

Puruvesi-seminaari 27.07.2019

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

Tarmo Tossavainen, Karelia-ammattikorkeakoulu, 25.07.2019, 94 diaa



SISÄLLYSLUETTELO

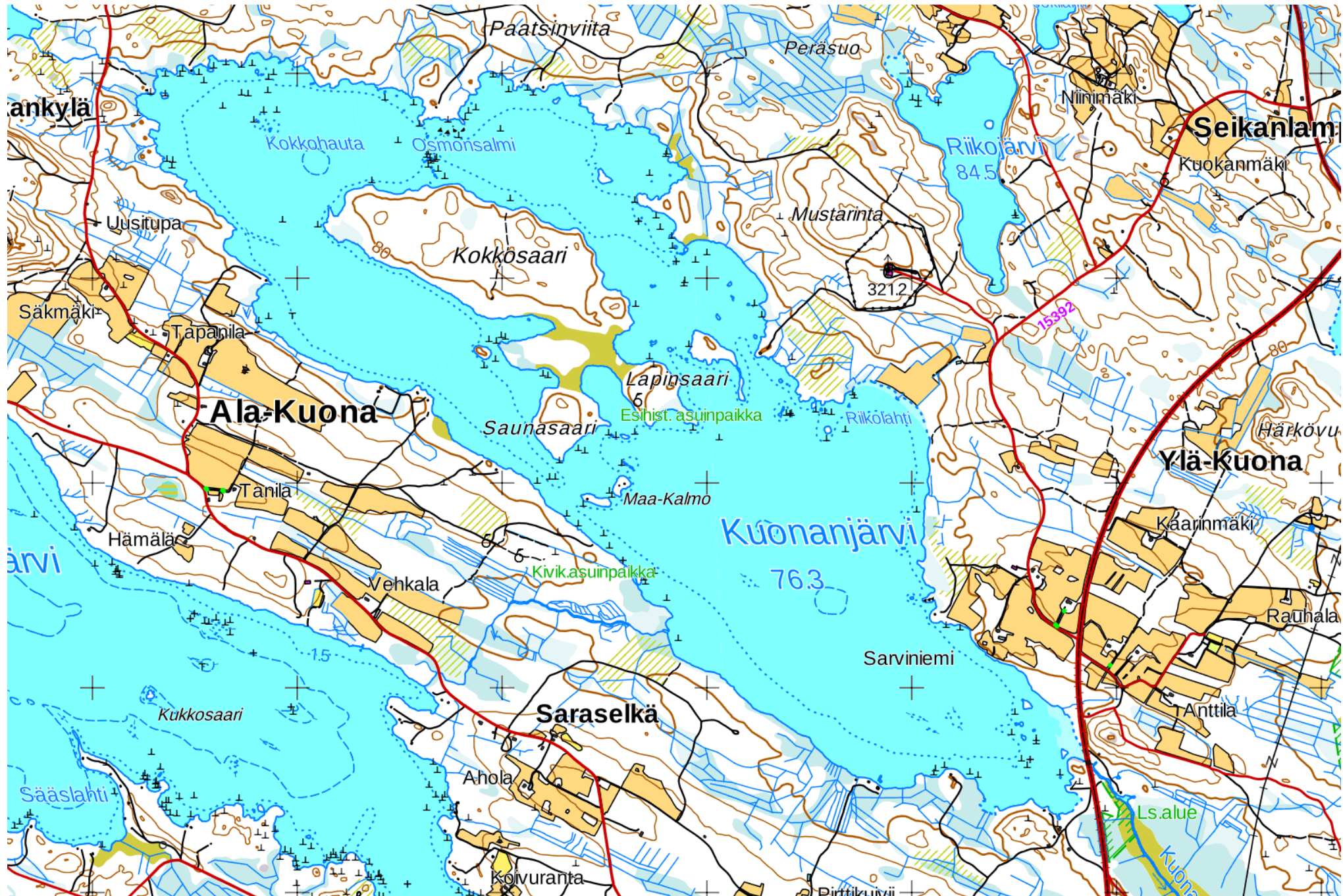
Kappale	Dia (nro)
KUONANJÄRVEN TUTKIMUS VUONNA 2018	3
PURUVEDEN SAVONLAHDEN POHJAN TILAN TUTKIMUS KEVÄTTALVELLA 2017	65
LIITTEET	77
KUONANJÄRVEN TUTKIMUS 2018	78
SAVONLAHDEN TUTKIMUS 2017	81
SAVONLAHDEN KALASTORAKENNETUTKIMUS VUONNA 2016	85

**KUONANJÄRVEN
TUTKIMUS
VUONNA 2018**

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 = $47,3 \text{ km}^2$**
- **$MQ_{\text{Kuonanjärvi}} = 9,7 \text{ l/s km}^2 \times 55,05 \text{ km}^2 = 534 \text{ l/s} (= 0,534 \text{ m}^3/\text{s})$ ($9,7 \text{ l/s km}^2 = Mq_{\text{Suomi2000-2011}}$)**
- **$T_{\text{Kuonanjärvi}} = 8,99479 * 10^6 \text{ m}^3 / 0,534 \text{ m}^3/\text{s} \approx 6,4 \text{ kk}$**

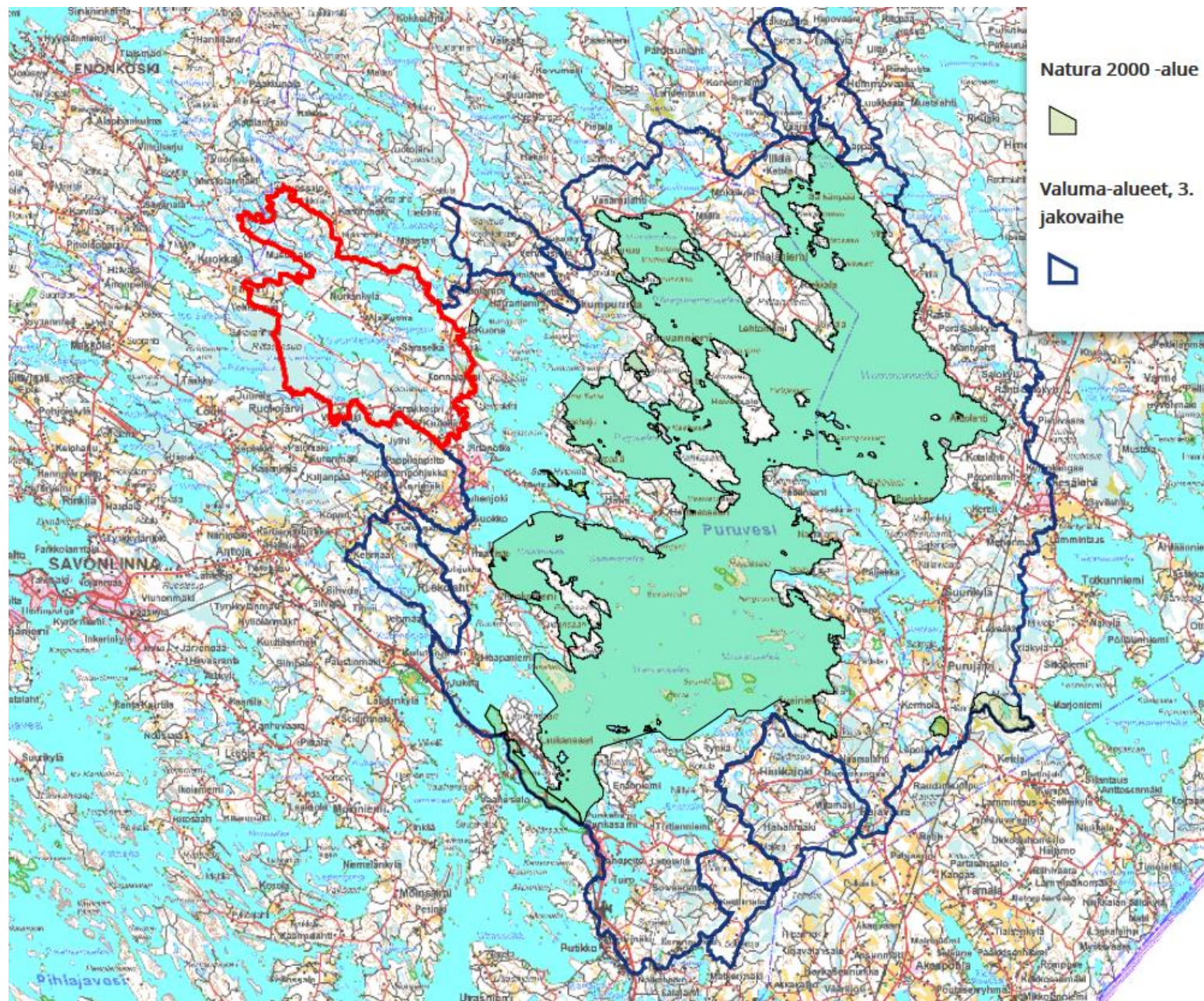
Kuonanjärvi (Maanmittauslaitos, Paikkatietoikkuna 07.11.2018)



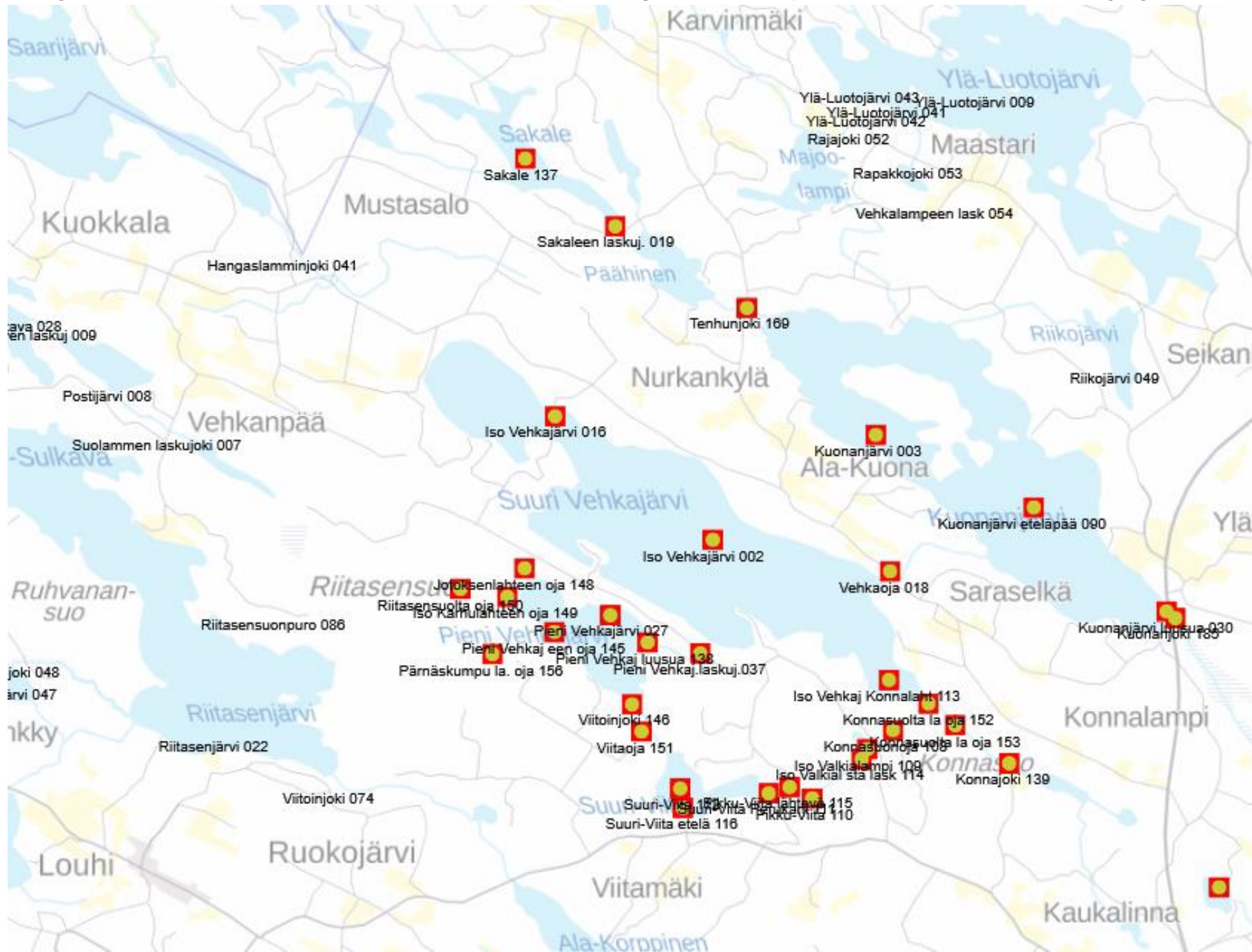
Kuonanjoen vesistöalue (Pro Puruvesi 2017)



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



Kuonanjoen vesistöalueen vedenlaadun havaintopaikat (Suomen Ympäristökeskus/Hertta-tietojärjestelmä, 03.05.2019)



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)

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

**VÄLITTÖMÄSTI
KUONANJÄRVESTÄ
LÄHTEVÄ VESI
(KUONANJÄRVI 030 JA
KUONANJOKI 185)**

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

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 järvivesien suuruusluokkaa.**

Havaintopvm	Kokonaisfosfori (µg/l)	Kokonaistyyppi (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

**ISO VEHKAJÄRVI 002
JA SEN LASKU-UOMA
VEHKAOJA 018
KUONANJÄRVEEN**

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 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

PIENI VEHKAJÄRVI

027

Pienen Vehkajärven havaintopaikan 027 (kokonaissyvyys noin 1,5 metriä) veden kaikki kokonaisfosforin ja kokonaistypen pitoisuuksien havainnot v. 2009-2012. Poimittu Suomen Ympäristökeskuksen Liiteri/Hertta -ympäristötietojärjestelmästä 26.10.2018. **Punaisella maalatut pitoisuudet ovat eutrofisten ja ajoittain hypereutrofisten järviesten suuruusluokkaa.**

Näytteenottoaika	Näytesyvyys	Kok. P (µg/l)	Kok. N (µg/l)
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

Kuonanjärven kasviplanktonin perustuotantoa ensisijaisesti rajoittava minimiravinne vuosien 2011 – 2018 avovesikausien pitoisuushavaintojen perusteella, arvioitu ravinteiden tasapainosuhteen avulla.

Havaintoaja nkohta	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	Minimiravin ne
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

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

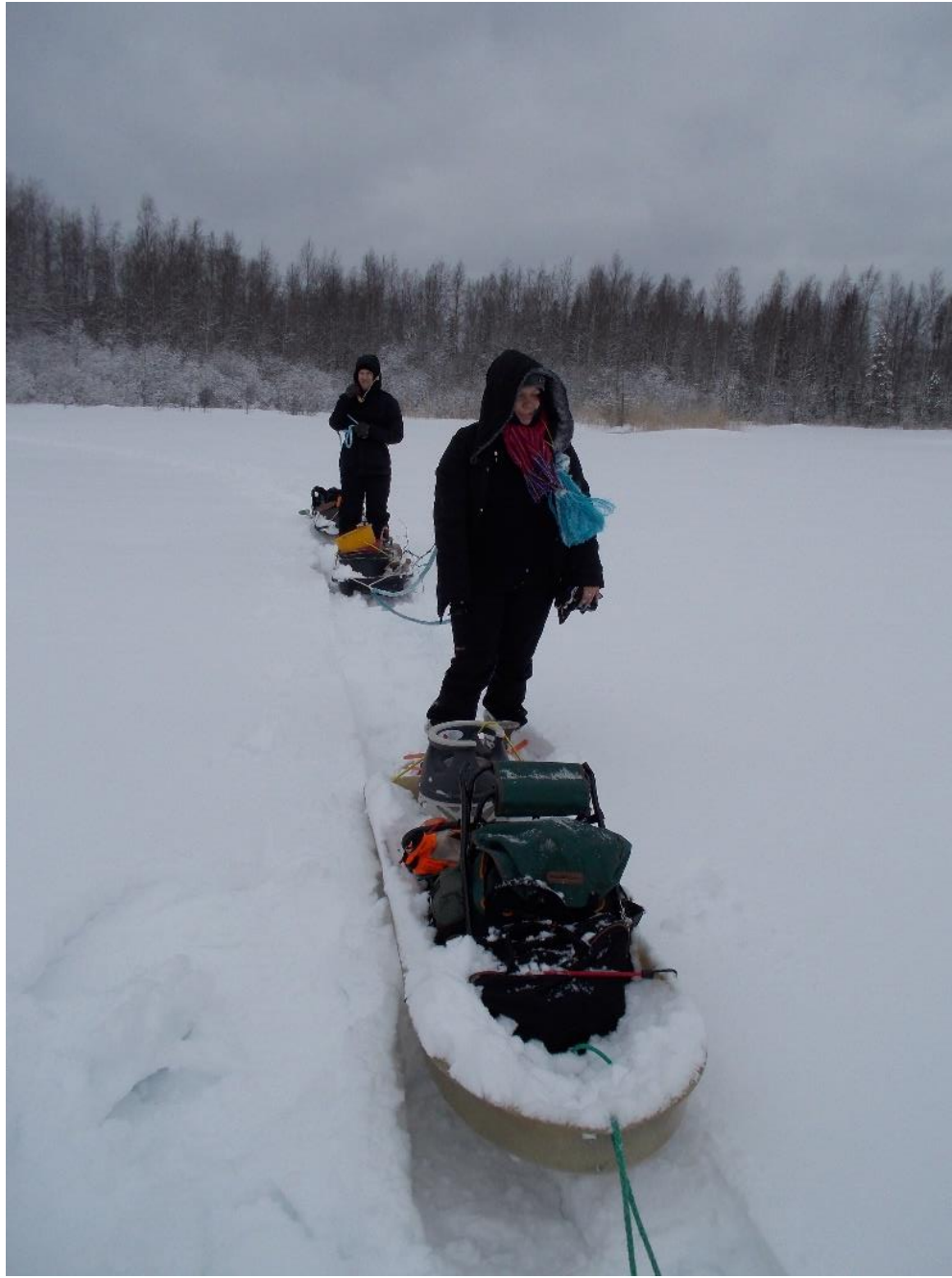


KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULUN MITTAUKSET KUONANJÄRVELLÄ VUONNA 2018

Kuonanjärven pohjasedimentin, pohjaeläimistön ja vedenlaadun havaintopaikat kevättalvella 2018.



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











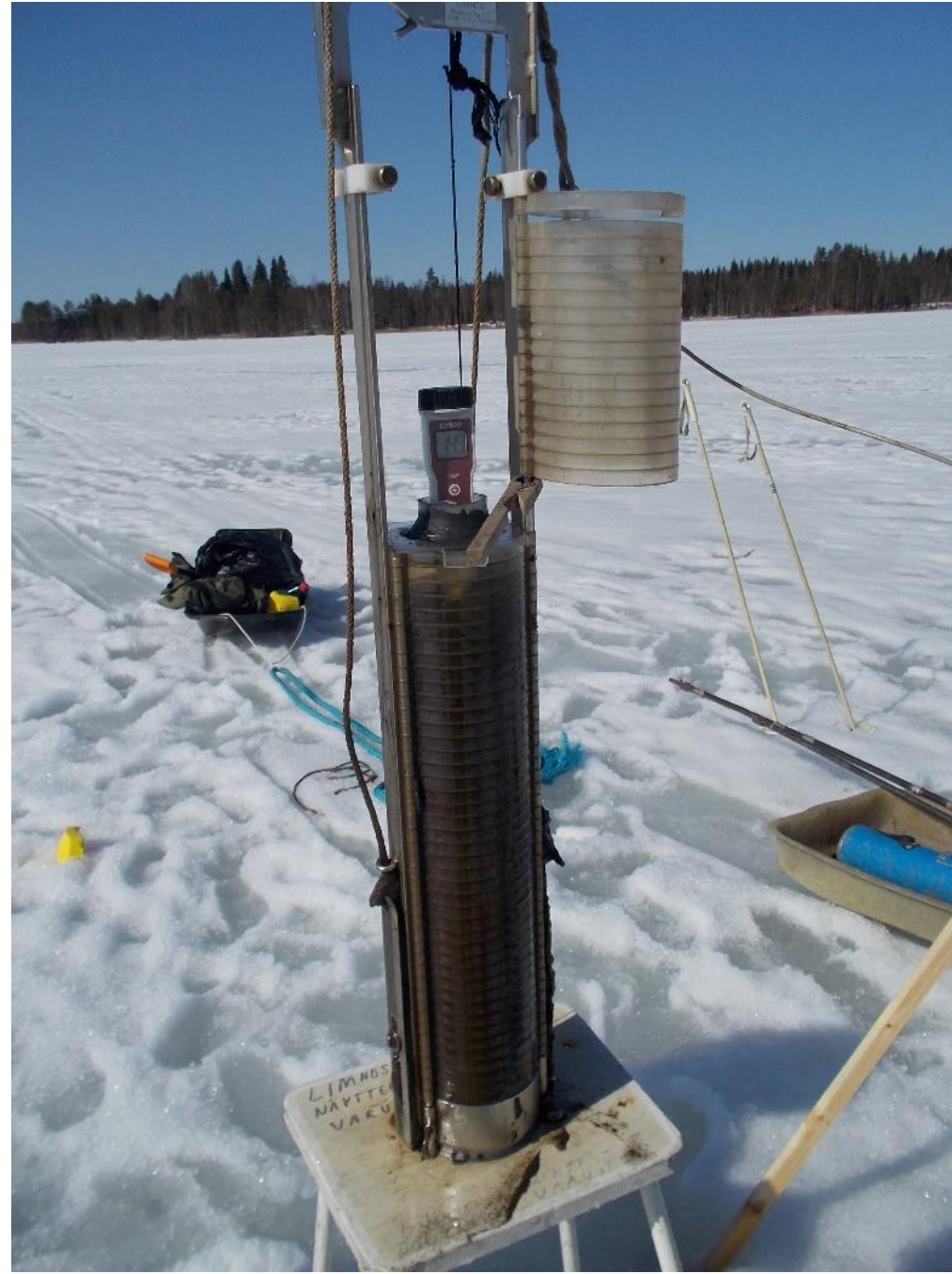
Insinööriopiskelija Minna Kutvonen, Karelia-ammattikorkeakoulu (vas.) ja harjoittelija Joanna Latoszek, Lillen yliopisto, Ranska, kirjaavat turvekairalla otetun pohjasedimenttinäytteen tietoja huhtikuussa 2018 Kuonanjärven luoteiskolkan havaintopaikalla 003.



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



Pintasedimentin hapetus-pelkistysasteen mittaus Kuonanjärven luoteiskolkassa huhtikuussa 2018.





Pro Puruvesi ry:n puheenjohtaja Reijo Jantunen esitelmöi Puruveden kunnostus- ja hoitohankkeen kokonaisuudesta maaliskuu-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.





Rico Mutanen mittaa Vehkaojan virtaamaa marraskuussa 2018



TULOKSET

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 ³⁷	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	³⁸ 211

POHJASEDIMENTIN KENTTÄMITTAUKSET JA -HAVAINNOT

Tumman ja löyhän sedimentin määrä ja redox-arvot.

Hav.paikka	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

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.



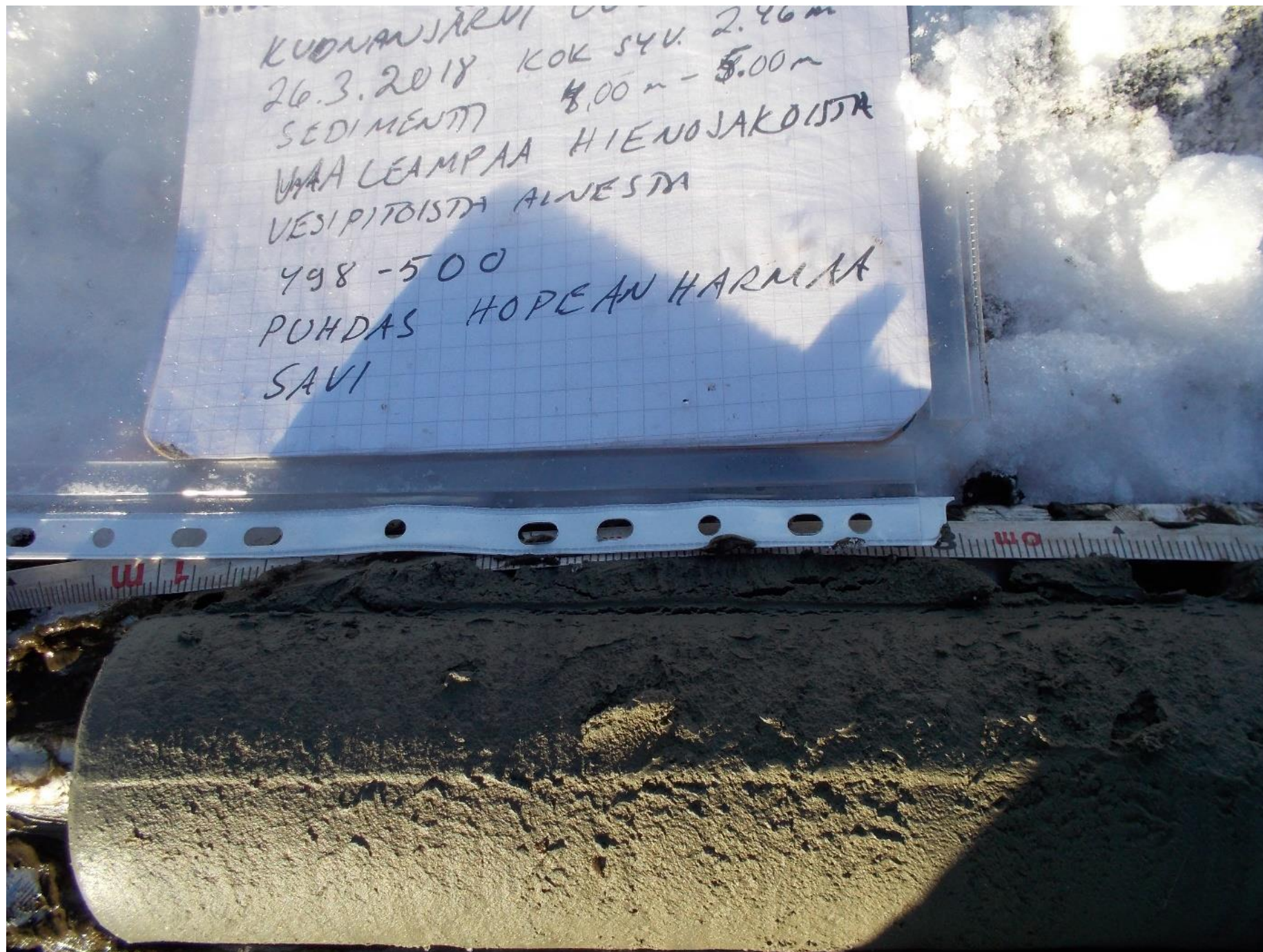
Kuonanjärvi 003, sedimenttinäyte 300-400 cm, 26.03.2018.



Kuonanjärvi 003, sedimentinäyte 400-500 cm, 26.03.2018.



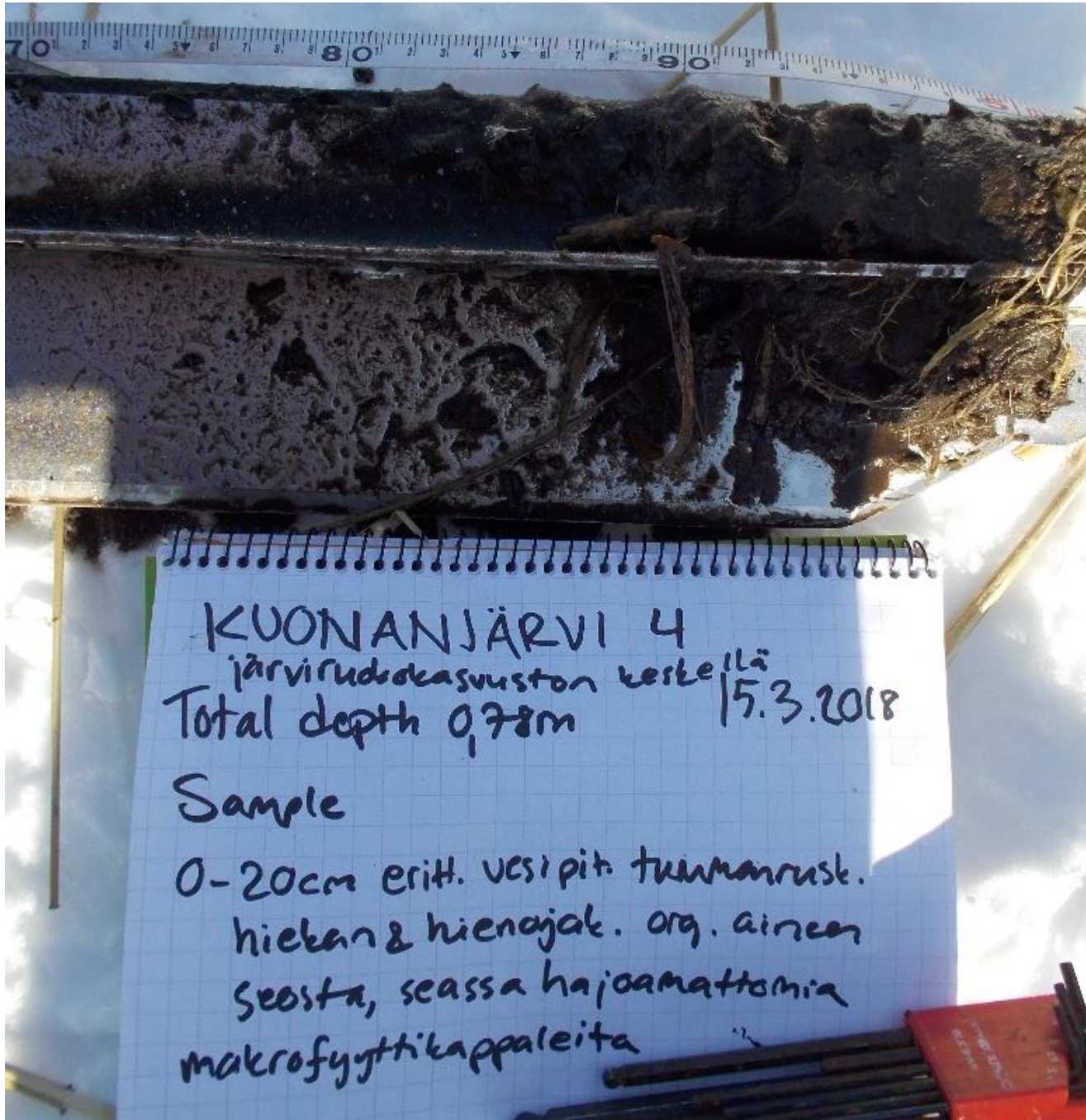
Lähikuva Kuonanjärven havaintopaikan 003 sedimenttinäytteen 400-500 cm alapäästä 26.03.2018.



Kuonanjärvi 1, sedimenttinäyte 0-100 cm 21.02.2018.



Kuonanjärvi 4, sedimentinäyte 0-20 cm 15.03.2018.



**POHJASEDIMENTIN
LABORATORIOANALYYSIT
JA NIIHIN PERUSTUVAT
LASKELMAT**

Kuonanjärven pohjasedimentin ja sen sisältämien eräiden ainesosien kokonaismäärä kevättalvella 2018

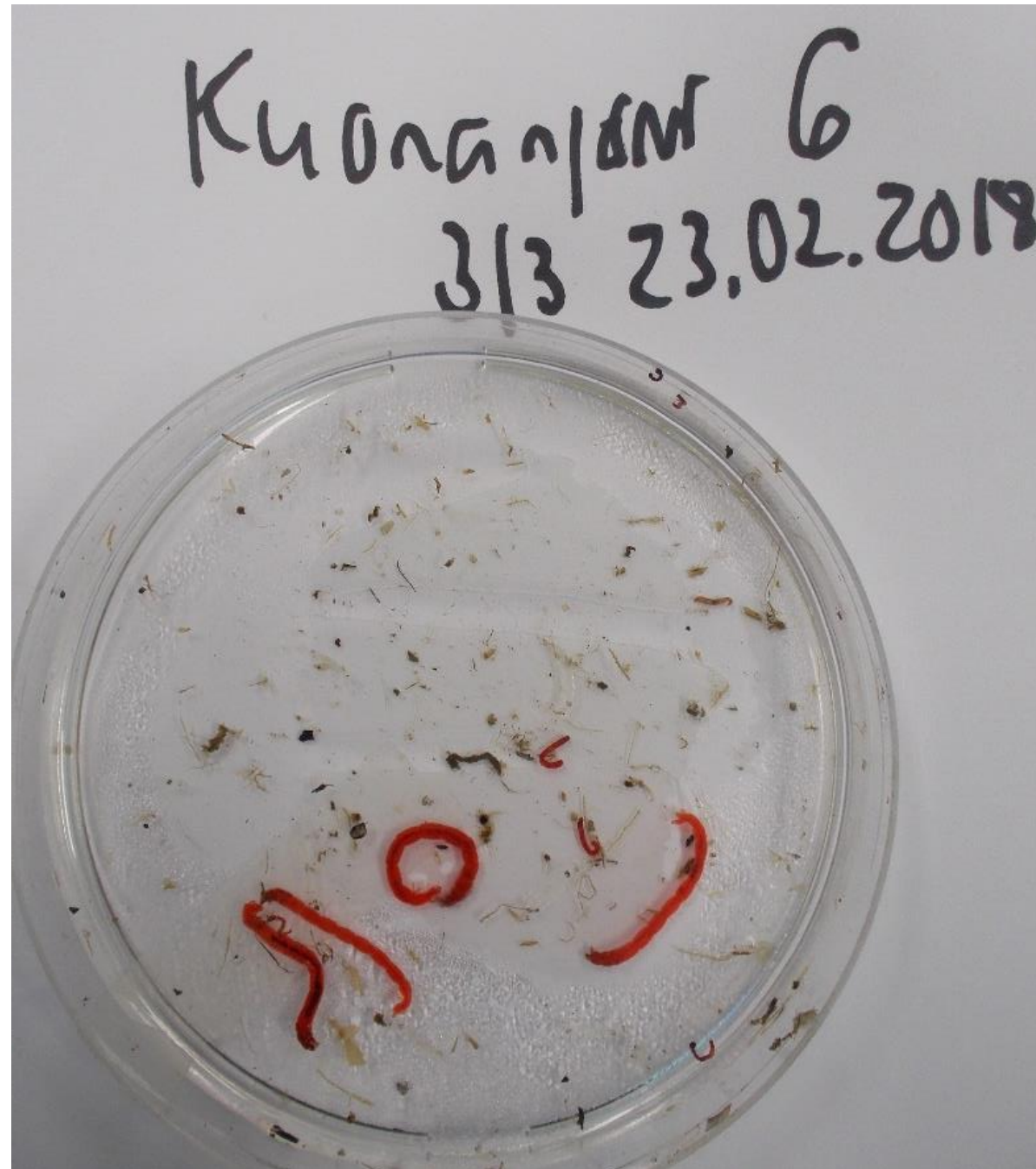
Sedimentin ainesosa	Sedimentin kokonaistilavuus (m³)	Sedimentin kokonaismassa (tn)	Osuus kokonaismassasta (%)
yhteensä	9 197 189	10 036 372	100
Vesi	..	8 636 298	86,05
Kuiva-aine	..	1 400 074	13,95
Mineraaliaines	..	1 139 128	11,35
Orgaaninen aines	..	260 946	2,6
Kokonaisfosfori (0,87 g/kg ka)	..	1 218	0,01
kokonaistyyppi (10,15 g/kg ka)	..	14 211	0,14 ⁵⁰

POHJAEELÄIMISTÖ

Kuonanjärvi 2
3/3 23/2 2018.



Kuonanjärven havaintopaikan 6 rinnakkaisnäytteestä 3/3 löydetty pohjaeläimet 23.02.2018.



KUONANJÄRVEN FOSFORITASE

Kokonaisfosforin nykyinen vuotuinen ulkoinen kuormitus Kuonanjärveen

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

Kuonanjärven nykyinen kokonaisfosforitase.

Fosforitaseen komponentti	Kg kok. P/a	Nettosedimentaation kerroin	Laskentaperusteet ja muut huomiot
1. Ulkoinen kuormitus yhteensä	634	..	
*valuma-alueelta	606	..	
*laskeuma ilmakehästä	28	..	
2. Poistuma lasku-uoman kautta Puruveteen		..	
Lappalaisen mallilla määritetty todellinen, mittaustuloksiin perustuva	368	..	Tämä olisi tilanne, mikäli Kuonanjärven fosforinpidätysmekanismi olisi vähintään tyydyttävällä tasolla
	643	..	lähtevän veden keskipitoisuus 38,2 µg/l (vuosien 2008-2018 keskiarvo) x A _{valuma-alue} x 9,7 l/s km ² (Mq _{Suomi 2000-2011})
3. Nettosedimentaatio			
*Lappalaisen mallilla määritetty	266	0,42	
*mittauksiin perustuva	-9	-0,014	Järvessä esiintyy sisäistä kuormitusta (kok. P 11...91 µg/l) → Lappalaisen mallilla määritetty nettosedimentaatiokerroin on aivan liian pieni todellisuuteen verrattuna; järvestä vuosittain lähtevä kokonaisfosforimäärä on noin 1,4 % (noin 9 kg) suurempi kuin sinne tuleva
4. Vesimassan sisältämä fosfori	356	..	Vuosien 2011 – 2018 havaintojen keskiarvo 39,6 µg/l
5. Pohjasedimentin tummanpuhuvan, löyhän (puhtaan saven yläpuolisen) sedimenttiaineksen sisältämä fosfori	1 218 000	..	Havaintopaikkojen 003 ja 12 laboratorioanalyysitulosten keskiarvo

Kuonanjärven fosforimallitarkastelun yhteenveto

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

Arvioitu kokonaisfosforin luonnonhuuhtoutuma Puruveden Savonlahteen

Kokonaisfosforin lähde	Kg kok. P/a	Laskentaperusteet ym. lisähuomautukset
Kuonanjoki 030	175,3	Kuonanjärvi, havaintopaikka 003 (kok. syv. 3,0 m) 3.3.1966; 1,0 m 10 µg/l ja 2,0 m 5 µg/l; laskennassa käytetty pitoisuutta 10 µg/l
laskeuma ilmakehästä	2,5	Ympäristön yhdenntetyn seurannan alue, Hietajärvi, Lieksa; keskiarvo 2004-2013, 4,9 mg kok.P/m ² /a (Vuorenmaa 2015)
lähivaluma-alue	24,3	4,5 km ² * 5,4 kg kok.P/km ² /a (keskimääräinen luonnonhuuhtoutuma [Kortelainen ym. 2003, 20])
lähivaluma-alueen kaukovaluma-alue (Salakkalampi)	0,9	0,5 km ² * 5,4 kg kok.P/km ² /a * 0,34 (pidättymiskerroin kaukovaluma-alueelle; Vesiensuojelun tavoiteohjelma 2005, laskentaperusteet, VYH 1994)
yhteensä	203	

KUONANJÄRVEN TYYPITASE

Kokonaistypen nykyinen kuormitus Kuonanjärveen.

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

Kuonanjärven nykyinen kokonaistyyppitase.

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

Kokonaistypen arvioitu luonnonhuuhtoutuma Puruveden Savonlahteen.

Kokonaistypen lähde	kg kok. N/a	Laskentaperusteet ym. lisähuomautukset
Kuonanjoki 030	8767	Kuonanjärvi, havaintopaikka 003 (kok. syv. 3,0 m) 3.3.1966; 500 µg/l; laskennassa käytetty sitä
laskeuma ilmakehästä (Hietajärvi 2004-2013)	165	Ympäristön yhdenntyn seurannan alue, Hietajärvi, Lieksa; keskiarvo 2004-2013, 330 mg kok.N/m ² /a (Vuorenmaa 2015)
lähivaluma-alue	630	4,5 km ² * 140 kg kok.N/km ² /a (keskimääräinen luonnonhuuhtoutuma [Kortelainen ym. 2003, 20])
lähivaluma-alueen kaukovaluma-alue	53	0,5 km ² * 140 kg kok.N/km ² /a * 0,75 (pidättymiskerroin Salakkalammen kaukovaluma-alueelle; Vesiensuojelun tavoiteohjelma 2005, laskentaperusteet, VYH 1994)
yhteensä	9615	

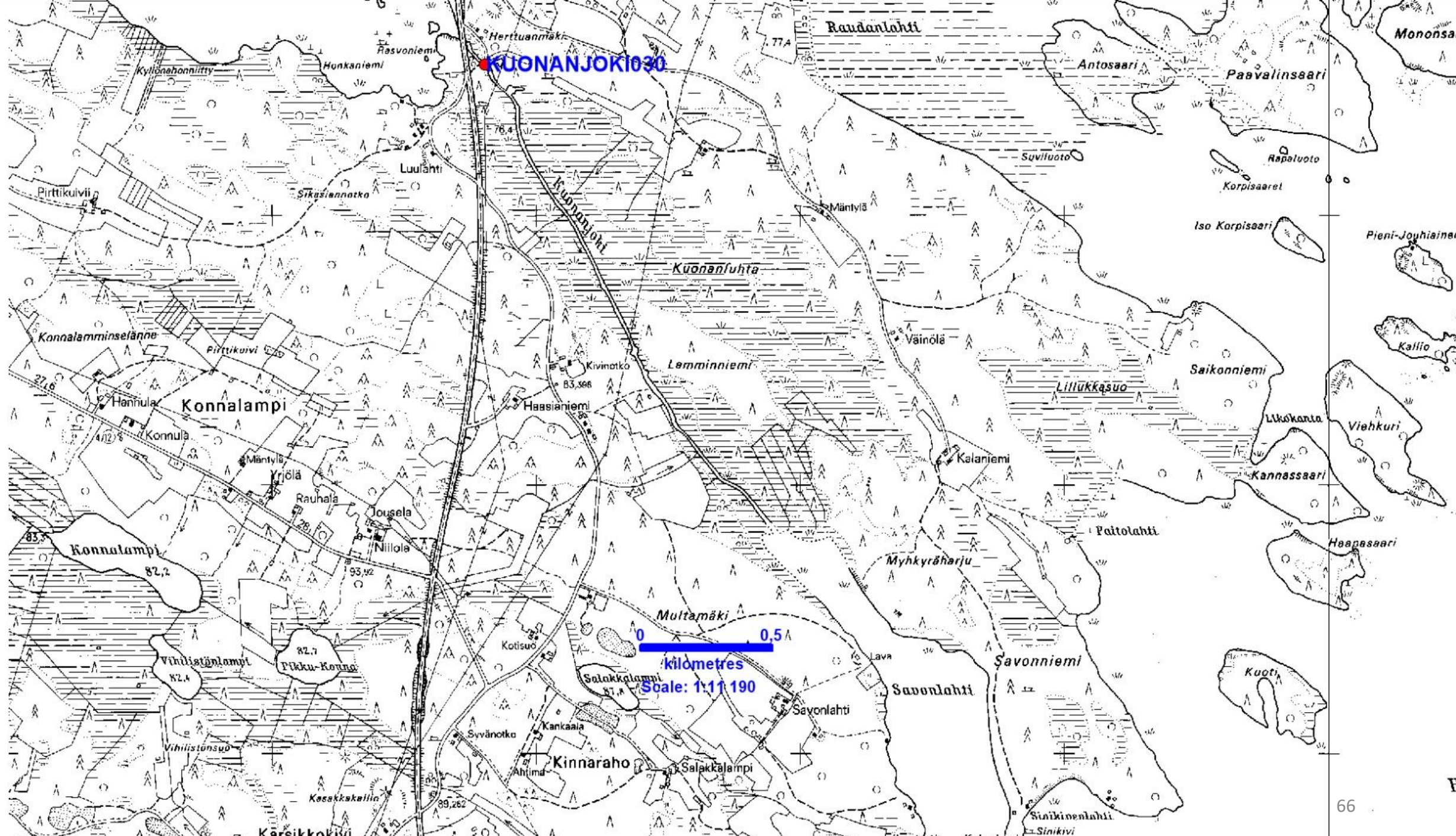
KIINTOAINEEN KUORMITUS

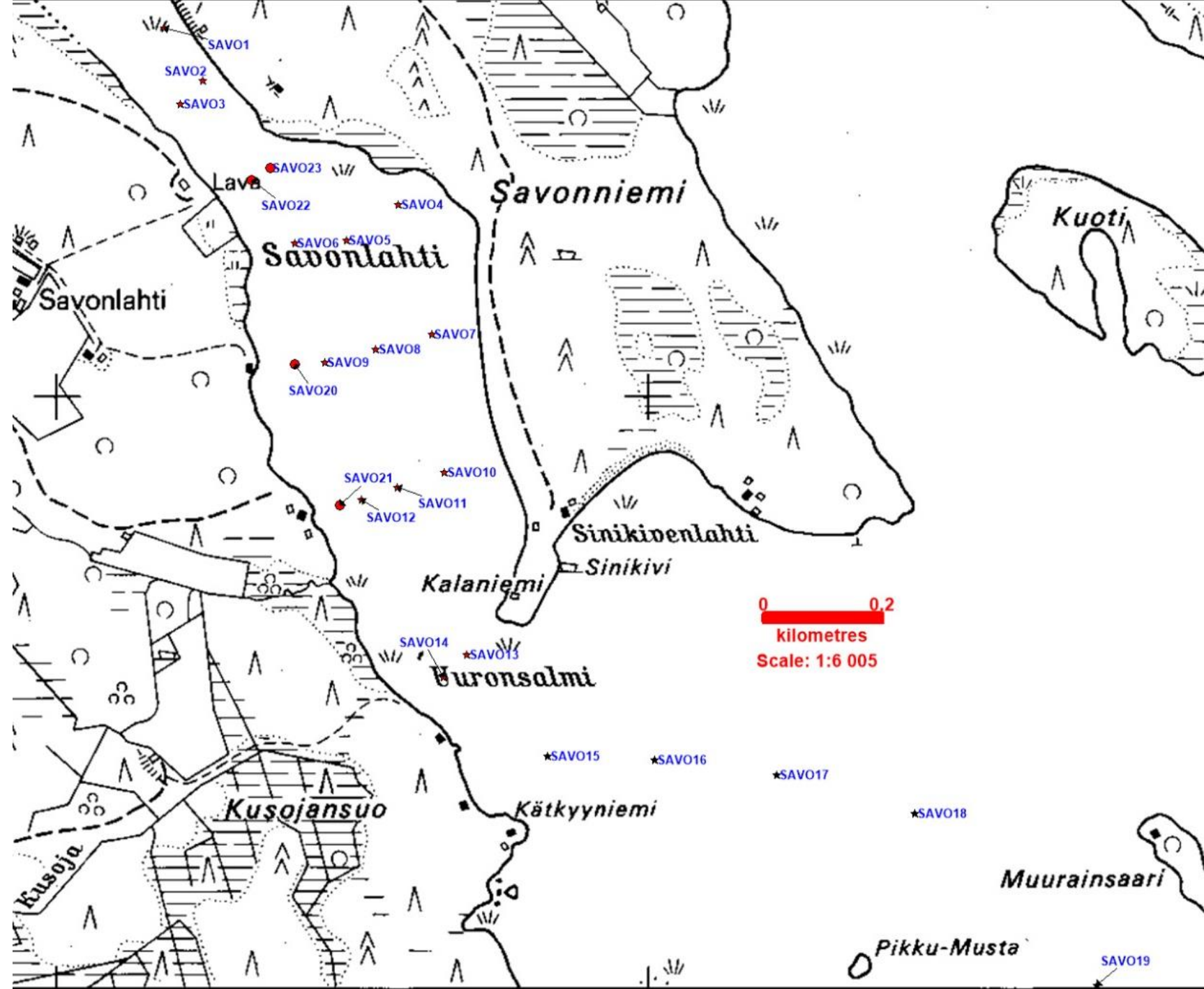
- Vuosien 2009 – 2018 havaintojen perusteella Kuonanjoen kiintoainepitoisuudet (0,5 – 29 mg/l, keskiarvo 15 mg/l, n = 8) ovat olleet enimmäkseen hyvin korkeita
- Keskipitoisuuden ja keskivirtaaman perusteella (15,0 mg/l x $MQ_{\text{Kuonanjärvi}}$) Kuonanjärvestä Savonlahteen lähtevä vuotuinen kiintoainekuorma on noin 243 tonnia
- Tämä on erittäin merkittävä kuormitus, koska pitoisuus on järvivesille poikkeuksellisen korkea. Hyväkuntoisen, karun tai karuhkon järven kiintoainepitoisuudet ovat suuruusluokaltaan korkeintaan noin 1 mg/l. Sillä keskipitoisuudella Kuonanjärven kiintoainekuorma Puruveteen olisi korkeintaan noin 16 000 kg vuodessa.

**PURUVEDEN
SAVONLAHDEN
POHJAN TILAN
TUTKIMUS
KEVÄÄTTALVELLA
2017**

KUONANJOKI030

0 0,5
kilometres
Scale: 1:11 190





Savonlahden sekä Kuonanjoen vedenlaadun ja virtaamien havainnot 20.04.2017

Havaintopaikka	Kok.syv. (m)	Näkösyv. (m)	Näytesyv. (m)	Lt. (°C)	O ₂ (mg/l)	O ₂ (%)	PO ₄ ³⁻ (µg/l)	NO ₃ ⁻ (µg/l)	NH ₄ ⁺ (µg/l)	Q (l/s)	q (l/s km ²)
Kuonanjoen yläjuoksu 030	0,6	..	0,3	4,2	..	..	9	<u>420</u>	60	664,4	9,1
										Jää (m)	
Savonlahti 3	1,18	..	0,59	3,5	<u>4,6</u>	<u>35</u>	17	<u>550</u>	82	0,2	
Savonlahti 8	2,61	<u>1,12</u>	1,0	3,8	<u>5,1</u>	<u>39</u>	14	<u>310</u>	55	0,4	
			1,61	3,9	<u>4,7</u>	<u>36</u>	<u>73</u>	<u>340</u>	73		
Savonlahti 15	3,57	2,65	1,0	3,3	6,8	52	6	130	32	0,5	
			2,57	3,4	6,3	49	3	<u>300</u>	41		
Savonlahti 19	11,7	2,61	1,0	3,1	7,1	54	8	230	31	0,5	
			10,7	3,6	<u>4,1</u>	<u>31</u>	18	270	51		

- Tummanpuhuvan, ts. pikimustan, tummanruskean tai ruskehtavan mustan ja löyhän sedimentin kokonaismäärä vaihtelee varsin voimakkaasti Savonlahdessa, noin 25...319 cm havaintopaikoilla 1-12 ja 22. **Keskimäärin ainesta oli 2,96 metriä.**

Puruveden Savonlahden mustanpuhuvan, puhtaan hopeanharmaan savikerroksen yläpuolisen löyhän pohjasedimentin eräitä karkeahkosti arvioituja perusominaisuuksia kenttä- (Karelia-amk/TaTo ja opiskelijat) ja laboratoriomittausten (näytteenotto/TaTo, analysointi Kokemäenjoen vesiensuojeluyhdistyksen laboratorio, Tampere) perusteella

Sedimentin ominaisuus	Sedimentin kokonaismäärä (m³)	Sedimentin kokonaismassa (kg)	Osuus kokonaismassasta (%)
	1 480 000	1 568 800 000	100,0
Veden osuus		1 377 400 000	87,8
Kuiva-aineen osuus		191 393 600	12,2
Mineraaliaineksen osuus		144 329 600	9,2
Orgaanisen aineksen osuus		47 064 000	3,0


Puruveden Savonlahden (vesiala 50 hehtaaria) karkeahkosti arvioidut kokonaisfosforin ja kokonaistypen määrät koko vesimassassa sekä väriltään tummassa, hopeisenharmaan saven yläpuolisessa sedimentissä.

	Kokonais- fosfori (kg)	Kokonais- typpi (kg)
pohja- sedimentti	229 700	229 700
vesi	17	521

Havaintopaikka, sijainnin luonnehdinta	Vesisyvyys (m)	Mineraaliaineksen yläpuolisen tumman sedimentin kokonaispaksuus (cm)	Pintasedimentin (0-2 mm) hapetus-pelkistysaste [E _h] (yleissääntö; kun E _h on vähintään +300 mV, niin fosfori pysyy vesistön pohjassa)
Savonlahti 1, pohjoinen	1,08	148	<u>+91 mV</u> (05.04.2017)
Savonlahti 2, pohjoinen	1,21	112	<u>+257 mV</u> (27.03.2017)
Savonlahti 3, pohjoinen	0,93	288	..
Savonlahti 22, pohjoinen	1,80	500	..
Savonlahti 4, keskinen	1,90	212	..
Savonlahti 5, keskinen	2,38	481	<u>+131 mV</u> (29.03.2017)
Savonlahti 6, keskinen	1,91	438	..
Savonlahti 7, keskinen	2,70	391	..
Savonlahti 8, keskinen	2,55	500	<u>+262 mV</u> (27.03.2017)
Savonlahti 9, keskinen	2,07	226	<u>+166 mV</u> (05.04.2017)
Savonlahti 10, eteläinen	2,78	312	..
Savonlahti 11, eteläinen	2,26	214	<u>+271 mV</u> (29.03.2017)
Savonlahti 12, eteläinen	1,37	23	..
Savonlahti 13, salmi	2,98	148	..
Savonlahti 14, salmi	1,22	0	..
Savonlahti 15, ulappa	3,57	85	<u>+297 mV</u> (29.03.2017)
Savonlahti 16, ulappa	6,52	..	<u>+260 mV</u> (15.03.2017)
Savonlahti 17, ulappa	8,09	..	<u>+211 mV</u> (15.03.2017)
Savonlahti 18, ulappa	8,41	..	+299 mV (05.04.2017)



SAVUVAHTI 22, 2715-17,
VRSISYV. 179,5 cm
JEOLOGIINEN 200-300 cm,
RUJKA, HILSAKAS.
VAIKTELEVAISI TUMMANRUK.
RAITTOJA, 245-248 cm
"PUUSÄLÄÄ" (PILNITOK.)



SAVUNLAHTI 22, 27/3-17
VEIJIPI 179,5 m
SORM. NAKK 444-544 cm.
500-520 cm SAVEN (=CULT.
MORPENNARKKINEN) & HARMAN
PIKIMUSTIEN KATONEN OSUJ.
520-544 cm TON. NAK.
MORCINEN & PUNOAS SAVI

Savonlahti 5

29.3.2017

Näyte 1/3

Punainen mato

2

Oranssi mato

8

Surviaissaäskentoukka





Savonlahti 8

27.3.2017

kok. Syvyys 2,5 m

Näyte I/II

AMK-laitte

3kpl Chironomidae

3kpl Chaoborus

1kpl amodonta (kudut)

LIITTEET

- **KUONANJÄRVEN TUTKIMUS 2018**
- **PURUVEDEN SAVONLAHDEN TUTKIMUS 2017**
- **PURUVEDEN SAVONLAHDEN KALASTORAKENNETUTKIMUS 2016**

KUONANJÄRVEN TUTKIMUS 2018

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

Pohjasedimentin (pintasedimentit) tiheys

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

SAVONLAHDEN TUTKIMUS 2017

Kokonaisfosforin nykyinen vuotuinen ulkoinen kuorma Puruveden Savonlahteen

Kuormituksen lähde	Kg kok. P/a	Laskentaperusteet ym. lisähuomautukset
Kuonanjoki 030	615	Kuonanjoki 030, ympäristöhallinnon pitoisuusmittaukset 2007-2017 (n = 17)
laskeuma ilmakehästä	2,5	Ympäristön yhdennetyn seurannan alue, Hietajärvi, Lieksa; keskiarvo 2004-2013, 4,9 mg kok.P/m ² /a (Vuorenmaa 2015)
lähivaluma-alue	49,5	4,5 km ² * 11 kg kok.P/km ² /a (metsätalousmaan keskimääräinen huuhtoutuma [Kortelainen ym. 2003, 20])
lähivaluma-alueen kaukovaluma-alue (Salakkalampi)	2	0,5 km ² * 11 kg kok.P/km ² /a * 0,34 (pidättymiskerroin kaukovaluma-alueelle; Vesiensuojelun tavoiteohjelma 2005, laskentaperusteet, VYH 1994)
rannan loma-asunnot	1	6 kpl * 0,18 kg kok.P/asunto/a (Salonen ym. 1992)
yhteensä	670	

Yhteenveto Puruveden Savonlahden fosforimallitarkastelusta.

Kok. P-kuorma Savonlahteen	Huomiot kuormituksesta	Kokonaisfosforin nettosedimentaatioerroin	Savonlahden keskimääräinen kok. P-pitoisuus (µg/l kok. P)	Laskentayhtälö
670	nykyinen kuorma	7,9 %	35	Lappalainen 1975, 1977, Frisk
203	luonnontila	2,5 %	11	Lappalainen 1975, 1977, Frisk
368	fosforin sieto (Savonlahden suurimmaksi sallituksi pitoisuudeksi on asetettu "turvallisen mesotrofinen" 20 µg/l)	4,5 %	20	Lappalainen 1975, 1977, Frisk
263	suurin sallittu kuorma	..	10	Vollenweider ja Dillon 1974, Granberg 1980
461	vaarallinen kuorma	..	20	Vollenweider ja Dillon 1974, Granberg 1980

Kokonaistypen nykyinen vuotuinen ulkoinen kuorma Puruveden Savonlahteen

Kuormituksen lähde	Kg kok. N/a	Laskentaperusteet ym. lisähuomautukset
Kuonanjoki 030	17 692	Kuonanjoki 030, ympäristöhallinnon pitoisuusmittaukset 2007-2017 (n = 17)
laskeuma ilmakehästä	165	Ympäristön yhdenntetyn seurannan alue, Hietajärvi, Lieksa; keskiarvo 2004-2013, 330 mg kok.N/m ² /a (Vuorenmaa 2015)
lähivaluma-alue	855	4,5 km ² * 190 kg kok.P/km ² /a (metsätalousmaan keskimääräinen huuhtoutuma [Kortelainen ym. 2003, 20])
lähivaluma-alueen kaukovaluma-alue	71	0,5 km ² * 190 kg kok.P/km ² /a * 0,75 (pidättymiskerroin Salakkalammen kaukovaluma-alueelle; Vesiensuojelun tavoiteohjelma 2005, laskentaperusteet, VYH 1994)
loma-asunnot	4	6 kpl * 0,66 kg kok.P/asunto/a (Salonen ym. 1992)
yhteensä	18787	

**SAVONLAHDEN
KALASTORAKENNETUTKIMUS
LOPPUKESÄLLÄ 2016**







- **Savonlahden kalan kokonaisbiomassa (keskimääräinen yksikkösaalis 2,9 kg)** on suurehko ja kuormitetuille järville tyypillinen
- **Kalojen yksilömäärä (218 kpl/keskimääräinen yksikkösaalis, josta särkikaloja 153 kpl) on erittäin suuri** ja ylittää kuormitettujen järven aineiston (Tammi ym. 2006) ylärajan

- **Petokalojen (hauki, kuha ja yli 15 cm:n ahven) osuus keskimääräisestä yksikkösaaliista** (biomassasta 8,5 % ja kappalemäärästä 1,3 %) on **erittäin alhainen ja täysin riittämätön hyvinvoivan kalaston ylläpitämiseksi.**
- Aine ja energia eivät kierrä riittävän tehokkaasti Savonlahden ekosysteemissä, vaan siellä tapahtuu rehevöityneille ekosysteemeille tyypillistä aineen ja energian kasautumista. Tämä ilmenee vesialueen liettymisenä, ylenpalttisenä vesi- ja rantamakrofyyttien kasvustona, leväkukintoina ja sisäisenä kuormituksena ja ylitihleinä, heikosti kasvavina kalapopulaatioina.
- Suomunäytteistä tehtyihin iänmäärittämiin perustuvat arvioidut kasvunopeudet ilmentävät **petokalojen enimmäkseen kohtalaisen hyvää ja särkikalojen sekä pikkuahvenen (pituus < 15 cm) pääosin heikkoa ravintotilannetta.**

- **Särkikalojen ja pikkuahvenen ylitieiden populaatioiden tehopyynti on suositeltavaa Savonlahdella.** Se voisi osaltaan vähentää kalojen mahdollisesti aiheuttamaa sedimentin ravinteiden mobilisaatiota. Tämä voisi osaltaan lievittää sisäisen kuormituksen ja siitä aiheutuvien leväkukintojen ja veden samentumisen riskiä.
- Savonlahden petokalakantojen vahventaminen olisi erittäin tärkeää. Niiden rooli ravintoverkon aineiden ja energian kierrossa olisi oleellisen tärkeä Savonlahden matalavetisissä ekosysteemissä.
- **Savonlahden veden happipitoisuuden, raskasmetallien, ravinteiden ja sameusarvojen suhteellinen voimakas heilahtelu ilmentää valuma-alueelta tulevan ulkoisen kuormituksen ja Savonlahden sedimentistä vapautuvan sisäisen kuormituksen ongelmaa, jota ylitieä kalakanta on omiaan kärjistämään.**

• **Savonlahden edustan ulappa-alueen kalastorakenne** on monin tavoin varsin terve. Petokalapopulaatiot ovat vahvoja. Yksikkösaaliin biomassa on kuitenkin hiukan kohonneella tasolla ja nimenomaan särkikalakantojen aktiivinen pyynti on suositeltavaa.

Eräiden Pohjois-Karjalassa tehtyjen kalastotutkimusten yksikkösaaliita (Tossavainen 2011, 2014a, 2014b, 2015a, 2015b, Turunen 1990).

Järvi (koekalastusvuosi)	Vesiala (ha)	Rehevyytaso veden kokonaisfosforin ja kokonaistypen pitoisuuksien perusteella	Keskimääräinen yksikkösaalis (kg)
Puruveden Savonlahti (2016)	50	mesotrofia	2,9
Puruveden Savonlahden edustan ulappa-alue (2016)	75	oligotrofia...lievä mesotrofia	1,7
Puruveden Mehtolanlahti (2015)	200	Oligo-mesotrofinen	1,8
Puruveden Ristilahti (2014)	250	Mesotrofinen	2,8
Jukajärvi (2012)	218	Mesotrofinen	0,6
Jukajärvi (1990)	218	...	1,1
Purnulampi, Lieksa (2010)	3,1	mesotrofinen, erittäin vaikea happitilanne	0,4
Kuohattijärvi, Nurmes (1996)	1100	oligotrofinen	0,9
Tohmajärvi (2008)	1300	mesotrofinen	1,5
Polvijärvi (2008)	20	eutrofinen	1,7
Kiteenjärvi (2009)	1200	mesotrofinen	1,9
Kalattomanlampi, Outokumpu (2005)	6	meso-eutrofinen	4,5
Vuonisjärvi, Lieksa (2013)	64	(meso-...) eutrofinen	2,4