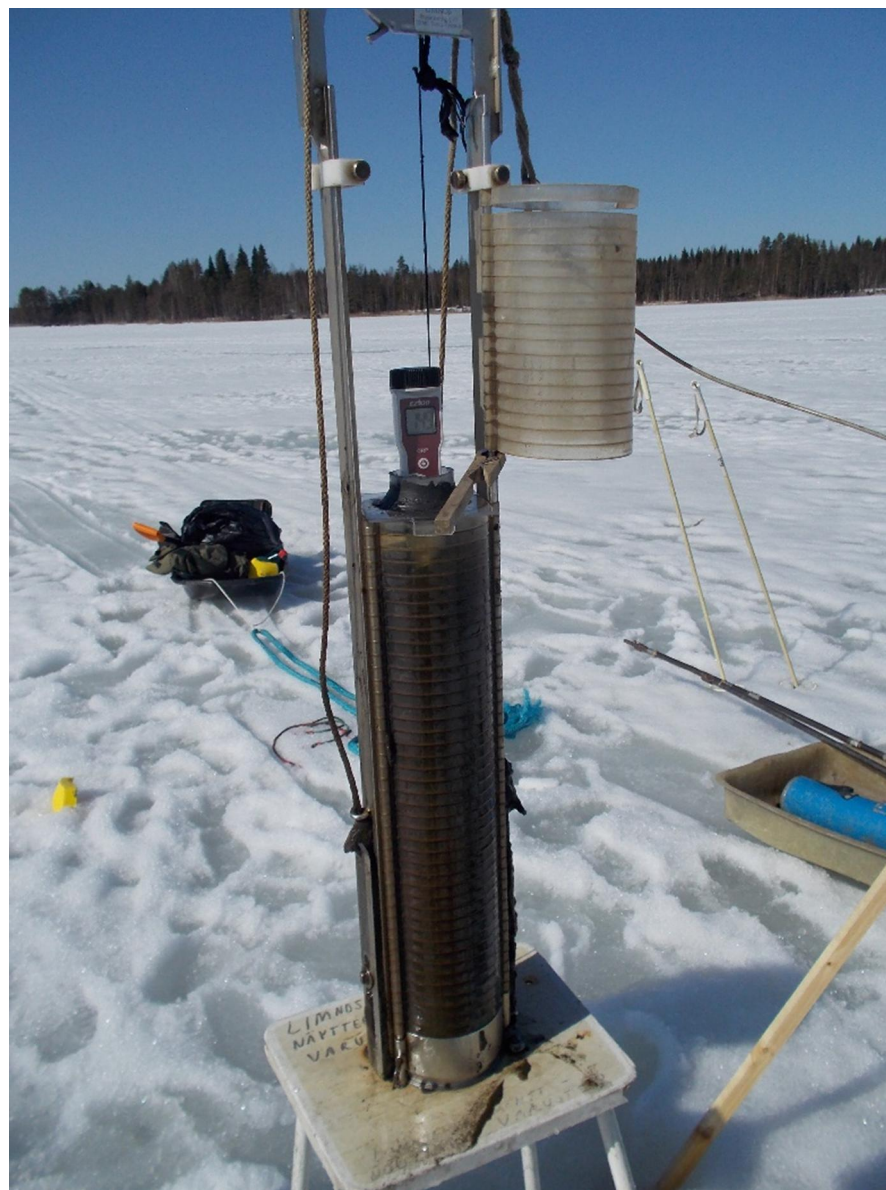
Insinööriopiskelija Jere Tiitta, Karelia-ammattikorkeakoulu (vas.) ja Tarmo Tossavainen ottavat pohjaeläinnäytettä Ekman-näytteenottimella huhtikuussa 2018 Kuonanjärven luoteiskolkassa. Kuva: Joanna Latoszek.



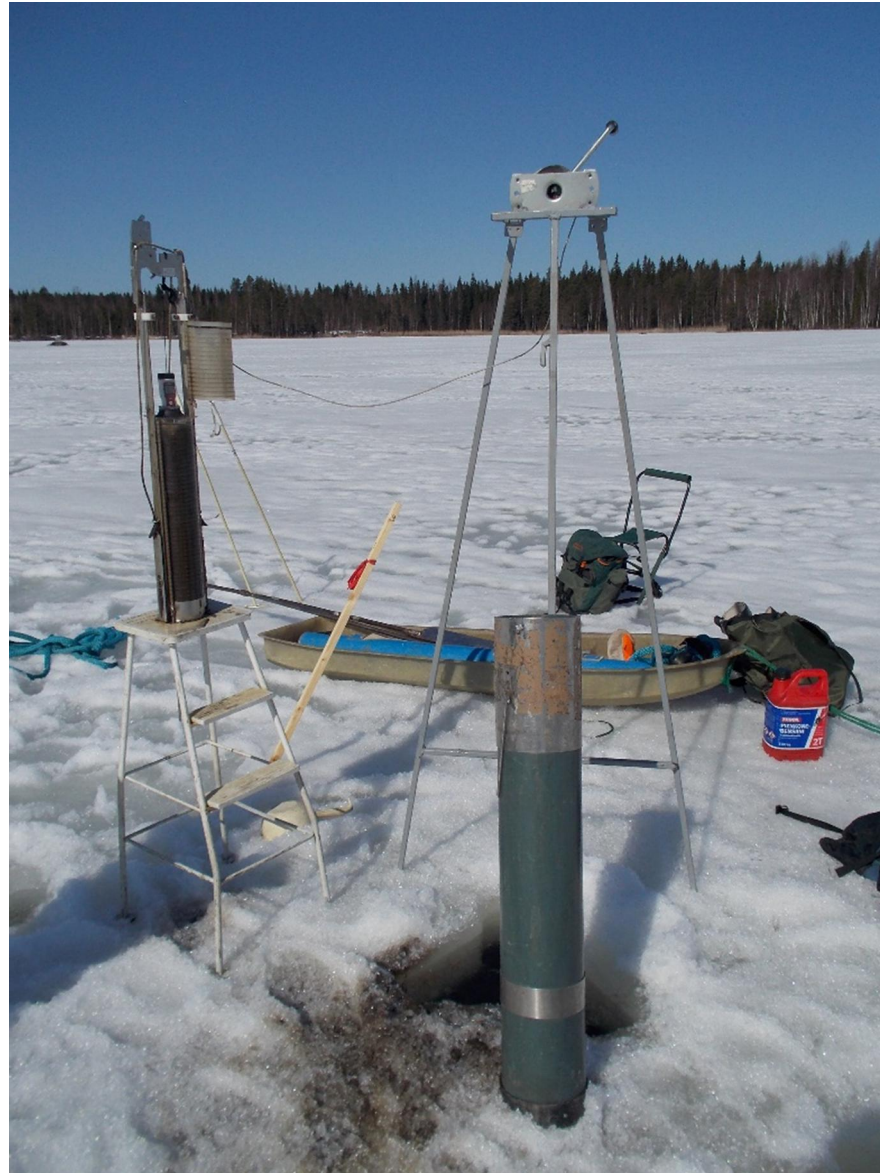
Insinööriopiskelija Jere Tiitta, Karelia-ammattikorkeakoulu (vas.) ja Tarmo Tossavainen ottavat pohjaeläinnäytettä Ekman-näytteenottimella huhtikuussa 2018 Kuonanjärven luoteiskolkassa. Kuva: Joanna Latoszek.



Pintasedimentin hapetus-pelkistysasteen mittaus Kuonanjärven luoteiskolkassa huhtikuussa 2018.



Viipaloivalla Limnos –sedimenttinäytteenottimella otetun Kuonanjärven luoteiskolkan näytteen hapetus-pelkistysastetta mitataan huhtikuussa 2018.



Karelia-ammattikorkeakoulun energia- ja ympäristötekniikan opiskelija Jukka Oinonen ja harjoittelija Joanna Latoszek Lillen yliopistosta Ranskasta valmistelemassa kenttälounasta Kuonanjärven havaintopaikalla 003 huhtikuussa 2018.



Pro Puruvesi ry.:n puheenjohtaja Reijo Jantunen esitelmöi Puruveden kunnostus- ja hoitohankkeen kokonaisuudesta maalis-huhtikuun taitteessa 2018 Karelia-ammattikorkeakoulun energia- ja ympäristötekniikan opiskelijoille Kuonanjärven kaakkoisessa rantametsässä.



Karelia-ammattikorkeakoulun energia- ja ympäristötekniikan opiskelijat Riikka Mikkonen, Väinö Rintala (kesk.) ja Jani Viitamäki mittaavat Kuonanjärven vesinäytteiden mineraaliravinteiden pitoisuuksia kevättalvella 2018 ammattikorkeakoulun Sirkkalan laboratorioluokassa.





2 TULO KSET

2.1 VEDENLAATU

- Selkeästi rehevöityneille järvivesille tyypilliset pitoisuudet on maalattu punaisella seuraavan kolmen dian taulukoissa.

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	480 ¹⁰⁵	84

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	¹⁰⁶ 211

Havaintopaikka, 18.04.2018	Kokonaissyvyys (m)	Näkösyvyy- s (m)	Näytesyvyy- s (m)	Veden It (°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 030	..	..	..	2,6	7	290	104

2.2 POHJASEDIMENTIN KENTTÄMITTAUKSET JA -HAVAINNOT

Hav.paikka (pvm)	Pintasedimentin (0-2 cm) E_p (mV)	Sedimentin ulkonäkö
Kuona1 (21.02.2018)	..	0-38 cm ruskea hienojakoinen ja hajoamaton makrofyttiaines
Vesisyv. 1,17 m		38-80 cm ruskean aineksen ja harmaan aineksen (saven) sekoitus, syvemmälle mentäessä haarmaantuvaa (savipitoisuus ilm. kohoaa)
		80-100 cm hopeanharmaa puhtaanoloinen savi
Kuona1a (13.04.2018)	..	0-4cm huonosti hajonnutta/hajoamatonta makrofyttiainesta seka hienojakoista erittäin vesipitoista ruskeaa ainesta
Vesisyv. 1,22 m		4-47cm 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	0-20cm tummanruskea hienojakoinen vesipitoinen, seassa runsaasti jokseenkin hajoamattomia makrofyttin kappaleita
Vesisyv. 1,49 m		20-94cm 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		152-187 cm hopeanharmaa ilmeisen puhdas savi
E_p mitattu 06.04.2018		
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 makrofyttin 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 makrofyttin 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
Kuona7 (13.04.2018)	-88	0-100cm vesipitoinen hienojakoinen tummanruskea aines
Vesisyv. 2,62 m		100-125cm tummanruskea hienojakoinen aines
		125-200cm vaaleanharmaanruskea aines
		200-238cm harmaan ruskehtava hienojakoinen aines
		238-300cm 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 syvemmälle mentäessä vähitellen portaattomasti
		200-300 cm ilmeisen puhdas hopeanharmaa savi
Kuona003 (26.03.2018)	-15	0-498cm tummanruskea hienojakoinen aines, 330-498 cm vaaleammanruskeaa 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		360-464 cm tummanruskean hienojakoisen aineksen ja harmaan aineksen (ilm. savea) seosta
E_p -mittaus 18.04.2018		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 syvemmälle mentäessä vähitellen portaattomasti harmaantuvaa (ilm. savi + ruskea aines -seosta) hienojakoista ainesta
		196-200 cm ilmeisen puhdas hopeanharmaa savi

Tumman, orgaanispitoisen sedimentin määrä ja redox-arvot. Havaintopaikkojen 2 ja 3 sedimenttimäärät ovat kahden kairauskerran keskiarvoja (ks. Edellinen dia)

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

Löyhän, tummanpuhuvan sedimentin arvioitu kokonaismäärä Kuonanjärven pohjassa kevättalven 2018 mittauksien perusteella

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

Kuonanjärvi 003, sedimenttinäyte 0-100 cm, 26.03.2018.



Kuonanjärvi 003, sedimenttinäyte 100-200 cm, 26.03.2018.



Kuonanjärvi 003, sedimenttinäyte 200-300 cm, 26.03.2018.



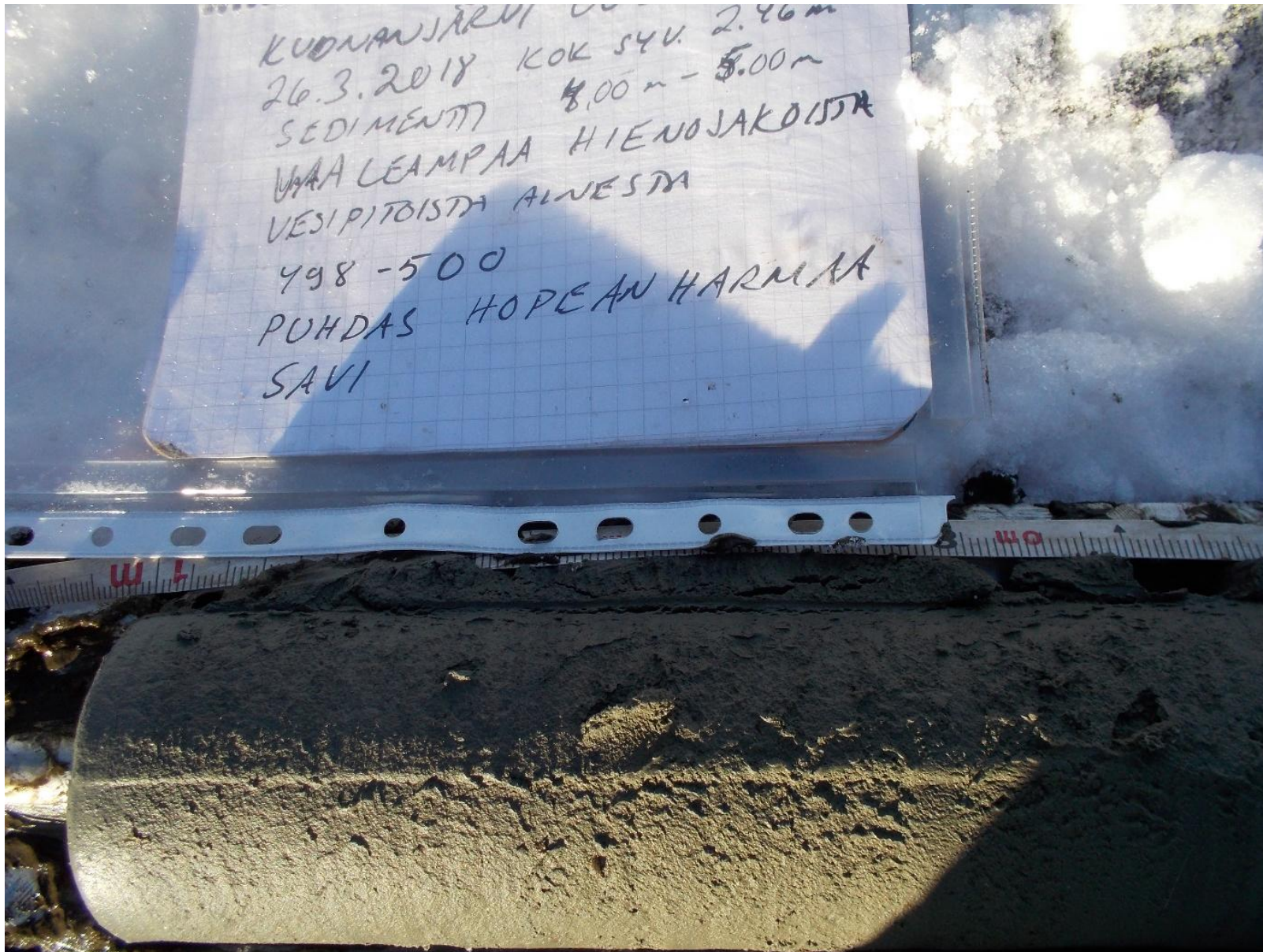
Kuonanjärvi 003, sedimenttinäyte 300-400 cm, 26.03.2018.



Kuonanjärvi 003, sedimenttinäyte 400-500 cm, 26.03.2018.



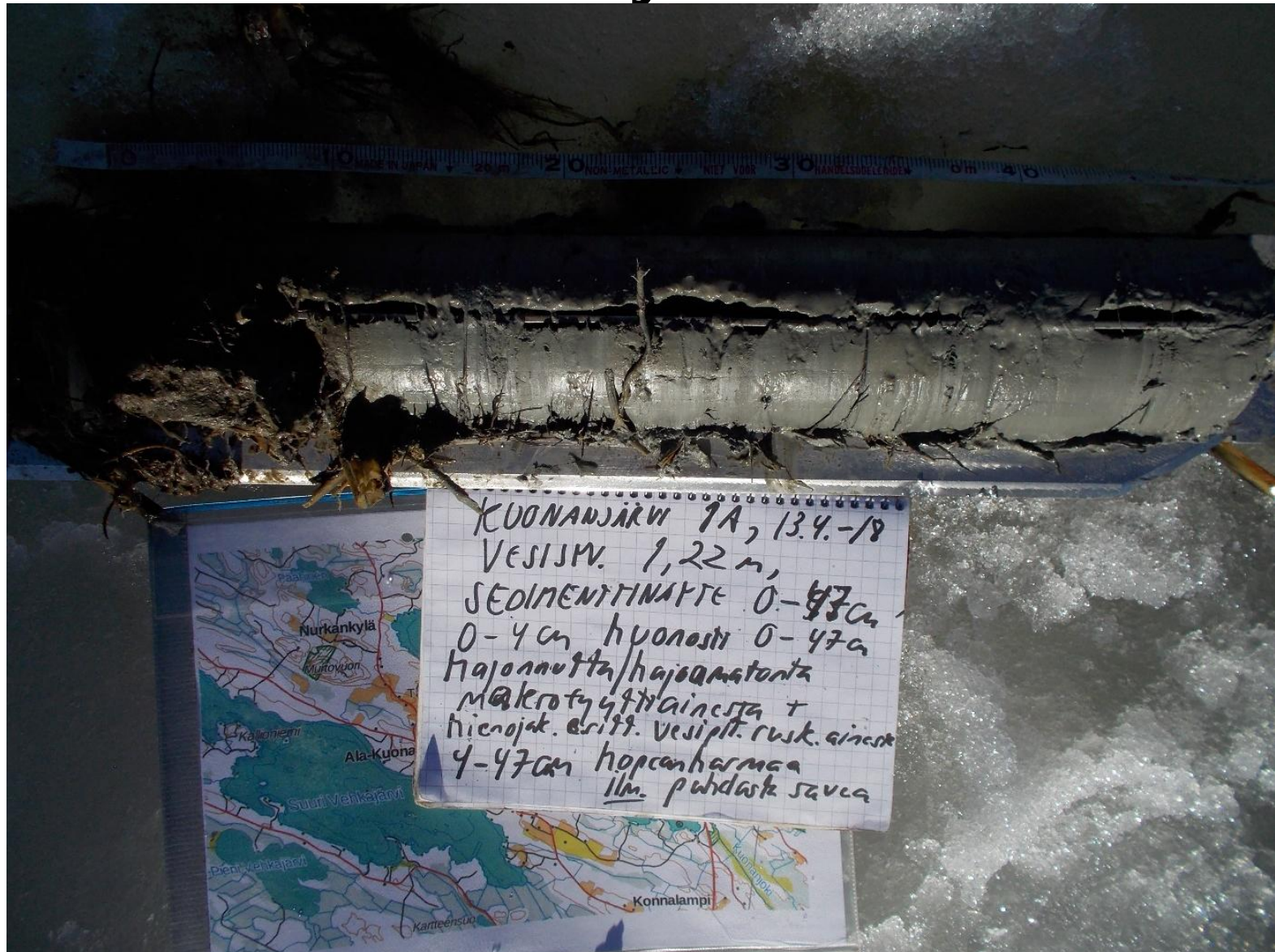
Lähikuva Kuonanjärven havaintopaikan 003 sedimenttinäytteen 400-500 cm alapäästä 26.03.2018.



Kuonanjärvi 1, sedimenttinäyte 0-100 cm 21.02.2018.



Kuonanjärvi 1A, sedimenttinäyte 0-47 cm 13.04.2018.



Kuonanjärvi 2, sedimenttinäyte 0-95 cm 21.02.2018.



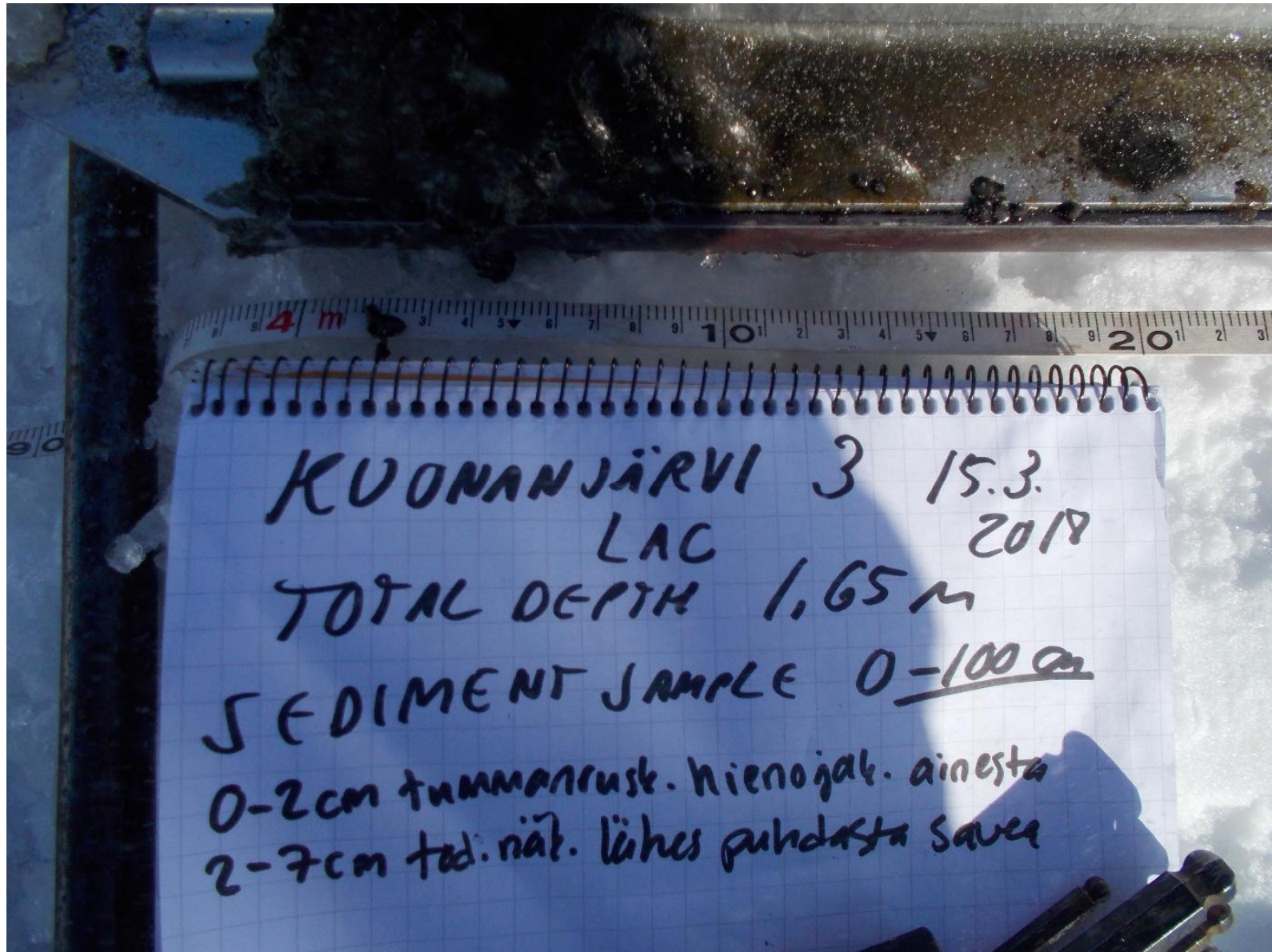
Kuonanjärvi 2, sedimenttinäyte 0-94 cm 13.04.2018.



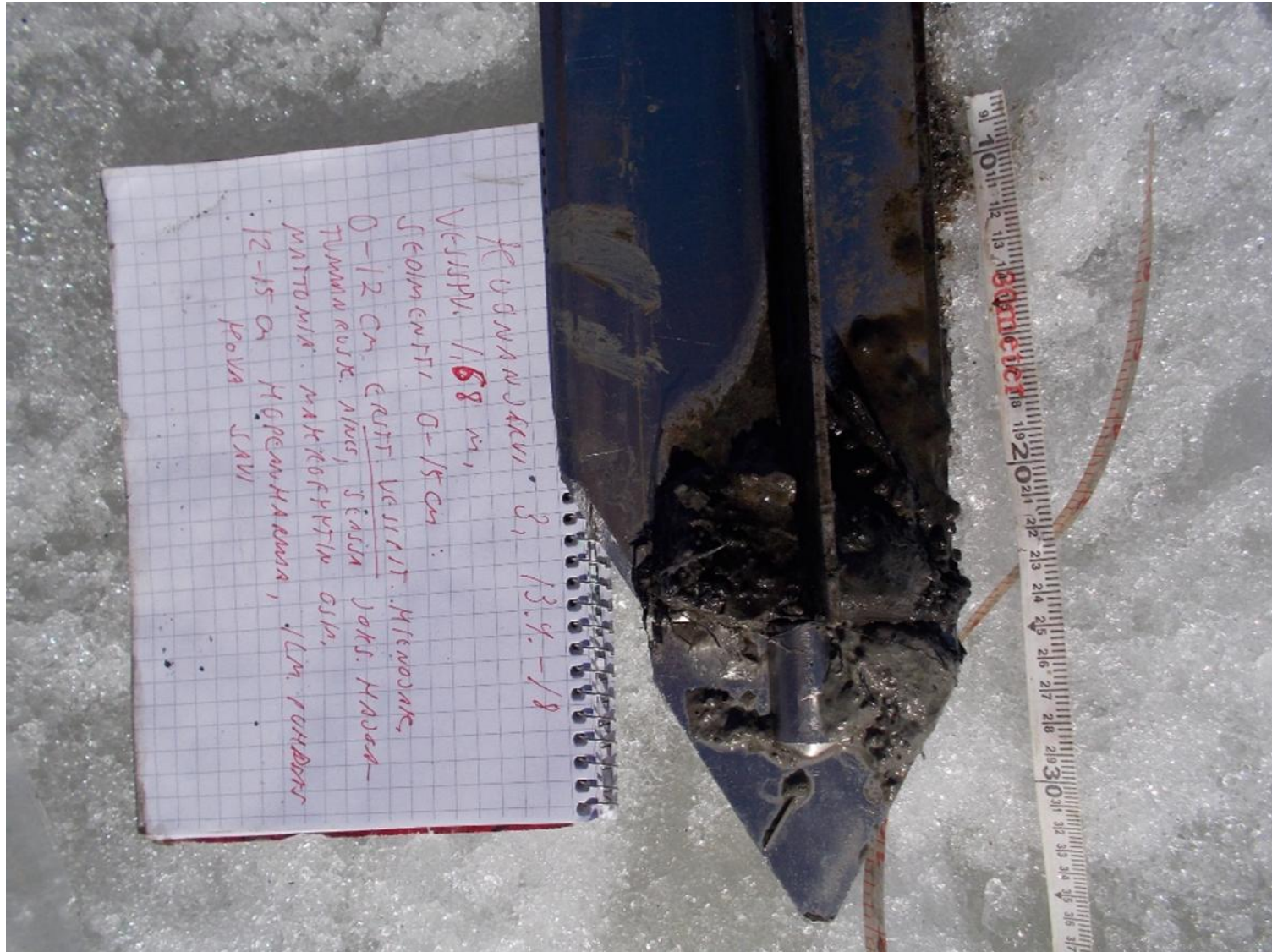
Kuonanjärvi 2, lähikuva sedimenttinäytteestä 0-94 cm 13.04.2018.



Kuonanjärvi 3, sedimenttinäyte 0-7 cm 15.03.2018.



Kuonanjärvi 3, sedimentinäyte 0-15 cm 13.04.2018.



Kuonanjärvi 4, sedimenttinäyte 0-20 cm 15.03.2018.



Kuonanjärvi 5, sedimenttinäyte 0-100 cm 15.03.2018.



Kuonanjärvi 5, sedimenttinäyte 100-200 cm 15.03.2018.



Kuonanjärvi 5, sedimenttinäyte 200-300 cm 15.03.2018.



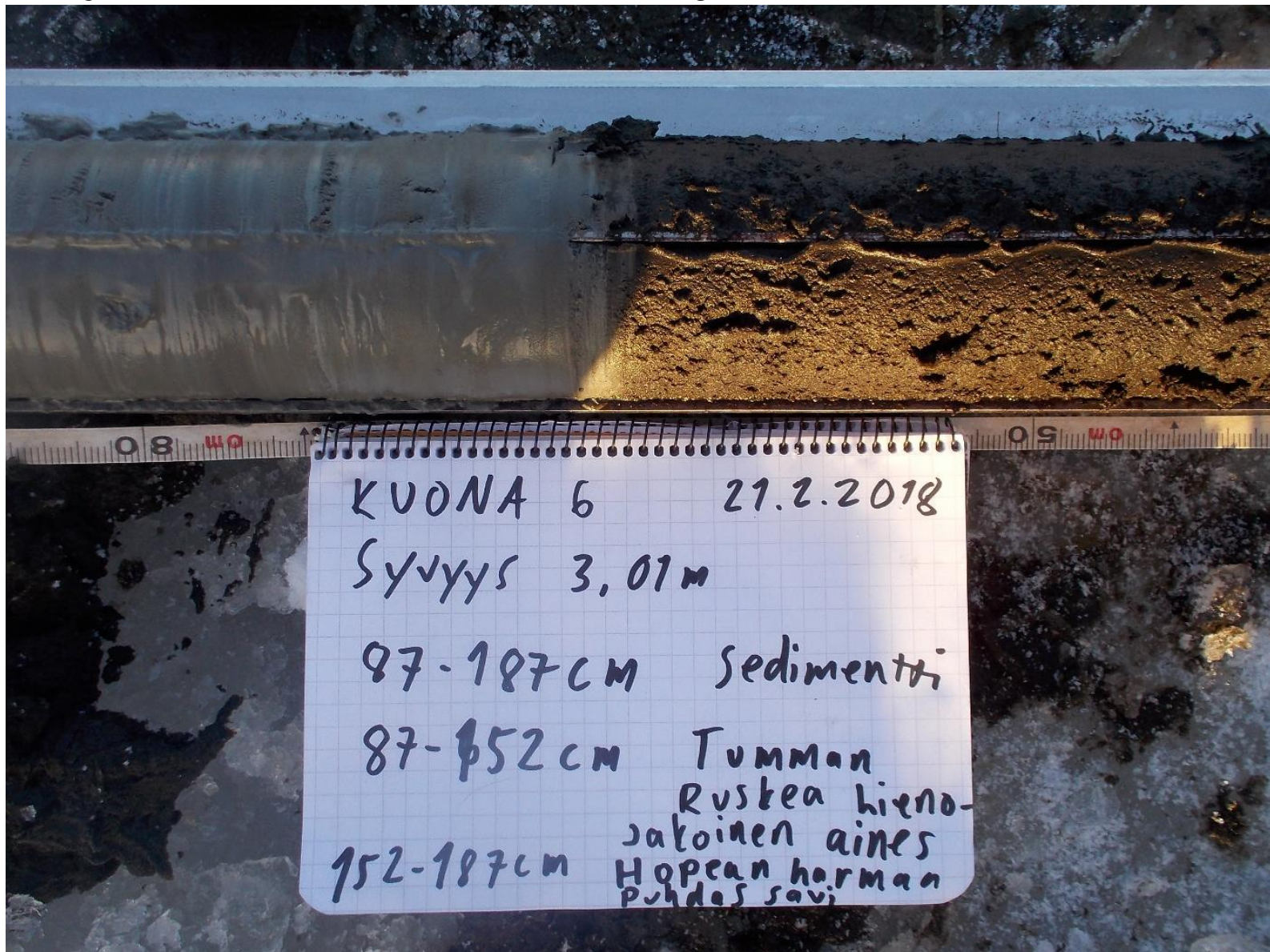
Kuonanjärvi 6, sedimenttinäyte 0-100 cm 21.02.2018.



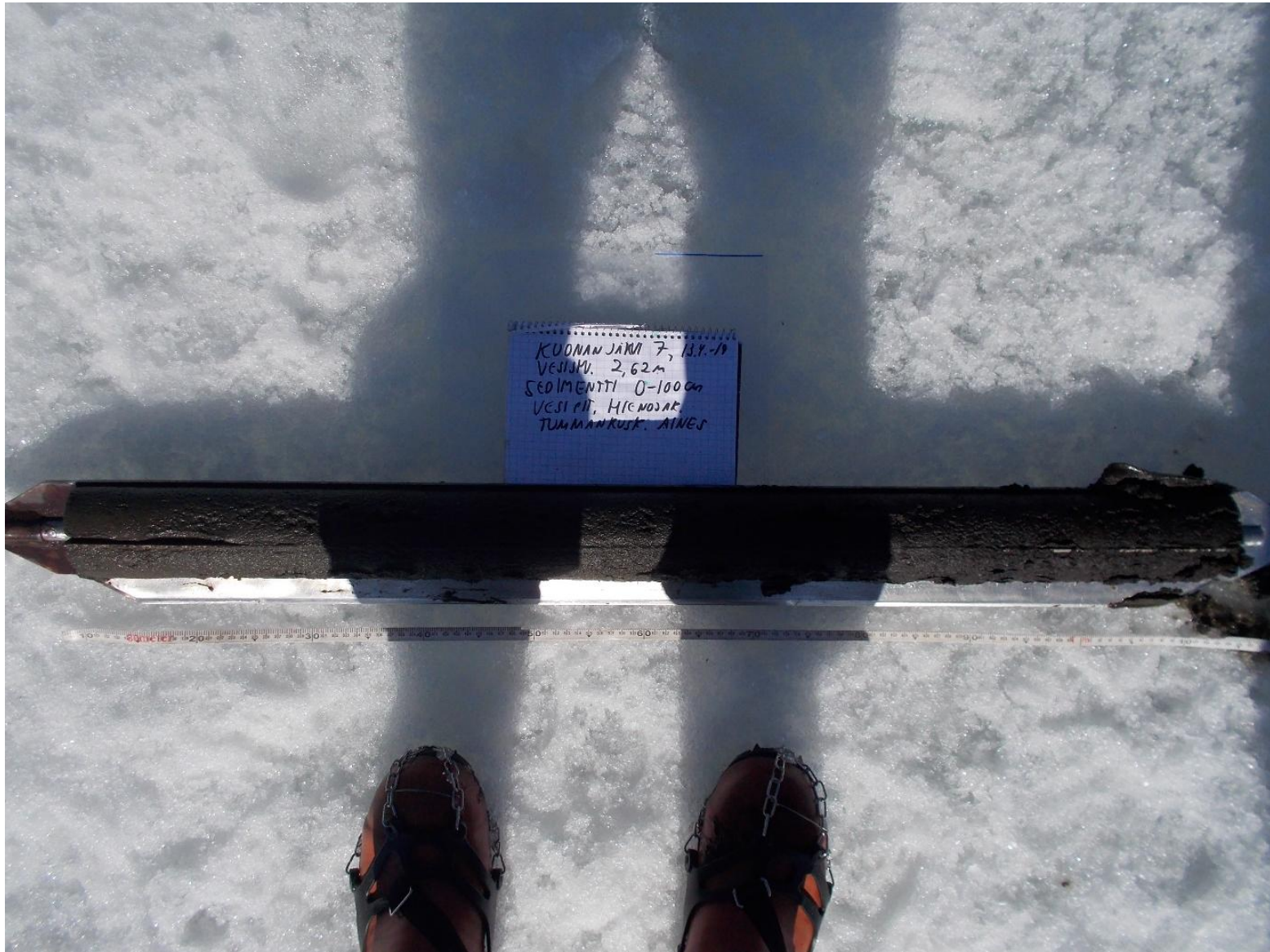
Kuonanjärvi 6, sedimenttinäyte 87-187 cm 21.02.2018.



Kuonanjärvi 6, lähikuva sedimenttinäytteestä 87-187 cm 21.02.2018.

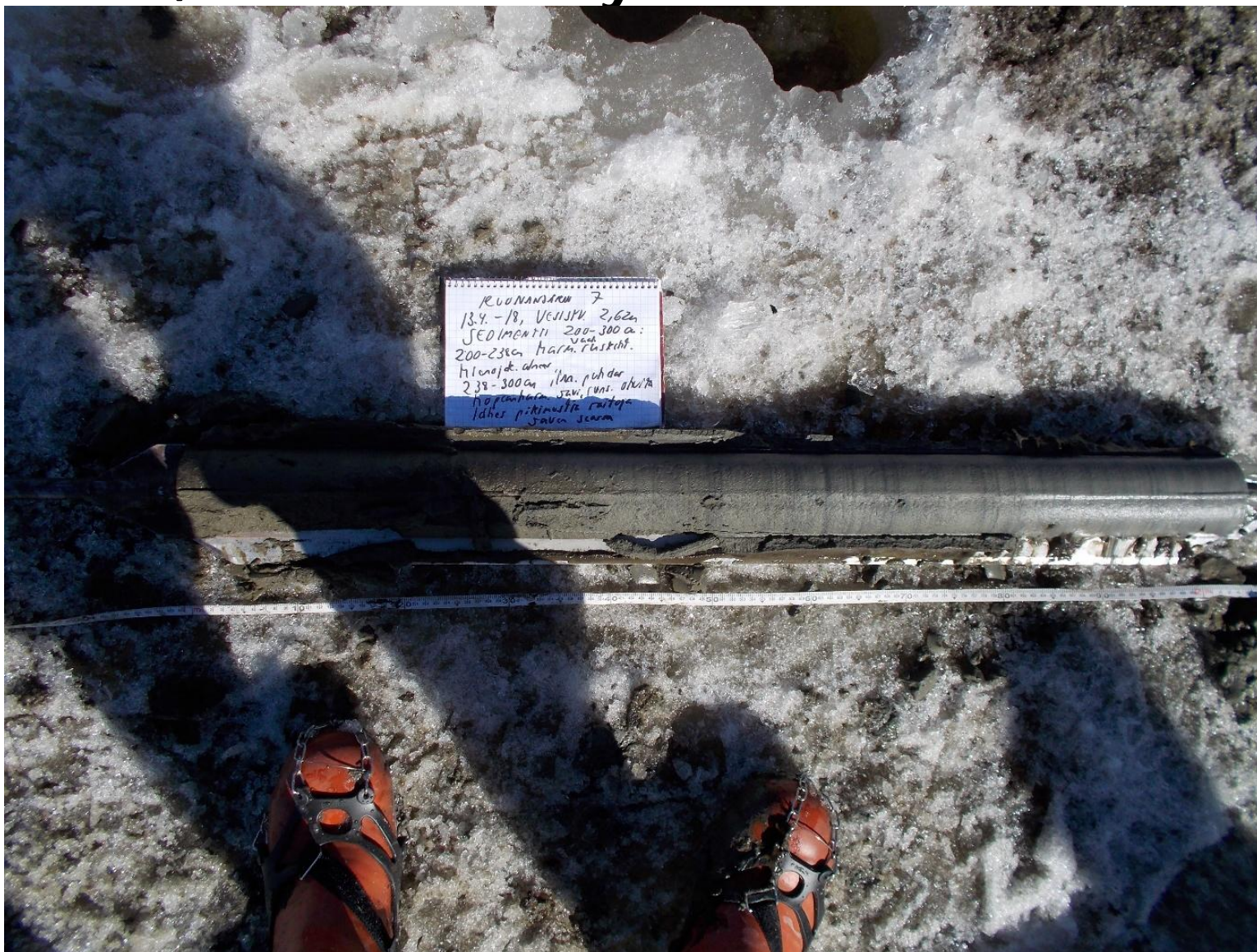


Kuonanjärvi 7, sedimenttinäyte 0-100 cm 13.04.2018.

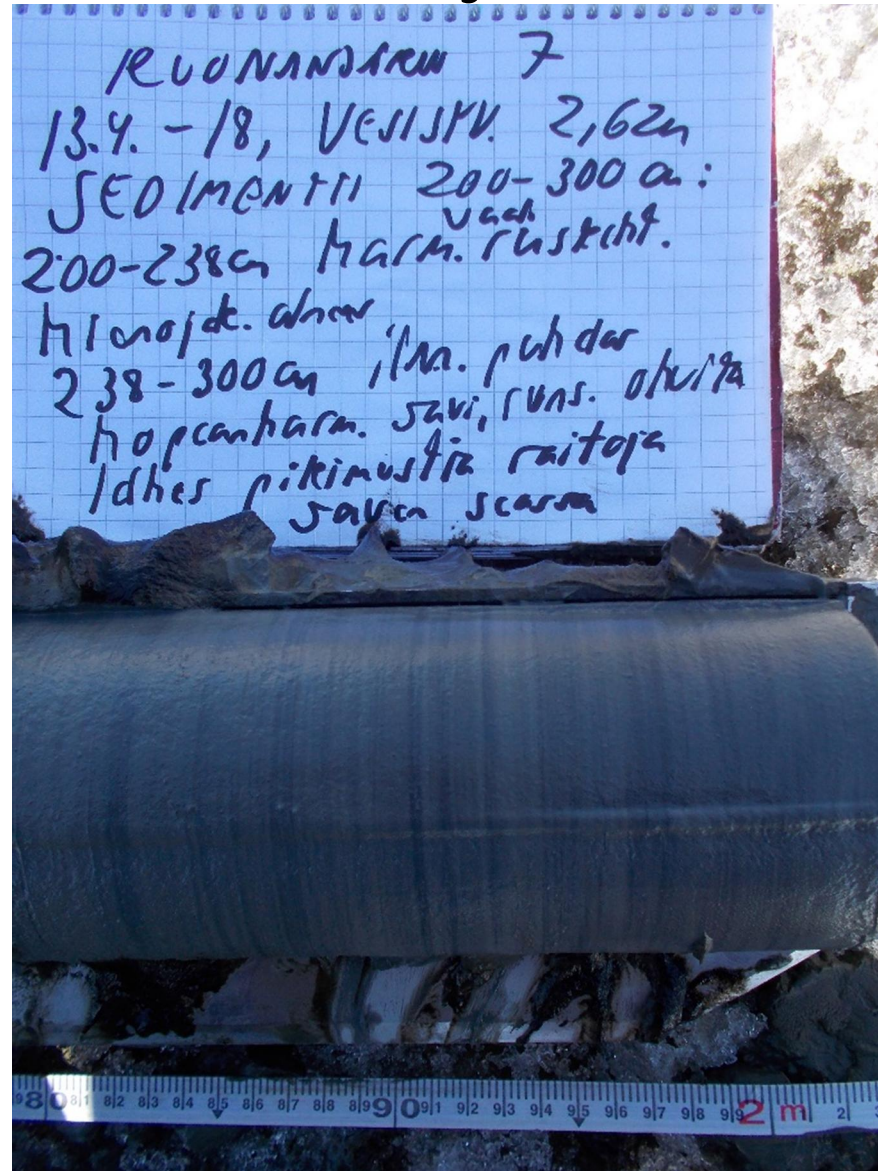


KUONANJÄRVI 7, 13.4.-18
VEIKKI, 2,62m
SEDIMENTTI 0-100cm
VESI PIT, HIENOSAK.
TUUMANKRUKA, ATVES

Kuonanjärvi 7, sedimenttinäyte 200-300 cm 13.04.2018.



Kuonanjärvi 7, lähikuva sedimenttinäytteestä 200-300 cm 13.04.2018.



Kuonanjärvi 8, sedimenttinäyte 0-100 cm 26.03.2018.



Kuonanjärvi 8, sedimenttinäyte 100-200 cm 26.03.2018.



Kuonanjärvi 8, sedimenttinäyte 200-300 cm 26.03.2018.



Kuonanjärvi 8, sedimenttinäyte 300-400 cm 26.03.2018.



Kuonanjärvi 8, sedimenttinäyte 400-500 cm 26.03.2018.



Kuonanjärvi 8, lähikuva sedimenttinäytteen 400-500 cm alapäästä 26.03.2018.



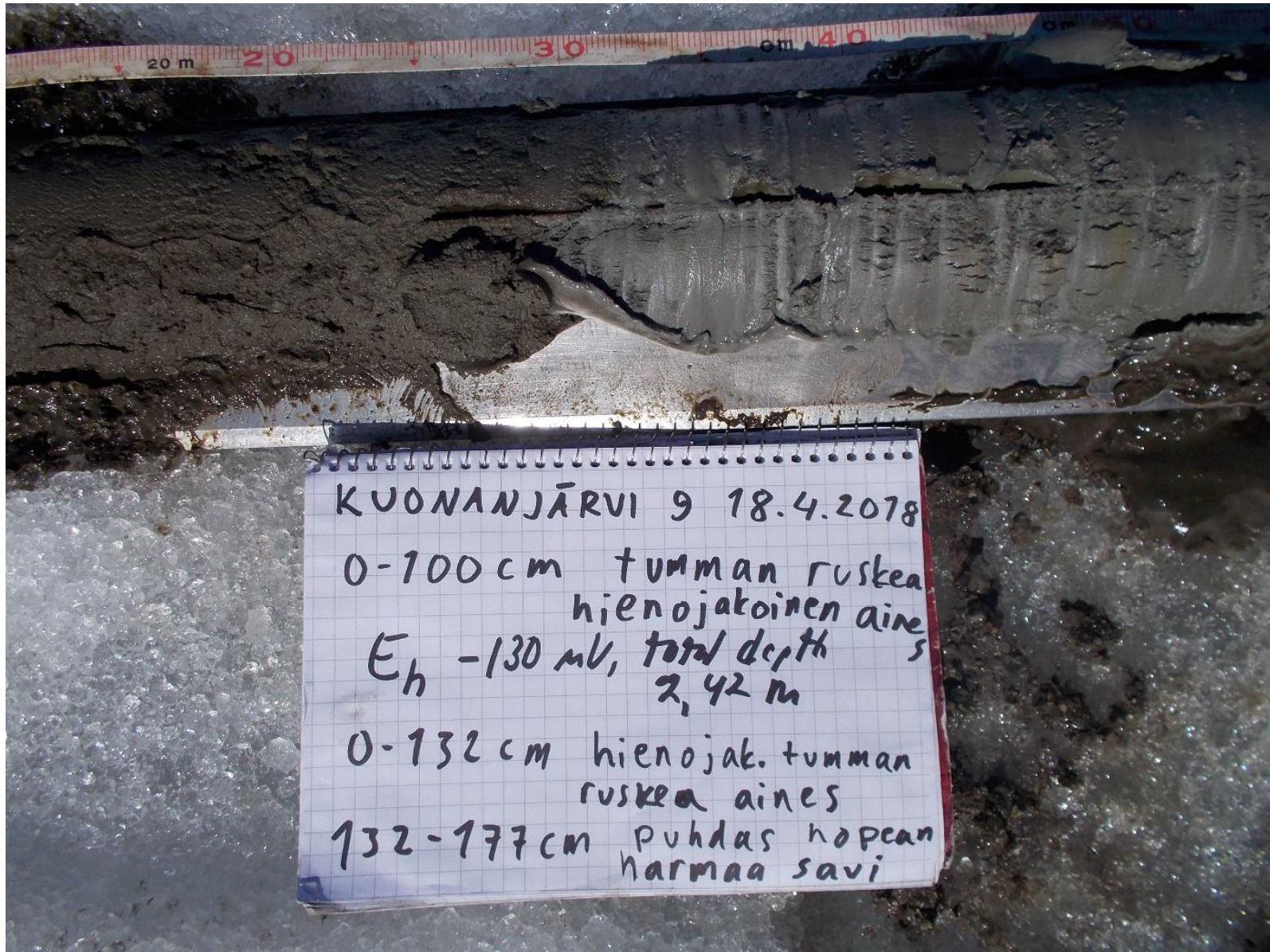
Kuonanjärvi 9, sedimenttinäyte 0-100 cm 18.04.2018.



Kuonanjärvi 9, sedimenttinäyte 77-177 cm 18.04.2018.



Kuonanjärvi 9, lähikuva sedimenttinäytteestä 77-177 cm 18.04.2018.



Kuonanjärvi 10, sedimenttinäyte 0-100 cm 18.04.2018.



Kuonanjärvi 10, sedimenttinäyte 100-200 cm 18.04.2018.



Kuonanjärvi 10, lähikuva sedimenttinäytteen 100-200 cm alapäästä 18.04.2018.



Kuonanjärvi 11, sedimenttinäyte 0-100 cm 15.03.2018.



Kuonanjärvi 11, sedimenttinäyte 100-200 cm 15.03.2018.



KUONANJÄRVI 11 15.3.2018
Total depth 3,31m
0-100cm Tummanruskea, hienorakainen vesi-
pitoinen aine, jätteen → Hienosti
100-160cm tumm. rusk., hienorak. aineksen
ja savon sekoitusta
160-200cm savon: puhdas, hopeanharmaa

Kuonanjärvi 11, lähikuva sedimenttinäytteen 100-200 cm alapäästä 15.03.2018.



Kuonanjärvi 12, sedimenttinäyte 0-49 cm 06.04.2018.



2.3 POHJASEDIMENTIN LABORATORIOANALYYSIT JA NIIHIN PERUSTUVAT LASKELMAT

Kuonanjärven pohjasedimentin ja sen sisältämien eräiden ainesosien kokonaismäärä kevättalvella 2018

Sedimentin ainesosa	Sedimentin kokonaistilavuus (m ³)	Sedimentin kokonaismassa (tn)	Osuus kokonaismassasta (%)
yhteensä	9197189	10036372	100
Vesi	..	8 636 298	86,05
Kuiva-aine	..	1 400 074	13,95
Mineraaliaines	..	1 139 128	11,35
Orgaaninen aines	..	260 946	2,6
Kokonaisfosfori (0,87 g/kg ka)	..	1218	0,01
kokonaistypppi (10,15 g/kg ka)	..	14211	0,14 ¹⁵²

Pohjasedimentin (pintasedimentit) tiheys (laskentakaava; geologi, FT Arto Itkonen, FCG Oy)

Havaintopaikka	Vesipitoisuus	Kuiva- ainepitoisuus	Hehkutushäviö	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

Eräiden itäsuomalaisten järvien löyhien ja hyvin vesipitoisten pintasedimenttien kokonaisravinnepitoisuuksia (Tossavainen,.....).

Järvi	Kok. N (g/kg ka.)	Kok. P (g/kg ka.)	Järven tilan yleisluonnehdinta
Jukajärvi (Joensuu ja Kontiolahti)	9...11	0,75...3,7	mesotrofinen
Puruveden Ristilahti (Kesälahti/Kitee)	9	0,52	mesotrofinen
Vuonisjärvi (Lieksa)	3,6...6	1,2...2,1	eutrofinen
Majalampi (Lieksa, laskee Vuonisjärveen)	6,6	0,51	eutrofinen, matala, vaikea happitilanne
Verkkojärvi (Lieksa, laskee Vuonisjärveen)	4,7	1,4	mesotrofinen?
Purnulampi (Lieksa, Koli)	11...16	0,95...1,3	eutrofinen, vaikeita happiongelmia
Puruveden Savonlahti (Kerimäki/Savonlinna)	1,2	1,2	mesotrofinen
Kuonanjärvi (Kerimäki/Savonlinna), hav.paikka 12	8,3	0,74	eutrofinen
Kuonanjärvi (Kerimäki/Savonlinna), hav.paikka 003	12	1	eutrofinen 154

2.4

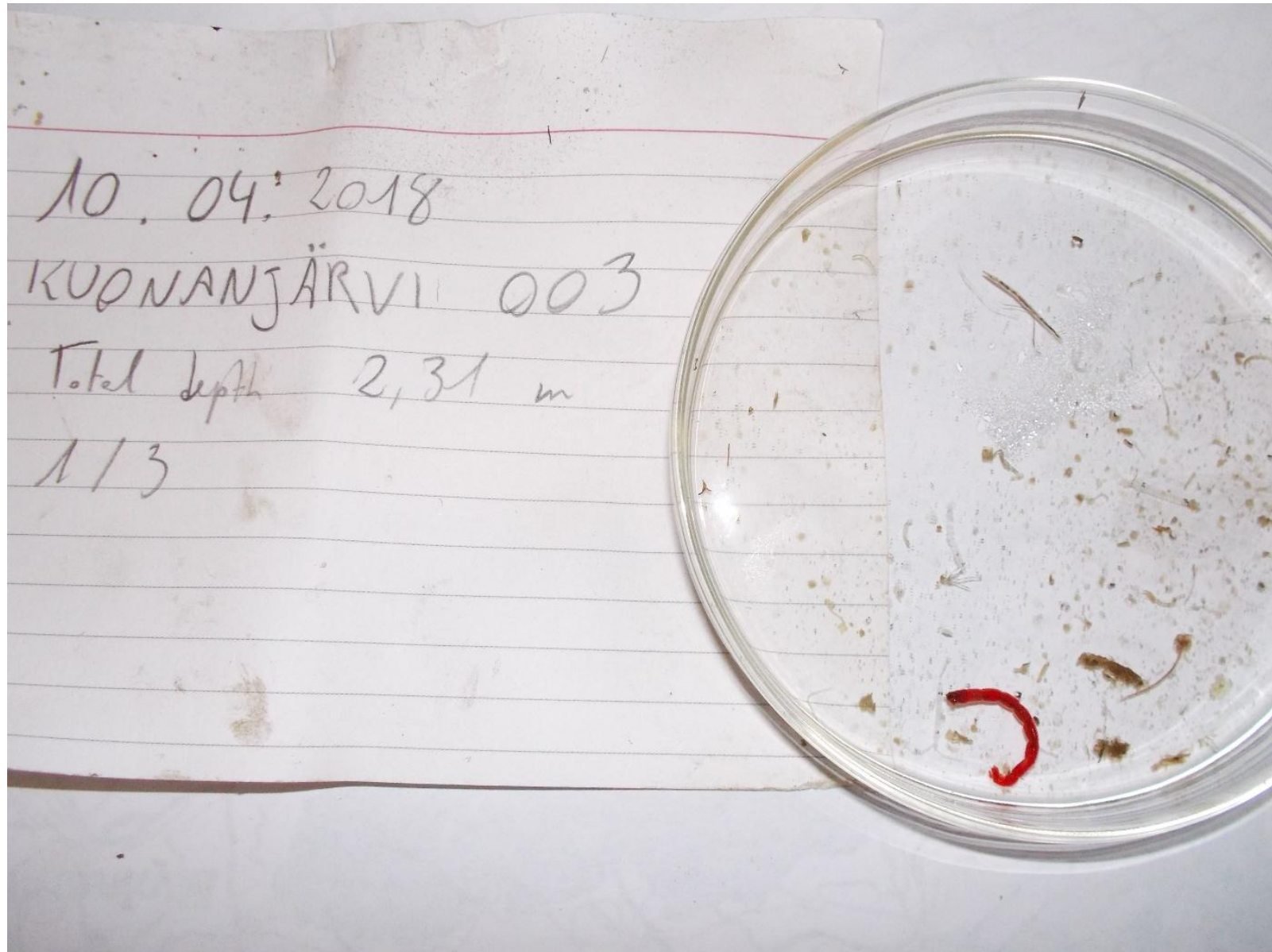
POHJAEELÄIMISTÖ

Kuonanjärvi 1, 28.2.2018					
kokonaissyvyys 1,2 m	Taksoni (kpl/m ²)				
Rinnakkaisnäyte	Chironomidae	Hydrachnidia	<i>Anodonta spp.</i>	<i>Lymnaea spp.</i>	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	1,00
Shannon-Wiener index	1,09				
Kuonanjärvi 2, 23.2.2018					
kokonaissyvyys 1,7 m	Taksoni (kpl/m ²)				
Rinnakkaisnäyte	Hydrachnidia	<i>Anodonta spp.</i>	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	1,00
Shannon-Wiener index	1,24				
Kuonanjärvi 6, 23.2.2018					
Kokonaissyvyys 3,1 m	Taksoni (kpl/m ²)				
Rinnakkaisnäyte	Chironomidae	<i>Chaoburus spp.</i>	Tanyptodiae	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	1,00	
Shannon-Wiener index	0,78				

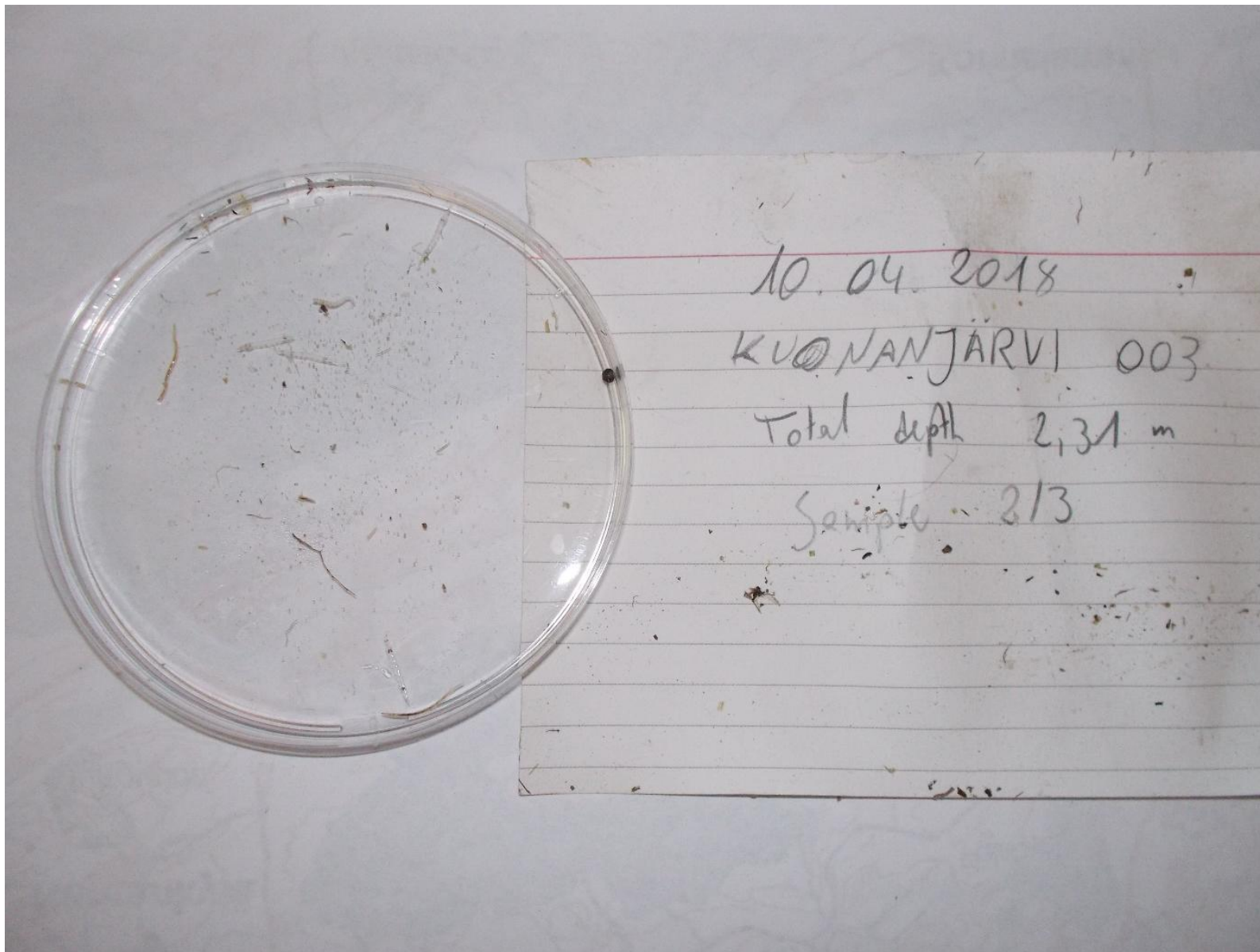
Kuonanjärvi 3, 28.2.2018					
Kokonaissyvyys 1,8 m	Taksoni (kpl/m ²)				
Rinnakkaisnäyte	Chironomidae	<i>Chaoburus spp.</i>	Oligochaeta	Hydrachnidia	Yhteensä
1	34	34	34	0	102
2	194	0	77,6	0	271,6
3	155,2	0	38,8	155,2	349,2
keskiarvo	127,7	11,3	50,1	51,7	240,9
osuus	0,53	0,05	0,21	0,21	1,00
Shannon-Wiener index	1,14				
Kuonanjärvi 7, 28.2.2018					
Kokonaissyvyys 2,8 m	Taksoni (kpl/m ²)				
Rinnakkaisnäyte	Chironomidae	<i>Chaoburus spp.</i>	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	1,00
Shannon-Wiener index	1,12				
Kuonanjärvi 5, 23.02.2018					
Kokonaissyvyys 2,4 m	Taksoni (kpl/m ²)				
Rinnakkaisnäyte	Chironomidae	<i>Chaoburus spp.</i>	Ceratopogonidae	Tanyptodiae	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	1,00
Shannon-Wiener index	1,18				157

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	1,00
Shannon-Wiener index	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	12,9333	200,467	756,6	
osuus	0,23	0,49	0,02	0,26	1,00	
Shannon-Wiener index	1,11					

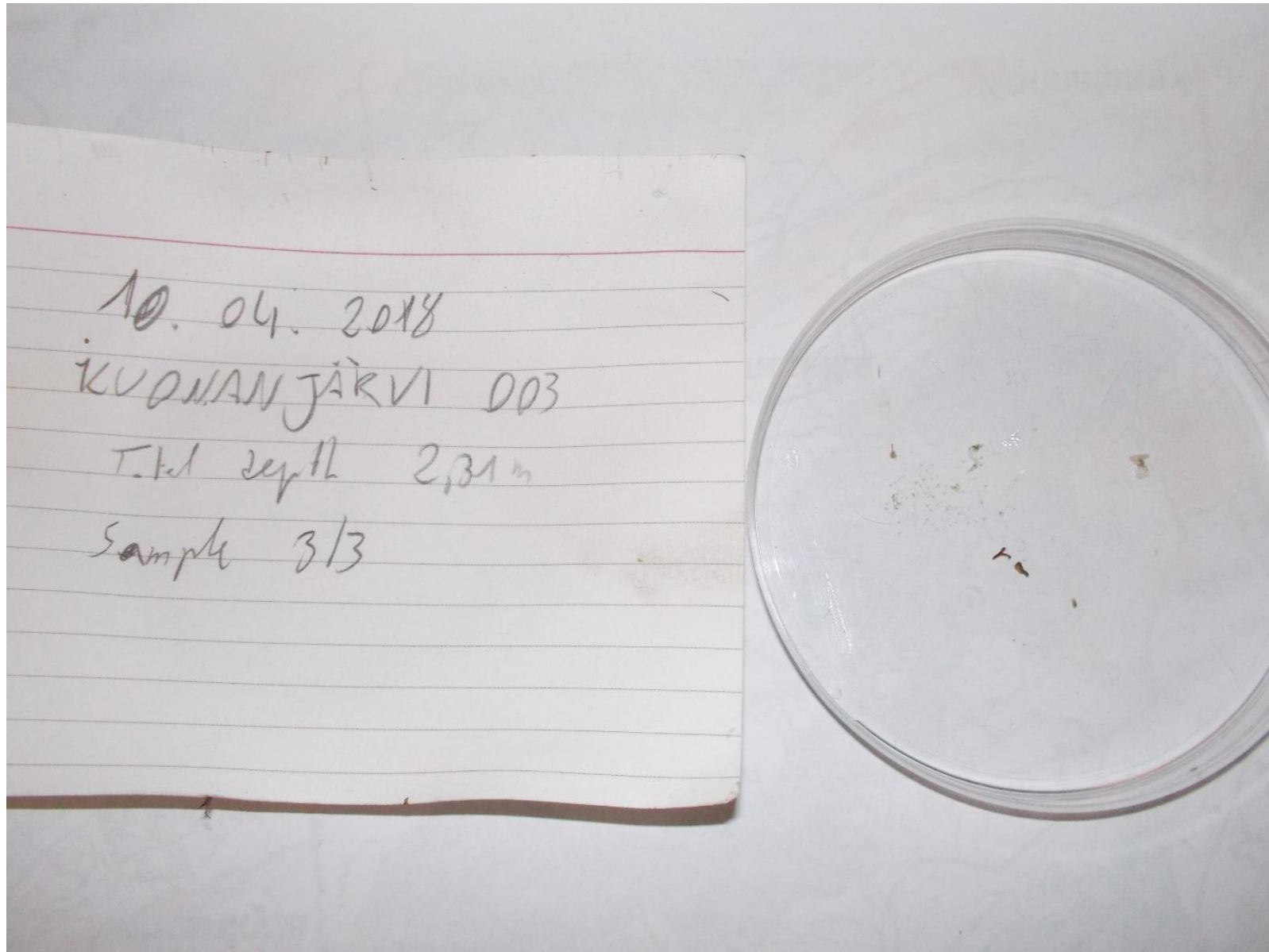
Kuonanjärven havaintopaikan 003 rinnakkaisnäytteestä 1/3 löydetyt pohjaeläimet 10.04.2018.



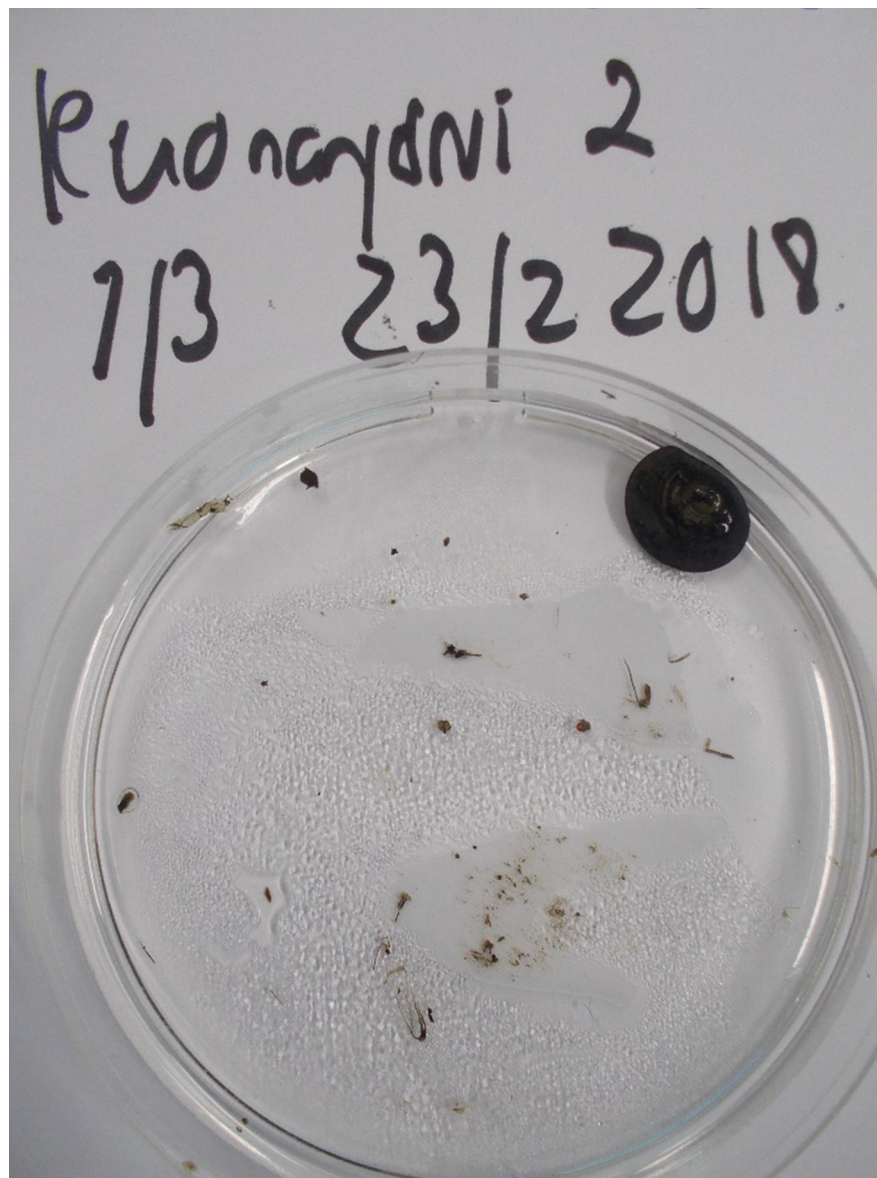
Kuonanjärven havaintopaikan 003 rinnakkaisnäytteestä 2/3 löydetyt pohjaeläimet 10.04.2018.



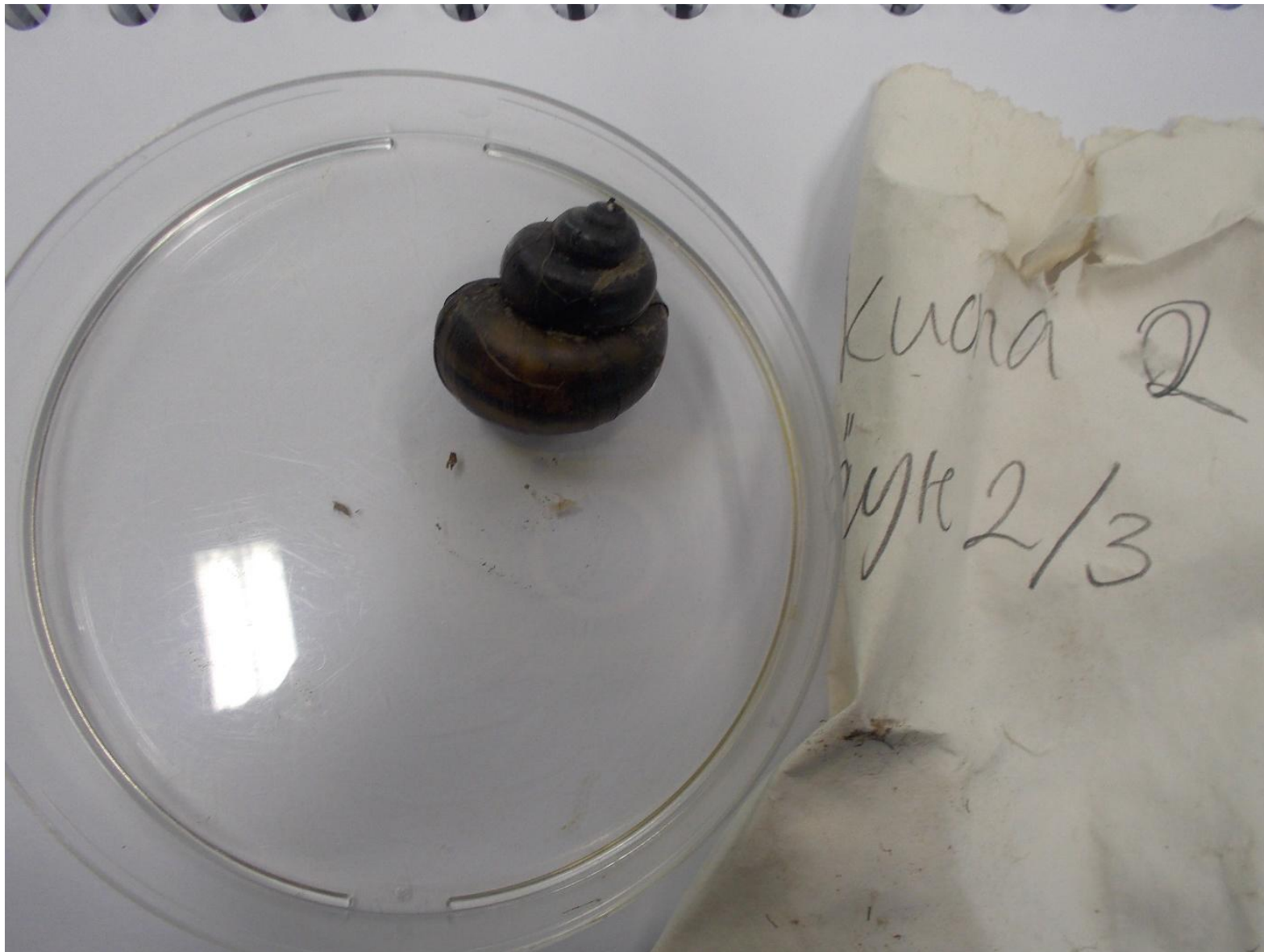
Kuonanjärven havaintopaikan 003 rinnakkaisnäytteestä 3/3 löydetyt pohjaeläimet 10.04.2018.



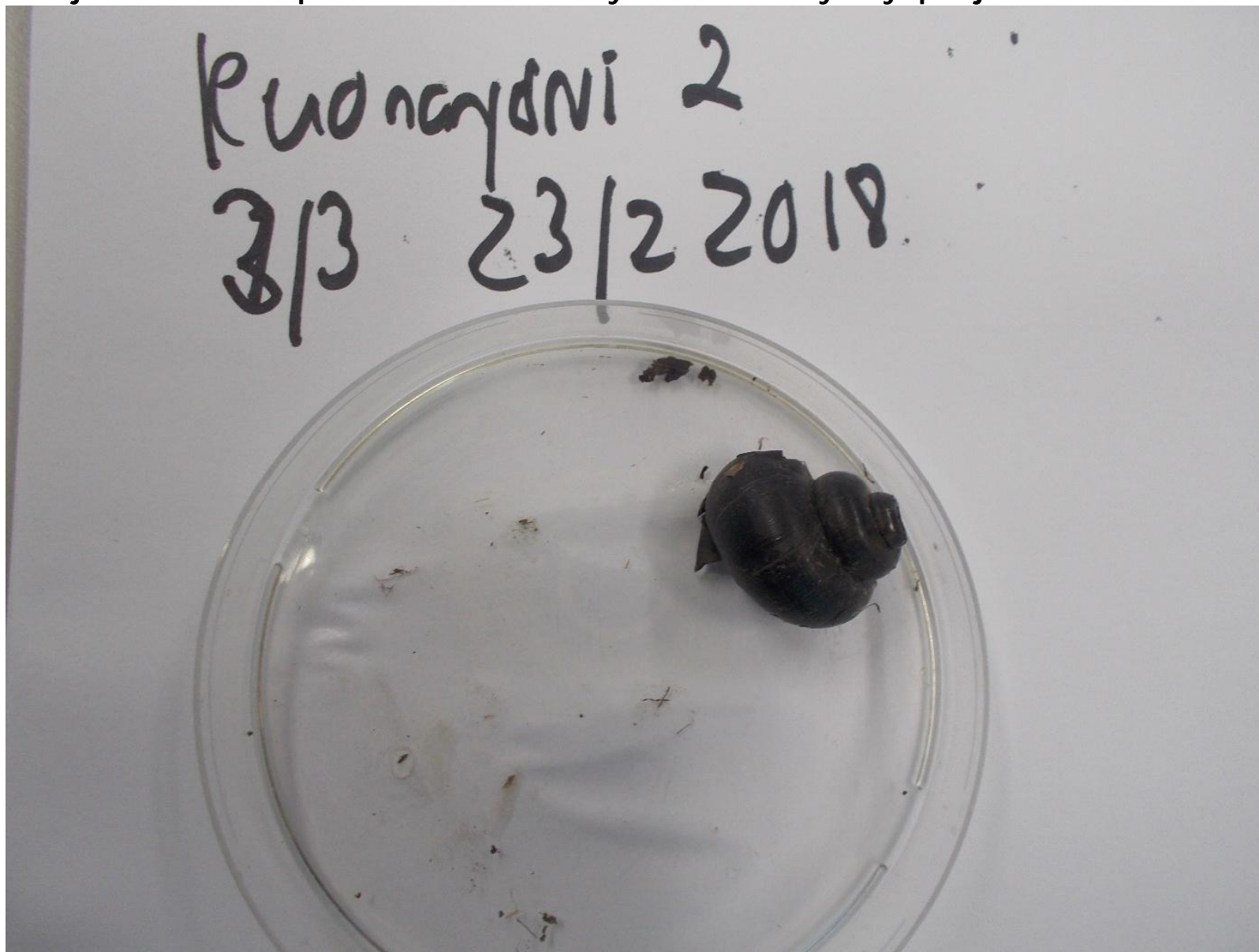
Kuonanjärven havaintopaikan 2 rinnakkaisnäytteestä 1/3 löydetyt pohjaeläimet 23.02.2018.



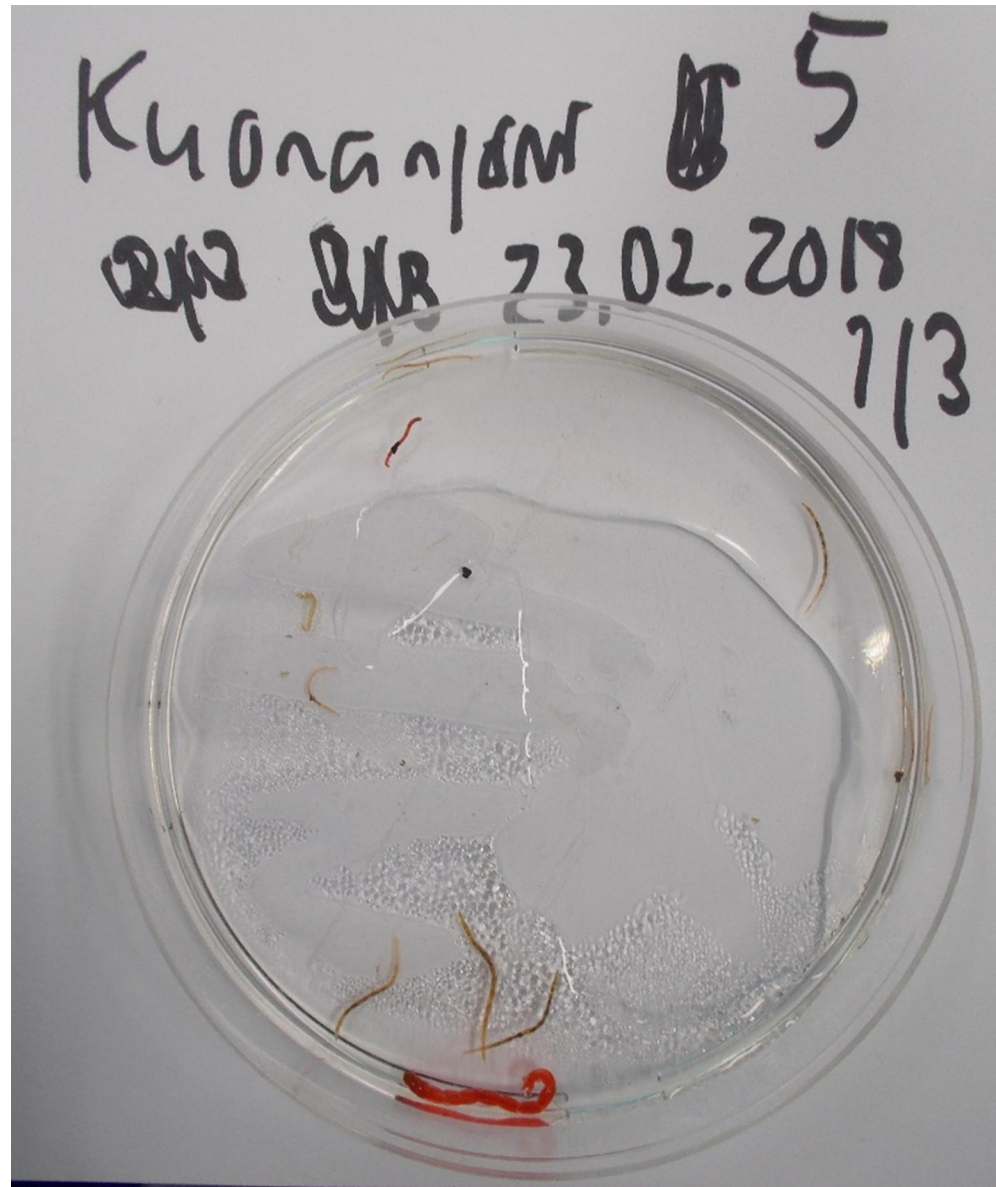
Kuonanjärven havaintopaikan 2 rinnakkaisnäytteestä 2/3 löydetyt pohjaeläimet 23.02.2018.



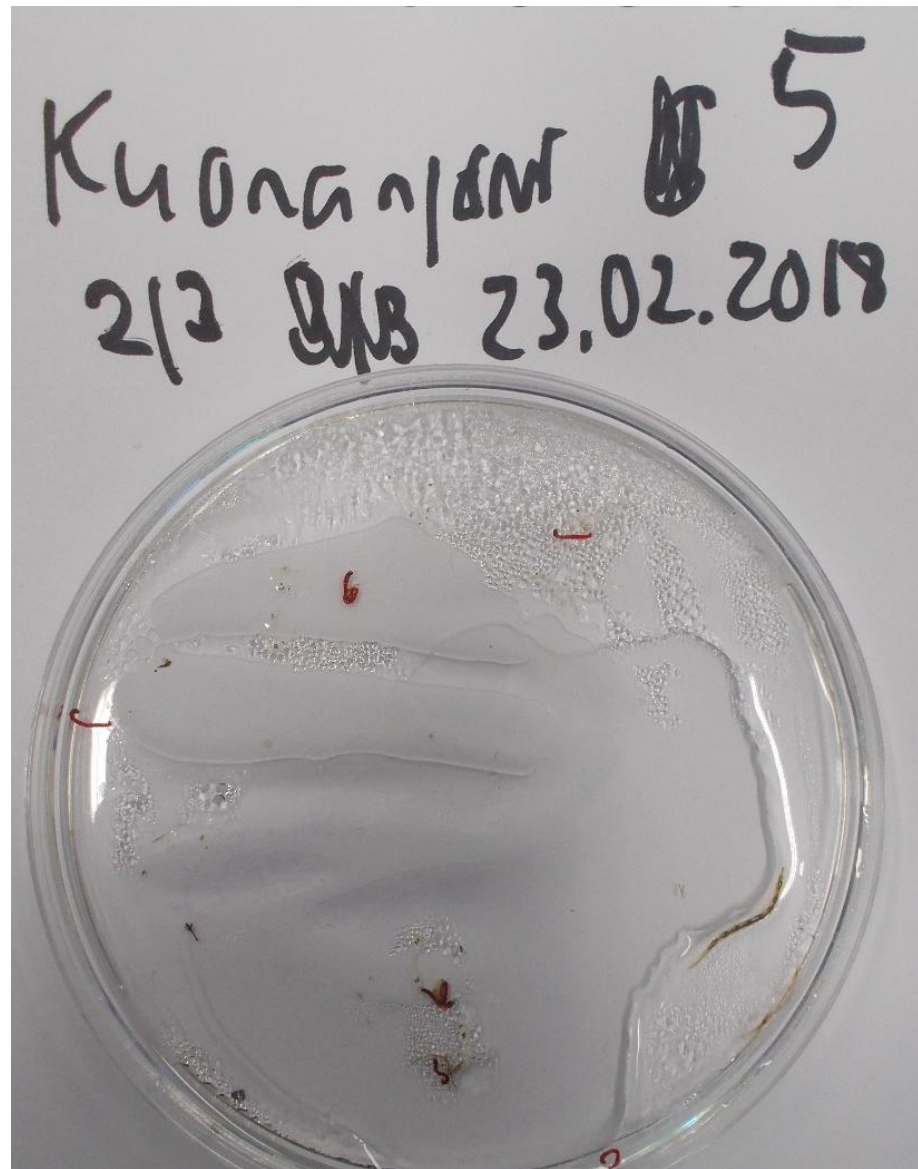
Kuonanjärven havaintopaikan 2 rinnakkaisnäytteestä 3/3 löydetty pohjaeläimet 23.02.2018.



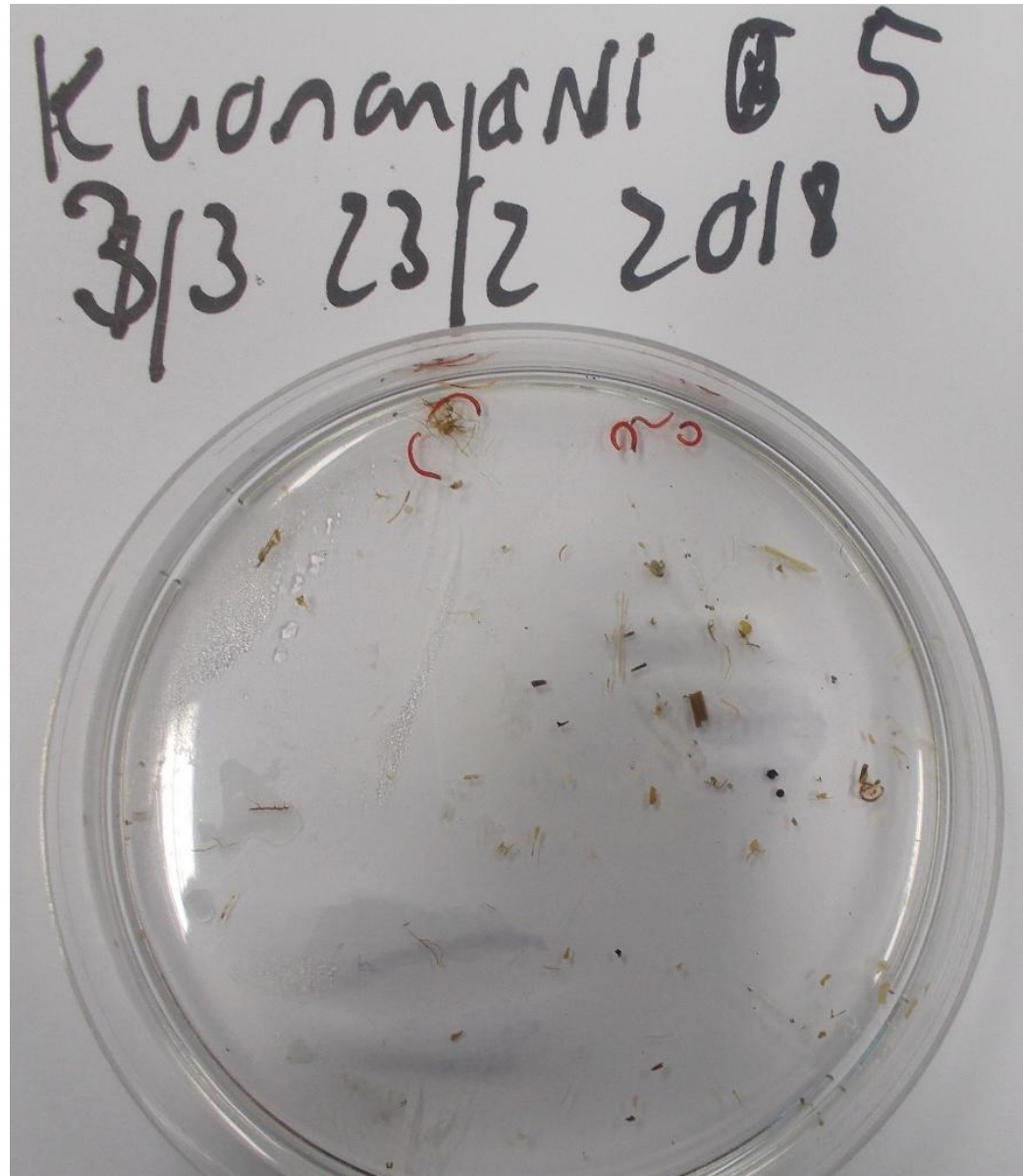
Kuonanjärven havaintopaikan 5 rinnakkaisnäytteestä 1/3 löydetyt pohjaeläimet 23.02.2018.



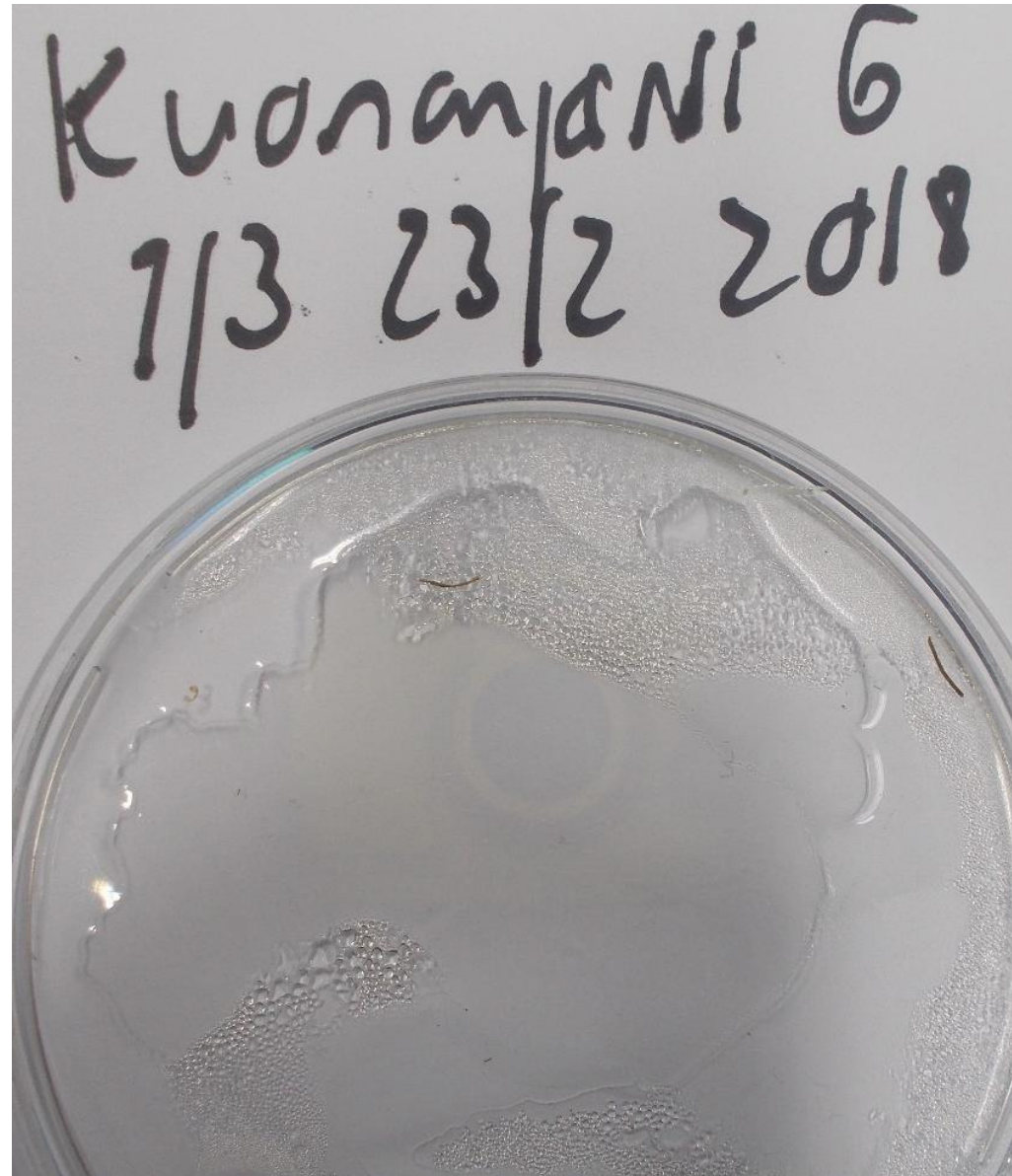
Kuonanjärven havaintopaikan 5 rinnakkaisnäytteestä 2/3 löydetty pohjaeläimet 23.02.2018.



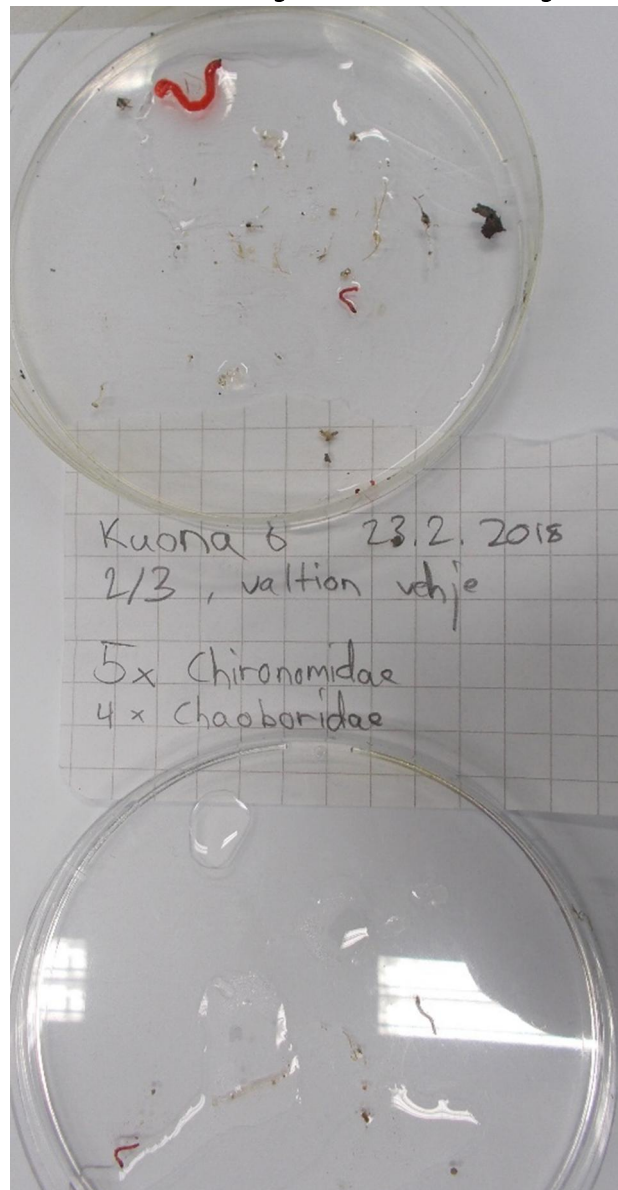
Kuonanjärven havaintopaikan 5 rinnakkaisnäytteestä 3/3 löydetty pohjaeläimet 23.02.2018.



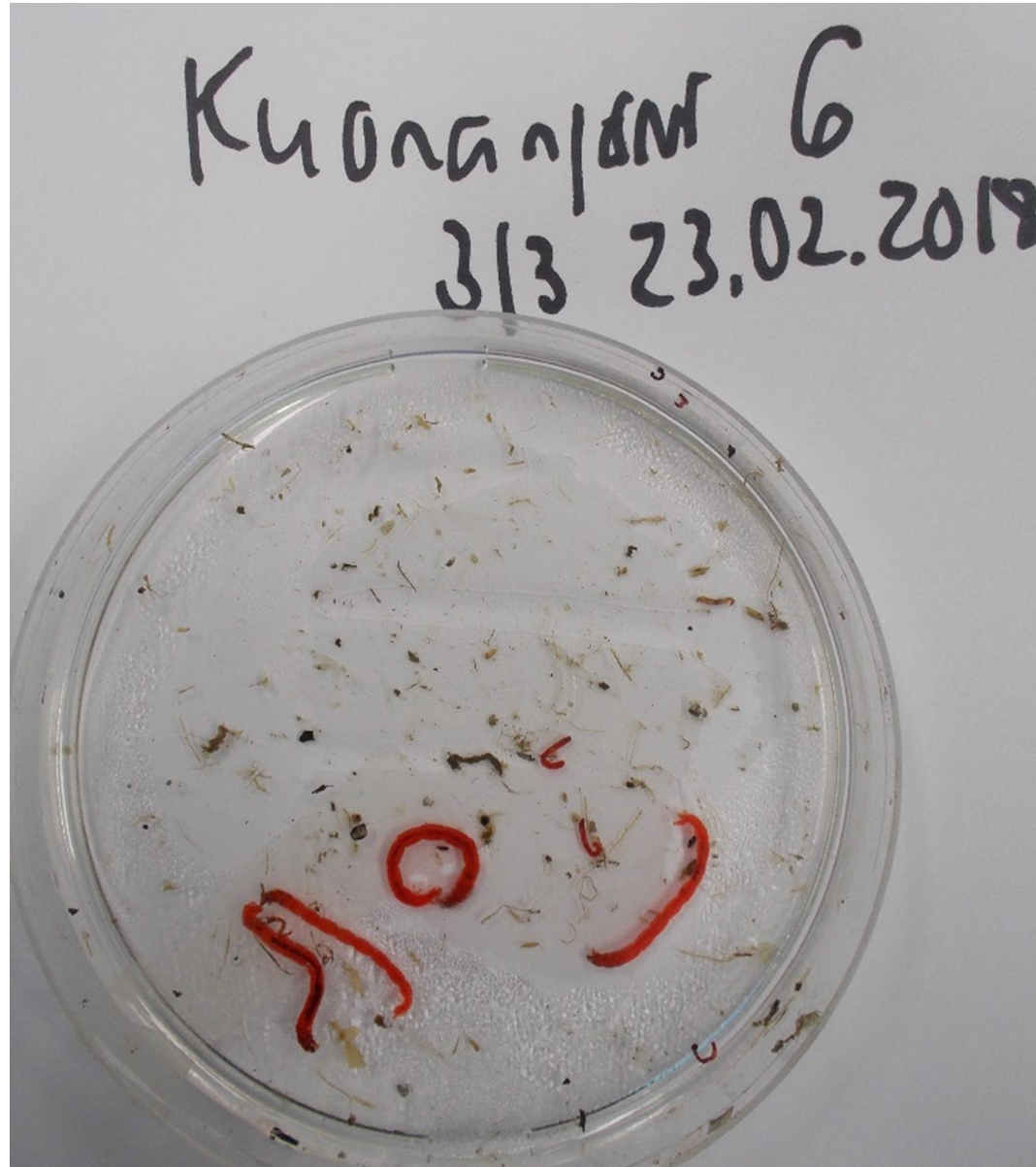
Kuonanjärven havaintopaikan 6 rinnakkaisnäytteestä 1/3 löydetyt pohjaeläimet 23.02.2018.



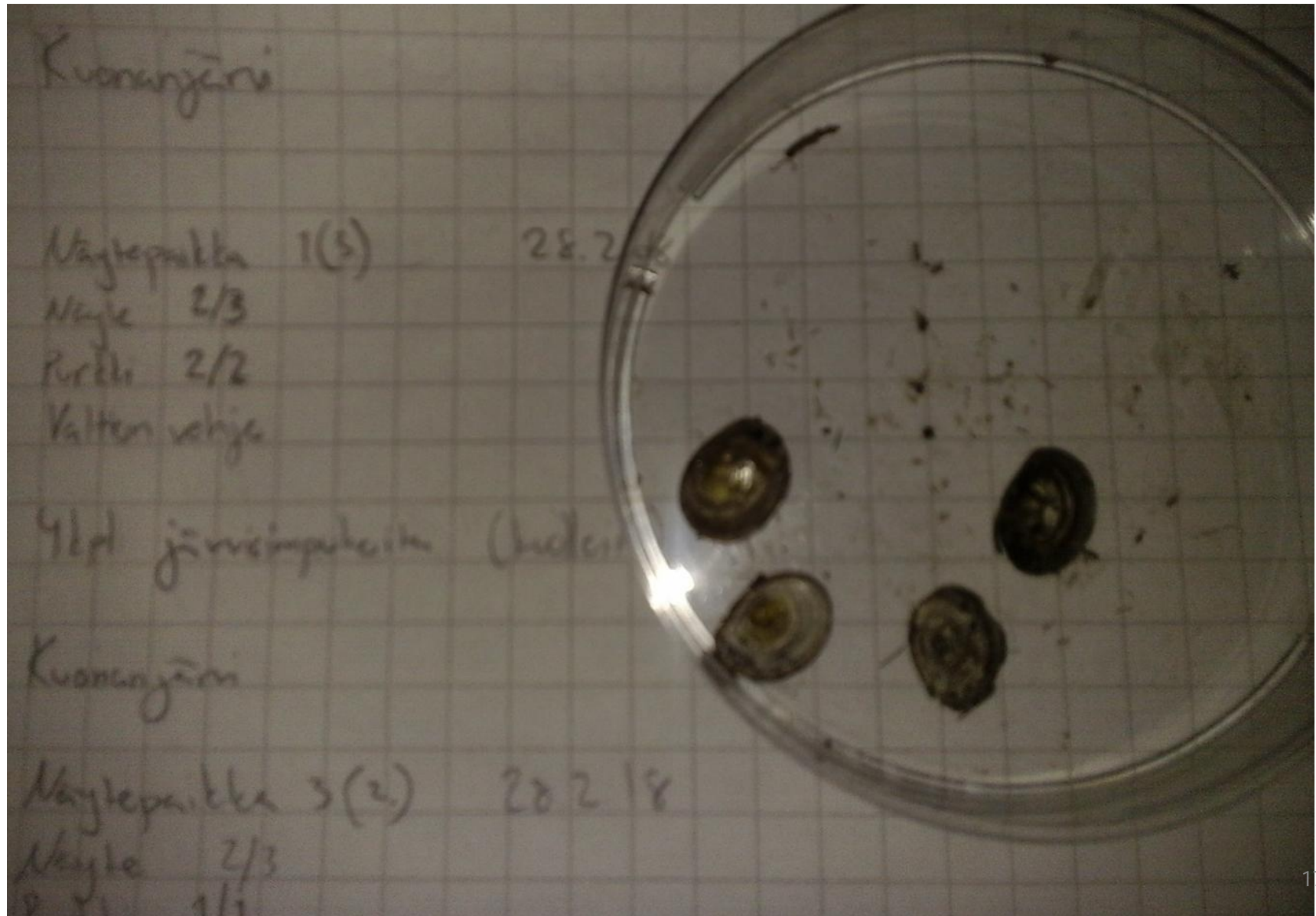
Kuonanjärven havaintopaikan 6 rinnakkaisnäytteestä 2/3 löydetyt pohjaeläimet 23.02.2018.



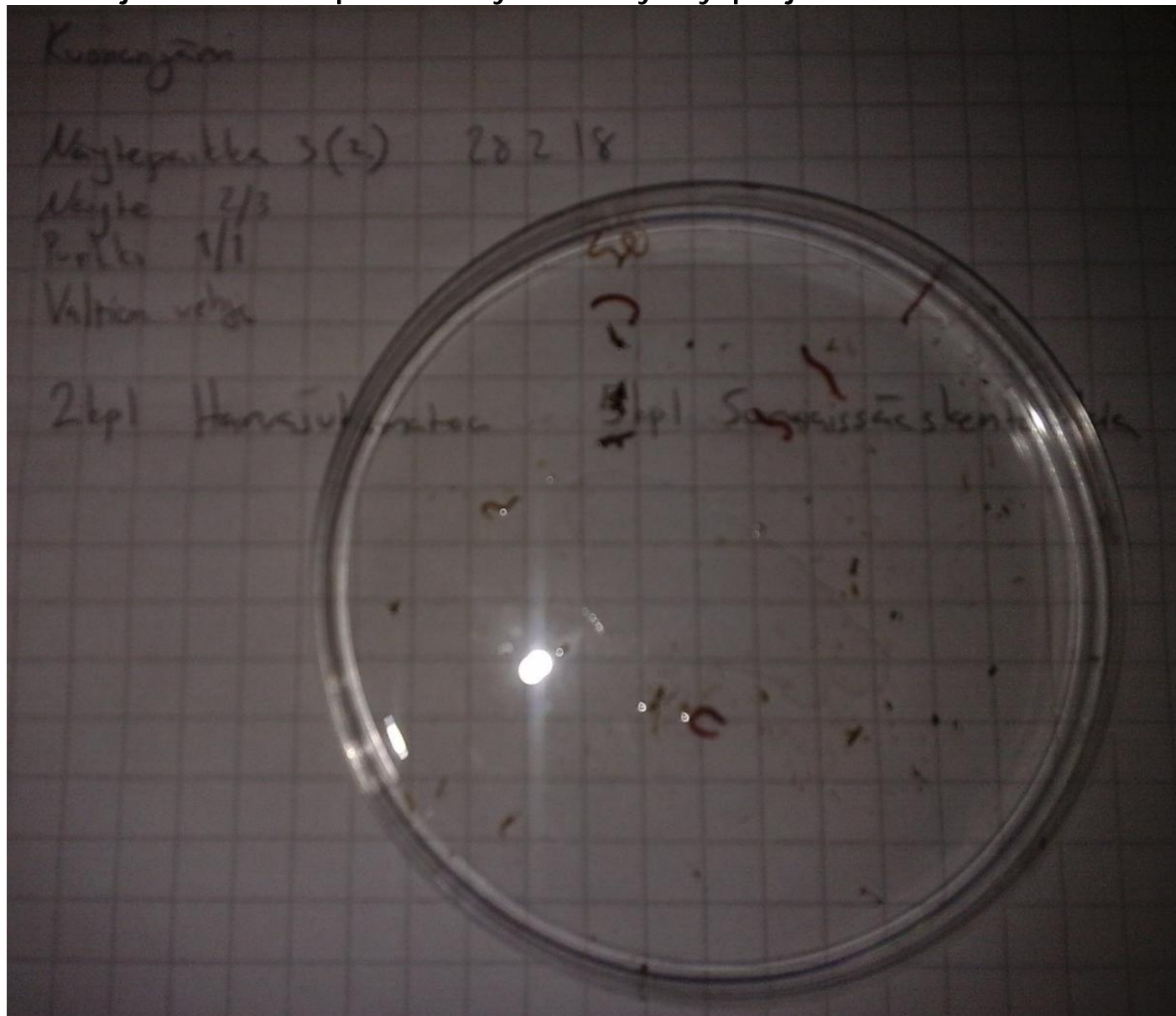
Kuonanjärven havaintopaikan 6 rinnakkaisnäytteestä 3/3 löydetyt pohjaeläimet 23.02.2018.



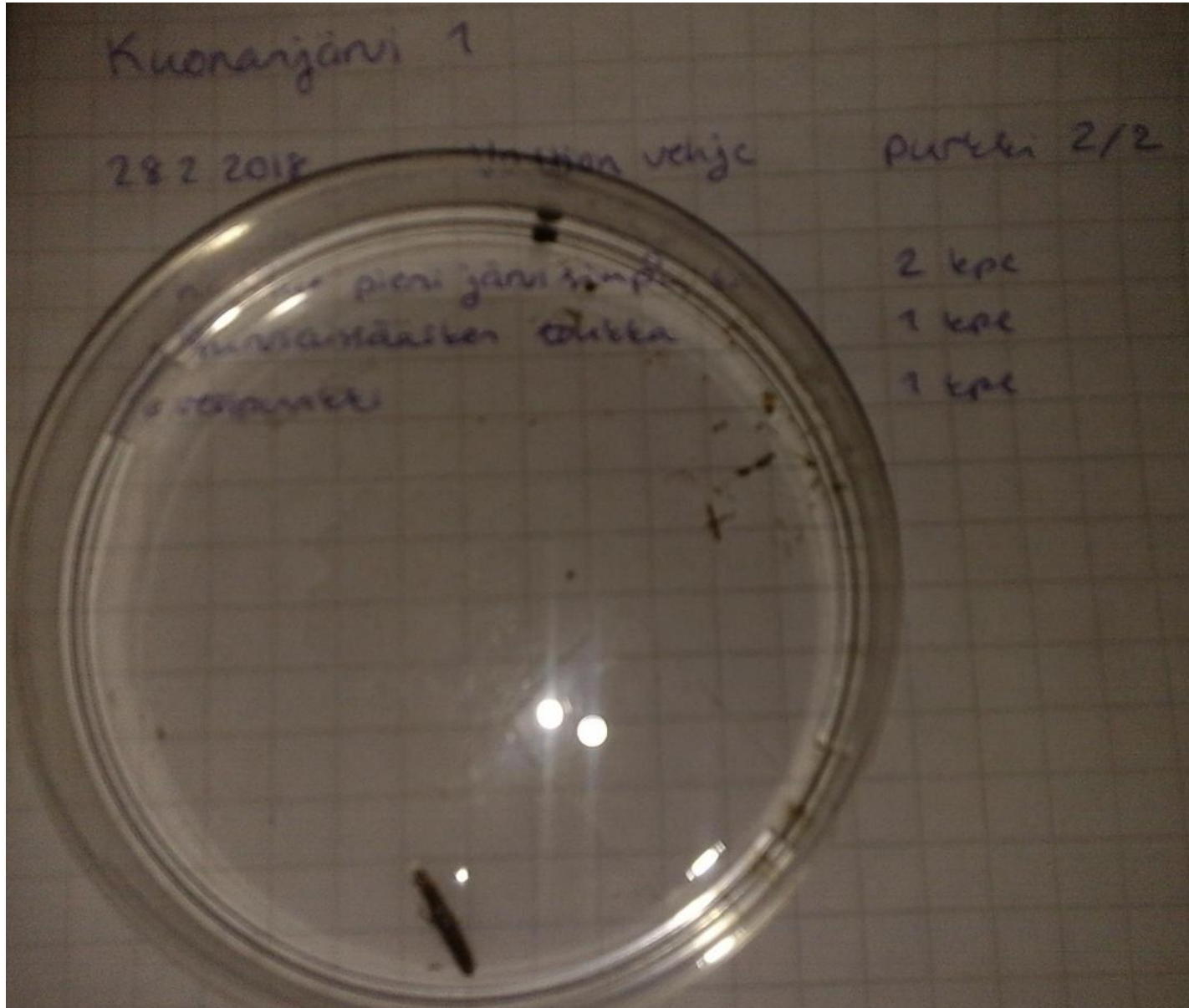
Kuonanjärven havaintopaikan 1 rinnakkaisnäytteestä 3/3 löydetyt pohjaeläimet 28.02.2018.



Kuonanjärven havaintopaikan 3 näytteestä löydetty pohjaeläimet 28.02.2018.



Kuonanjärven havaintopaikan 1 rinnakkaisnäytteestä 2/3 löydetyt pohjaeläimet 28.02.2018.



Kuonanjärven havaintopaikan 3 rinnakkaisnäytteestä 1/3 löydetyt pohjaeläimet 28.02.2018.



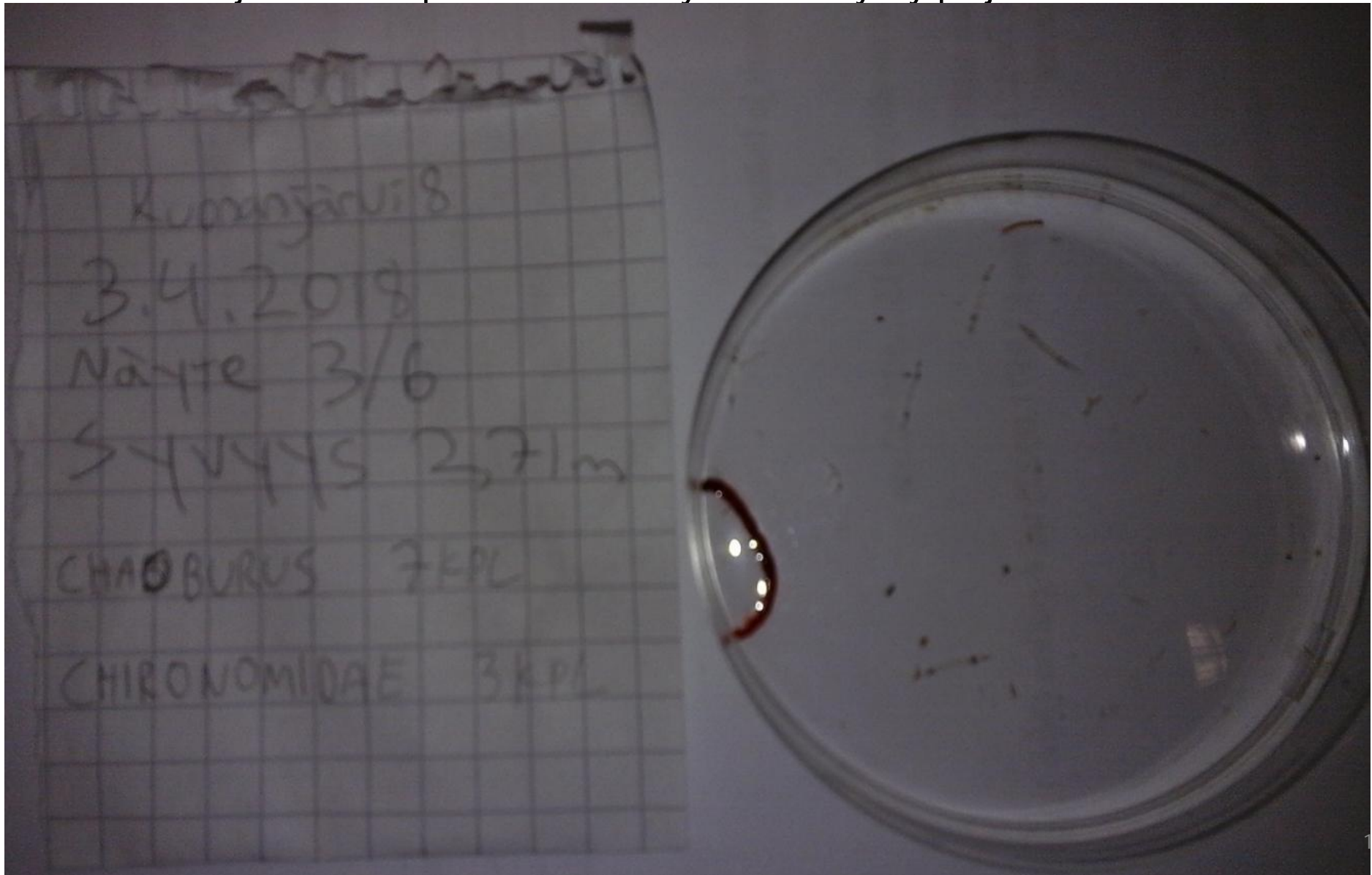
Kuonanjärven havaintopaikan 7 rinnakkaisnäytteestä 1/3 löydetty pohjaeläimet 28.02.2018.



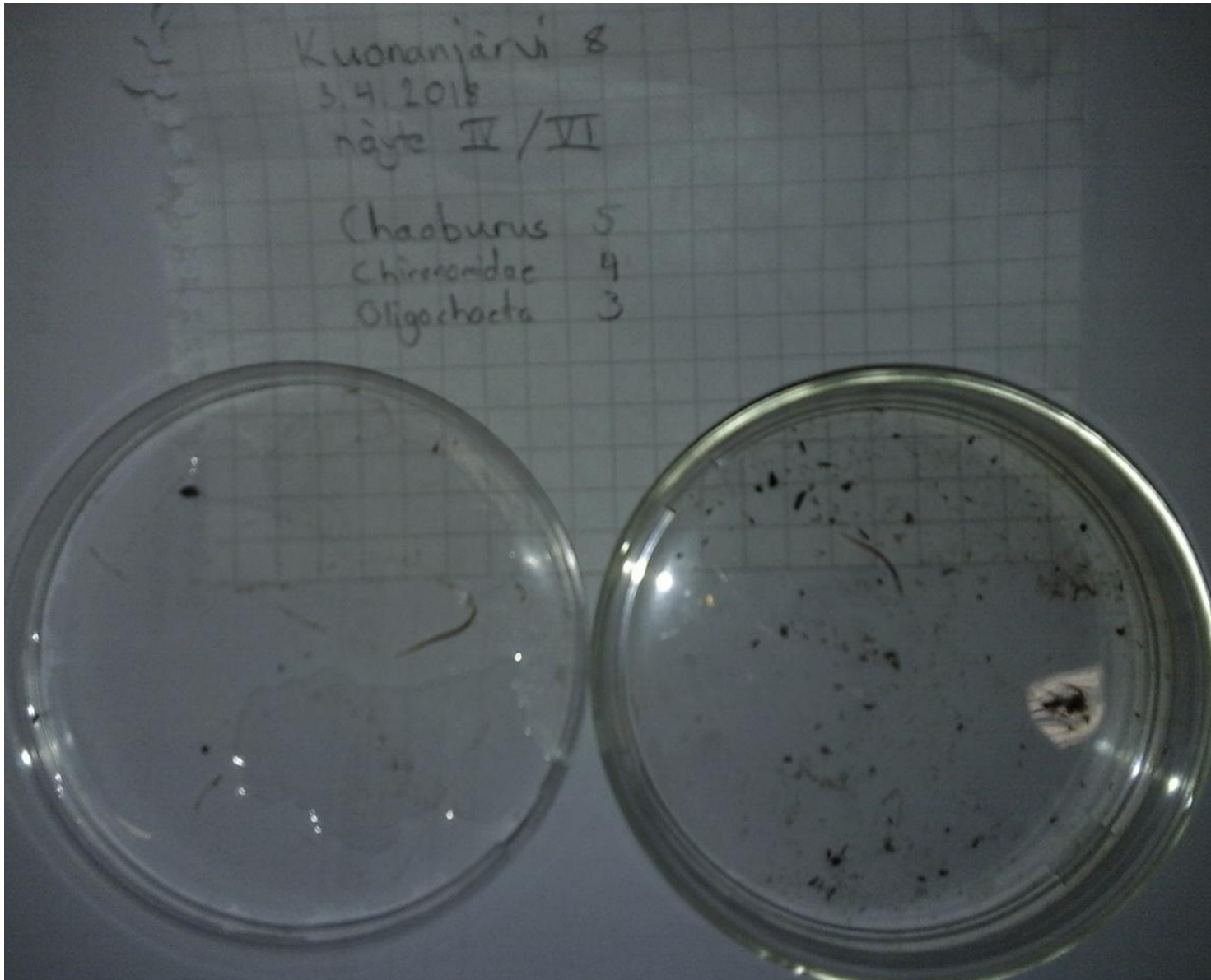
Kuonanjärven havaintopaikan 7 rinnakkaisnäytteestä 3/3 löydetyt pohjaeläimet 28.02.2018.



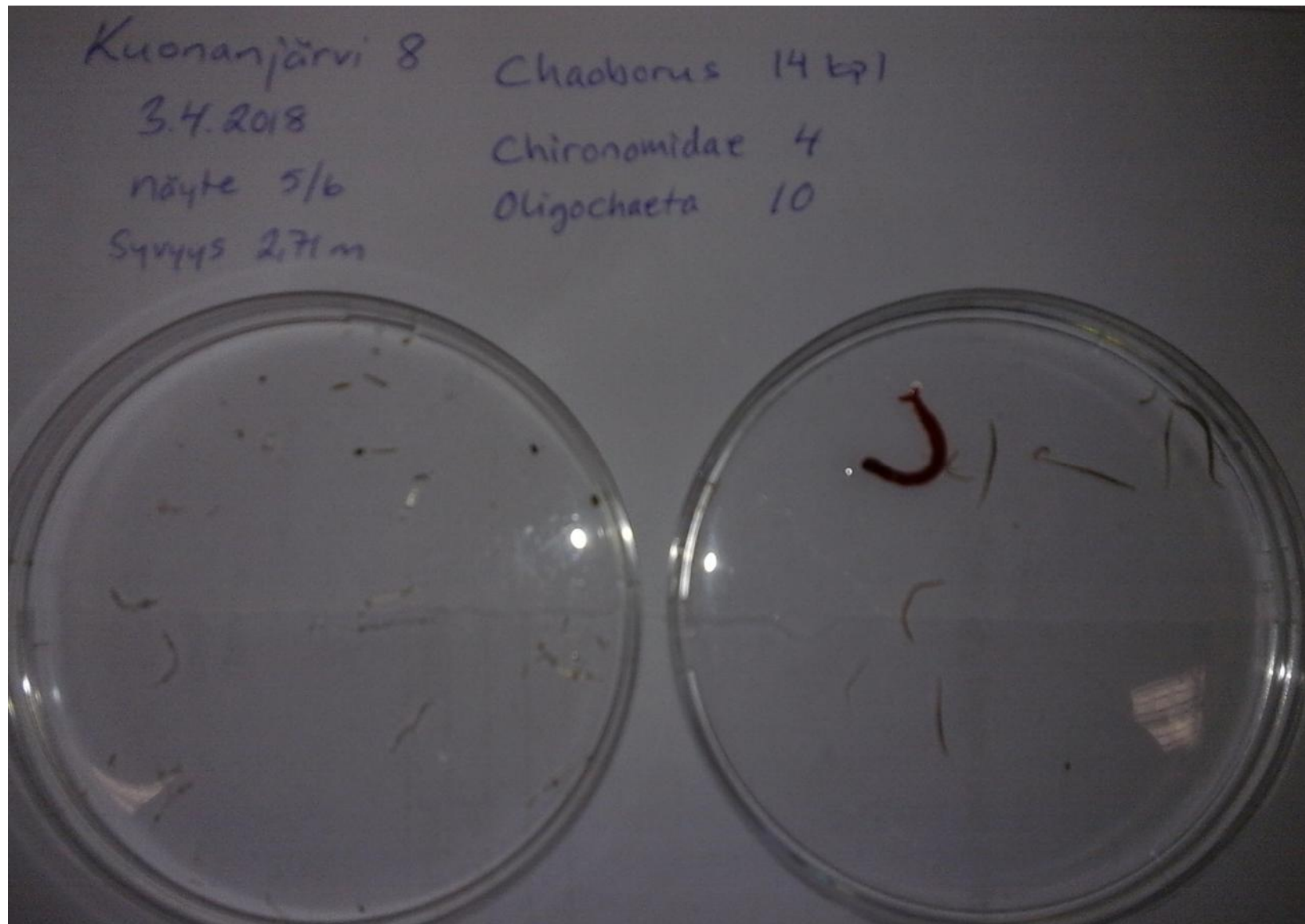
Kuonanjärven havaintopaikan 8 rinnakkaisnäytteestä 3/6 löydetyt pohjaeläimet 03.04.2018.



Kuonanjärven havaintopaikan 8 rinnakkaisnäytteestä 4/6 löydettyt pohjaeläimet 03.04.2018.



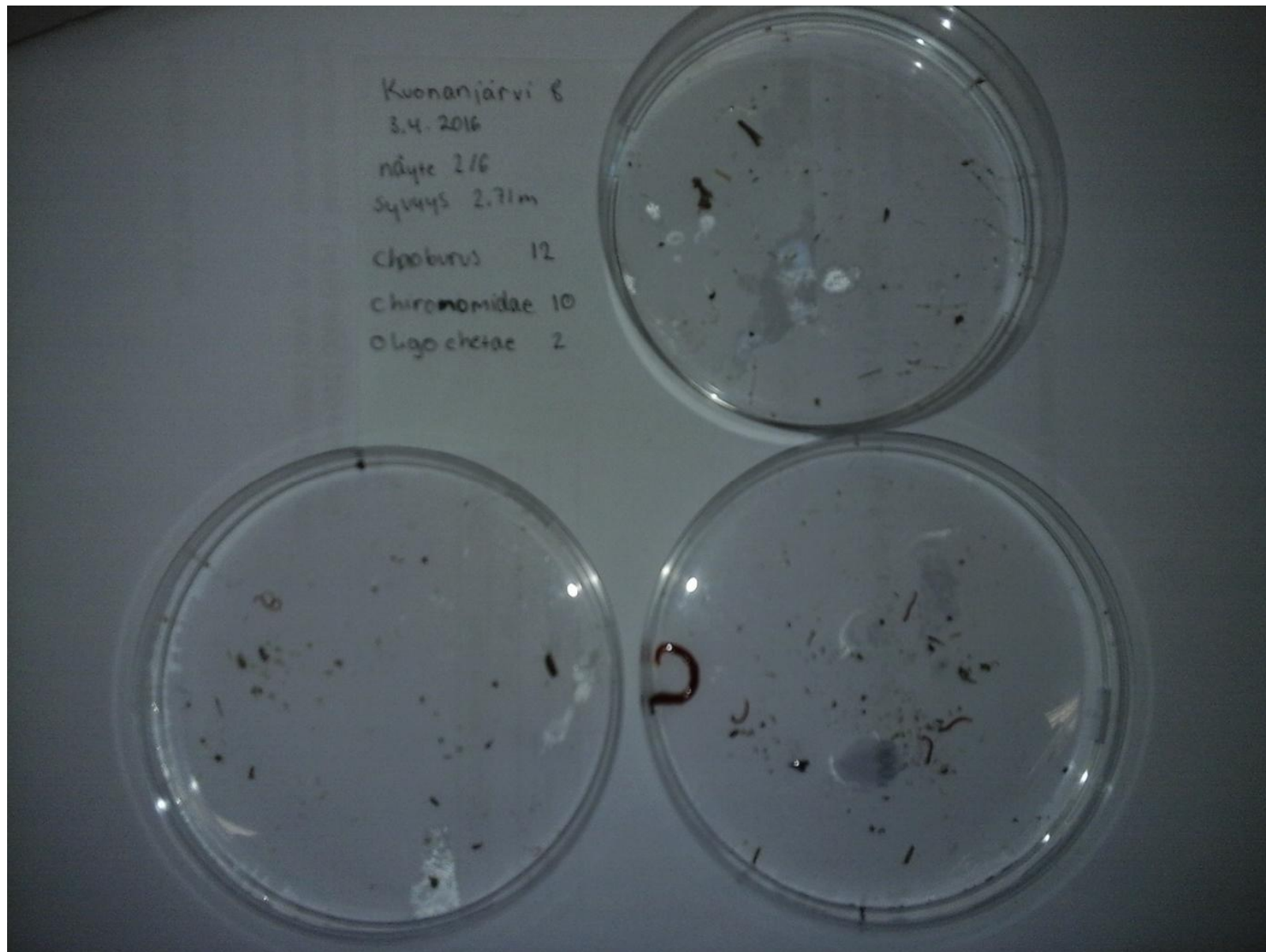
Kuonanjärven havaintopaikan 8 rinnakkaisnäytteestä 5/6 löydetyt pohjaeläimet 03.04.2018.



Kuonanjärven havaintopaikan 8 rinnakkaisnäytteestä 6/6 löydetyt pohjaeläimet 03.04.2018.



Kuonanjärven havaintopaikan 8 rinnakkaisnäytteestä 2/6 löydetyt pohjaeläimet 03.04.2018.



2.5 KUORMITUS- JA FOSFORIMALLI- TARKASTELO

2.5.1

KUONANJÄRVEN FOSFORITASE

Kokonaisfosforin nykyinen 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			28,273
*haja- + loma-asutus					35,2
Kaukovaluma-alue					
*Vehkaojan osavaluma-alue	40,56	..	37,1	393,4	460,3
*Päähisen osavaluma-alue	10,53		12	102,1	38,7
yhteensä					678,8

Kuonanjärven nykyinen kokonaisfosforitase			
Fosforitaseen komponentti	Kg kok. P/a	Nettosedimentaatiokerroin	Laskentaperusteet ja muut huomiot
<i>1. Ulkoinen kuormitus yhteensä</i>	679	..	
*valuma-alueelta	651	..	
*laskeuma ilmakehästä	28	..	
<i>2. Poistuma lasku-uoman kautta</i>	613	..	lähtevän veden keskipitoisuus 37,9 µg/l (vuosien 2008-2018 keskiarvo) x A _{valuma-alue} x 9,7 l/s km ² (Mq _{Suomi 2000-2011})
<i>3. Nettosedimentaatio</i>			
*Lappalaisen mallilla määritetty	304	0,45	
*mittauksiin perustuva	66	0,10	Järvessä esiintyy sisäistä kuormitusta (kok. P 11...91 µg/l) → Lappalaisen mallilla määritetty nettosedimentaatiokerroin on aivan liian pieni todellisuuteen verrattuna
<i>4. Vesimassan sisältämä fosfori</i>	356	..	Vuosien 2011 – 2018 havaintojen keskiarvo 39,6 µg/l
<i>5. Pohjasedimentin tummanpuhuvan, löyhän (puhtaan saven yläpuolisen) sedimenttinaiksen sisältämä fosfori</i>	1 218 000	..	Havaintopaikkojen 003 ja 12 laboratorioanalyysitulosten keskiarvo

2.5.2

KUONANJÄRVEN TYPPITASE

Kokonaistypen nykyinen kuormitus Kuonanjärveen					
Kuormituksen lähde					
Lähivaluma-alue	pinta-ala (km ²)	kg kok. N/km ² /a	Keskipit. kok. N (µg/l)	MO _{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			1904
* haja- + loma-asutus					160
Kaukovaluma-alue					
* Vehkaojan osavaluma-alue	40,56		757,14	393,4	9393
* Päähisen osavaluma-alue	10,53		460	102,1	1481
yhteensä					14874

Kuonanjärven nykyinen kokonaistyyppitase		
Tyyppitaseen komponentti	kg kok. N/a	Laskentaperusteet ja muut huomiot
1. <i>Ulkoisen kuormitus yhteensä</i>	14875	
*valuma-alueelta	12970	
*laskeuma ilmakehästä	1904	
2. <i>Poistuma lasku-uoman kautta</i>	16508	lähtevän veden keskipitoisuus 1021 µg/l (2008-2018)
3. <i>Vesimassan sisältämä typpi</i>	10065	keskipitoisuus 1119 µg/l (2011-2018)
4. <i>Pohjasedimentin tummanpuhuvan, löyhän (puhtaan saven yläpuolisen) sedimenttinaiksen sisältämä typpi</i>	14 211 000	

2.5.3

KUONANJÄRVEN
FOSFORIMALLI-
TARKASTELU

Kuonanjärven fosforimallitarkastelun yhteenveto

Kok. P-kuorma (kg/a)	Kok. P:n ulkoisen vuosikuorman nettosedimentaatio (%)	Veden kok. P, vuosikeskipitoisuus (µg/l)	Laskentaperusteet
679 (nykyinen)	45 todellinen, mitattu; 10	23 (kuormitukseen perustuva, mallilla ennustettu pitoisuus, mikäli järven fosforinpidätyskyky olisi tyydyttävä) 40 (mitattu)	Sedimentaatio; Lappalainen Kuormitus; Vehkaojan ja Tenhunjoen mittaukset, SYKE Lähivaluma-alue; maankäytön perusteella ominaiskuormitusarvoilla
530 (järven suurimmaksi sallituksi pitoisuudeksi asetettu 20 µg/l)	..	20	Lappalainen
610 ("suurin sallittu kuorma")	..	10	Vollenweider & Dillon, Granberg
1627 ("vaarallinen kuorma")	..	20	Vollenweider & Dillon, Granberg

Yhteenveto Kuonanjärven fosforimallitarkastelussa käytetyistä yhtälöistä.

Laskentayhtälö	Yhtälöllä ratkaistava asia	Lähteet
(3) $R = 0,9 \times (c_1 \times T) / (280 + c_1 \times T)$	R = kokonaisfosforin nettosedimentaatiokerroin. Soveltamisehdot; 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) $c_{\text{laskennallinen, mallilla ennustettu}} = (1 - R) I / MQ$	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) $Y_A = 0,055 \times 0,635 (g/m^2/a) \times (= q_s) = \text{hydraulinen pintakuorma} (m/a) = MQ (m^3/a) / A (m^2)$	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

Kokonaisfosforin nykyinen 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			28,273
*haja- + loma-asutus					35,2
Kaukovaluma-alue					
*Vehkaojan osavaluma-alue	40,56	..	37,1	393,4	460,3
*Päähisen osavaluma-alue	10,53		12	102,1	38,7
yhteensä					192 678,8

Järvi (sijaintikunta), viipymä	Ulkoinen kok. P-kuorma (kg/a)	Kok. P:n nettosedimentaatiokerroin (Lappalaisen mallilla määritetty)	Kok. P, järviveden keskiarvo (µg/l)
Kuonanjärvi (Savonlinna/Kerimäki), viipymä 6,4 kk	679 (nykyinen kuorma; mittauksiin <i>in situ</i> [kaukovaluma-alue] ja ominaiskuormitusarvoihin [lähivaluma-alue] perustuva)	45 %	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)	Laske tämä vielä	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
	XXX (luonnonhuuhtoutuma + ilmalaskeuma)	Laske tämä vielä	XX
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

Järvi (sijaintikunta), viipymä	Ulkoinen kok. P-kuorma (kg/a)	Kok. P:n nettosedimentaatiokerr oin (Lappalaisen mallilla määritetty)	Kok. P, järviveden keskiarvo (µg/l)
Jukajärvi (Kiihtelysvaara/Joensuu ja Kontiolahti), viipymä 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> ; tilavuuspainotteinen 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), viipymä 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

Järvi (sijaintikunta), viipymä	Ulkoinen kok. P-kuorma (kg/a)	Kok. P:n nettosedimentaatiokerro in (Lappalaisen mallilla määritetty)	Kok. P, järviveden 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 Jukajärven 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

Järvi (sijaintikunta), viipymä	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

3 TULOSTEN TARKASTELU

3.1 VEDENLAATU KEVÄTTALVELLA 2018

Liukoiset, välittömästi perustuotannolle käyttökelpoiset mineraaliravinteet

- Sekä nitraattitypen (120 – 750 µg/l) että ammoniumtypen (24 – 576 µg/l) pitoisuudet olivat helmikuun lopulta huhtikuun puoliväliin enimmäkseen korkeita. Suomen laajan järvihavaintoaineiston keskiarvo ammoniumtypelle on 24 µg/l ja ammoniumtypelle 92 µg/l (Särkkä 1996)
- Fosfaattifosforin pitoisuudet (0 – 110 µg/l) vaihtelivat hyvin voimakkaasti. Suomen suurten ja keskisuurten järvien laajan havaintoaineiston keskiarvo on noin 2 µg/l (Särkkä 1996).
- Kaikkina havaintoajankohtina Kuonanjärven veden lämpötila (+0,1...+3,5 °C) oli selkeästi alle yleisen perustuotantorajan (noin +5 °C). Järvi oli myös paksun jään peittämä. Siten perustuottajat (kasviplankton ja makrofytyt) 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.

Näkösyvyys

- Kuonanjärven tutkittujen havaintopaikkojen näkösyvyys vaihteli 0,82...1,43 metriä helmikuun lopulta huhtikuun puolivälille. Yleisesti järvien näkösyvyys on suurimmillaan talvikerrosteisuuden loppuvaiheessa maaliskuu-huhtikuussa ennen kevätylivirtaamajakson alkua. Kuonanjärven näkösyvyyden arvot ovat pieniä ja valtaosin tyypillisiä polyhumoosisille, ts. erittäin humuspitoisille vesille. Kuonanjärven valuma-alueella, varsinkin lähivaluma-alueella, on jonkin verran viljelysmaita. Siten järveden vaatimaton näkösyvyys voi osittain aiheutua myös savisameudesta.

Järviveden humoosisuuden luokittelu näkösyvyyden, värin ja kemiallisen hapenkulutuksen perusteella.

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

3.2 KUONANJÄRVEN POHJASEDIMENTIN LAATU JA MÄÄRÄ KEVÄTTALVELLA 2018

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. 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. Aivan vuolaan Vehkaojan edustalla havaintopaikalla 4 tämä mineraaliaines oli selkeää hiekkaa. Hiekka voi olla peräisin Vehkaojan lähivaluma-alueen ojituksista.

Pintasedimentin hapetus-pelkistysaste

- Kuonanjärven pintasedimentin hapetus-pelkistysaste (redox –potentiaali) oli useimmilla tutkituilla paikoilla hyvin alhainen (-235...+180 mV) kevättalvella 2018. Järveen laskevat uomat ja muut mahdolliset virtaukset (pohjavesipurkautumat, salmialueet) sekä sedimenttikiinostumien vaihtelu aiheuttavat pohjan hapekkuuden vaihteluita. Redox -potentiaalin tulisi olla vähintään noin +300 millivolttia, jotta fosfori pysyisi järven pohjassa, eikä mainittavaa sisäistä kuormitusta esiintyisi. Tämä vaatimus ei siten täyttnyt yhdelläkään mitatuista havaintopaikoista.

Pohjasedimentin laboratorioanalyysit ja niihin perustuvat sedimentin kokonaismäärän laskelmat

- Kuonanjärven pohjasedimentin laboratorioanalyysit teetettiin luoteiselta havaintopaikalta 003 ja kaakkoiskolkasta havaintopaikalta 12. 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. 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.

Eräiden itäsuomalaisten järvien löyhän ja vesipitoisen pintasedimentin kokonaisfosforin ja kokonaistypen pitoisuuksia (grammoina/1 kg sedimentin kuiva-ainetta) (Tossavainen 1997, 2014, 2016, 2018, 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

- Löyhän sedimentin tiheys on noin $1,09 \text{ g/cm}^3$, ts. 1 kuutiometri tummanpuhuvaa sedimenttiä painaa noin 1,1 tonnia. Tiheys on samaa suuruusluokkaa aiemmin tutkittuihin Puruveden Ristilahteen ja Savonlahteen verrattuna. 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.

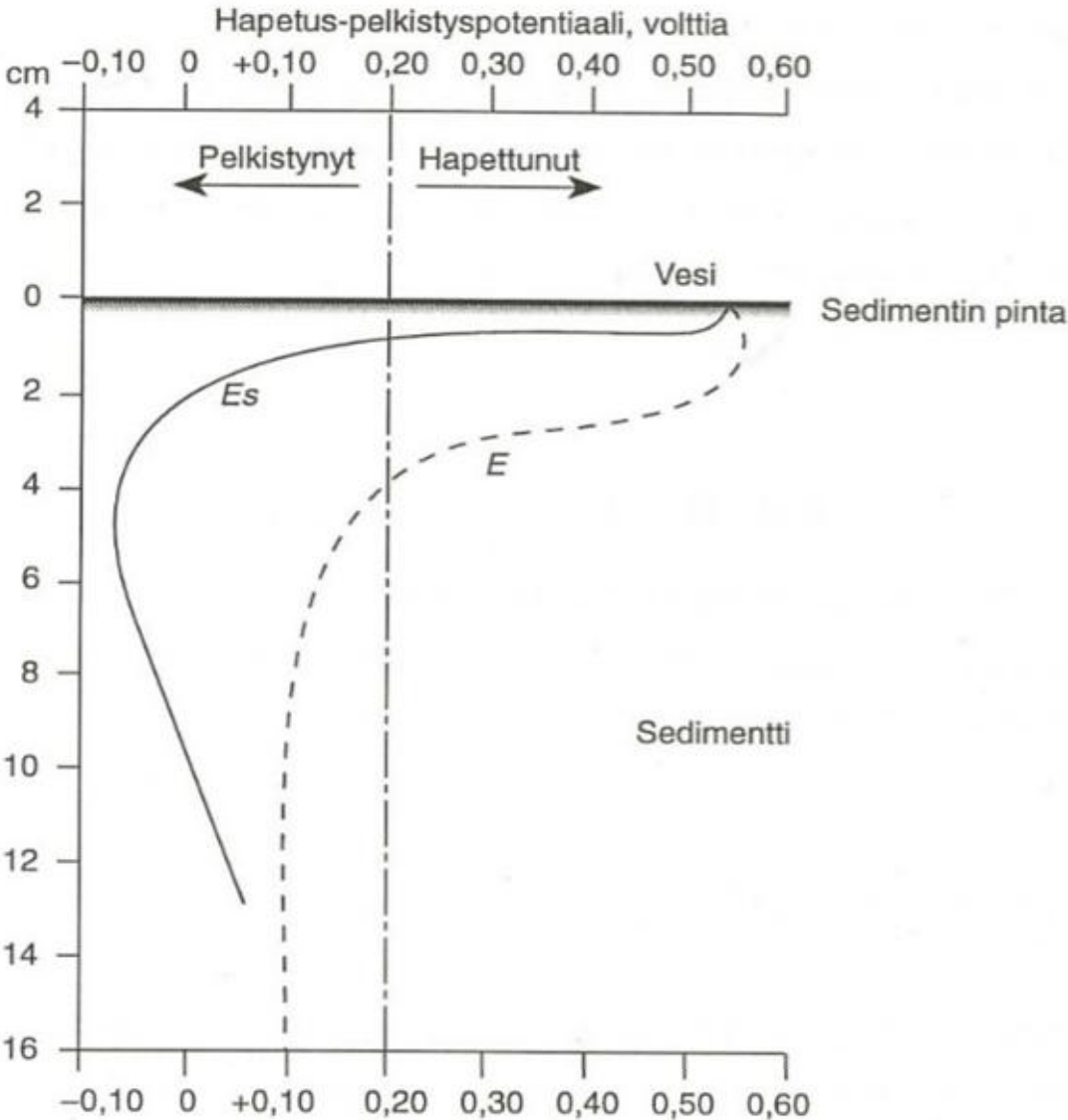
Pohjasedimentin (löyhät pintasedimentit) tiheys (laskentakaava; geologi, FT Arto Itkonen, FCG Oy)

Havaintopaikka	Vesipitoisuus	Kuiva- ainepitoisuus	Hehkutushäviö	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

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

E _h -arvo (muutos) (mV)	Kemiallinen/biologinen tapahtuma
+520	järvivesi on hapella kyllästynyt
+450 ⇒ +400	$\text{NO}_3^- \Rightarrow \text{NO}_2^-$
+400 ⇒ +350	$\text{NO}_2^- \Rightarrow \text{NH}_4^+$
+300 ⇒ +200	Fe^{3+} (ferrirauta) ⇒ Fe^{2+} (ferrorauta)
+300 ⇒ +200	$\text{FePO}_4 \Rightarrow \text{Fe}^{2+} + \text{PO}_4^{3-}$ (järven sisäisen kuormituksen perusmekanismi)
+240	muikun mädin kehittymiselle alaraja
+100 ⇒ +60	$\text{SO}_3^{2-} \Rightarrow \text{S}$
-150	H_2S :ä (rikkivety eli divetyysulfidi) alkaa vapautua pohjasedimentistä
-250	CH_4 :a (metaani) alkaa vapautua pohjasedimentistä

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.



3.3

KUONANJÄRVEN POHJAEELÄIMISTÖ KEVÄTTALVELLA 2018

- Kuonanjärven tutkittujen havaintopaikkojen pohjaeläimistö oli yksilömäärältään enimmäkseen melko vähäinen. Näytteistä löydetyt taksonit edustavat enimmäkseen tyypillisiä voimakkaasti rehevöityneiden oloja sietäviä lajeja. Kaikki löydetyt kotilot ja simpukat olivat kuolleita ja pienikokoisia. Biodiversiteettiä kuvaava Shannon – Wiener –indeksi oli kaikilla havaintopaikoilla hyvin alhainen, vaihteluväli 0,78...1,25.
- Pohjaeläimistön havainnot ovat yhteneväisiä pohjasedimentin mittaustulosten (alhainen redox-potentiaali, enimmäkseen voimakas liettyneisyys) kanssa.

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	$< 1,48$

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 arviolta noin 680 kg kokonaisfosforia. Lähivaluma-alueen kuormitus ja luonnonhuuhtoutuma (yhteensä noin 180 kg kok. P vuodessa) on arvioitu muista tutkimuksista saatujen keskimääräisten eli ns. ominaiskuormitusarvojen perusteella.
- Päähisen osavaluma-alueen Kuonanjärveen laskevasta uomasta Tenhunjoesta toistaiseksi viimeisin ja myös ainoa vedenlaadun havainto on toukokuulta 2013. Siten arvio (noin 40 kg kok. P vuodessa) Tenhunjoen Kuonanjokeen tuomasta vuosikuormasta on karkeahko. Syksyn 2018 aikana on tarkoitus vielä mitata Tenhunjoen kokonaisfosforin pitoisuus kuormitusarvion tarkentamiseksi. Toukokuussa 2013 kokonaisfosforipitoisuus oli 12 µg/l, joka on lähes oligotrofisten järvivesien suuruusluokkaa. Tenhunjoen havaintopaikan 169 vedenlaatu edustaa Päähisenlammen päällysvettä silloin, kun Päähinen on termisesti kerrostunut, ja keskimääräistä Päähisenlammen vettä silloin, kun Päähisen vesimassa on perusteellisesti sekoittunut joko kevät- tai syystäyskiertojen aikana tahi jos Päähisen vesi on muutoin voimakkaiden tuulten vuoksi avovesikaudella sekoittunut pinnasta pohjaan.

- Tenhunjoen havaintopaikan 169 tavoin 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.
- Ison Vehkajärven syvänehavaintopaikalta 003 (kokonaissyvyys noin 6 metriä) vuosina 2013 – 2016 mitatut kokonaisfosforin pitoisuudet vaihtelevat 23...48 µg/l. Vaihtelu on kohtalaisen voimakasta ja ilmentää Ison Vehkajärven sisäkuormitteista tilaa.
- Lisäksi 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. Voimakas pitoisuuksien heilahtelu ilmentää Pienen Vehkajärven voimakasta rehevyyttä ja ilmeistä sisäkuormitteista tilaa.

- 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. 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 tulleessa ja edelleen tulevassa kohonneessa kuormituksessa sekä sen aiheuttamassa järven omassa kohonneessa tuotannossa.

3.5 KUONANJÄRVEN FOSFORIMALLITARKASTELU

- Mikäli Kuonanjärven alusvedessä ja pintasedimentissä olisi vähintään tyydyttävästi toimiva fosforinpidätysmekanismi, niin nykyisestä vuotuisesta kokonaisfosforin kuormasta (noin 680 kg) pidäytyisi (lopullinen, ns. nettosedimentaatio) Kuonanjärven pohjaan noin 45 % (noin 300 kg) ja Puruveteen päätyisi noin 380 kg kokonaisfosforia vuodessa. Laskennan perusteena on käytetty ns. Lappalaisen mallia, jonka soveltamisen perusvaatimukset ovat järven keskisyvyys vähintään 1 metri ja keskimääräinen kokonaisfosforipitoisuus korkeintaan 40 µg/l. Kuonanjärven pitoisuus on keskimäärin juuri tuo noin 40 µg/l, mutta vaihtelu on erittäin voimakasta. Se ilmentää merkittävää sisäistä kuormitusta, joten Lappalaisen mallilla saatava nettosedimentaatiokerroin (0,45) on aivan liian suuri. Kuonanjärvestä välittömästi lähtevän veden, ts. Kuonanjoen yläjuoksun havaintopaikkojen 030 ja 185 mittausaineisto on varsin tyydyttävä (n = 16, keskiarvo₂₀₀₈₋₂₀₁₈ = 37,9 µg/l). Sen ja keskivirtaaman perusteella Kuonanjärvestä lähtee vuosittain Puruveteen kokonaisfosforia noin 613 kg. Siten todellinen, mittaustuloksiin perustuva fosforin nettosedimentaatio Kuonanjärveen on vain noin 10 % (noin 66 kg vuodessa).

- Siten Kuonanjärven fosforinpidätysmekanismi on lähes romahtaneessa tilassa. 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, ei vastaa todellisuutta.

3.6 KOKONAISTYYPEN KUORMITUS KUONANJÄRVEEN JA KUONANJÄRVEN KOKONAISTYYPITÄSE

- Kuonanjärven vuotuinen kokonaistypen ulkoinen kuormitus on noin 15 000 kg. Isosta Vehkajärvestä tulevan kuorman osuus on noin kaksi kolmasosaa. Vehkajärvestä tulevan veden kokonaistypen pitoisuus (Vehkaoja 018:n havaintojen 2006 – 2018 [n = 8] keskiarvo noin 760 µg/l) on varsin korkea, selkeästi eutrofisten järvivesien suuruusluokkaa.
- Kuonanjärven veden kokonaistypen pitoisuus (vuosien 2011 – 2018 havaintojen keskiarvo 1119 µg/l) on myös reheville vesille tyypillinen.
- Kuonanjoen kautta (vuosien 2008 -2018 havaintojen [n = 17] keskiarvo 1021 µg/l) virtaa Puruveteen noin 16 000 kg kokonaistyppeä vuodessa. Siten Kuonanjärvestä poistuu lasku-uoman kautta 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 lasku-uoman typpivirtaamasta ulkoiseen typpikuormaan verrattuna.

- Kuonanjärven löyhän, hyvin vesipitoisen ja tummanpuhuvan pohjasedimentin kokonaistypen pitoisuus (noin 10 g sedimentin kuiva-ainekilogrammaa kohden) on tavanomaista suuruusluokkaa vastaavien selkeästi liettyneiden järvien pohjasedimenteille. Tämä löyhä sedimentti sisältää karkeahkosti kahden havaintopaikan mittaustulosten perusteella noin 14 milj. kg kokonaistyppeä. Määrä on musertavan suuri Kuonanjärven vesimassan sisältämään kokonaistypen määrään (noin 10 000 kg) verrattuna. Tämä ei olisi ongelma, mikäli Kuonanjärvi ei olisi selkeästi sisäkuormitteinen.

4 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

- 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 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.
- 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. Pitoisuudet ilmentävät Kuonanjärven merkittävää rehevyyttä ja ravinteiden ajoittaista vapautumista pohjasedimenteistä eli sisäistä kuormitusta. Veden näkösyvyys (0,8...1,4 m) oli vähäinen ja polyhumoosisille vesille tyypillistä suuruusluokkaa.

- Tummanpuhuvan (tummanharmaa...ruskea...musta), 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 vaatii redox-arvoksi vähintään noin +300 mV. Alin mitattu lukema on metaanin muodostumiselle tyypillistä suuruusluokkaa.
- Nämä mittaustulokset ilmentävät sisäisen kuormituksen merkittävää todennäköisyyttä Kuonanjärvessä ainakin nyt tutkitun talvikerrosteisuuden loppuvaiheen aikana. Kuonanjärven veden kokonaisfosforipitoisuuden (vuosien 2011-2018 keskiarvo eutrofinen 40 µg/l, vaihtelu 11...91 µg/l) erittäin voimakas vaihtelu aiheutuu keskeisesti sisäisen kuormituksen heilahtelusta.

- Pohjasedimentin laboratorioanalyysien perusteella Kuonanjärven löyhän, tummanpuhuvan 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 %) löyhän, puhtaan savikerroksen yläpuolella olevan, sedimentin massasta on vettä. Kyseisen sedimentin tiheys on noin 1,09 tn/m³. Siten 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 kokonaistyppeä noin 14,2 milj. kg.
- Kuonanjärven pohjaeläimistön yksilömäärä on vähäinen ja biodiversiteetti hyvin alhainen. Pääosa näytteistä löydetyistä lajeista edustavat 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 kokonaisfosforin kuormitus on noin 680 kg vuodessa. Kaikki kaukovaluma-alueiden (Vehkaoja/Pieni ja Suuri Vehkajärvi sekä Tenhunjoki/yläpuolinen Päähisen ym. pikkujärvien ketju) kuormituslaskelmat perustuvat Suomen Ympäristökeskuksen Liiteri/Hertta – ympäristötietojärjestelmään kirjattuihin pitoisuushavaintoihin viimeisimmän vuosikymmenen ajalta sekä Suomen pitkän aikavälin keskivalumatietoihin. Kuonanjärven lähivaluma-alueen luonnonhuuhtoutuma ja kuormitus on arvioitu muista tutkimuksista saatujen keskimääräisten ns. ominaiskuormitusarvojen perusteella.
- Suuren Vehkajärven osavaluma-alue (noin 40 km², kuormitus Kuonanjärveen noin 460 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 ainakin osittain edelleen Kuonanjärveen ja lopuksi Puruveteen.

- Tenhunjoen valuma-alueen (noin 10 km²) ravinnekuormitus (noin 40 kg kok. P/a) Kuonanjärveen on yhden mittaustuloksen (kok. P 12 µg/l ja kok. N 460 µg/l kevätkesältä 2013) perusteella suhteellisen pieni, nimenomaan lähes karujen vesien suuruusluokkaa edustavien pitoisuushavaintojen ansiosta. Yhteen mittaustulokseen perustuva vuosikuormitusarvio on karkea, ja Tenhunjoesta on tarkoitus mitata ainakin kokonaisfosforin pitoisuus vielä syksyn 2018 aikana kuormitusarvion luotettavuuden vahventamiseksi.
- Kuonanjoesta eikä Kuonanjärveen laskevista Vehkaojasta ja Tenhunjoesta ollut käytettävissä vesinäytteenoton yhteydessä mahdollisesti tehtyjä virtaamamittauksia. Tämä ei ole välttämättä kuitenkaan merkittävä ongelma tulosten luotettavuuden ja nimenomaan kuormituslaskelmien käyttökelpoisuuden kannalta. Kaikki kyseiset uomat ovat suhteellisen lyhyitä, ja välittömästi niiden yläpuolinen järvi, ts. sen termisen kerrosteisuuden/sekoittuneisuuden/sisäkuormitteisuuden tila oleellisesti määrää järvestä lähtevän vedenlaadun, eikä niinkään se, kuinka korkealla uomissa vesi virtaa; ylivirtaamatilanteissa enempi kosketuksissa orgaanisiin maa-aineksiin (suurempi eroosio) ja alivirtaamatilanteissa merkittävämpi kontakti lähinnä mineraalimaa-aineksiin (pienempi eroosio, pienemmät pitoisuudet ja siten kuormitus). Pitkällä aikavälillä (tarkastelujaksona vähintään yksi vuosi) järvestä lähtevä keskimääräinen vedenlaatu = järven keskimääräinen vedenlaatu. Uomassa olevan vesimäärän (alivirtaama/keskivirtaama/ylivirtaama) vaikutus ainepitoisuuksiin ja kuormitukseen on merkittävää nimenomaan latvavesissä, lähivaluma-alueen pienissä latvavesissä. Mahdolliset virtaamamittaukset edellä mainituista uomista huomioidaan myöhemmin laskettaessa pitoisuudet virtaamapainotteisina; tämä voi tuoda lisätarkkuutta nyt arvioituihin vuosikuormiin.

- Kuonanjärven fosforinpidätysmekanismi on jokseenkin romahtanut merkittävän sisäisen kuormituksen vuoksi. Edelleen Isosta Vehkajärvestä korkeana jatkuva ulkoinen kuormitus pahentaa tilannetta. Pieni Vehkajärvi syöttää ajoittain erittäin rehevää vettä Isoon Vehkajärveen.
- Mikäli Kuonanjärvestä olisi kutakuinkin tyydyttävästi toimiva fosforinpidätysmekanismi, niin nykyisestä kokonaisfosforin vuosikuormasta (noin 680 kg) pidätyisi pohjaan noin 45 % (300 kg) ja Puruveteen valuisi siis noin 380 kg/a. Kuonanjärvi syöttää kuitenkin vuosittain noin 610 kg kokonaisfosforia Puruveteen, joten todellinen pidättyminen (nettosedimentaatio) Kuonanjärveen on vain noin 10 % (noin 70 kg kok. P/a).
- Niin kauan, kuin Kuonanjärven vesimassassa ja samalla pohjassa ei ole riittävästi happea ja ulkoinen kuormitus jatkuu korkeana, niin järven pohjaan kertyneen löyhän ja erittäin vesipitoisen sedimentin sisältämä valtava fosforivaranto (noin 1,2 milj. kg) vapauttaa ajoittain fosforia vesimassaan ja ylläpitää voimakkaita rehevöitymisiongelmiä, kuten laajoja sinileväkukintoja.
- Kuonanjärven veden kokonaisfosforipitoisuudet ovat korkeimmillaan avovesikaudella. Tämä viittaa matalissa, voimakkaasti rehevöityneissä ja liettyneissä järvissä yleiseen tuulten aiheuttamaan fosforin resuspensioon. Myös mahdollinen ylitiheä särkikala- ja pikkuahvenkanta voi voimistaa sisäistä kuormitusta.

- Kuonanjärven pohjaeläimistön tila on nyt tutkitusti 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 15 000 kg/a ja poistuma Kuonanjoen kautta Puruveteen noin 16 000 kg/a. Kuonanjärven pohjasta heikon happitilanteen vuoksi mobilisoitua typpiä 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 760 µg/l 2006-2018) ylläpitää vaikeaa typpitilannetta Kuonanjärvestä. Kuonanjärven pohjassa olevan vesipitoisen ja löyhän sedimentin sisältämä valtava kokonaistypen määrä (noin 14 milj. kg) osaltaan ylläpitää vaikeaa typpitilannetta sekä Kuonanjärvestä 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 hyvin korkea, järvivesille poikkeuksellisen korkea, joten myös kiintoainekuorma välittömästi alapuoliseen Puruveteen on suuri.

5 LÄHTEET

- Ahtiainen, 1991. Avohakkuun ja metsäojituksen vaikutukset purovesien laatuun. Vesi- ja ympäristöhallituksen julkaisuja nro 45, Sarja A. Helsinki. 122 sivua. ISBN 951-47-4739-9.
- Ekholm, H. 1993. Suomen vesistöalueet. Vesi- ja ympäristöhallituksen julkaisuja.
- Frisk, T. 1978. Järvien fosforimallit. Vesihallituksen tiedotus nro 146. Helsinki. 106 sivua.
- Frisk, T. 1989. Development of mass balance models for lakes. National Board of Waters and the Environment. Helsinki. 63 p.
- Haaranen, J. ja P. Ketolainen 2011. Kolin Purnulammen kunnostussuunnitelma. Opinnäytetyö. Karelia-ammattikorkeakoulu, ympäristötekniikan koulutusohjelma, 103 sivua + 8 liitesivua. Toukokuu 2011. Joensuu.
- Jantunen, R. 2016. Henkilökohtainen tiedonanto. Syyskuu 2016. Pro Puruvesi ry. Kerimäki, Savonlinna.
- "Karjalainen" 21.09.2013. Artikkelit "Ruoppaus ei auttanut. Väärälahti: Vapo siivosi turveliejuja yli miljoonalla eurolla".
- 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. Marraskuu 1998. 51 sivua + 11 liitettä.
- 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. Gummerus Kirjapaino Oy. ISBN 951-40-1873-7. Sivut 17-23.

- Lappalainen, K. M. 1977. Matemaattisia apukeinoja vesistö tutkimuksen tulosten käsittelyyn. Julkaisussa: Lehmusluoto, P. O. (toim.). 1977. Fysikaaliset ja kemialliset analyysimenetelmät. Vesi- ja kalatalousmiehet ry. Sivut 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.
- Salonen, S., T. Frisk, T. Kärmeniemi, J. Niemi, H. Pitkänen, K. Silvo & H. Vuoristo, 1992. Fosfori ja typpi vesien rehevöittäjinä – vaikutusten arviointi. Vesi- ja ympäristöhallituksen julkaisuja – sarja A, nro 96. ISBN 951-47-5715-7. Helsinki. 137 sivua.
- Särkkä, J. 1996. Järvet ja ympäristö – limnologian perusteet. ISBN 951-662-667-X. Tammer-Paino Oy, Tampere. 157 sivua.
- Tossavainen, T. 1997. Nurmeksen Kuohattijärven pohjasedimenttien laboratorioanalyysit. Pohjois-Karjalan ympäristökeskuksen laboratorio. Julkaisematon aineisto 05.03.1997.
- Tossavainen, T. 2011. Kolin Purnulamman limnologinen tila vuonna 2010 kunnostussuunnittelun lähtökohdaksi. Tutkimusraportti. Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulun julkaisuja C:52. ISBN 978-951-604-149-3. 67 sivua.
- Tossavainen, T. 2014a. Jukajärven nykytila sekä alustava kunnostus- ja hoitotoimien pohdinta. Karelia-ammattikorkeakoulun julkaisuja C:12. ISBN 978-952-275-103. Joensuu. 97 sivua.
- Tossavainen, T. 2014b. Lieksan Vuonisjärven vedenlaatu, kuormitus, pohjasedimentti, pohjaeläimistö, kalasto ja makrofyytit. Kunnostussuunnittelun esitutkimus. Karelia-ammattikorkeakoulun julkaisuja C:11. ISBN 978-952-275-101-0. Joensuu. 110 sivua.
- Tossavainen, T. 2016. Puruveden Ristilahden pohjan nykyinen tila – sedimentin laatu ja määrä sekä pohjaeläimistö. Tutkimusraportti. Karelia-ammattikorkeakoulun julkaisuja C: Raportteja 35. ISBN 978-952-275-202-4. Joensuu. 52 sivua.
- Tossavainen, T. 2018. Puruveden Savonlahden nykytila. Sedimentin laatu ja määrä, pohjaeläimistö, vedenlaatu sekä kuormitus- ja fosforimallitarkastelu. Karelia-ammattikorkeakoulun julkaisuja C:48. ISBN 978-952-275-251-2. 107 sivua.

- 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 yhdennetyn seurannan laskeuma-arvot. Hietajärvi, Patvinsuon kansallispuisto, Lieksa. Suomen Ympäristökeskus, Helsinki. Julkaisematon aineisto.

LIITTEET

LIITE 1. KEVÄTTALVEN 2018 HAVAINTOPAIKKOJEN KOORDINAATIT

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 KAAPELIIN NÄH	35V	617887	6874214	Golf	I	72,5	7.2.2018	12.44.33	2,42 METRIÄ JÄÄTÄ 37 CM TARKISTA SIJ
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 JÄÄ 38CM	35V	615541	6874635	Golf	I	0,0	8.2.2018	09.50.39	YMPÄRISTÖHALLINNON HAVAINTOPAIKKA 2,47 M,
W KUONANJÄRVI090 METRIÄ	35V	617329	6873814	Golf	I	78,3	8.2.2018	09.57.32	YMPÄRISTÖHALLINNON HAVAINTOPAIKKA 3,35
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 2, SIVU 1/2



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
*Hehkutusjäähennös	g/kg	138	89
*Hehkutushäviö	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 tutkimusraportissa esitetyt testitulokset pätevät ainoastaan testatulle näytteelle. Akkreditointi ei koske lausuntoa.
Tutkimusraportin saa kopioida vain kokonaan.

Katuosoite
Patamäenkatu 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 2, SIVU 2/2



TESTAUSSELOSTE
7.6.2018

18-12211 2 (2)
#1

MENETELMÄTIEDOT

Määrittäminen	Menetelmän nimi ja tutkimuslaitos (sulussa)
*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

"Puruvesi" 04.01.2018

Savonlahden kuormitus saatava kuriin

► Pohja- ja vedenlaatututkimus vahvisti, että iso osa ravinteista leviää lahden kautta Puruvedelle.

Jari Silvennoinen
KERIMÄKI

Puruveden Savonlahdella viime vuoden kevättalvella tehty pohjan tilan ja vedenlaadun tutkimus kertoo, että lahden pohjasedimentissä ja vedessä on huima määrä fosforia ja typpeä, jotka rehevöittävät järviä.

– Kokonaisfosforin ja kokonaisytypen sekä kiintoaineen kuormitus Kuonanjoen valuma-alueelta Savonlahteen on edelleen merkittävästi kohonnut, toteaa tutkimusta johtanut limnologi **Tarmo Tossavainen** Karelia ammattikorkeakoulusta. Tutkimusraportti valmistui viime vuoden lopulla. Tossavaisen mukaan Savonlah-

den hyvin lyhyen viipymän vuoksi valtaosa etenkin ravinnekuormasta valuu Puruveden ulapalle aiheuttaen siellä rehevöitymisongelmia.

– Välitön syy suuriin kuormiin on Kuonanjärven heikko tila. Sen ravinnepitoisuudet heilahtelevat hyvinkin voimakkaasti vuodenkierron aikana. Tämä ilmentää selkeästi voimakasta sisäistä kuormitusta. Myös Kuonanjärven tuleva kuormitus olisi aiheellista selvittää.

Alustavan fosforimallitarkastelun perusteella Savonlahden nykyinen vuotuinen ulkoinen kokonaisfosforikuorma on vajaat 700 kg vuodessa.

Sitä olisi vähennettävä vähintään 200 – 300 kg eli noin 30–45 prosenttia, jotta Savonlahti saavuttaisi ulkoisen kuorman perusteella turvallisen, toisin sanoen lievästi mesotrofisen tason.

Tämän lisäksi Savonlahden kunnostuksen haasteena on itse lahden kehno tila.

Tumma ja löyhää sedimenttiä oli pohjassa keskimäärin lähes kolmen metrin paksuinen kerros. Tällaista sedimenttiä on kairauksen ja laboratoriomittausten perusteella Savonlahdessa karkeahkosti arvioituna noin 1,5 miljoonaa kuutiometriä.

Sekä kokonaisytypen että -fosforin määräksi sedimentissä ar-

vioidaan noin 230 tonnia. Savonlahden noin miljoonan kuution vesimassassa on kokonaisfosforia noin 20 kg ja kokonaisytyppeä noin 500 kg.

– Ravinteiden ajoittainen vapautuminen eli sisäisen kuormituksen riski Savonlahden pohjasta on selkeä, tiivistää Tossavainen.

Savonlahden mahdollisina kunnostustoimina voivat tulla lähinnä kyseeseen biomanipulaatio eli ravintoketjukunnostus, kuten tiheidien pikkukalakantojen teho-
pyynti, vesikasvien poisto ja pohjan mekaaninen pöyhintä.

Ruoppaus on Tossavaisen mukaan yleensä kallista, etenkin

Savonlahden kaltaisten hyvin vesipitoisten sedimenttien tapauksessa, ja uudelleen liettymisen riski on tarkoin huomioitava.

– Kaikkien itse järvioltaassa tehtävien kunnostus- ja hoitotoimien myönteiset vaikutukset mitätöityvät suhteellisen nopeastikin, mikäli ulkoinen kuormitus jatkuu korkeana, kuten Savonlahdessa on tilanne.

Karelia AMK:n ympäristötekniikan opiskelija **Santeri Rautio** teki syksyllä opinnäytetyön Savonlahden nykytilasta ja eri kunnostustekniikoiden tarkastelusta.

Savonlahden tutkimus tehtiä Pro Puruvesi ry:n toimeksiantona.



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 Sevenkönen
KERIMÄKI

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

Kyvyssä 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 Savonlahden taivaan aivan liian ravinnekuormaa, jonka selkeä lähde on Kuonanjärvesä. Nyt ollaan näköalapaikalla ölläisen keltjureaktion tutkimisessa, sanoo Tossavainen.

Puruvedeen tulee Kuonanjärven ja -joen kautta tulia tavaraa. Kuonanjoessa on mitattu niin korkeita fosfori-, typi- ja kiintoainepitoisuuksia, että ne vastaavat ajoittain melkein kummostusjoen tasuaan lakeutusaltaan veden tasoa.

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

ven tilan keskeinen veden laatuun ja ravintoverkon rakenteeseen vaikuttava kohtalonykyvyisyys ulkoisen kuormituksen lisäksi.

Tämän tutkimus antaa siitä keskeisen tiedon Kuonanjärvelle.

Vesistöön ulkoisen kuormituksen tarkoituksena lähinnä valuma-alueelta tulevien joke- ja ojavesien tuomia ravinteita.

Sisäisessä kuormituksessa puolestaan pohjasedimenttiin varastoituneet ravinteet vapautuvat talvellaan veteen hapen vähentyessä. Tämä kiihdyttää entiseään rehevöitymistä.

Kuonanjärven valuma-alue on suuri, yhteensä noin 5700 hehtaaria. Tienhuojon kautta tulee vettä noin tuhannen hehtaarin alueelta, Vehkajoen kautta peräti 4000 hehtaarialta. Kuonanjärven lähivaluma-alue on runsaat 700 hehtaaria.

Metsätalouden osuus valuma-alueella on 91 prosenttia ja loput yhdeksän prosenttia viljelymaata.

Kuonanjärven pohjasedimenttitutkimuksen teettää ja puollit maksaa Pro Puruvesi ry. Etelä-Savon elykeskus maksaa kustannuksista puolet. Saman tapaan malli oli viime vuonna



Opiskelijat Toni Sinisalo ja Jari Viitamäki työn parissa.

Savonlahdella.

Savonlahden ja Puhelbit hankkeeseen Kuonanjärven tutkimukset

eivät mahdollineet suoraan mutta ne nähtiin niin tärkeinä

keinä kohteina että hankkeet ovat tarpeen. Näin päästään paremmin kiinni kohteiden tilaan ja voidaan suunnitella oikeat toimenpiteet, perusteloo Pro Puruveden puheenjohtaja **Reijo Jantunen**.

Kuonanjärveltä on valittu toistakymmentä tutkimuspistettä eri puolilta järveä. Havaintopisteillä otetaan pohjasta näytteet joko turvekairalla tai sedimentinäytteenottimella.

Näytteistä selvitetään sedimentin kokonaismäärä ja sen jakautuminen erilaisiin kerroksiin. Ensimmäisessä kairauksessa on jo alippa-alueelta löytynyt puolen-

toista metrin paksuista sedimenttikerrosta, eli löyhää liottosä järvessä pohjassa. –Parin sentin paksuisen pintasedimentin hapetus-

pelkistysasteen mittauksella voidaan arvioida, pysyykö fosfori pohjassa vai vapautuuko eli syntyykö sisäistä kuormitusta: muodostuu esimerkiksi ammoniakkia, rikkipölyä tai pahimmillaan jopa metaan-

gasia, selostaa Tarmo Tossavainen.

Pohjajäljestä laatu ja määrä on erinomainen järven tilan bioindikaattori eli ilmentäjä.

Sedimentin kokonaismäärä ja -tyyppi on tärkeitä kertoja näiden rehevöity-

misestä kannalta kriittisten ravinteiden määrän sedimentissä.

–Maasto- ja laboratorio-

mittausten perusteella kyetään alustavasti arvioimaan myös mahdollisia pohjaan kohdistuvia kunnostustoimia, sanoo Tossavainen.

Pohjanäytteiden ottaminen alkoi helmikuun puolivälissä ja jatkuu huhtikuun alkuun. Tarkoituksena on ottaa myös joitakin vesinäytteitä avovesikaudella, jotta keskerostuneisuuden aikainen tilanne saadaan kartoitettua.

Matolassa järvestä on tyypillistä, että jo pelkkä kevyä aallikko saattaa aiheuttaa fosforin vapautumista pohjasta.

Loppuraportti Kuonan-

järvestä valmistuu ensi syksyyn mennessä. Tutkimusta tekevät Karelia AMK:n energia- ja ympäristötekniikan opiskelijat, joista kaksi tekee aiheesta oppimäytetyönsä.

Luonnontieteiden keskuksen Enkonkosken yksikkö teki Kuonanjärvelle viime kesänä koelähtökäytön, mutta niiden tuloksia ei ole vielä saatu käyttöön.