

Liite 5

Karhinkankaan pohjaveden koepumppausraportti 2019

21.2.2020



KOKKOLAN VESI

KARHINKANKAAN POHJAVEDEN KOEPUMPPAUSRAPORTTI 2019



EN VINEER

KOKKOLAN VESI

Tommi Mäki
Esa Jokela
Antti Mäki

ENVINEER OY

Tiia Sillanpää
Toni Uusimäki
Lotta Toivanen

etunimi.sukunimi@envineer.fi

www.envineer.fi

Y-tunnus: 2850396-1

Projektinro: **10182**

KANSIKUVA

Lotta Toivanen

SISÄLLYSLUETTELO

1	JOHDANTO	4
2	TUTKIMUSALUEEN KUVAUS	4
3	KOEPUMPPAUKSET	5
4	KOEPUMPPAUSTEN KÄYTTÖTARKKAILU	7
4.1	YLEISTÄ	7
4.2	KOEPUMPPATUN POHJAVEDEN MÄÄRÄ	7
4.3	VEDENOTTAMOIDEN POHJAVEDEN PINNANKORKEUS.....	9
4.4	KOEPUMPPATUN POHJAVEDEN LAATU	10
4.4.1	Näytteenotto	10
4.4.2	Tulokset	11
4.5	SADEHAVAINNOT	16
5	KOEPUMPPAUSTEN VAIKUTUSTARKKAILU	18
5.1	POHJAVEDET.....	18
5.1.1	Havaintopaikat	18
5.1.2	Pinnankorkeuden muutokset tarkkailun aikana	19
5.1.3	Pinnankorkeuden muutokset 2016-2019.....	28
5.2	PINTAVEDET	31
5.2.1	Havaintopaikat ja näytteenotto	31
5.2.2	Tulokset	35
6	YHTEENVETO	42
7	LÄHTEET	43

LIITTEET

Liite 1. Karttakuvat: koepumppauspisteet, pumppausveden johtamisreitit sekä pintavesipisteet

Liite 2. Vedenottamoiden pohjaveden pinnankorkeudet (m, N60) - kuvaaja

Liite 3. Koepumppatun pohjaveden tulokset – taulukko

Liite 4. Koepumppatun pohjaveden laboratoriotulokset

Liite 5. Sääaseman tiedot 2019 - kuvaaja

Liite 6. Pohjavesiputkien sijainnit

Liite 7. Pohjavesiputket, koordinaatit ja mittaustapa

1 JOHDANTO

Kokkolan Vesi on käynnistänyt ympäristövaikutusten arviointihankkeen (YVA), jossa selvitetään pohjavedenoton ympäristövaikutuksia Lohtajan Karhinkankaan ja Sivakkokankaan pohjavesialueilta. Hankkeen tavoitteena on turvata Kokkolan Veden talousveden riittävyys tulevaisuudessa sekä lisätä vesihuollon toimintavarmuutta alueellisesti.

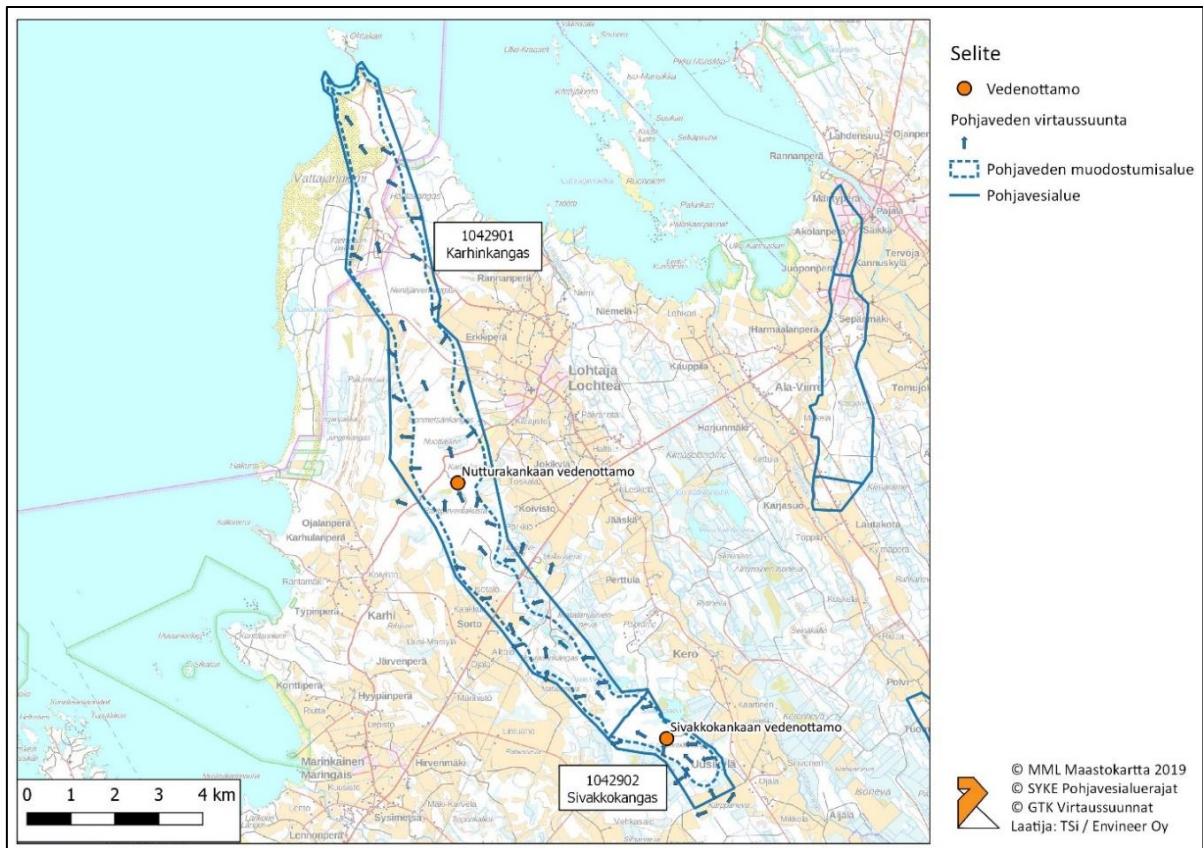
Geologian tutkimuskeskus on tehnyt alueella geologisen rakenneselvityksen, koepumppauksia, vedenhankintatutkimuksia, virtausmallinnuksen ja suojelusuunnitelman vuosina 2009-2015. Länsi- ja Sisä-Suomen aluehallintoviraston lupaharkintaa varten alueella tehtiin tarkentavia koepumppauksia kesän ja syksyn 2019 aikana Kokkolan Veden toimesta. Koepumppausten avulla tarkennettiin harjumuodostuman antoisuutta ja pohjaveden laatua, sekä vedenoton vaikutuksia alueen pinta- ja pohjavesiolosuhteisiin.

Tämä yhteenvetoraportti käsittää koepumputun pohjaveden tarkkailutulokset (mm. pumpausmäärät ja vedenlaatu), pintavesien (järvet, ojat, purot, pohjavesilammikot) virtaamat ja pinnankorkeudet sekä pohjavesien pinnankorkeustarkkailut ennen koepumppausten käynnistämistä, sen aikana ja pumpausten jälkeen.

2 TUTKIMUSALUEEN KUVAUS

Karhinkankaan ja Sivakkokankaan pohjavesialueet sijaitsevat noin 30 kilometriä Kokkolan keskustasta pohjoiseen. Karhinkankaan ja Sivakkokankaan pohjavesialueilla sijaitsee tällä hetkellä kaksi vedenottamo; Nutturakangas ja Sivakkokangas. Seuraavassa kuvassa (**Kuva 1**) on esitetty pohjavesialueiden rajaukset, vedenottamot ja pohjaveden virtaussuunnat.

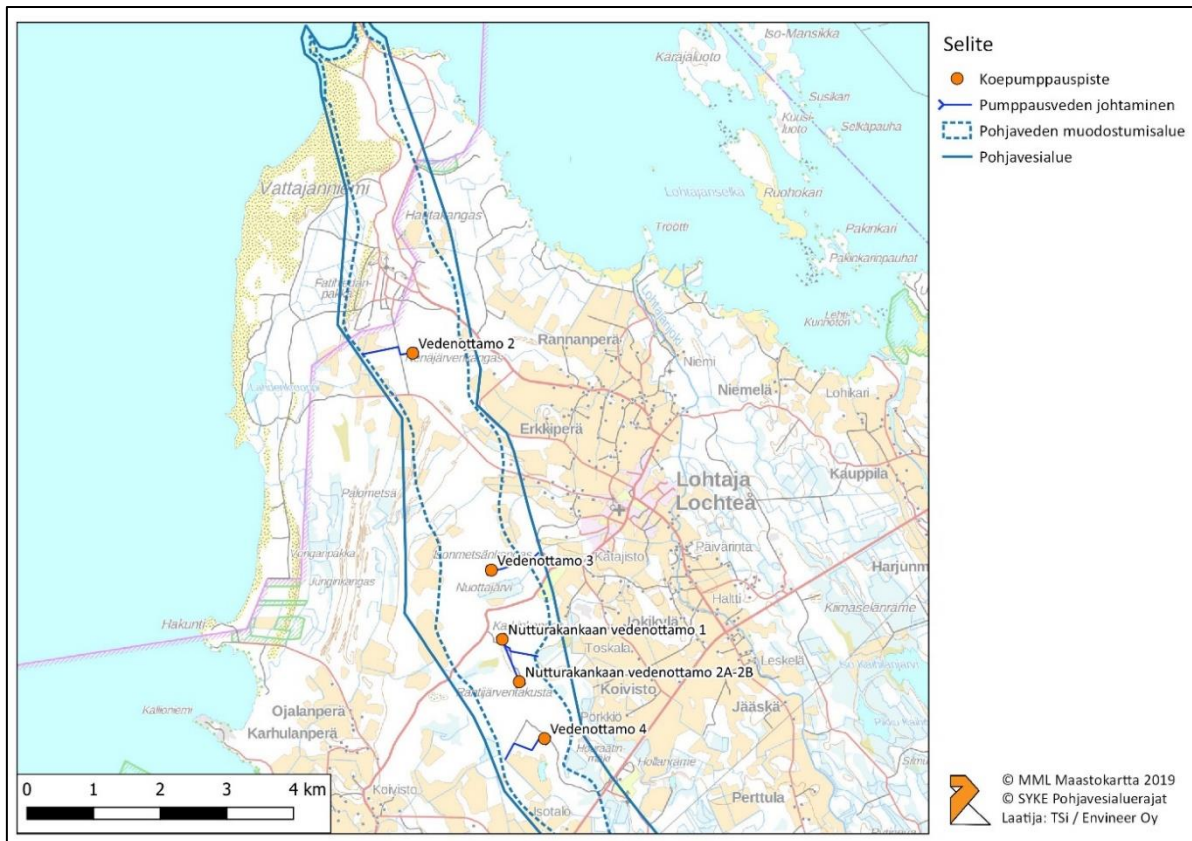
Pohjavedenpinnan taso harjujakson keskiosissa vaihtelee noin +0 - +23 m mpy välillä. Alimmillaan pohjavesipinta on Karhinkankaan pohjoispään merenrantavyöhykkeessä ja ylimmillään Sivakkokankaan kaakkoispäässä, sekä koillis- ja lounaisreunojen vedenjakaja-alueilla. Pohjavesialuerajojen sisäpuolella pohjaveden virtaus kanavoituu ensisijaisesti karkeimpaan harjuyttimeen ja suuntautuu pääasiassa harjumuodostuman pituussuuntaisesti luoteeseen/pohjoiseen (GTK, 2014).



Kuva 1. Karhinkankaan ja Sivakkokankaan pohjavesialueet, vedenottamot ja pohjaveden virtausuunnat.

3 KOEPUMPPAUKSET

Kokkolan Vesi suoritti Karhinkankaan pohjavesialueella tarkentavia koepumppauksia 25.6-28.11.2019 (yht. 23 viikkoa) välisenä aikana kuudesta eri koepumppauspisteestä Karhinkankaan pohjavesialueen pohjoisosassa. Uusi siiviläputkikaivo asennettiin vedenottamolle 2 ennen koepumppauksen alkamista. Muiden osalta käytettiin olemassa olevia kaivoja. Seuraavassa kuvassa (**Kuva 2**) on esitetty koepumppauspisteiden sijainnit sekä pumppausveden johtamisreitit pohjavesialueen ulkopuolelle. Liitteessä 1 on esitetty tarkennetut kaivokohtaiset pumppausveden johtamisreitit. Koepumppauspisteiden maksimiottomäärät ja ottosyvyydet on esitetty seuraavassa taulukossa (**Taulukko 1**). Pisteestä Nutturakankaan vedenottamo 2A-2B pumppausvedet johdettiin Nutturakankaan vedenottamolle 1 ja sieltä pohjavesialueen ulkopuolelle.



Kuva 2. Koepumppauspisteiden ja pumppausveden johtamisreitit.

Taulukko 1. Koepumppauspisteet, maksimiottomäärät sekä pisteiden koordinaatit.

Koepumppauspiste	Vuoden 2011 koepumppauspistenumero	Maksimiottomäärä (m ³ /d)	Ottosyvyys (m)	Koordinaatti (ETRS-TM35FIN)
Vedenottamo 2	IMU3	2 000	7,5	7106490 ,325887
Vedenottamo 3	SIIVILÄ4	2 000	6,0	7103212, 327126
Vedenottamo 4	SIIVILÄ3	2 000	6,0	7100683, 327857
Nutturakankaan vedenottamo 1	NUTTURA1	1 500	6,0	7102176, 327277
Nutturakankaan vedenottamo 2A-2B	NUTTURA2	250 + 250	6,0	7101499, 327551

Koepumppauksissa käytettiin Kokkolan Veden kalustoa (mm. pumppu-, letku- ja aggregaattikalusto) (ks. **Kuva 3**). Sähkövirta vedenottamoille 2-4 tuotettiin aggregaateilla. Sähkövirta Nutturakankaan vedenottamoille 1 ja 2A-2B saatiin Nutturakankaan vedenottamolta. Koepumppauksen aikaan kiinnitettiin erityistä huomiota siihen, että aggregaattikaluston polttoaineet varastoitiin asianmukaisissa suoja-altaissa.



Kuva 3. Vedenottamo 3.

4 KOEPUMPPAUSTEN KÄYTTÖTARKKAILU

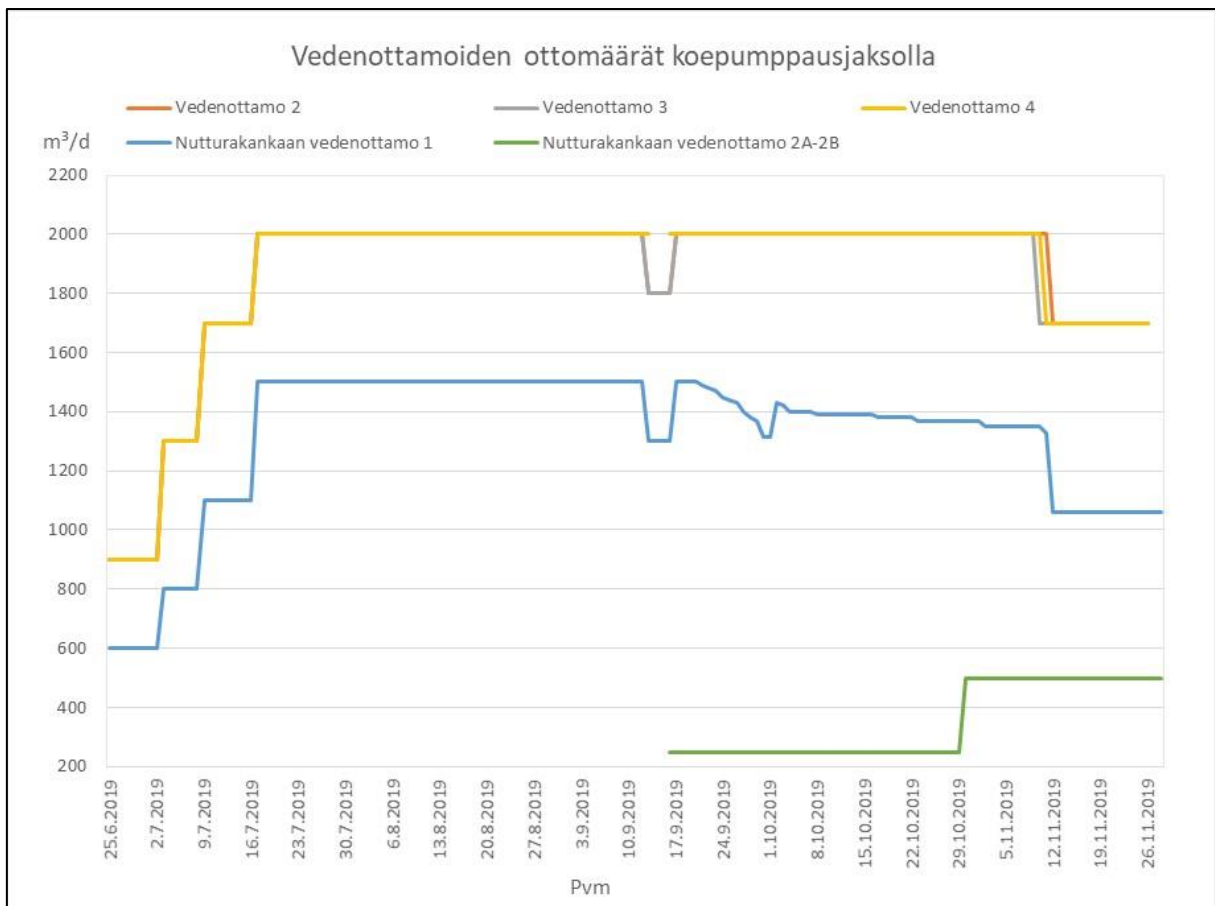
4.1 YLEISTÄ

Koepumppausten aikaisella käyttötarkkailulla varmistettiin pumppausten toimivuus, pumpattavan pohjaveden laadun ja määrän vaihtelut. Käyttötarkkailusta vastasi Kokkolan Vesi.

Pumppauslaitteistoista ja toiminnasta sekä mahdollisista häiriöistä pidettiin kirjaa päivittäin. Pumppu- ja putkikalustoa tarkkailtiin ja aggregaattikalusto huollettiin säännöllisin väliajoin. Koepumppausten aikana ilmeni ainoastaan joitakin käyttökatkoja aggregaateissa ja yhteyskatkoja pumpuissa.

4.2 KOEPUMPATUN POHJAVEDEN MÄÄRÄ

Koepumpatun pohjaveden määrää seurattiin päivittäin koepumppauspisteittäin. Kaivoja etäohjattiin Patamäen vesilaitokselta ja tarvittaessa kaivokohtaisesti paikan päällä. Aggregaattien häiriöilmoitukset tulivat myös Patamäen vesilaitokselle. Pumppaustehoja nostettiin tasaisesti aloitusottomäärästä maksimiottotasolle koepumppausohjelman mukaisesti. Seuraavassa kuvassa (**Kuva 4**) ja taulukossa (**Taulukko 2**) on esitetty kunkin vedenottamon ottomäärät (m^3/d) koepumppausjaksolla. Vedenottamolla 4 oli yhteyskatko 14.-15.9.2019 välisenä aikana.

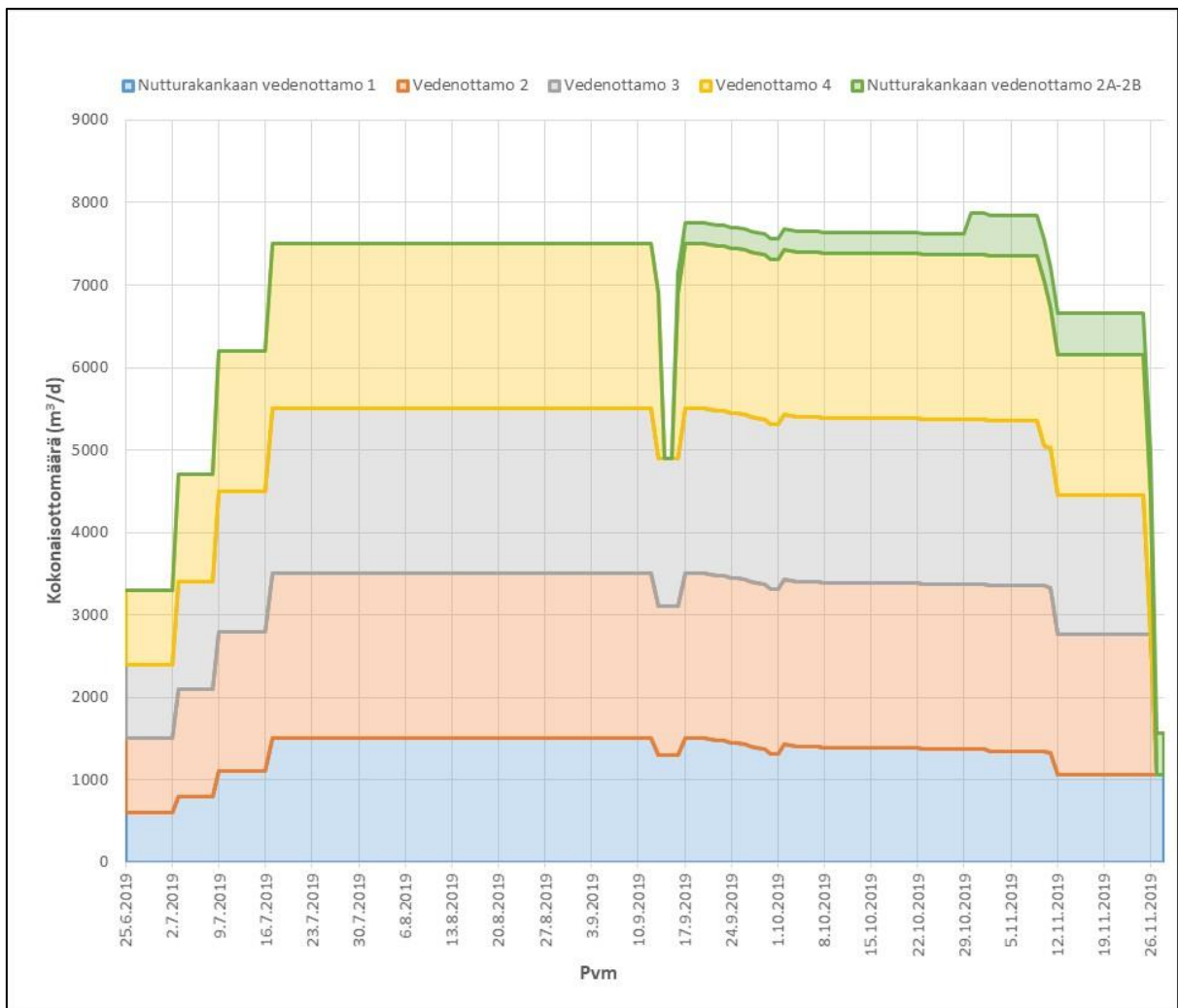


Kuva 4. Vedenottamoiden ottomäärät (m³/d) koepumppausjaksolla.

Taulukko 2. Vedenottamoiden ottomäärät (m³/d) koepumppausjaksolla.

Pvm. / viikko	Vedenottamo 2 (m ³ /d)	Vedenottamo 3 (m ³ /d)	Vedenottamo 4 (m ³ /d)	Nutturakan- kaan vedenot- tamo 1 (m ³ /d)	Nutturakan- kaan vedenot- tamo 2A-2B (m ³ /d)	Yhteensä (m ³ /d)
25.6-2.7 (vk 1)	900	900	900	600	-	3 300
3.7-8.7 (vk 2)	1 300	1 300	1 300	800	-	4 700
9.7-16.7 (vk 3)	1 700	1 700	1 700	1 100	-	6 200
17.7-12.9 (vk 4-12)	2 000	2 000	2 000	1 500	-	7 500
13.9-16.9 (vk 12)	1 800	1 800	2 000	1 300	-	6 900
17.9-29.10 (vk 13-19)	2 000	2 000	2 000	1 300-1 500	125 + 125	7 550-7 750
30.10-28.11 (vk 19-23)	1 700-2 000	1 700-2 000	1 700-2 000	1 060-1 370	240 + 259	1 559-7 869

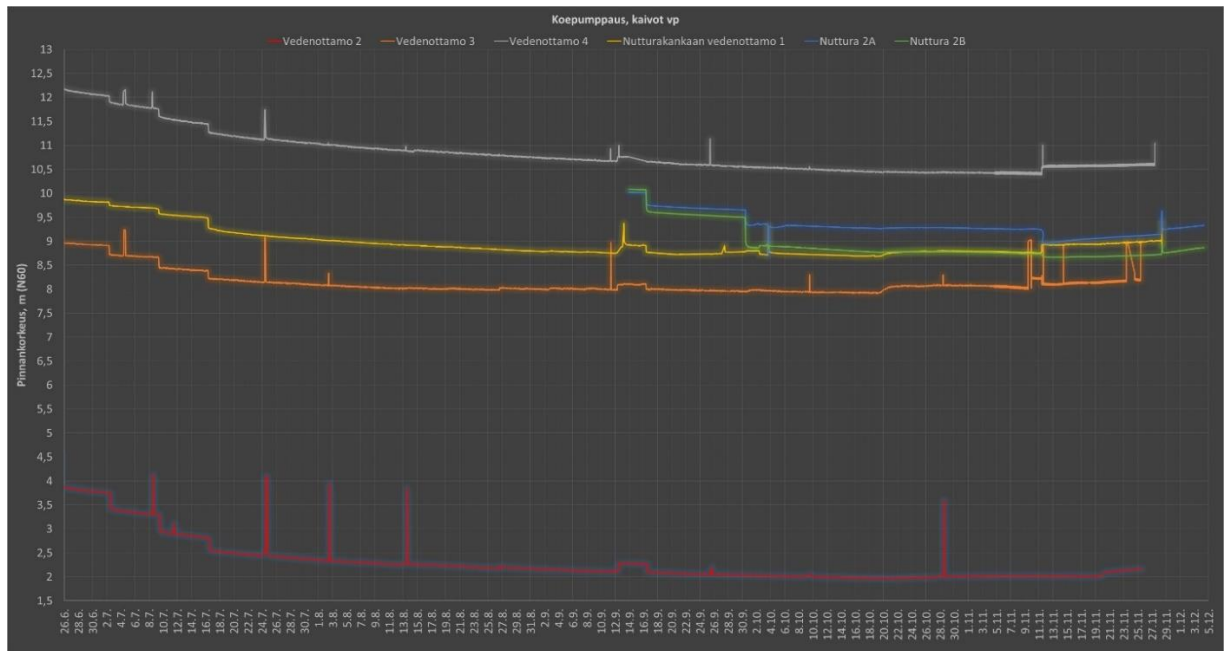
Yhtäaikainen vedenoton maksimäärä alueella oli noin 7 800 m³/d. Seuraavassa kuvassa (Kuva 5) on esitetty kuvaaja kokonaisottomäärästä koepumppausjaksolla.



Kuva 5. Kokonaisottomäärä (m³/d) koepumppausausten aikana vedenottamoilta.

4.3 VEDENOTTAMOIDEN POHJAVEDEN PINNANKORKEUS

Vedenottamoiden pohjaveden pinnankorkeutta tarkkailtiin koepumppausjakson aikana automaattisilla pinnankorkeuden mittareilla (ks. Kuva 6). Kuva on myös liitteessä 2.



Kuva 6. Vedenottamoiden pohjaveden pinnankorkeudet (m, N60) koepumppausjakson aikana. Vedenottamo 2 = punainen viiva, vedenottamo 3 = oranssi viiva, vedenottamo 4 = harmaa viiva, Nutturakankaan vedenottamo 1 = keltainen viiva, Nutturakankaan vedenottamo 2A = sininen viiva, Nutturakankaan vedenottamo 2B = vihreä viiva. Syynä vedenottamoiden pinnankorkeuspiikkeihin on ollut häiriöt pumppuissa.

Pohjaveden pinnat laskivat vedenottamoilla koepumppausten aikana enimmillään 1,04-1,88 metriä. Vedenottamoiden pohjavedenpinnan maksimialenemat olivat seuraavat:

- vedenottamo 2: 1,88 m
- vedenottamo 3: 1,04 m
- vedenottamo 4: 1,75 m
- Nutturakankaan vedenottamo 1: 1,17 m
- Nutturakankaan vedenottamo 2A: 1,05 m
- Nutturakankaan vedenottamo 2B: 1,41 m.

Vedenottamoiden pinnat laskivat merkittävimmin koepumppausten alkuvaiheessa, kun pumppaustehoja nostettiin, mutta tasaantuivat tämän jälkeen. Kuvassa näkyvät yksittäiset kohonneet piikit ovat pumppujen huoltokatkoja.

4.4 KOEPUMPATUN POHJAVEDEN LAATU

4.4.1 Näytteenotto

Koepumpatun pohjaveden laatua seurattiin vedenottamoittain ensimmäisen kuukauden ajan viikoittain ja sen jälkeen kahden viikon välein. Näytteenotosta vastasi Kokkolan Vesi ja näytteet analysoitiin KVVY Tutkimus Oy:n akkreditoidussa laboratoriossa.

Näytteistä määritettiin koepumppausten aikana viikoilla 2, 3, 4, 8, 10, 14 ja 18 suppea analyysivalikoima ja viikoilla 1, 6, 12, 16 ja 20 laaja analyysivalikoima. Ensimmäisellä ja viimeisellä näytteenottokerralla määritettiin lisäksi torjunta-aineet ja viimeisellä näytteenottokerralla myös lisänäytteet. Seuraavassa taulukossa (**Taulukko 3**) on esitetty näytteenottoajankohdat.

Taulukko 3. Näytteenottoajankohdat.

Analyysivalikoima	25.6	3.7	10.7	17.7	31.7	14.8	28.8	11.9	25.9	9.10	23.10	5.11
	vk 1	vk 2	vk 3	vk 4	vk 6	vk 8	vk 10	vk 12	vk 14	vk 16	vk 18	vk 20
Suppea		X	X	X		X	X		X		X	
Laaja	X + torjunta-aineet				X			X		X		X + torjunta-aineet + lisänäytteet

Analyysivalikoimat olivat seuraavat:

Suppea analyysivalikoima: haju, ulkonäkö, lämpötila, pH, O₂, E-coli, väriluku, sameus, sähköjohtavuus, alkaliniteetti, COD_{Mn}, metallit (Fe, Mn).

Laaja analyysivalikoima: haju, ulkonäkö, lämpötila, pH, O₂, E-coli, väriluku, sameus, sähköjohtavuus, alkaliniteetti, CO₂, COD_{Mn}, TOC, NH₄, NH₄-N, NO₂, NO₃-N, N_{Tot}, PO₄-P, P_{Tot}, Cl, F, metallit (Fe, Mn, Mg, Ca, Cr, Cu, As, Pb, Na).

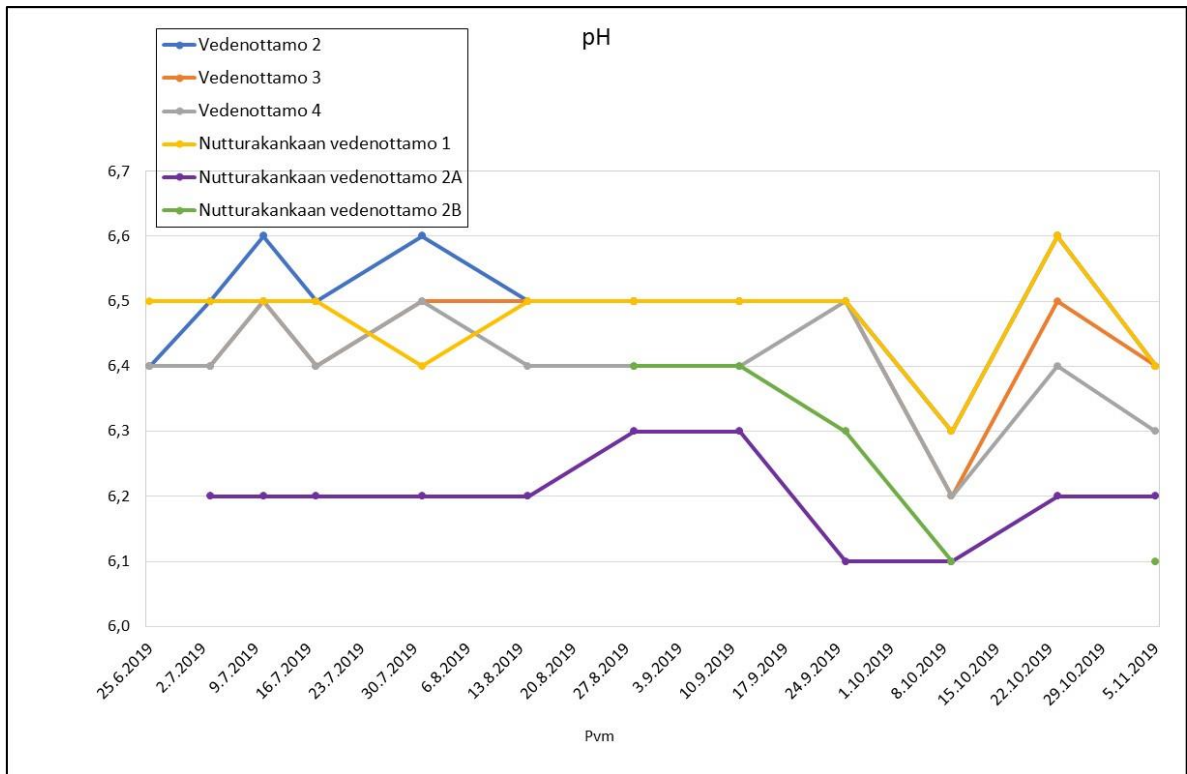
Ensimmäisellä ja viimeisellä näytteenotokerralla: torjunta-aineet.

Lisänäytteet: radon, uraani, viitteellinen annos.

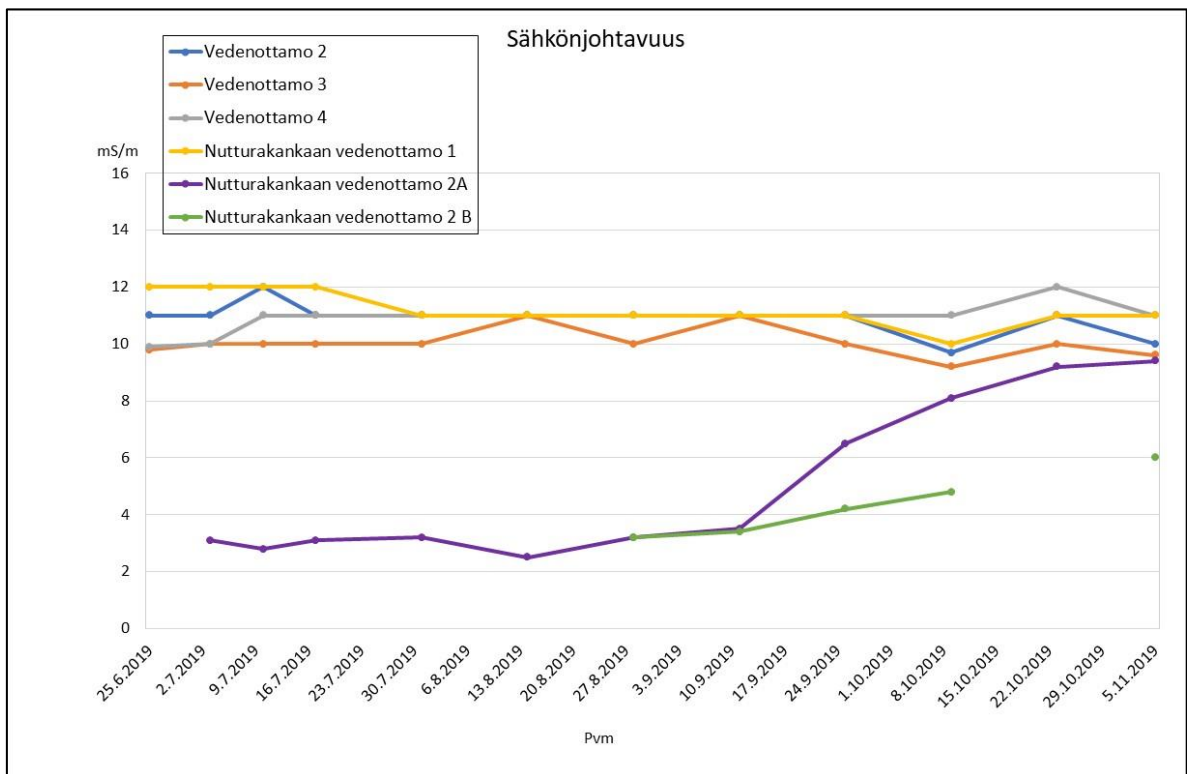
4.4.2 Tulokset

Seuraavissa kuvissa (**Kuva 7 - Kuva 13**) on esitetty suppean analyysivalikoiman saadut tulokset. Kaikki tulokset on taulukoitu liitteessä 3. Laboratorioanalyysien viralliset tutkimustodistukset ovat liitteessä 4.

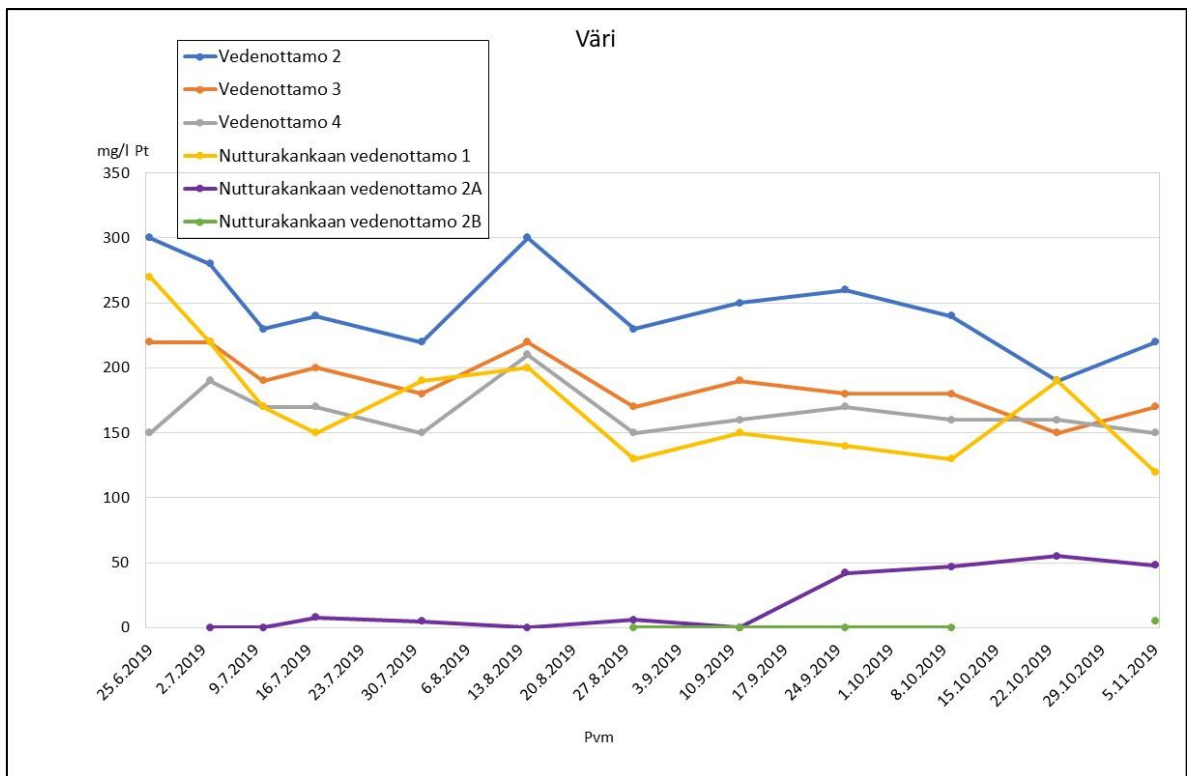
Pohjavesituloksia verrataan Sosiaali- ja terveysministeriön asetuksessa (1352/2015, asetuksen muutos 683/2017) annettuihin talousveden kemiallisiin laatuvaatimuksiin ja -tavoitteisiin (käytetään jatkossa lyhennettä STM). Analysoidut metallipitoisuudet ovat kokonaispitoisuuksia.



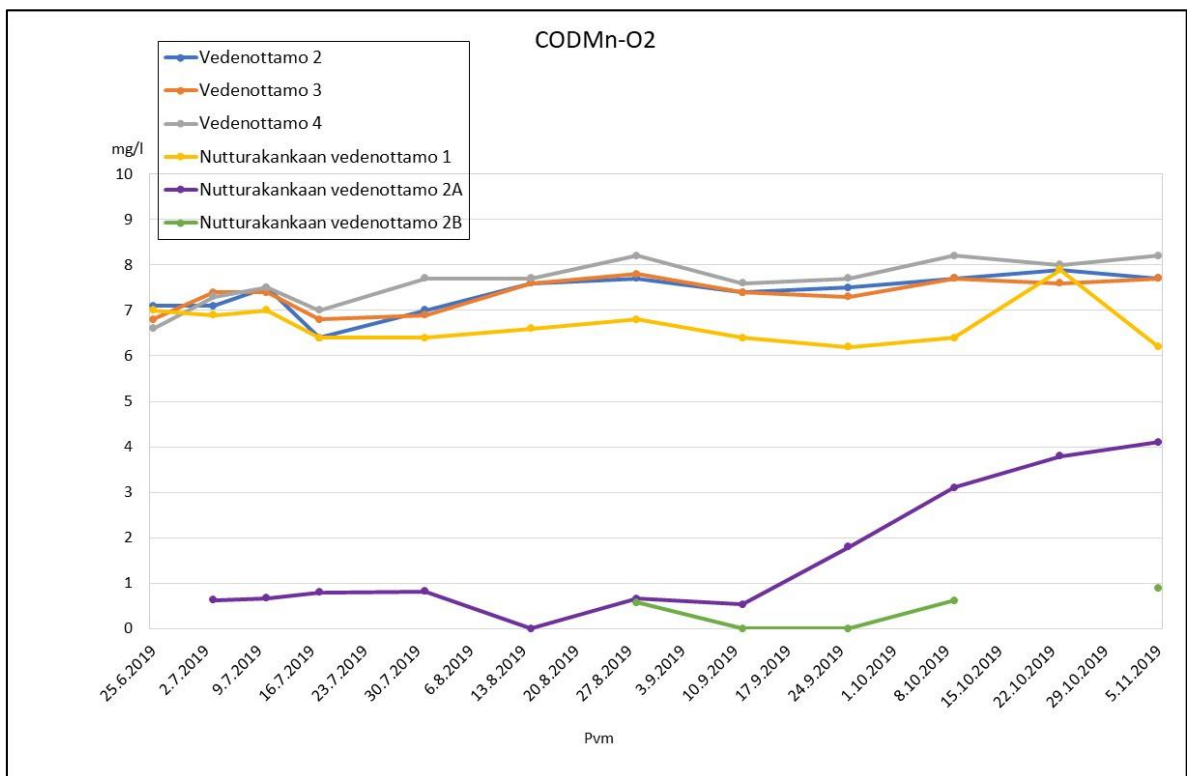
Kuva 7. Vedenottamoiden pH-arvo kesä-marraskuussa 2019.



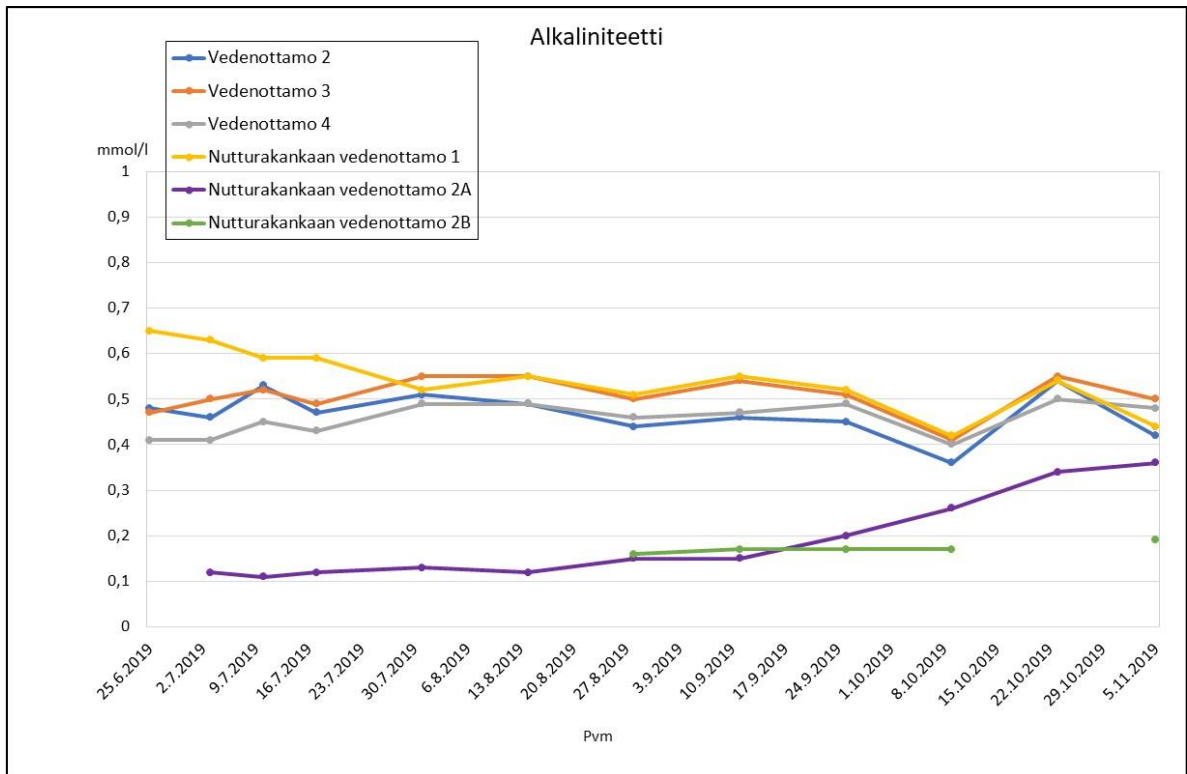
Kuva 8. Vedenottamoiden sähkönjohtavuus kesä-marraskuussa 2019.



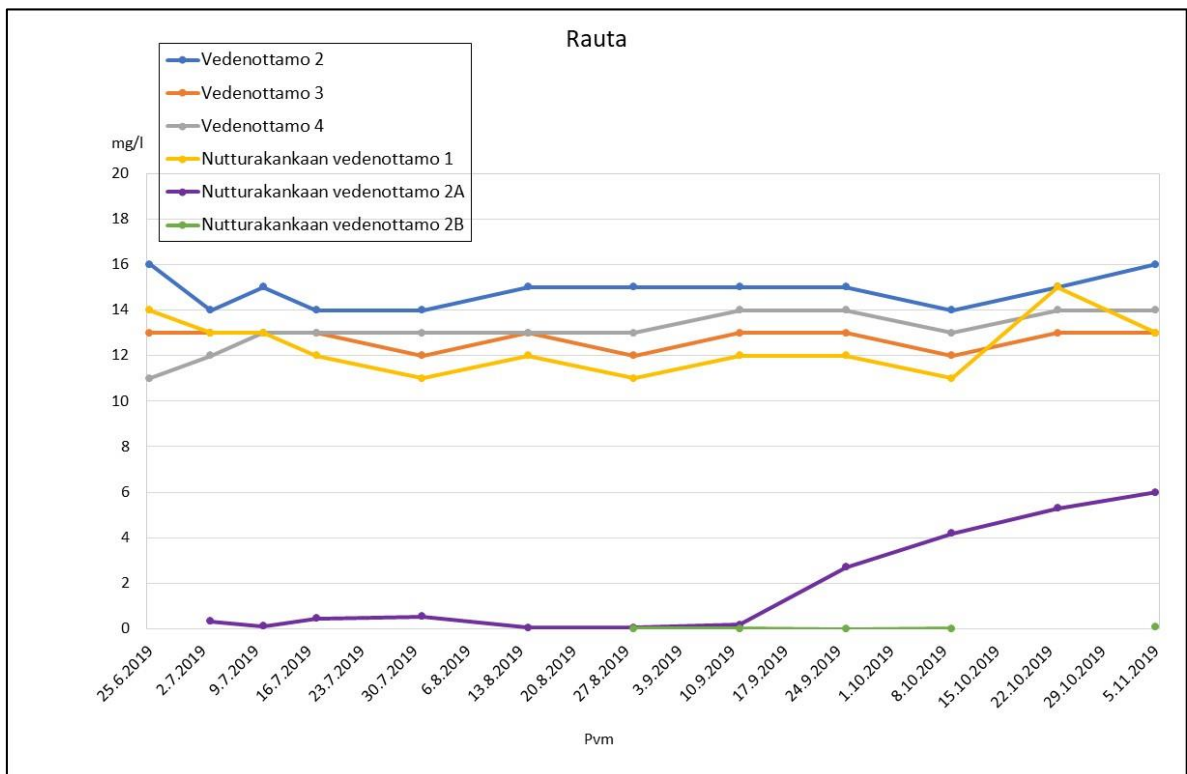
Kuva 9. Vedenottamoiden väriarvo kesä-marraskuussa 2019.



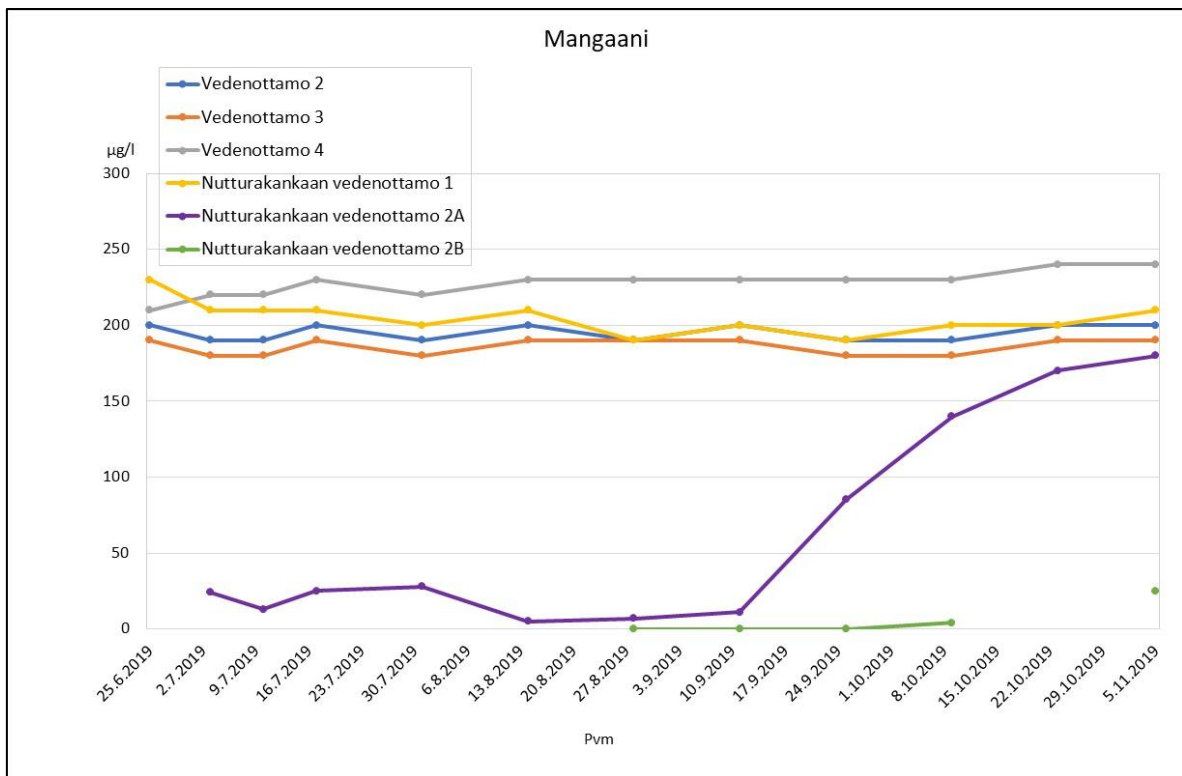
Kuva 10. Vedenottamoiden COD_{Mn-O2}-pitoisuus kesä-marraskuussa 2019.



Kuva 11. Vedenottamoiden alkaliniteetti kesä-marraskuussa 2019.



Kuva 12. Vedenottamoiden rautapitoisuus kesä-marraskuussa 2019.



Kuva 13. Vedenottamoiden mangaanipitoisuus kesä-marraskuussa 2019.

Vedenottamoiden 2, 3, 4 ja Nutturakankaan vedenottamon 1 pohjaveden laatu pysyi tasaisena koko koepumppausjakson ajan. Kyseisten vedenottamoiden pH-arvot vaihtelivat välillä 6,2-6,6 ja sähkönjohtavuus välillä 9,2-12,0 mS/m. Liennut happipitoisuus oli näissä vedenottamoissa kaikilla näytteenottokerroilla alle määrittysrajan (<0,3 mg/l). Veden puskurikykyä kuvaava alkaliniteetti vaihteli pH-arvon mukaan välillä 0,36-0,65 mmol/l. pH-arvon noustua myös puskurikyky parani ja alkaliniteetti nousi. TOC-pitoisuus vaihteli välillä 6,3-8,9 mg/l. TOC:n taustapitoisuus kaikista Suomen pohjavesiasemista tehdyistä analyyseistä vuosina 1975-1997 oli 2,21 mg/l (n=4162) (Soveri ym, 2001) ja näin ollen saadut tulokset olivat korkeampia kuin yleinen taustapitoisuus. E-coli oli kaikilla määrittyskerroilla 0 mpn/100 ml. Vedenottamoiden humuspitoisuutta kuvaava COD_{Mn-O2}-pitoisuus vaihteli välillä 6,2-8,2 mg/l ylittäen STM:n talousveden laatutavoitteen (5 mg/l) kaikilla näytteenottokerroilla. Rautapitoisuudet olivat tasaisen korkeita välillä 11-16 mg/l ylittäen STM:n laatutavoitteen (0,2 mg/l). Myös mangaanipitoisuudet olivat korkeita vaihdellen välillä 180-240 µg/l ja ylittäen STM:n laatutavoitteen (50 µg/l). Kohonneet raudan ja mangaanin pitoisuudet heijastuvat myös kohonneina väriluvun arvoina. Alueen korkeat rauta- ja mangaanipitoisuudet johtunevat pohjaveden huonosta happitilanteesta, mikä on tyypillistä Pohjanmaan alueella. Kloridi-, sulfaatti-, arseeni-, kromi-, kupari-, lyijy-, fluoridi-, ammonium-, nitraatti-, natrium-, uraani- ja radonpitoisuudet alittivat talousvedelle asetetut laatuvaatimukset ja -tavoitteet kaikilla näytteenottokerroilla. Analyyseissä ei torjunta-aineita todettu. Yleisesti pohjavesi vedenottamoilla 2, 3, 4 ja Nutturakankaan vedenottamolla 1 oli laadultaan hyvin samankaltaista.

Nutturakankaan vedenottamon 2A rautapitoisuudet vaihtelivat välillä 0,053-6,0 mg/l, keskiarvo oli 1,8 mg/l, ylittäen STM:n talousveden laatutavoitteen syys-, loka- ja marraskuussa. Vedenottamon mangaanipitoisuudet vaihtelivat välillä 5,0-180 µg/l, keskiarvo oli 63 µg/l,

ylittäen STM:n laatutavoitteen syys-, loka- ja marraskuussa. Muiden parametrien osalta asetetut STM-arvot eivät ylittyneet. Pitoisuudet nousivat vedenottamalla koepumppauksen aikana.

Nutturakankaan vedenottamon 2B rautapitoisuus oli hyvin pieni vaihdellen välillä <0,01-0,085 mg/l. Mangaanipitoisuus vaihteli välillä <1-25 µg/l. Asetetut STM-arvot eivät ylittyneet minikään parametrin suhteen. Yleisesti Nutturakankaan vedenottamoiden 2A-2B pitoisuudet olivat pieniä usean muuttajan suhteen muihin vedenottamoihin verrattuna. Nutturakankaan vedenottamoita 2A ja 2B ei ole tarkoitus hyödyntää jatkossa, koska kaivojen vesi on hapellista.

Asetetut STM-arvot koskevat talousvettä. Vedenkäsittelyn pilot-kokeiden tulosten perusteella vedenottamoiden käsittely pohjavesi tulee täyttämään asetetut raja-arvot. Vuoden 2019 koepumppauksen analyysitulokset vastaavat hyvin vuosien 2011-2012 koepumppaustuloksia.

4.5 SADEHAVAINNOT

Nutturakankaan vedenottamon piha-alueelle perustettiin väliaikainen sääasema tarkempien sääparametrien (sade, lämpötila) mittaamiseen. Lisäksi kolmessa koepumppauspisteessä (vedenottamo 2, vedenottamo 3 ja Nutturakangas) tehtiin havaintoja sademittarilla. Seuraavassa kuvassa (**Kuva 14**) on esitetty Nutturakankaalla sijaitsevat sääasema ja sademittari. Kuvassa (**Kuva 37**) on esitetty sademittareiden sijainnit kartalla ja taulukossa (**Taulukko 4**) mittareiden koordinaatit.

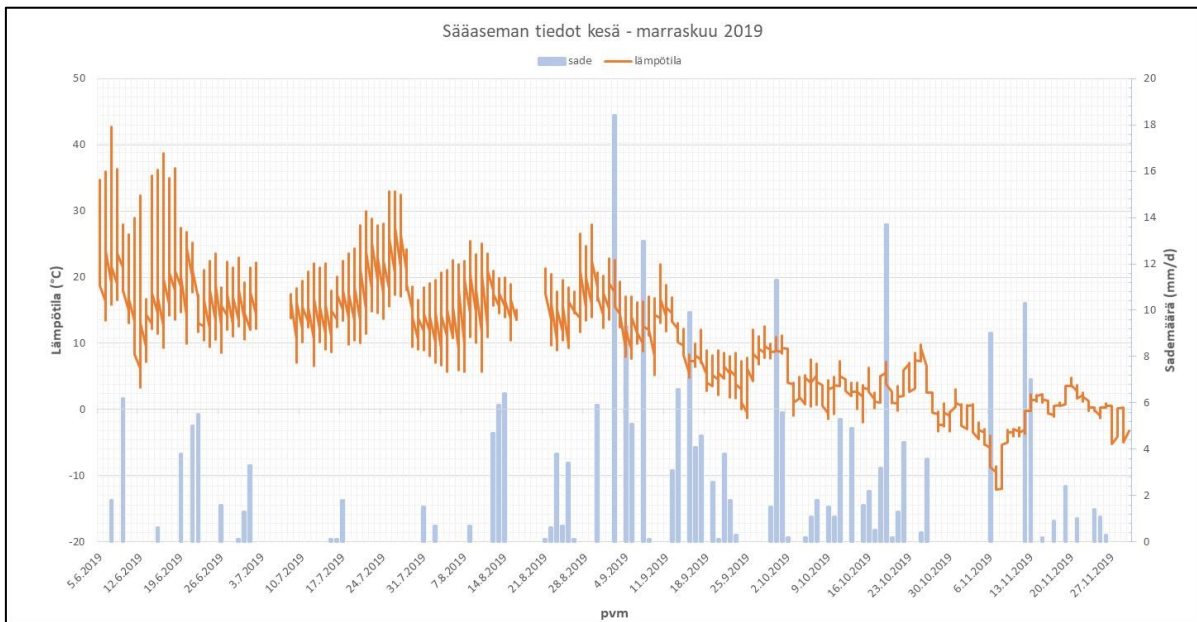


Kuva 14. Sademittari ja sääasema.

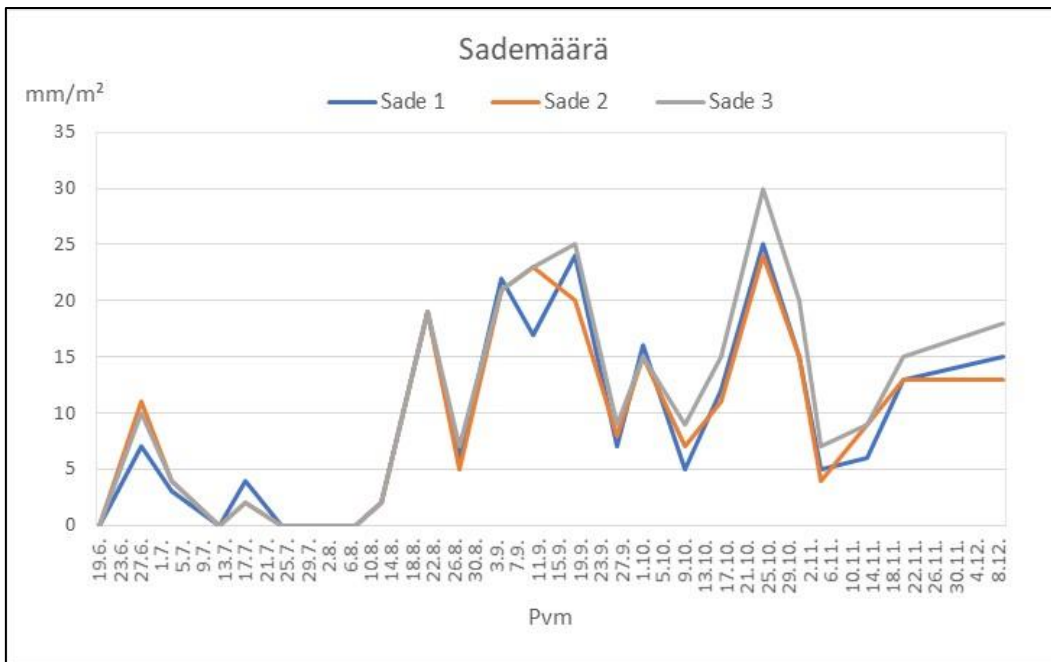
Taulukko 4. Sademittareiden ja sääaseman koordinaatit.

Sademittari	Sijainti	Koordinaatti (ETRS-TM35FIN)
Sade 1	Vedenottamo 2	7106487-325900
Sade 2	Vedenottamo 3	7103194-327123
Sade 3 + sääasema	Nutturakankaan vedenottamo	7102053-327333

Seuraavassa kuvassa (**Kuva 15**) on esitetty sääaseman lämpötila ja sademäärät kesä-marras-kuussa 2019. Kuvaa on myös liitteessä 5. Kuvassa (**Kuva 16**) on esitetty sademittareiden sademäärät koepumppausjaksolla.



Kuva 15. Nutturakankaalla sijainneen sääaseman sade- ja lämpötilahavainnot kesä-marraskuussa 2019.



Kuva 16. Sademittareiden 1-3 sademäärät (mm/m²) 19.6-9.12.2019 välisenä aikana.

Kesä 2019 oli kuiva ja vähäsateinen. Sääaseman havaintojen mukaan vettä satoi yhteensä:

- heinäkuussa 6,8 mm
- elokuussa 33,0 mm
- syyskuussa 95,6 mm
- lokakuussa 52,7 mm
- marraskuussa 33,6 mm.

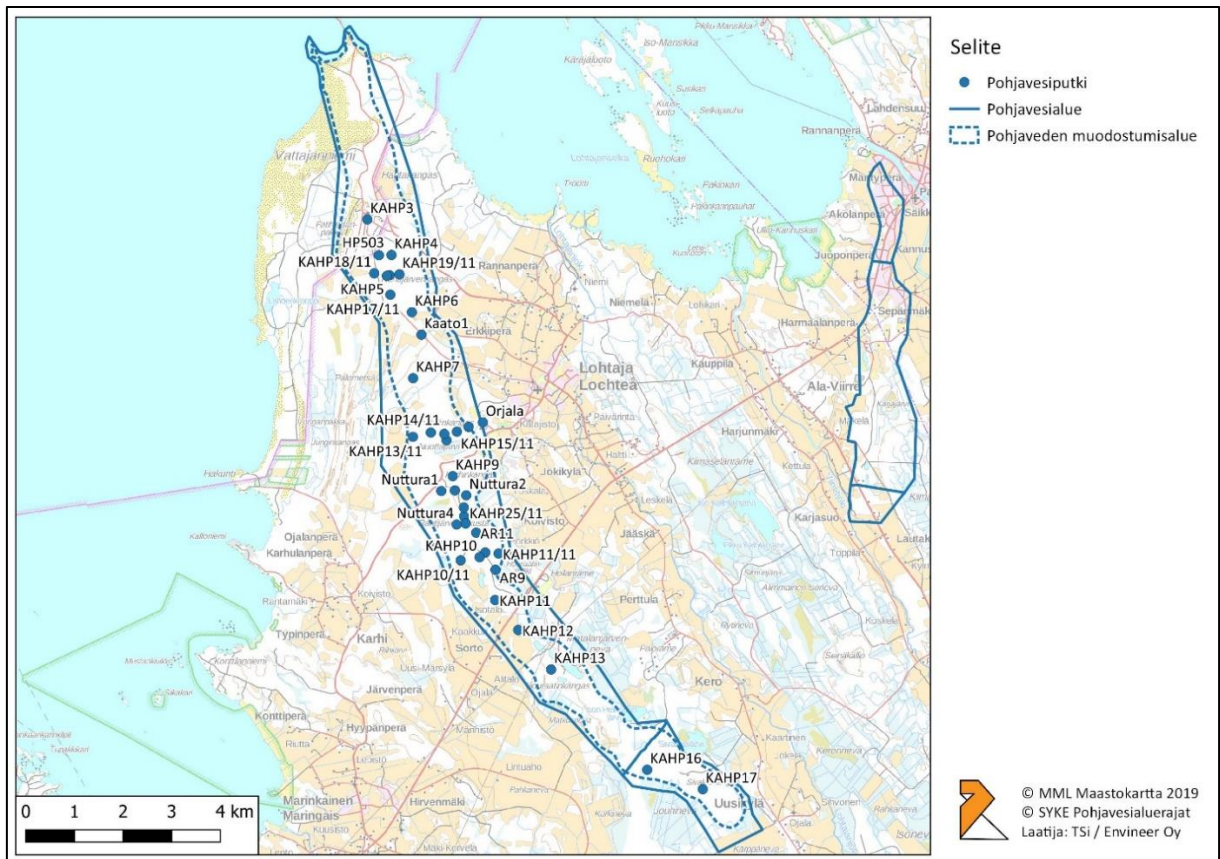
Sääaseman ja sademittareiden havainnot vastaavat toisiaan. Kesäkuun korkeisiin lämpötilarvoihin vaikutti todennäköisesti lämpötila-anturin sijainti. Anturi sijaitsi Nutturakankaan vedentottamorakennuksen edustalla ja varjossa auringon paisteelta.

5 KOEPUMPPAUSTEN VAIKUTUSTARKKAILU

5.1 POHJAVEDET

5.1.1 Havaintopaikat

Karhinkankaan koepumppausten aikaisia vaikutuksia lähialueen pohjaveden pinnankorkeuksiin tarkkailtiin yhteensä 37 pohjavesiputkesta. Tarkkailtavien pohjavesiputkien sijainnit on esitetty seuraavassa kuvassa (**Kuva 17**) ja liitteessä 6. Pohjavesiputket sijaitsivat kunkin vedentottamon ympärillä eri ilmansuunnissa. Pohjavesiputkien koordinaatit ja pohjaveden pinnankorkeuden mittaustapa on esitetty liitteessä 7. Putket KAHP12, KAHP13, KAHP16 ja KAHP17 sijaitsivat valtatie 8 eteläpuolella ja toimivat ns. taustaputkina. Putkien pinnankorkeuksia seurattiin automaattisilla pinnankorkeusantureilla (loggereilla) tai manuaalisesti. Mittauksista vastasi Kokkolan Vesi. Pohjavesiputkien pinnankorkeuksia mitattiin ennen koepumppausten käynnistämistä, 1 krt/viikko koepumppausten aikana sekä koepumppausten jälkeen.

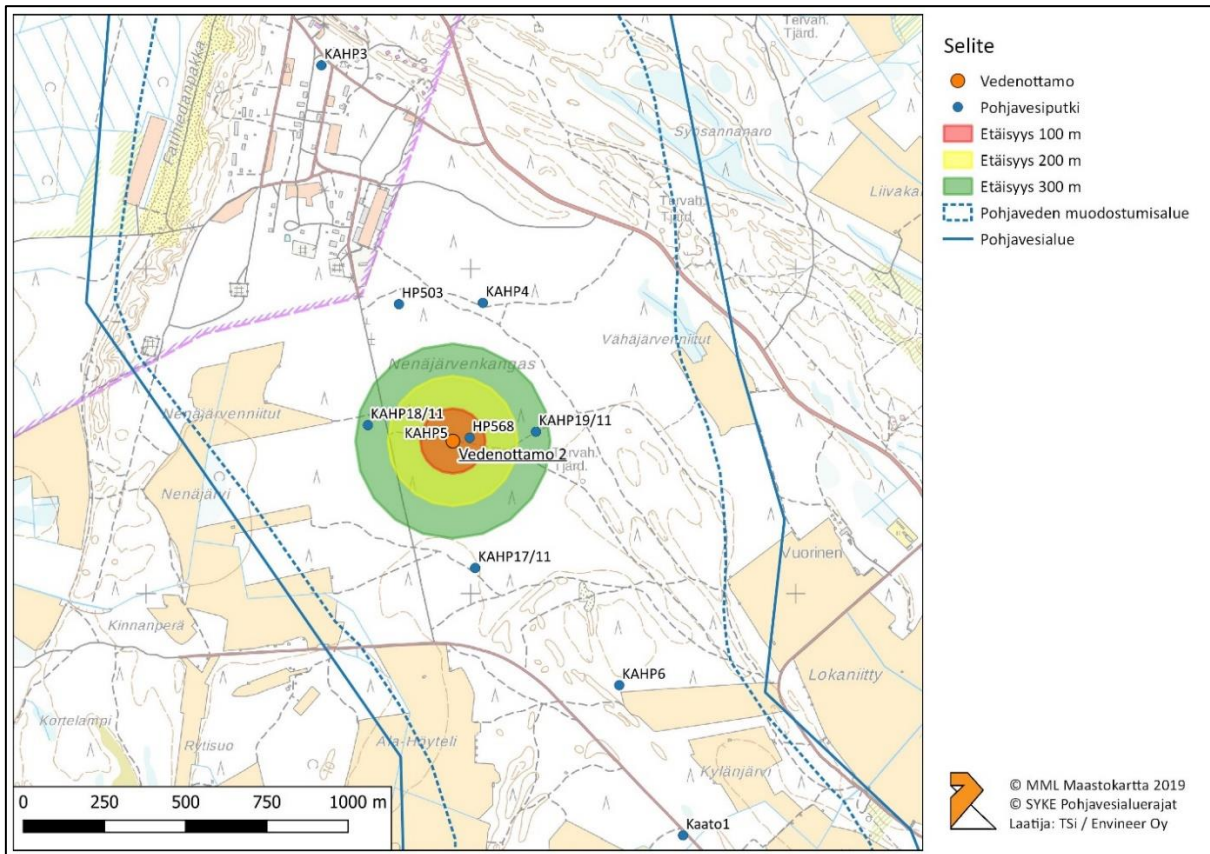


Kuva 17. Tarkkailtavat pohjavesiputket.

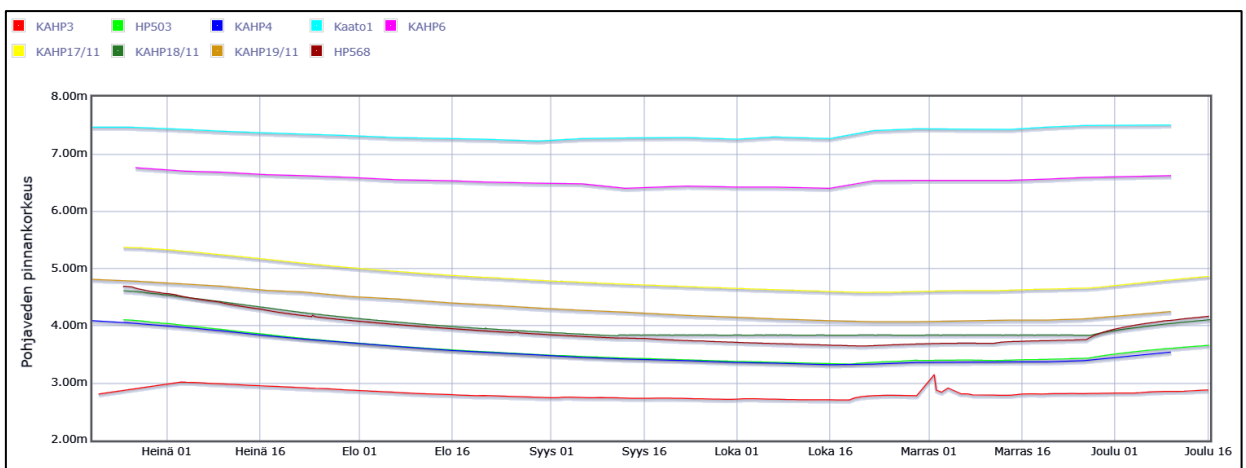
5.1.2 Pinnankorkeuden muutokset tarkkailun aikana

Seuraavissa kuvissa (**Kuva 18 - Kuva 27**) on esitetty kunkin vedenottamon läheisyydessä sijaitsevat pohjavesiputket, etäisyysvyöhykkeet (100 m, 200 m, 300 m) vedenottamoista sekä putkien pinnankorkeuskuvaajat tarkastelujaksolla. Taulukoissa (**Taulukko 5 - Taulukko 9**) on esitetty putkien pohjavedenpinnan alenemat ja etäisyydet vedenottamoista. Taustaputkien tulokset on esitetty seuraavissa (**Kuva 28 - Kuva 30, Taulukko 10**). Pohjavesiputkien KAHP5, KAHP10 ja KAHP16 pohjavedenpinnan korkeudet vuosina 2016-2019 on esitetty kuvissa (**Kuva 31 - Kuva 36**).

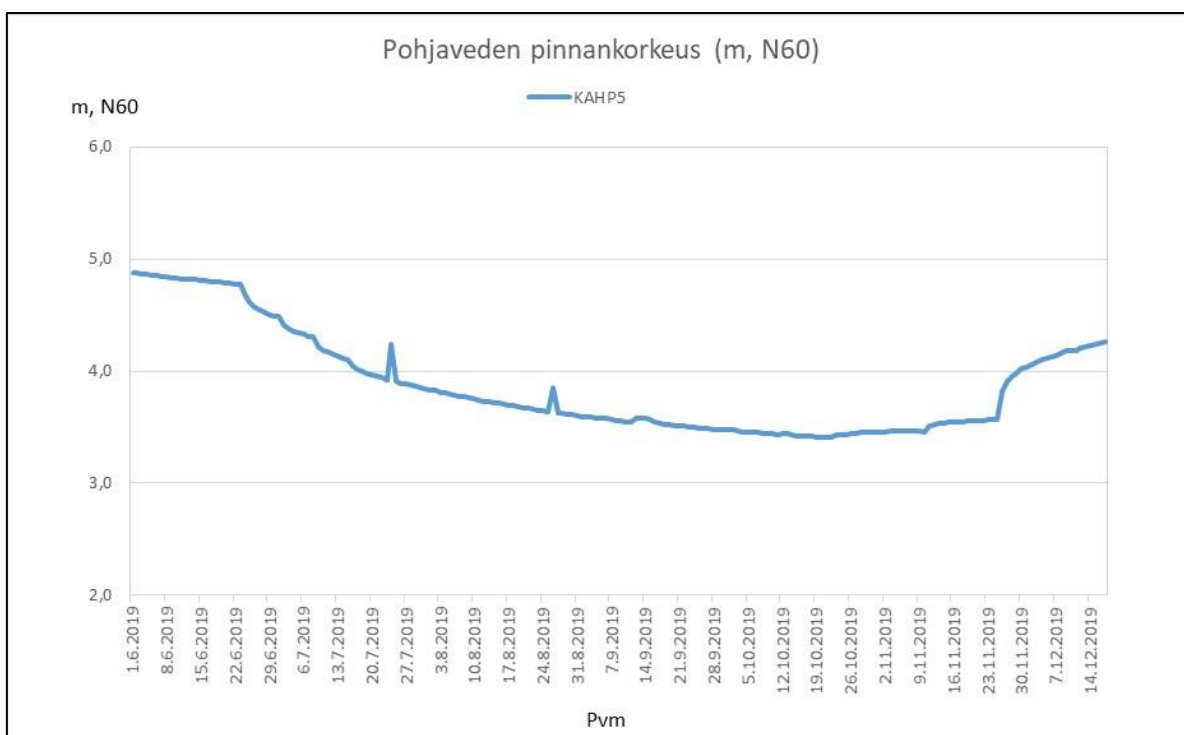
Vedenottamo 2



Kuva 18. Vedenottamo 2 ja ympärillä sijaitsevat pohjavesiputket.



Kuva 19. Vedenottamon 2 ympärillä sijaitsevien pohjavesiputkien KAHP3, HP503, KAHP4, Kaato1, KAHP6, KAHP17/11, KAHP19/11, KAHP18/11 ja HP568 pohjaveden pinnankorkeus (m, N60) 19.6-16.12.2019 välisenä aikana (Lähde: WRM Systems Oy, 2019).



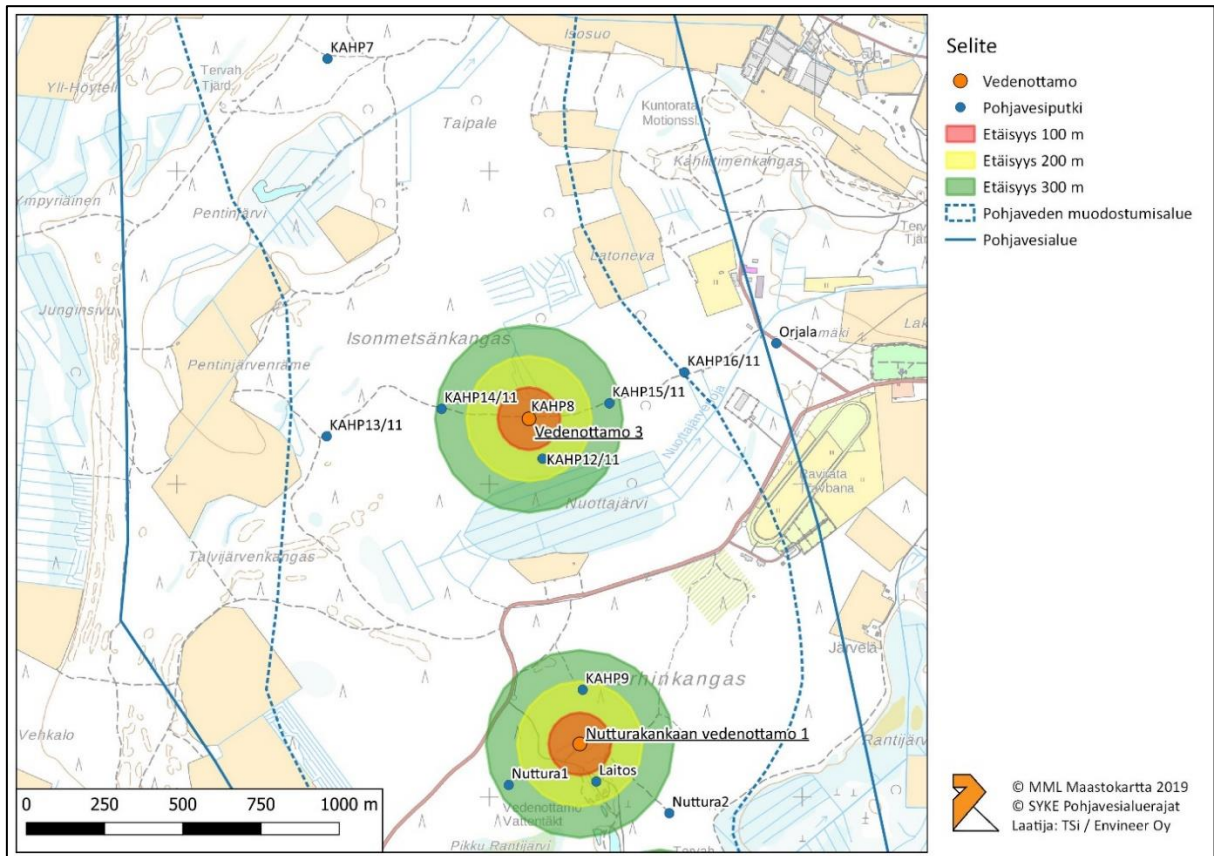
Kuva 20. Vedenottamon 2 läheisyydessä sijaitsevan pohjavesiputken KAHP5 pohjaveden pinnankorkeus (m, N60) 1.6-17.12.2019 välisenä aikana.

Taulukko 5. Vedenottamon 2 ympärillä sijaitsevien pohjavesiputkien pohjavedenpinnan alenemat (m) tarkastelujaksolla ja etäisyydet (m) vedenottamosta.

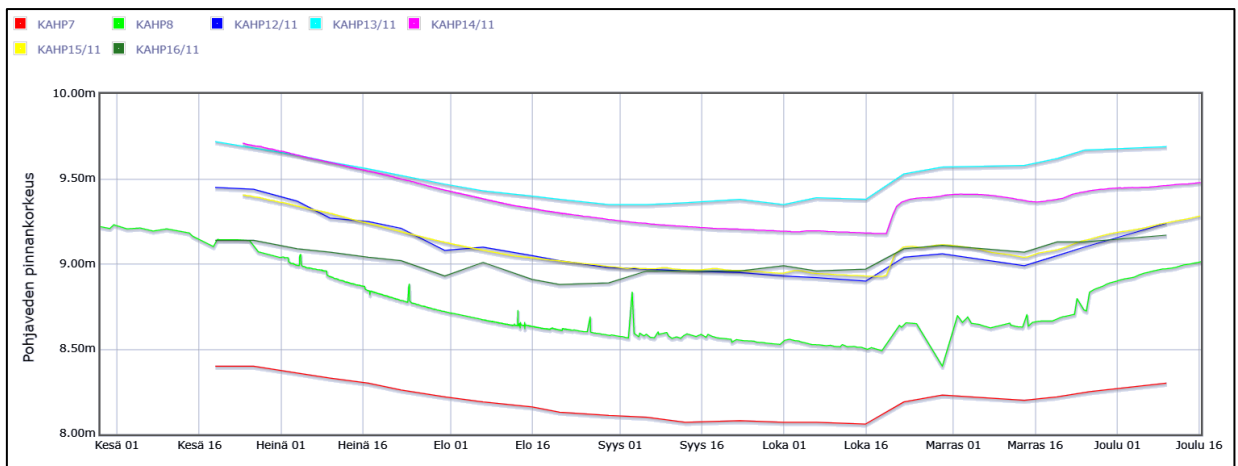
Pohjavesiputki	Pohjavesipinta alussa (m)	Pohjavesipinta alimmillaan (m)	Pohjavedenpinnan alenema (m)	Etäisyys vedenottamosta (m)
KAHP5	4,67	3,41	1,26	7
HP568	4,69	3,65	1,04	52
KAHP19/11	4,81	4,07	0,74	258
KAHP18/11	4,61	3,83	0,78	266
KAHP17/11	5,37	4,58	0,79	397
KAHP4	4,09	3,32	0,77	438
HP503	4,11	3,33	0,78	452
KAHP6	6,76	6,40	0,36	906
KAHP3	3,02	2,71	0,31	1230
Kaato1	7,47	7,23	0,24	1400

Pohjaveden pinta laski enimmillään vedenottamo 2 lähimmissä putkissa KAHP5 (1,26 m) ja HP568 (1,04 m). Vedenotolla ei ollut vaikutusta kauempana sijaitseviin putkiin KAHP6, KAHP3 ja Kaato1. Lokakuussa putkien pohjavesipinnat lähtivät nousuun.

Vedenottamo 3 ja Nutturakankaan vedenottamo 1



Kuva 21. Vedenottamo 3 ja Nutturakankaan vedenottamo 1 ja niiden ympärillä sijaitsevat pohjavesiputket.

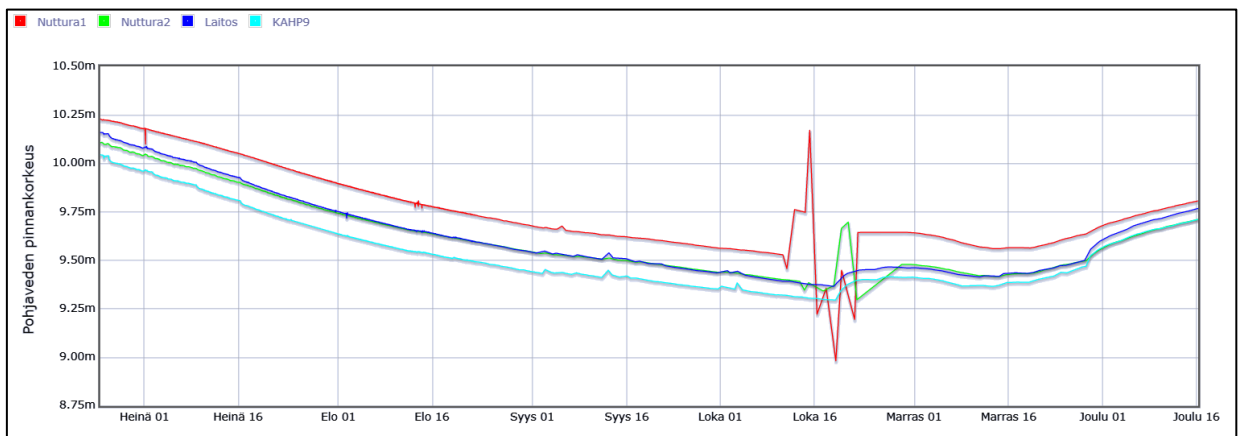


Kuva 22. Vedenottamon 3 ympärillä sijaitsevien pohjavesiputkien KAHP7, KAHP8, KAHP12/11, KAHP13/11, KAHP14/11, KAHP15/11, KAHP16/11 ja Orjala pohjaveden pinnankorkeus (m, N60) 1.6-16.12.2019 välisenä aikana (Lähde: WRM Systems Oy, 2019).

Taulukko 6. Vedenottamon 3 ympärillä sijaitsevien pohjavesiputkien pohjavedenpinnan alenemat (m) tarkastelujaksolla ja etäisyydet (m) vedenottamosta.

Pohjavesiputki	Pohjavesipinta alussa (m)	Pohjavesipinta alimmillaan (m)	Pohjavedenpinnan alenema (m)	Etäisyys vedenottamosta (m)
KAHP8	9,22	8,40	0,82	4
KAHP12/11	9,45	8,90	0,55	135
KAHP15/11	9,40	8,93	1,10	264
KAHP14/11	9,71	9,18	0,53	279
KAHP16/11	9,14	8,88	0,26	520
KAHP13/11	9,72	9,35	0,37	644
Orjala	9,13	8,92	0,93	828
KAHP7	8,40	8,06	0,34	1318

Pohjaveden pinta laski eniten vedenottamon 3 itäpuolella sijaitsevassa putkessa KAHP15/11 (1,1 m). Vedenotolla ei ollut vaikutusta kauempana sijaitseviin putkiin KAHP7, KAHP13/11, KAHP16/11. Lokakuussa putkien pohjavesipinnat lähtivät nousuun.



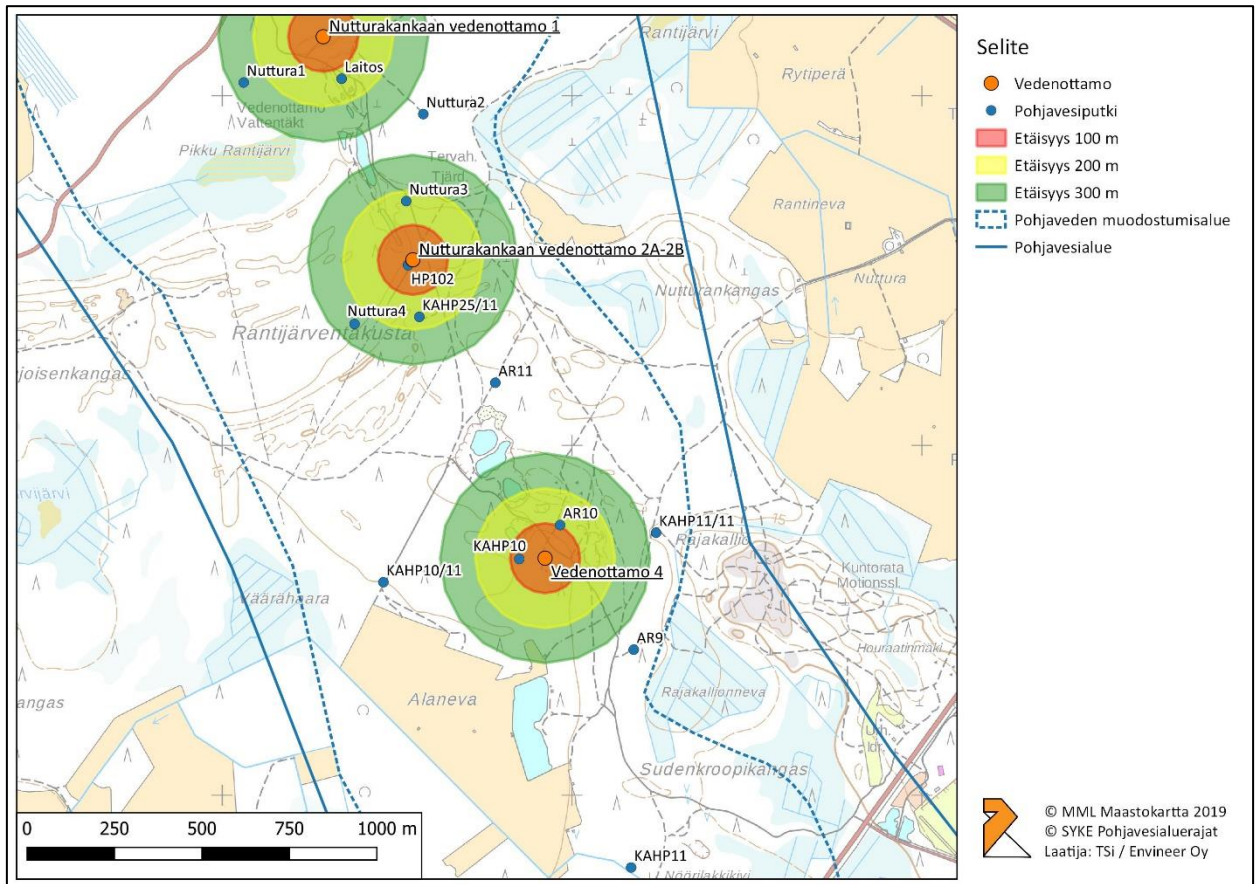
Kuva 23. Nutturakankaan vedenottamon 1 ympärillä sijaitsevien pohjavesiputkien Nuttura1, Nuttura2, Laitos ja KAHP9 pohjaveden pinnankorkeus (m, N60) 24.6-16.12.2019 välisenä aikana (Lähde: WRM Systems Oy, 2019).

Taulukko 7. Nutturakankaan vedenottamon 1 ympärillä sijaitsevien pohjavesiputkien pohjavedenpinnan alenemat (m) tarkastelujaksolla.

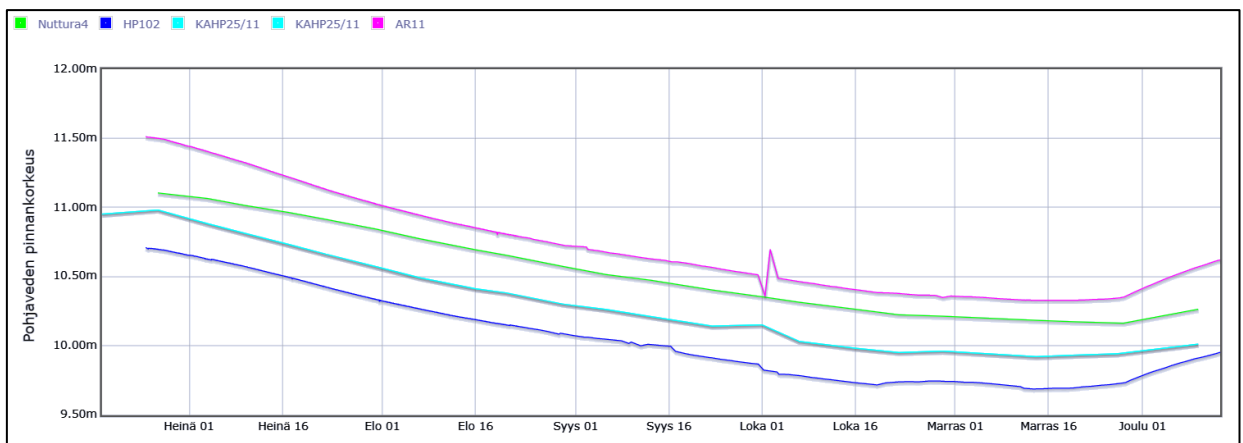
Pohjavesiputki	Pohjavesipinta alussa (m)	Pohjavesipinta alimmillaan (m)	Pohjavedenpinnan alenema (m)	Etäisyys vedenottamosta (m)
Laitos	10,16	9,37	0,79	129
KAHP9	10,04	9,29	1,11	176
Nuttura1	10,23	8,98	1,25	265
Nuttura2	10,11	9,30	0,81	360

Pohjaveden pinta laski eniten Nutturakankaan vedenottamon 1 lounaispuolella sijaitsevassa putkessa Nuttura1 (1,25 m). Vedenoton vaikutukset näkyivät kaikissa putkissa. Lokakuussa putkien pohjavesipinnat lähtivät nousuun. Syynä pohjavesiputken Nuttura1 lokakuun pinnan korkeuspiikkeihin on ollut häiriö automaattiloggerissa.

Nutturakankaan vedenottamo 2A-2B ja vedenottamo 4



Kuva 24. Nutturakankaan vedenottamo 2A-2B ja vedenottamo 4 ja niiden ympärillä sijaitsevat pohjavesiputket.

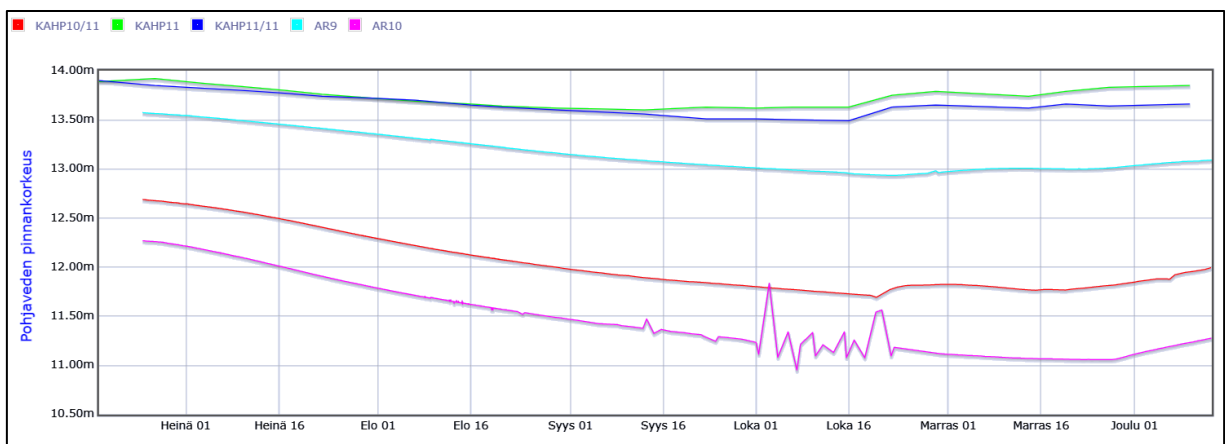


Kuva 25. Nutturakankaan vedenottamon 2A-2B ympärillä sijaitsevien pohjavesiputkien Nuttura3, Nuttura4, HP102, KAHP25/11 ja AR11 pohjaveden pinnankorkeus (m, N60) 17.6-13.12.2019 välisenä aikana (Lähde: WRM Systems Oy, 2019).

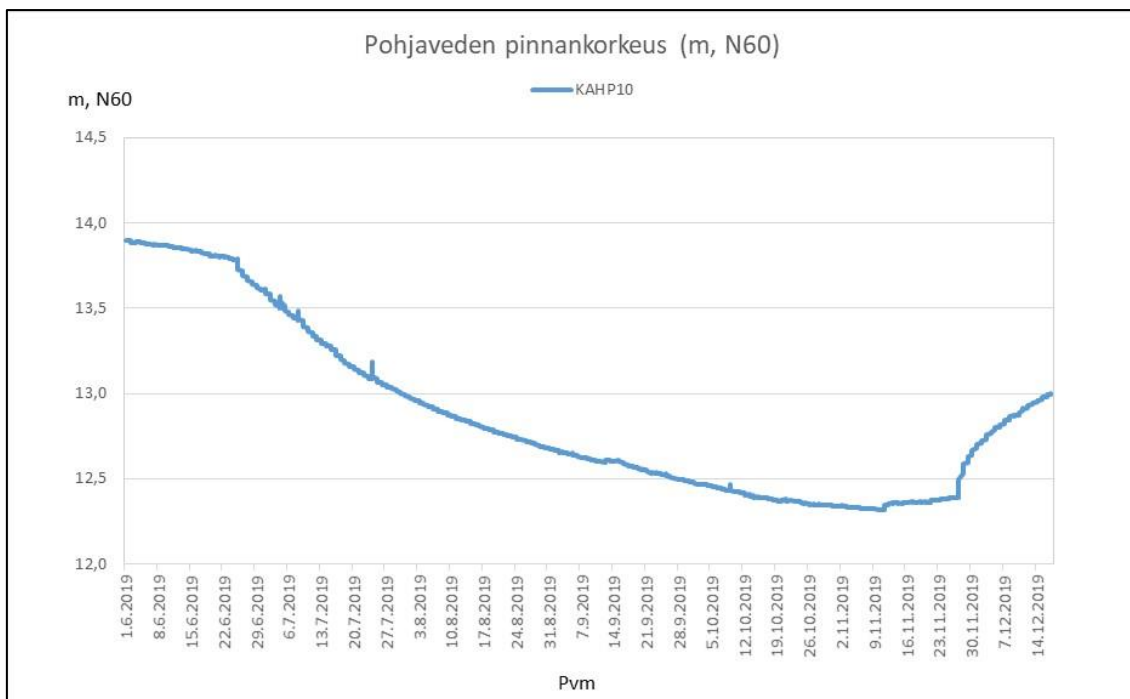
Taulukko 8. Nutturakankaan vedenottamon 2A-2B ympärillä sijaitsevien pohjavesiputkien pohjavedenpinnan alenemat (m) tarkastelujaksolla.

Pohjavesiputki	Pohjavesipinta alussa (m)	Pohjavesipinta alimmillaan (m)	Pohjavedenpinnan alenema (m)	Etäisyys vedenottamosta (m)
HP102	10,71	9,69	1,02	20
KAHP25/11	10,95	9,92	1,03	160
Nuttura3	10,29	9,52	1,09	166
Nuttura4	11,11	10,16	0,95	245
AR11	11,51	10,33	1,18	422

Pohjavedenpinta laski Nutturakankaan vedenottamon 1 ympärillä sijaitsevilla putkilla melko tasaisesti koepumppauksen aikana. Pumppausta on jatkettu Nutturakankaan vedenottamoilla 2A-2B Kannuksen vesiosuuskunnan pyynnöstä. Kuvasta (Kuva 25) todetaan, että pohjavesipinnat putkissa nousivat joulukuussa.



Kuva 26. Vedenottamon 4 ympärillä sijaitsevien pohjavesiputkien KAHP10/11, KAHP11, KAHP11/11, AR9 ja AR10 pohjaveden pinnankorkeus (m, N60) 17.6-13.12.2019 välisenä aikana (Lähde: WRM Systems Oy, 2019).



Kuva 27. Vedenottamon 4 läheisyydessä sijaitsevan pohjavesiputken KAHP10 pohjaveden pinnankorkeus (m, N60) 1.6-17.12.2019 välisenä aikana.

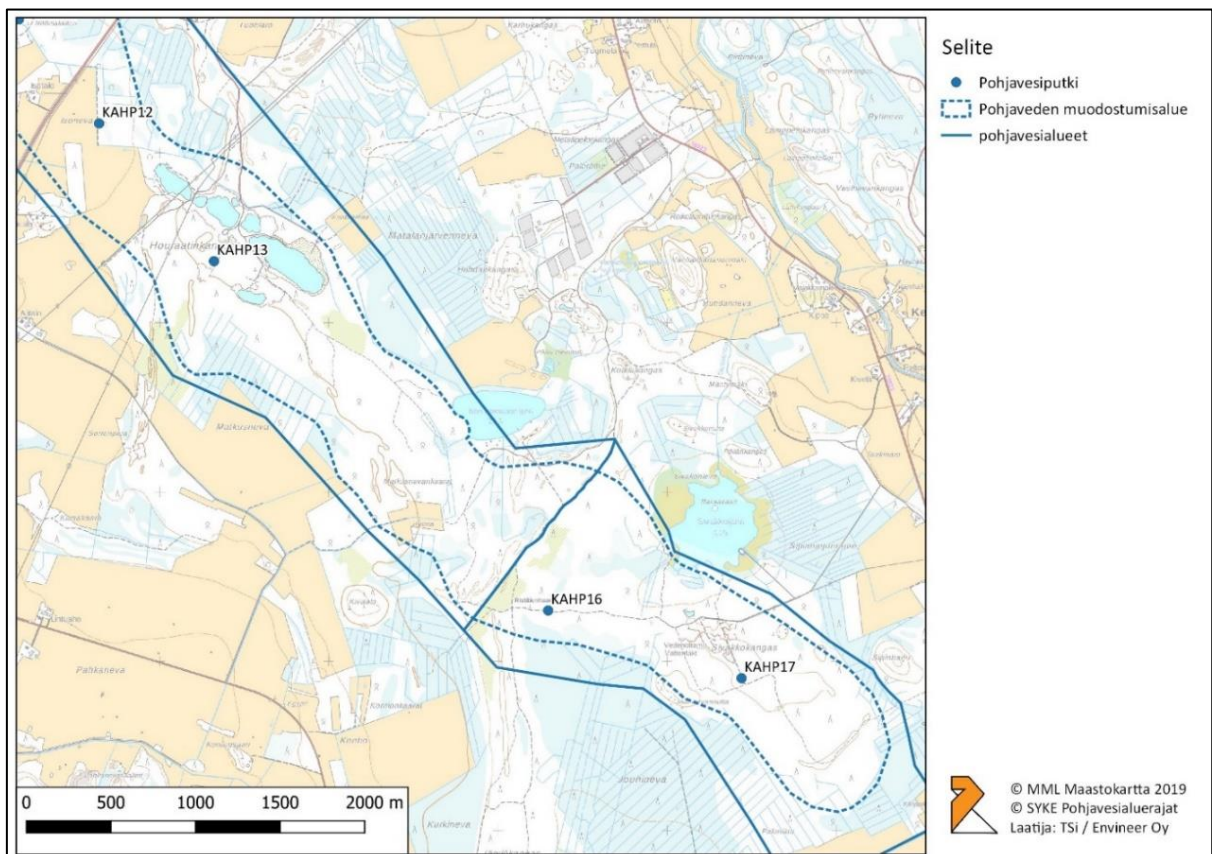
Taulukko 9. Vedenottamon 4 ympärillä sijaitsevien pohjavesiputkien pohjavedenpinnan alenemat (m) tarkastelujaksolla.

Pohjavesiputki	Pohjavesipinta alussa (m)	Pohjavesipinta alimmillaan (m)	Pohjavedenpinnan alenema (m)	Etäisyys vedenottamosta (m)
KAHP10	13,79	12,32	1,47	72
AR10	12,27	11,00	1,27	104
KAHP11/11	13,90	13,49	0,41	327
AR9	13,57	12,93	0,64	360
KAHP10/11	12,69	11,69	1,00	463
KAHP11	13,89	13,60	0,29	910

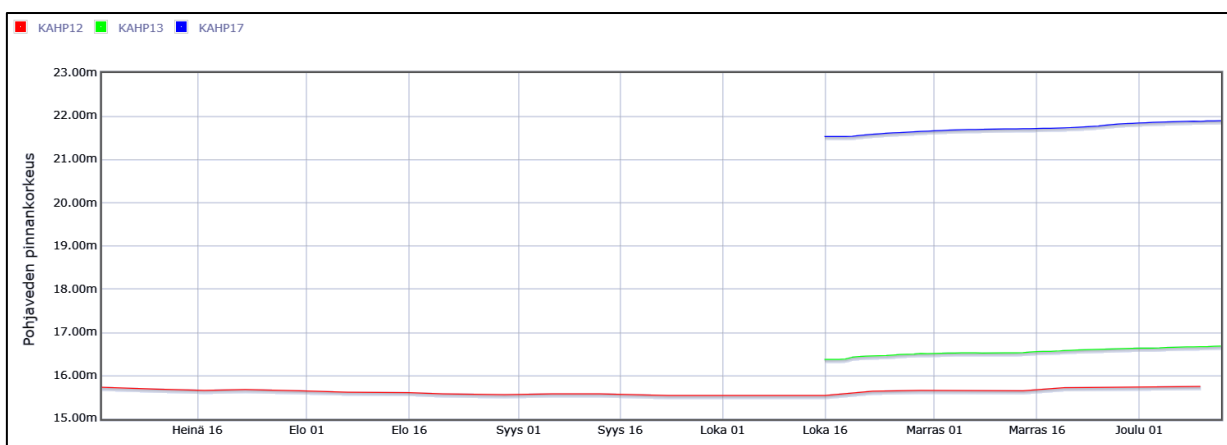
Pohjaveden pinta laski eniten vedenottamoa 4 lähimmissä putkissa KAHP10 (1,47 m) ja AR10 (1,27 m) (ks. **Kuva 26**, **Kuva 27**). Vedenotolla ei ollut vaikutusta kauempana sijaitseviin putkiin KAHP11, KAHP11/11 ja AR9. Lokakuussa putkien pohjavesipinnat kohosivat. Syynä pohjavesiputken AR10 lokakuun pinnankorkeuspiikkeihin on ollut häiriö automaattiloggerissa.

Taustaputket

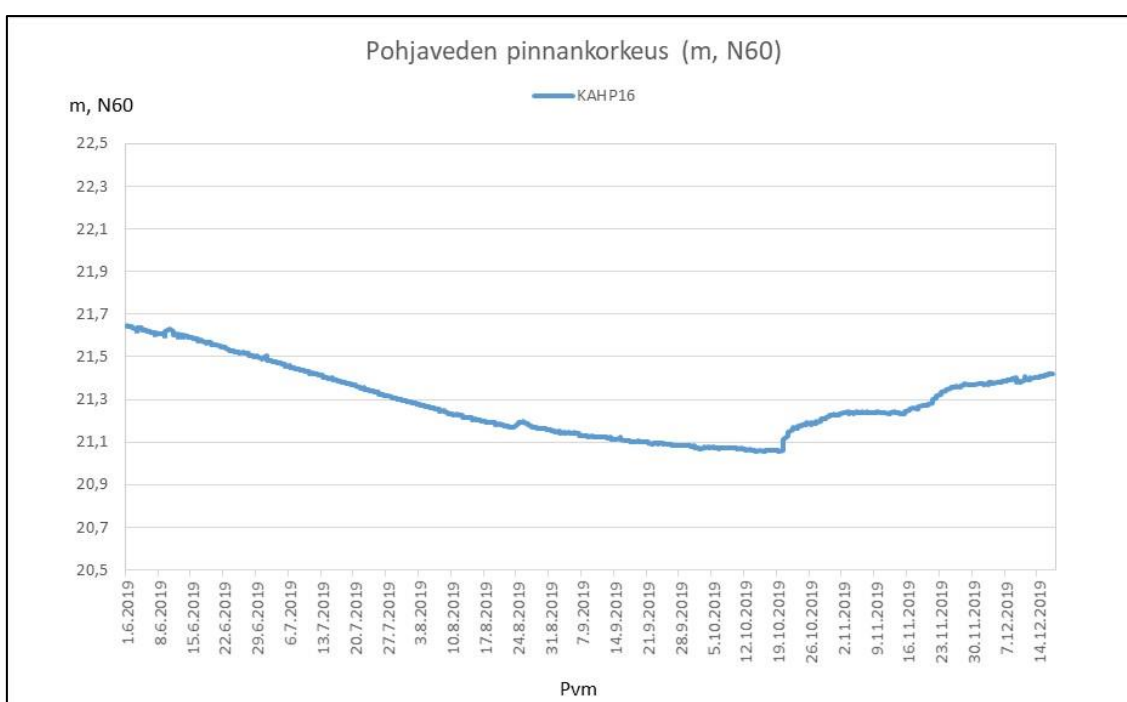
Koepumppausten vaikutuksia tarkkailtiin myös valtatie 8 eteläpuolella sijaitsevista ns. taustaputkista KAHP12, KAHP13, KAHP16 ja KAHP17 (**Kuva 28**).



Kuva 28. Taustaputkien sijainnit.



Kuva 29. Taustaputkien KAHP12, KAHP13 ja KAHP17 pohjaveden pinnankorkeus (m, N60) 2.7-13.12.2019 välisenä aikana (Lähde: WRM Systems Oy, 2019).



Kuva 30. Taustaputken KAHP16 pohjaveden pinnankorkeus (m, N60) 1.6-17.12.2019 välisenä aikana.

Taulukko 10. Taustaputkien pohjavedenpinnan alenemat (m) tarkastusjaksolla.

Pohjavesiputki	Pohjavesipinta alussa (m)	Pohjavesipinta alimmillaan (m)	Pohjavedenpinnan alenema (m)
KAHP12	15,73	15,54	0,19
KAHP13	Tarkkailu aloitettu lokakuussa	-	-
KAHP16	21,52	21,06	0,46
KAHP17	Tarkkailu aloitettu lokakuussa	-	-

Taustaputkien pohjaveden pinta pysyi hyvin tasaisena tarkastelujaksolla eikä koepumppaus-ten vaikutuksia havaittu (Kuva 29, Kuva 30, Taulukko 10). Putken luonnollinen alenema suoritettujen koepumppaus-ten ja kuivan kesän 2019 aikana taustaputkessa KAHP16 oli noin 0,46 metriä.

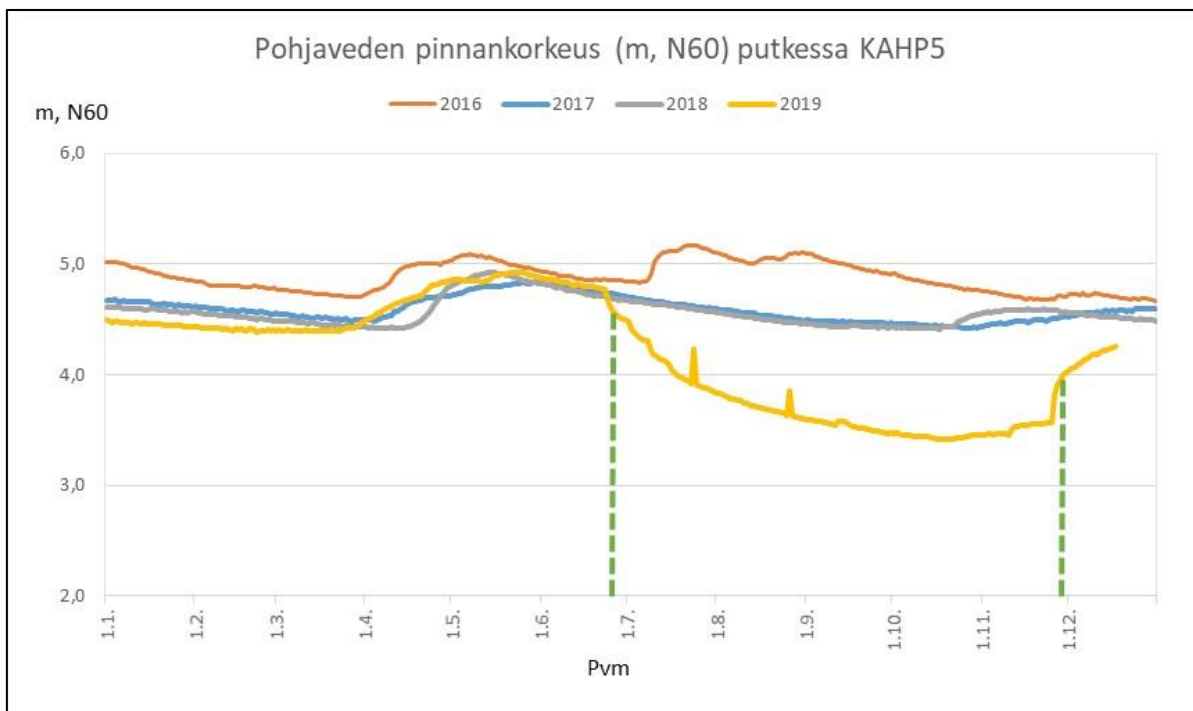
5.1.3 Pinnankorkeuden muutokset 2016-2019

Putkissa KAHP5, KAHP10 ja KAHP16 on ollut automaattiset pinnankorkeuden mittarit jo usean vuoden ajan. Putkien sijainnit on esitetty kuvissa (**Kuva 18, Kuva 24 ja Kuva 28**). Vuosien 2016-2019 pohjavedenpinnan korkeuden vaihtelut näkyvät seuraavissa kuvaajissa (**Kuva 31 - Kuva 36**). Koepumppauksen aloitusajankohta on merkitty kuvaan vihreällä katkoviivalla. Lumen kevätsulaminen nostaa pohjaveden pinnankorkeuksia, lämmin ja kuiva kesä taas laskee pintoja ja syksyisin sadanta täydentää pohjavesivarantoja. Kuivan kesän 2019 vaikutus näkyy

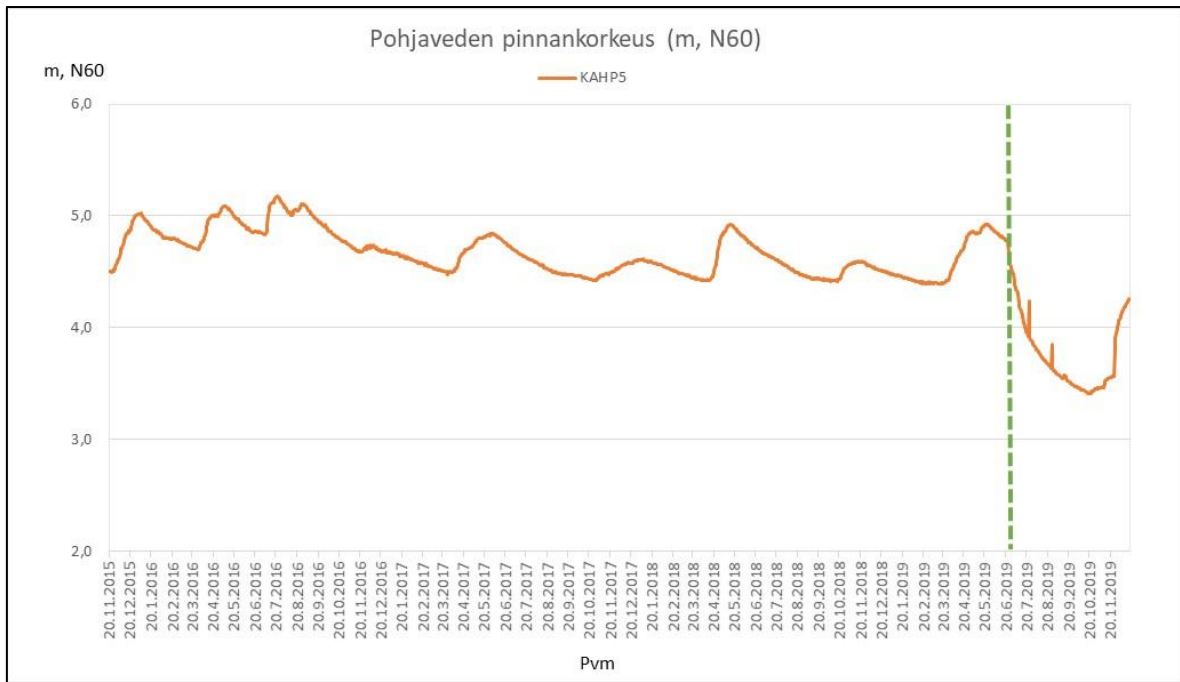
Pohjaveden pinta laski putkessa KAHP5 koepumppauksen aikana 1,26 metriä. Pumppauksen päätyttyä pinta putkessa nousi tasaisesti. Pohjavesiputki KAHP5 sijaitsi vedenottamon 2 välittömässä läheisyydessä.

Pohjaveden pinta laski putkessa KAHP10 koepumppauksen aikana 1,47 metriä. Pumppauksen päätyttyä pohjavesipinta putkessa nousi. Pohjavesiputki KAHP10 sijaitsi vedenottamon 4 välittömässä läheisyydessä.

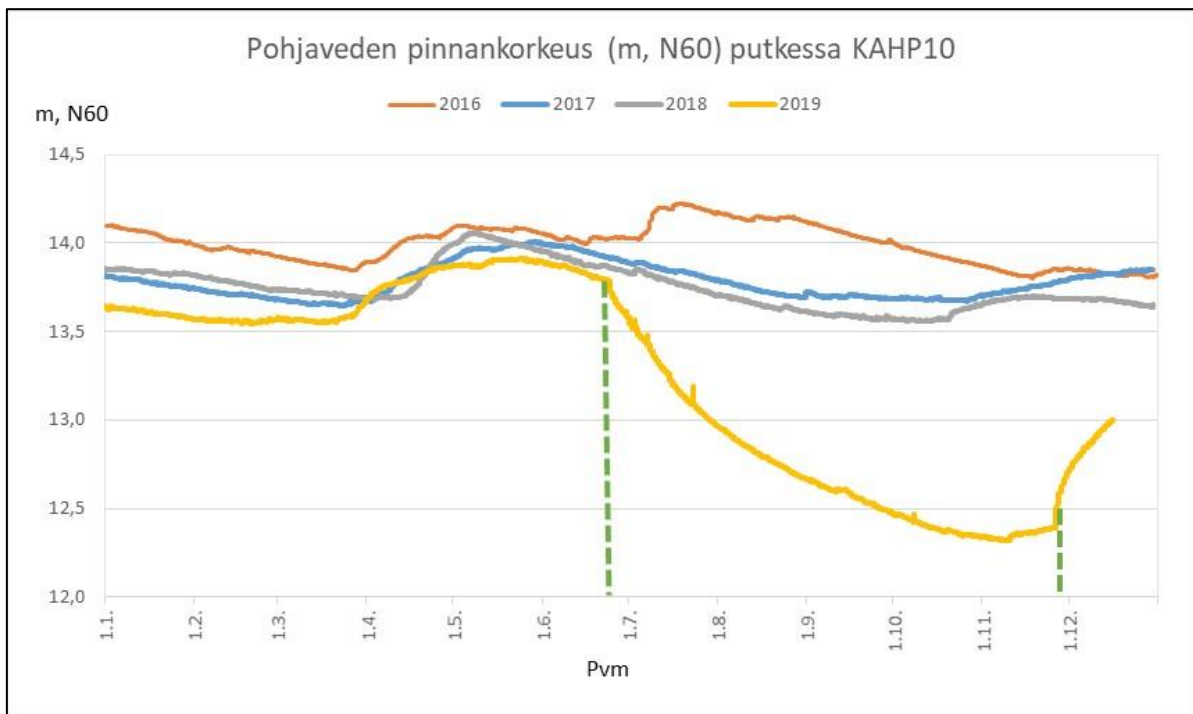
Taustaputken KAHP16 luonnollinen pohjavedenpinnan alenema suoritettujen koepumppauksen ja kuivan kesän 2019 aikana oli noin 0,46 metriä, joka tulee huomioida tuloksia tarkasteltaessa.



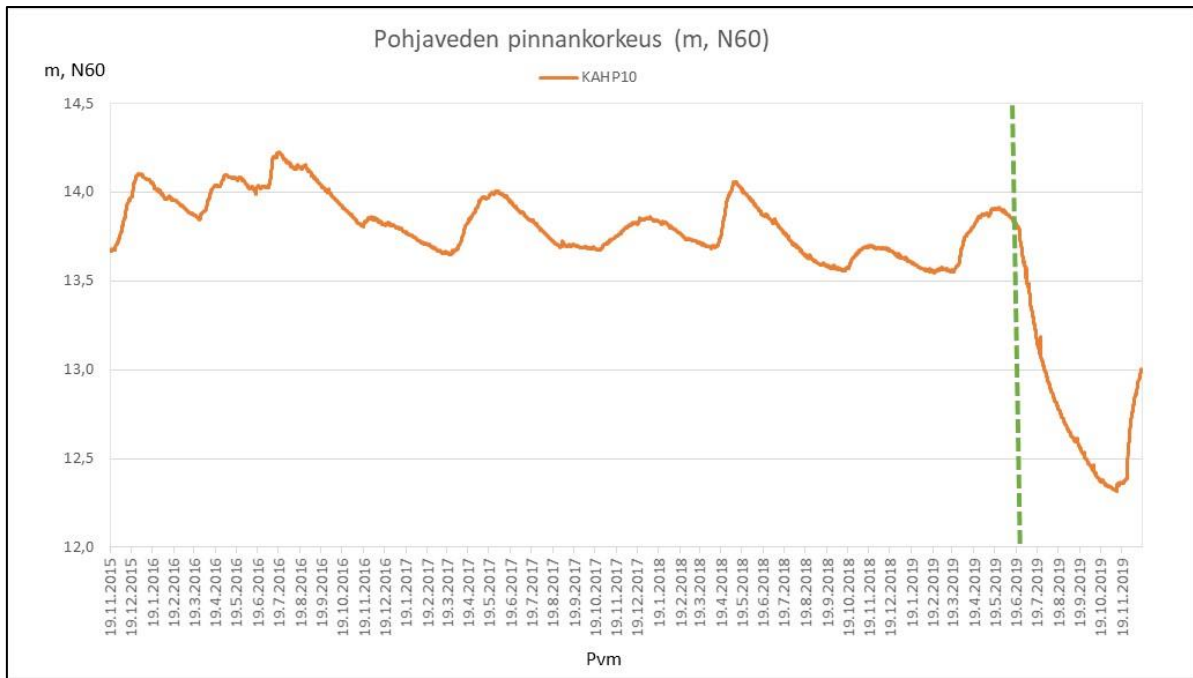
Kuva 31. Pohjaveden pinnankorkeus (m, N60) putkessa KAHP5 vuosina 2016-2019. Vuoden 2019 koepumppauksen aloitus- ja lopetusajankohdat on merkitty kuvaan vihreällä katkoviivalla.



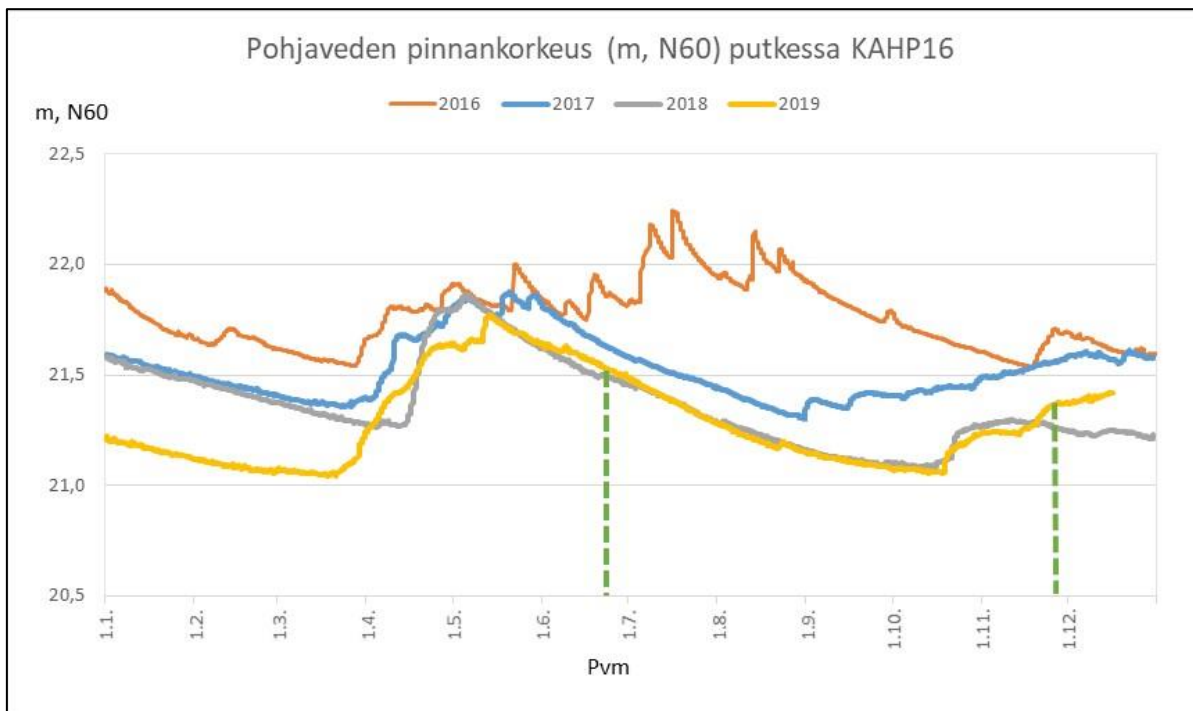
Kuva 32. Pohjaveden pinnankorkeus (m, N60) pohjavesiputkessa KAH5 20.11.2015-17.12.2019 välisenä aikana. Koepumppauksen aloitusajankohta on merkitty vihreällä katkoviivalla.



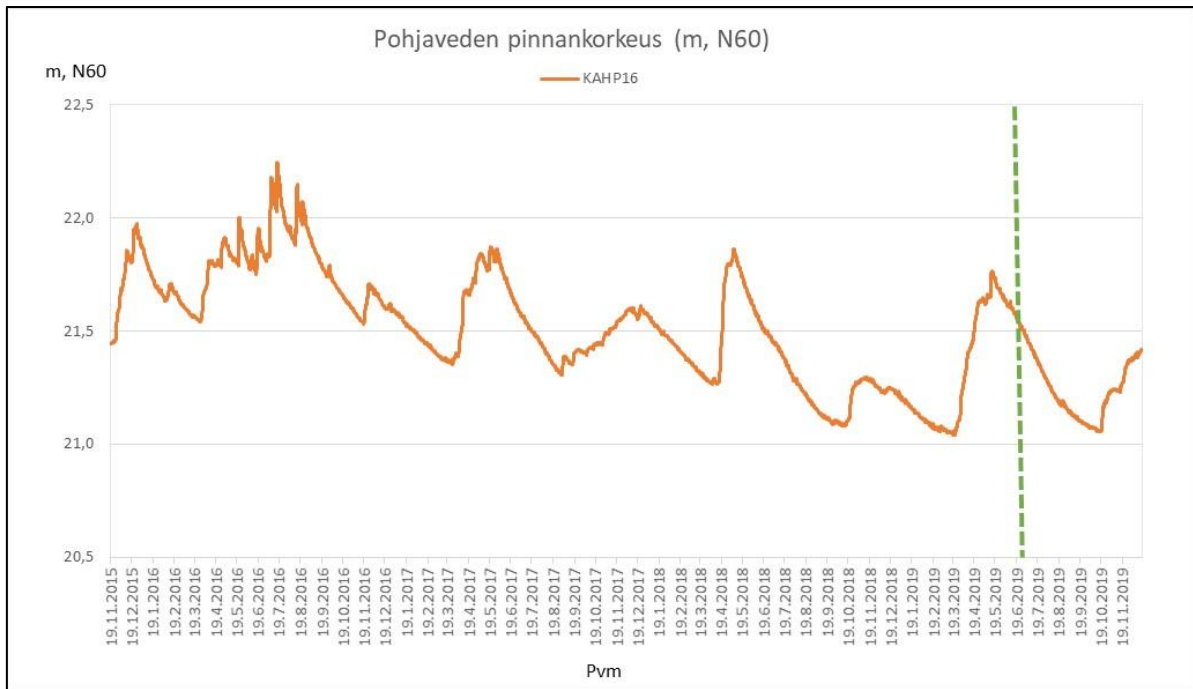
Kuva 33. Pohjaveden pinnankorkeus (m, N60) putkessa KAH10 vuosina 2016-2019. Vuoden 2019 koepumppauksen aloitus- ja lopetusajankohdat on merkitty kuvaan vihreällä katkoviivalla.



Kuva 34. Pohjaveden pinnankorkeus (m, N60) pohjavesiputkessa KAH10 19.11.2015-17.12.2019 välisenä aikana. Koepumppauksen aloitusajankohta on merkitty vihreällä katkoviivalla.



Kuva 35. Pohjaveden pinnankorkeus (m, N60) putkessa KAH16 vuosina 2016-2019. Vuoden 2019 koepumppauksen aloitus- ja lopetusajankohdat on merkitty kuvaan vihreällä katkoviivalla.

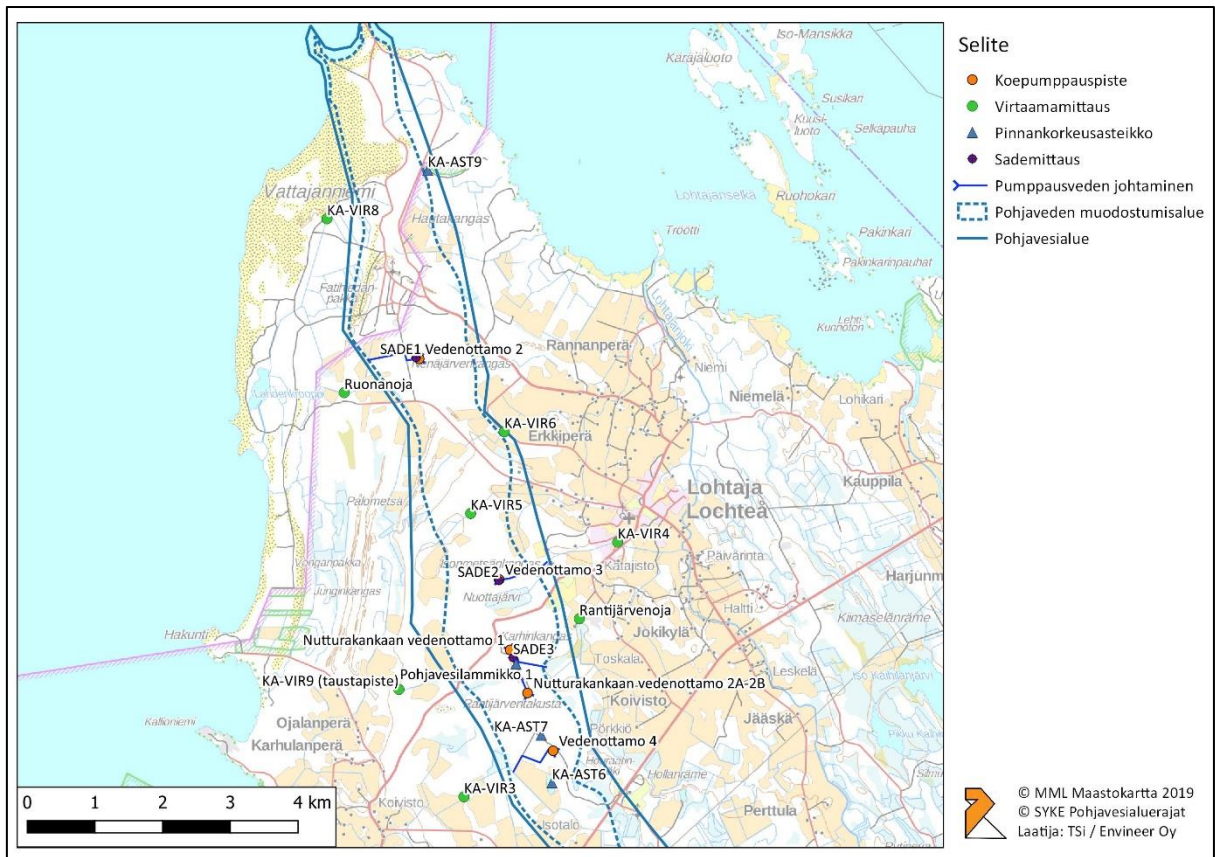


Kuva 36. Pohjaveden pinnankorkeus (m, N60) pohjavesiputkessa KAH16 19.11.2015-17.12.2019 välisenä aikana. Koepumppauksen aloitusajankohta on merkitty vihreällä katkoviivalla.

5.2 PINTAVEDET

5.2.1 Havaintopaikat ja näytteenotto

Karhinkankaan koepumppauksen vaikutuksia lähialueen pintavesiin tarkkailtiin laaditun tarkkailuohjelman (Envineer, 2019) mukaisesti. Ojien ja purojen virtaamavaihteluita seurattiin siivikolla (**Kuva 38**) kahdeksasta eri pisteestä. Lisäksi tarkkailtiin Vatunginjärven, Lahdenkroopin ja kolmen pohjavesilammikon pinnankorkeutta pinnankorkeusasteikolla. Havaintopisteiden virtaamavaihteluita ja pinnankorkeutta seurattiin ennen koepumppauksen käynnistämistä, kerran viikossa koepumppauksen aikana sekä kahden viikon kuluttua koepumppauksen jälkeen seuraavassa kuvassa (**Kuva 37**) ja taulukossa (**Taulukko 11**) esitetyiltä havaintopisteiltä.



Kuva 37. Kaikki koepumppauspisteet, pumpkausveden johtamisreitit, pintavesipisteet ja sademittauspisteet.



Kuva 38. Siivikko.

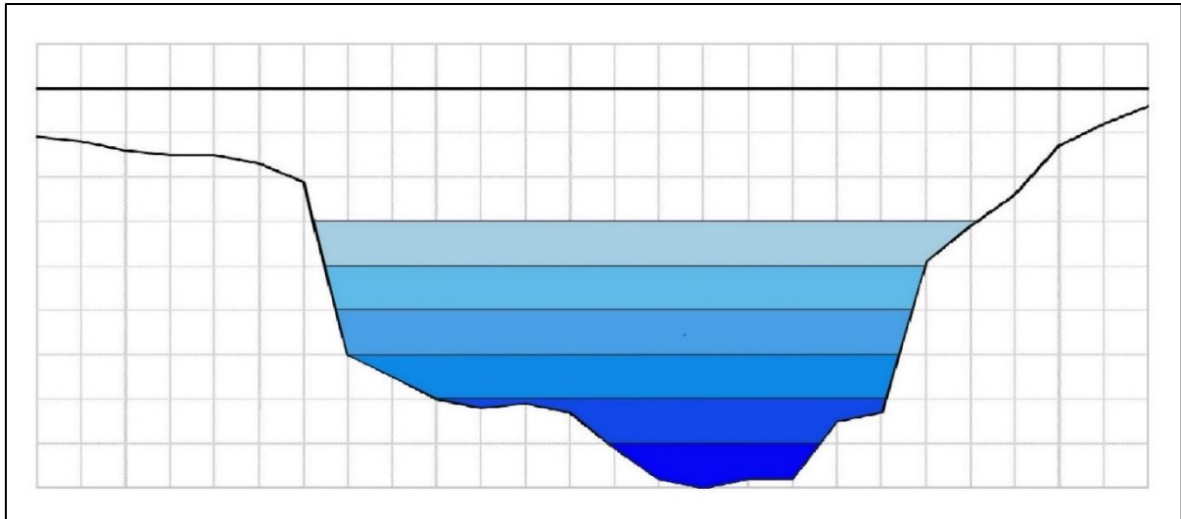
Taulukko 11. Pintaveden havaintopaikat sekä koordinaatit ja koepumppauspiste.

Havaintopaikka	Tarkkailtava suure	Pintaveden havaintopaikan koordinaatti (ETRS-TM35FIN)	Koepumppauspiste
Ruonanoja	Virtaama	7105971, 324838	Vedenottamo 2
KA-VIR4	Virtaama	7103761, 328877	Vedenottamo 3
KA-VIR3	Virtaama	7099997, 326606	Vedenottamo 4
Rantijärvenoja	Virtaama	7102630, 328311	Nutturakankaan vedenottamo 1
-	-		Nutturakankaan vedenottamo 2A-2B
KA-VIR8	Virtaama	7108540, 324583	-
KA-VIR6	Virtaama	7105393, 327202	-
KA-VIR5	Virtaama	7104185, 326705	-
KA-VIR9 (taustapiste)	Virtaama	7101584, 325646	-
KA-AST9	Vesipinnan korkeustaso	7109256, 326072	-
Lahdenkrooppi	Vesipinnan korkeustaso	7106303, 323561	-
Pohjavesilammikko 1	Vesipinnan korkeustaso	7101961, 327376	-
KA-AST7	Vesipinnan korkeustaso	7100909, 327749	-
KA-AST6	Vesipinnan korkeustaso	7100204, 327906	-
SADE1	Sadanta	7106487, 325900	
SADE2	Sadanta	7103194, 327123	
SADE3	Sadanta	7102053, 327333	

Pintavesipisteistä mitattiin veden virtaus ja vedenpinnan korkeus. Ojauomien poikkileikkauksen pinta-alan ja virtausnopeuden avulla laskettiin virtaamat. Pintavesipisteiden pinnankorkeus ja veden virtaus mitattiin aina samasta merkitystä kohdasta uomaa. Seuraavassa kuvassa (Kuva 39) on esitetty Ruonanojan mittauspiste. Esimerkki ojaprofiilista on esitetty kuvassa (Kuva 40).



Kuva 39. Ruonanojan havaintopaikka.



Kuva 40. Ruonanojan ojaprofiili.

Havaintopaikoita KA-VIR4 ja KA-VIR5 virtaus ja vedenkorkeus mitattiin ojarummusta. Veden pinta-ala ojarummussa selvitetiin laskennallisesti. Seuraavassa kuvassa (**Kuva 41**) on esitetty havaintopaikka KA-VIR4. Lisäksi seuraavassa kuvassa (**Kuva 42**) on esitetty havaintopaikan KA-AST9 mitta-asteikko.



Kuva 41. Havaintopaikka KA-VIR4, ojarumpu.

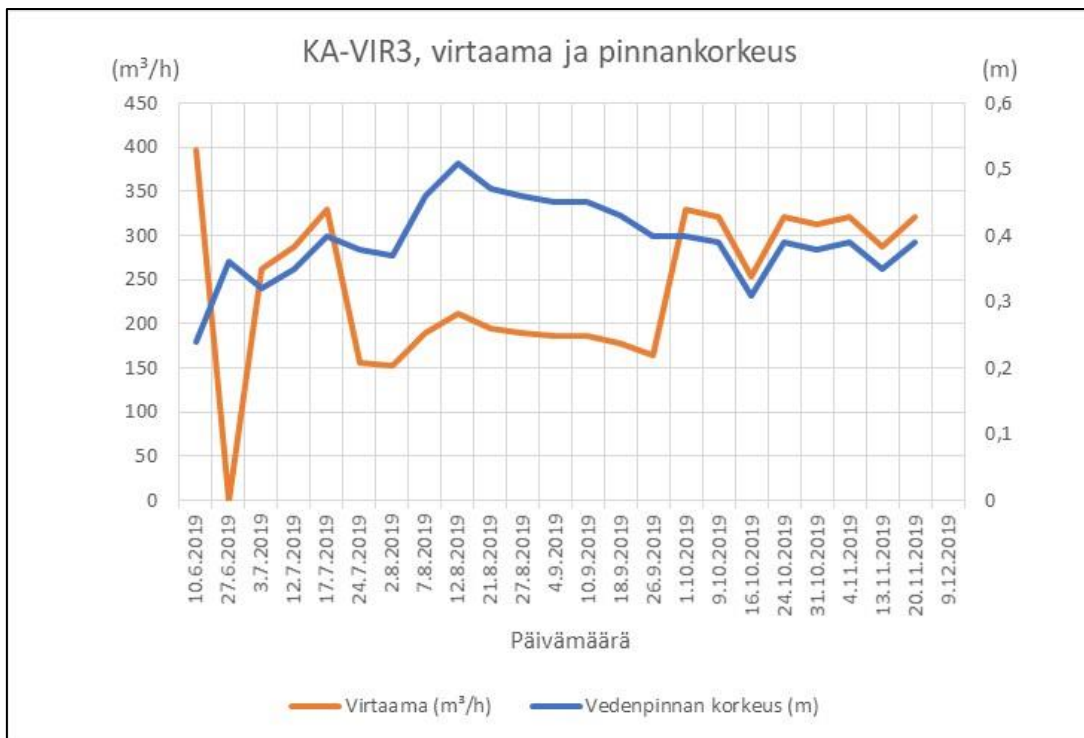


Kuva 42. Vatunginjärvellä sijaitseva KA-AST9 mitta-asteikko.

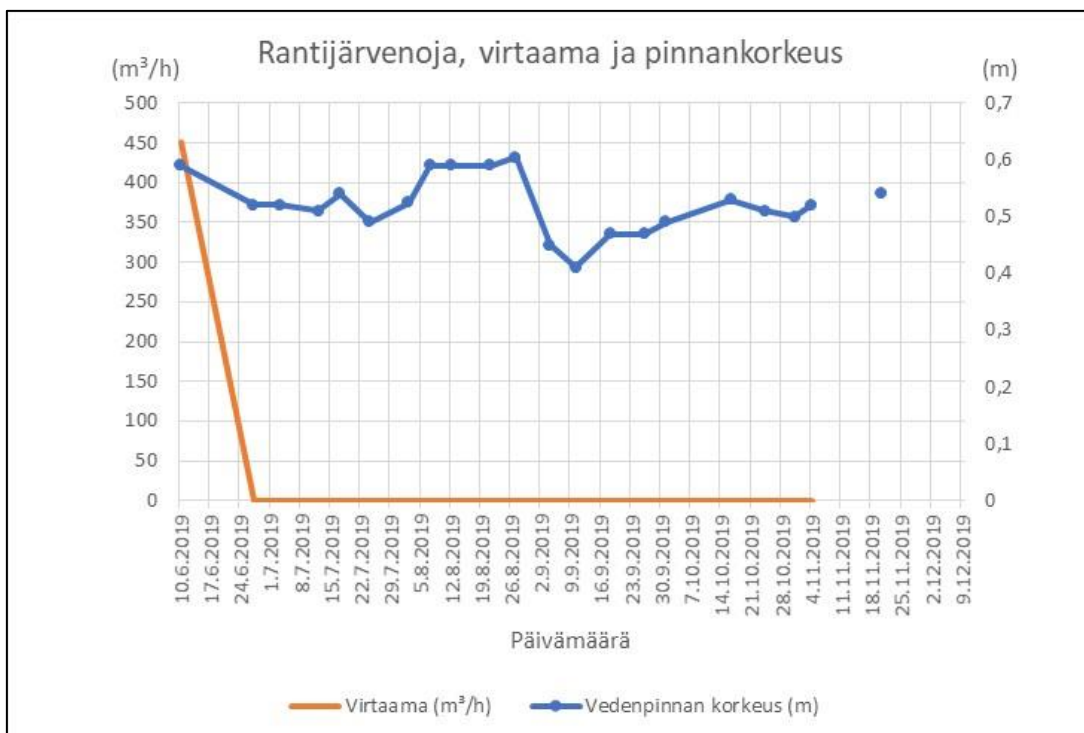
5.2.2 Tulokset

Seuraavissa kuvissa (**Kuva 43 - Kuva 52**) on esitetty pintavesipisteiden virtaamat ja vedenpinnan korkeudet tarkastelujaksolla. Ennakkomittaukset tehtiin ennen koepumppausten alkamista 10.6.2019. Havaintopaikka Lahdenkrooppi otettiin mukaan tarkkailuun 21.8.2019. Havaintopisteille KA-VIR8 ja Lahdenkrooppi ei päästy kaikilla näytteenottokerroilla puolustusvoimien harjoitusten vuoksi. Jälkitarkkailumittauksia (9.12.2019) ei pystytty tekemään kaikista pisteistä huonon keliolosuhteen vuoksi.

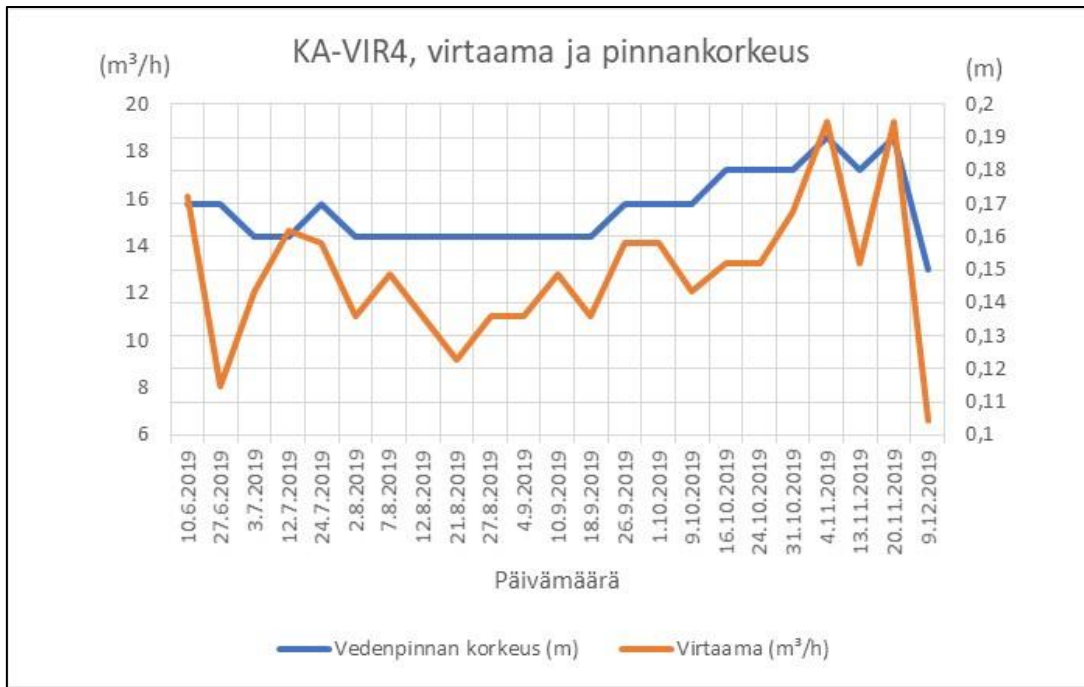
Siivikon virtaamamittaustuloksiin liittyi epävarmuutta, koska siivikko ei määritä alle 0,1 m/s virtausta. Ojissa oli ajoittain seisovaa vettä, jolloin ojan vesi liikkui erittäin hitaasti ja mittaus antoi tulokseksi 0 m/s. Tästä syystä kuvien virtaamatulokset saattavat vaihdella suuresti.



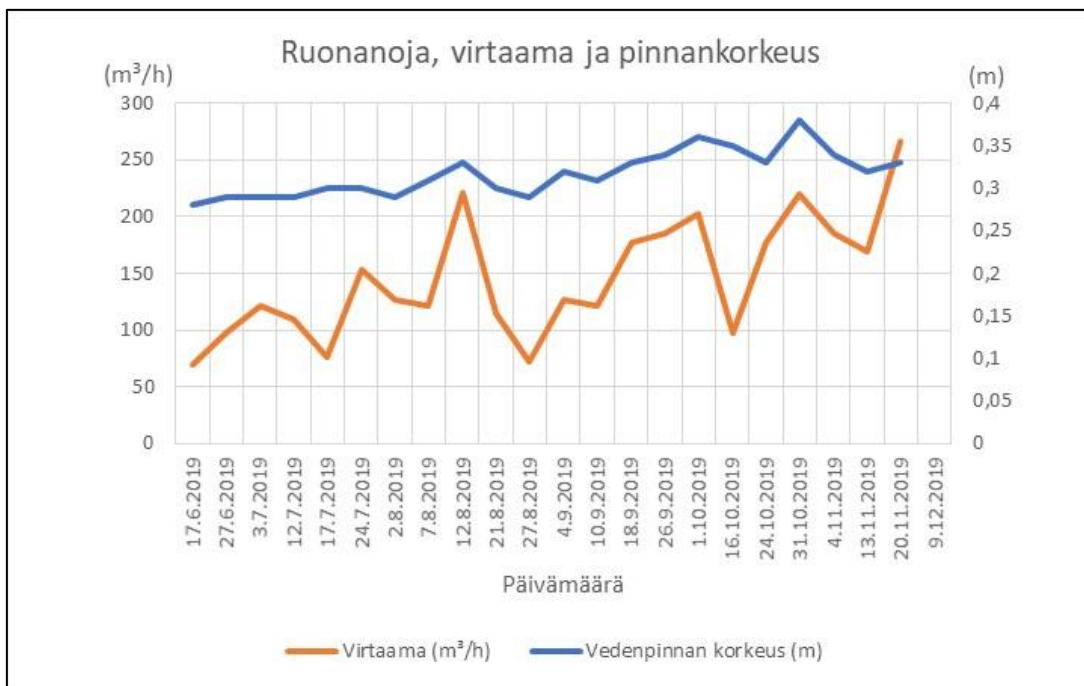
Kuva 43. Havaintopaikan KA-VIR3 virtaama (m³/h) ja vedenpinnan korkeus (m). Pistelle ei päästy 9.12.



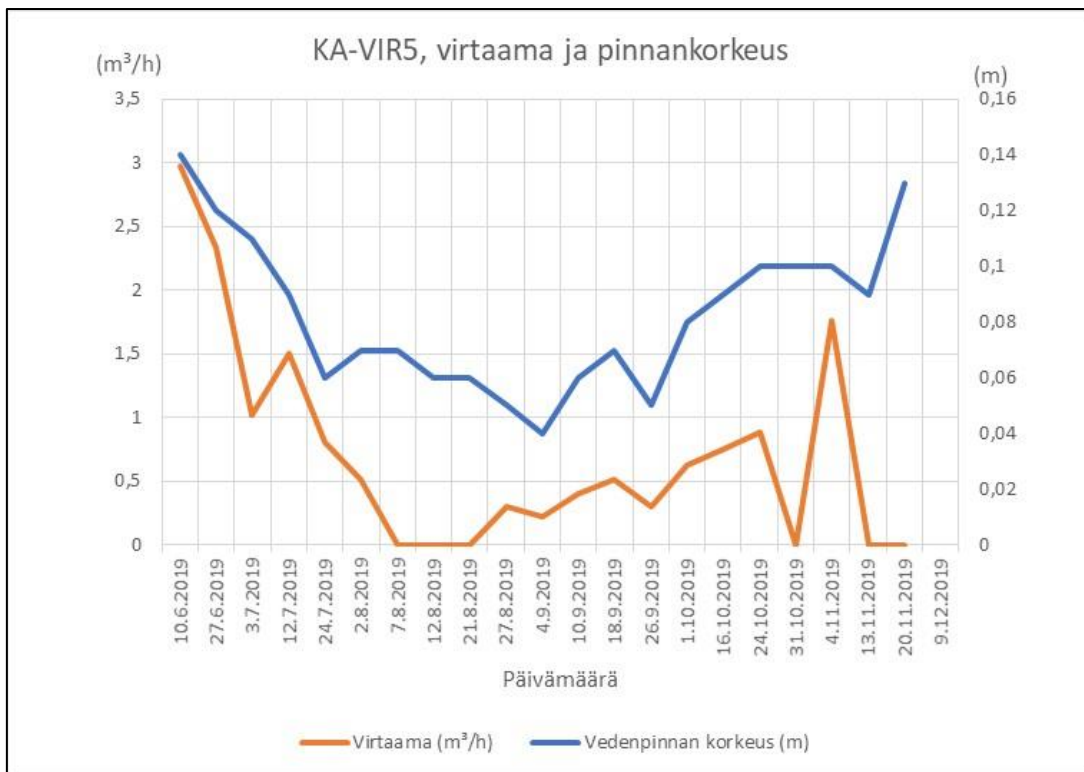
Kuva 44. Havaintopaikan Rantijärvenojan virtaama (m³/h) ja vedenpinnan korkeus (m). Oja oli jäässä 13.11 ja 9.12.



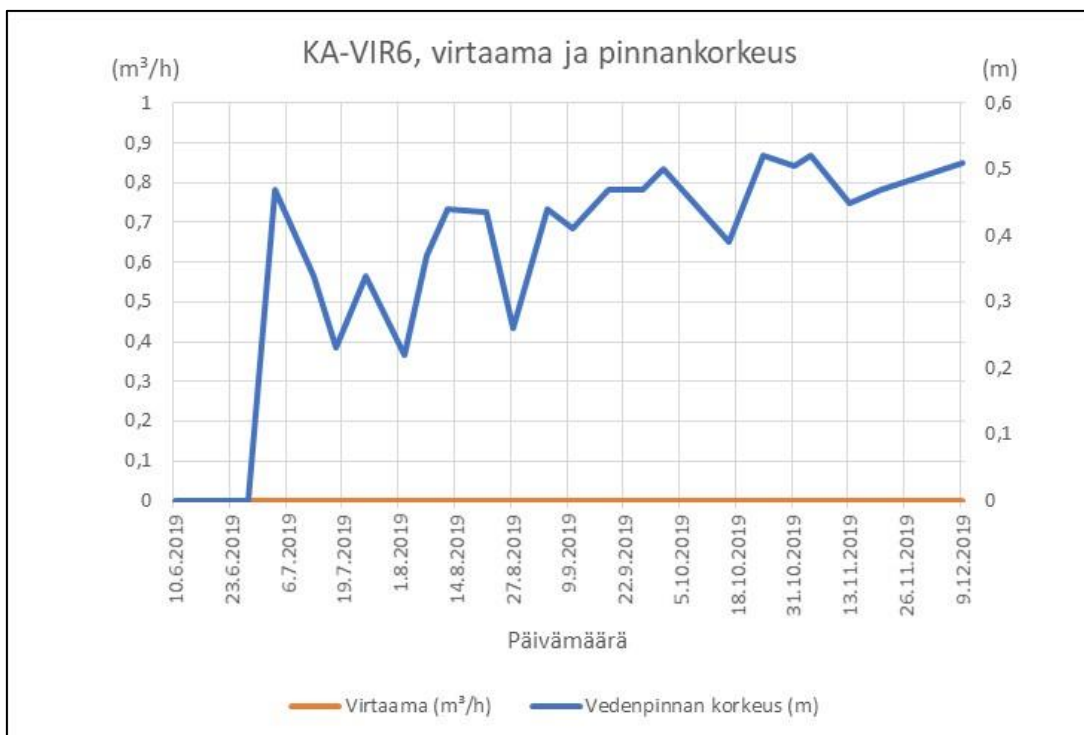
Kuva 45. Havaintopaikan KA-VIR4 virtaama (m³/h) ja vedenpinnan korkeus (m).



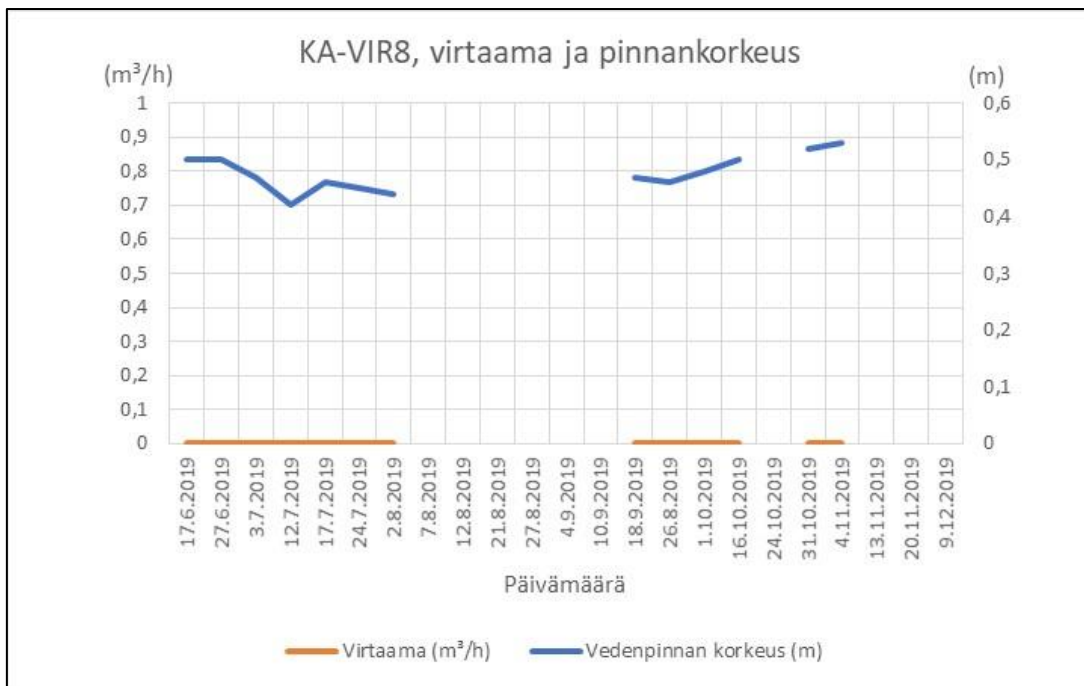
Kuva 46. Havaintopaikan Ruonanoja virtaama (m³/h) ja vedenpinnan korkeus (m). Pisteelle ei päästy 9.12.



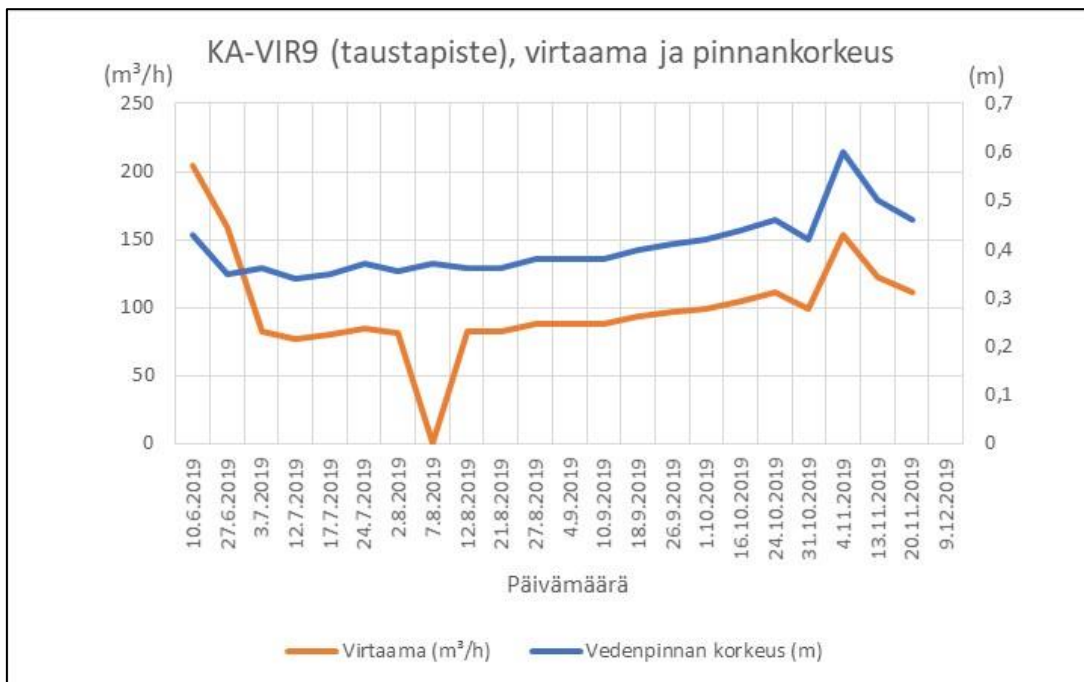
Kuva 47. Havaintopaikan KA-VIR5 virtaama (m³/h) ja vedenpinnan korkeus (m). Pistelle ei päästy 9.12.



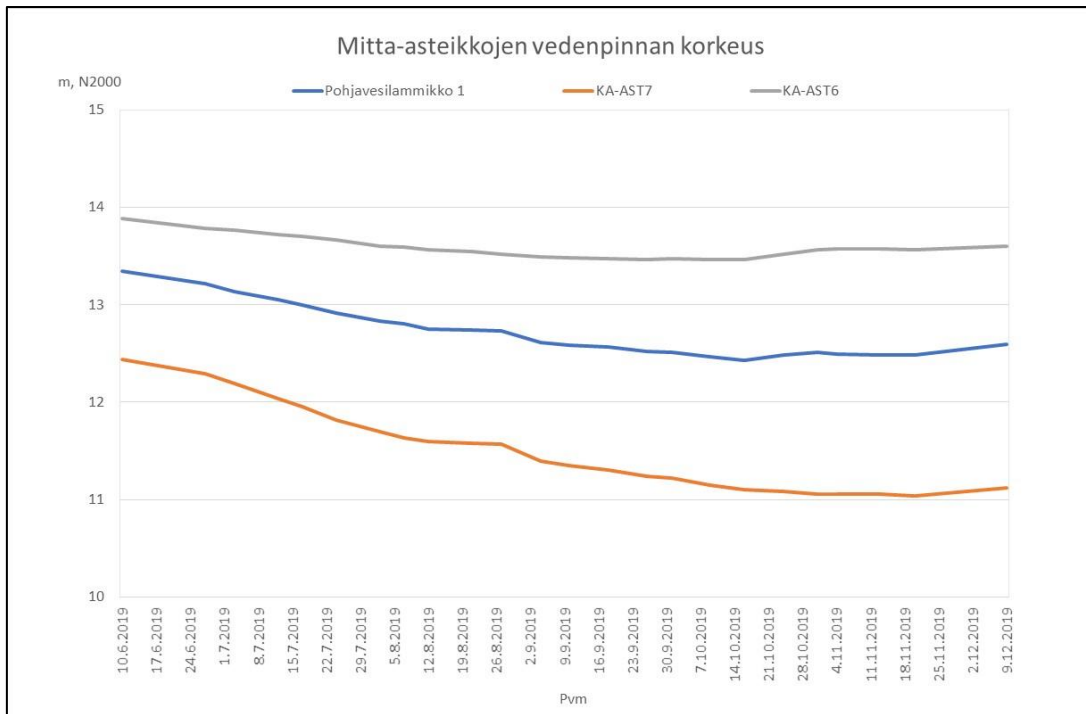
Kuva 48. Havaintopaikan KA-VIR6 virtaama (m³/h) ja vedenpinnan korkeus (m).



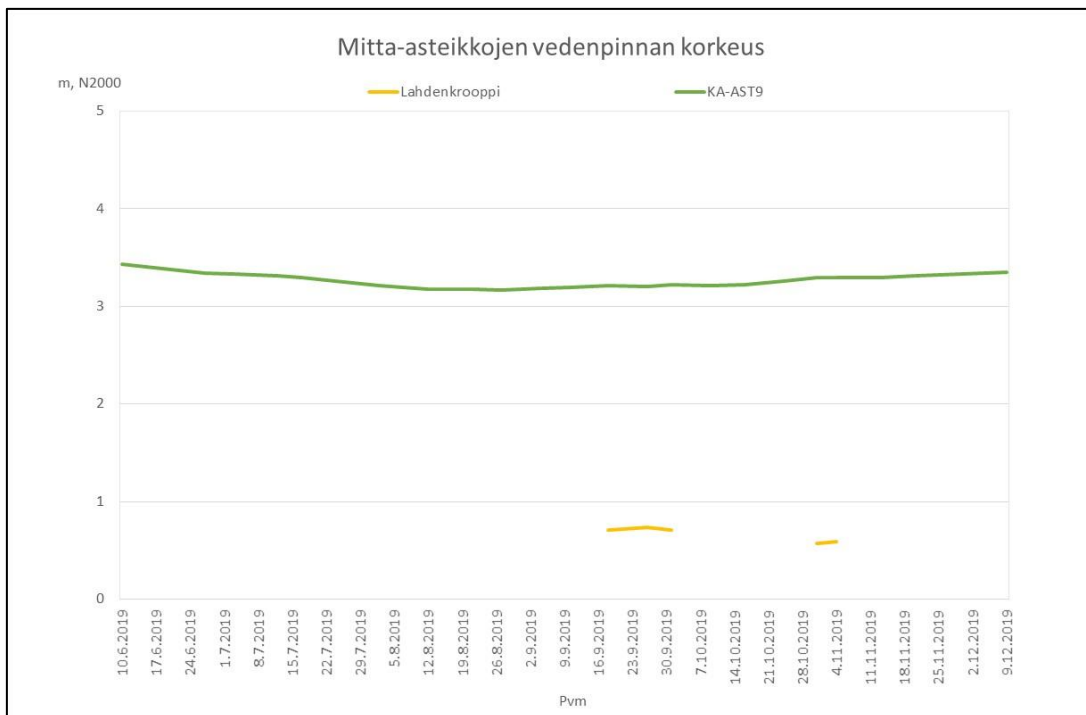
Kuva 49. Havaintopaikan KA-VIR8 virtaama (m³/h) ja vedenpinnan korkeus (m). Puolustusvoimat harjoitteli alueella 7.8, 12.8, 27.8, 10.9, 24.10, 13.11 ja 20.11. Pisteelle ei päästy 9.12.



Kuva 50. Havaintopaikan KA-VIR9 (taustapiste) virtaama (m³/h) ja vedenpinnan korkeus (m). Pisteelle ei päästy 9.12.



Kuva 51. Mitta-asteikkojen pohjavesilammikko 1, KA-AST7 ja KA-AST6 vedenpinnan korkeus (m, N2000) tarkastelujaksolla.



Kuva 52. Mitta-asteikkojen Lahdenkrooppi ja KA-AST9 vedenpinnan korkeus (m, N2000) tarkastelujaksolla.

Havaintopaikat KA-VIR3, KA-VIR4, Ruonanoja ja Rantijärvenoja sijaitsivat lähimpinä koepumppausveden purkupisteitä.

Havaintopaikka KA-VIR3 sijaitsi noin 800 metrin etäisyydellä vedenottamon 4 pumppausveden purkupaikasta lounaaseen. Virtaama laski heinäkuussa, mutta palautui syksyllä lähelle lähtötasoa.

Rantijärvenojan havaintopaikka sijaitsi noin yhden kilometrin etäisyydellä Nutturakankaan vedenottamoiden pumppausvesien purkupaikasta koilliseen. Havaintopaikan ja pumppauksen purkupisteen välissä sijaitsee suoalue, johon osa pumpatusta vedestä todennäköisesti imeytyi. Vesi liikkui ojassa äärimmäisen hitaasti koko tarkkailujakson ajan.

Havaintopaikka KA-VIR4 sijaitsi reilun kilometrin etäisyydellä vedenottamon 3 pumppausveden purkupaikasta itään. Virtaama laski tarkkailujakson alussa, mutta nousi tasaisesti syysmarraskuussa. Virtaama vaihteli välillä 6,6-19,2 m³/h. Vedenottamon 3 ottomäärä oli maksimitasolla heinä-marraskuussa.

Ruonanojan havaintopaikka sijaitsi noin 600 metrin etäisyydellä vedenottamon 2 pumppausveden purkupaikasta lounaaseen. Ruonanojan virtaama nousi tasaisesti tarkkailujaksolla vedenottamon ottomäärän mukaisesti. Virtaama vaihteli välillä 68-265 m³/h.

Havaintopaikka KA-VIR5 sijaitsi noin 1,3 etäisyydellä vedenottamon 3 pumppausveden purkupaikasta pohjoiseen. Ojan virtaama laski heinäkuussa. Vesi liikkui ojassa hyvin hitaasti koko tarkkailujakson ajan.

Havaintopaikka KA-VIR6 sijaitsi reilun kahden kilometrin etäisyydellä vedenottamon 3 pumppausveden purkupaikasta pohjoiseen. Havaintopaikan sijaintia muutettiin heinäkuun alussa, koska ojarummun havaittiin olevan vinossa. Vesi seisoj ojassa ja virtaama oli tarkastelujaksolla 0 m³/h.

Havaintopaikka KA-VIR8 sijaitsi reilun kahden kilometrin etäisyydellä vedenottamon 2 pumppausveden purkupaikasta luoteeseen. Vesi seisoj ojassa ja virtaama oli tarkastelujaksolla 0 m³/h.

Havaintopaikka KA-VIR9, joka toimi ns. taustapisteenä, sijaitsi reilun kahden kilometrin päässä Nutturakankaan vedenottamoista länteen. Ojan virtaama laski heinäkuussa, jonka jälkeen pysyi tasaisena. Tulosten perusteella koepumppaukset eivät vaikuttaneet ojan virtaamaan.

Syysateet nostivat ojien vedenpinnan korkeuksia loka-marraskuussa. Tämä oli nähtävissä mm. taustapisteen KA-VIR9 ojan vedenpinnan korkeudessa (hetkellinen nousu 0,18 m).

Kesä 2019 oli varsin kuiva, jonka johdosta virtaavien pintavesien määrä oli vähäinen. Yleisesti havaintopaikkojen virtaamat ja vedenpinnan korkeudet vaihtelivat tarkastelujaksolla.

Pintavesien tarkkailulla arvioitiin myös pohjavesien purkautumista alueen ojastoon. GTK:n vuosina 2011-2012 suorittamien koepumppausten virtaamahavaintojen perusteella alueen merkittävimmät pohjaveden purkautumisalueet ovat ojitettu Nuottajärvi Karhinkankaan keskiosassa ja harjumuodostuman poikki kulkeva Kylmäperänoja Vattajanniemellä. Pienempiä määriä pohjavettä purkautuu myös harjujakson reunaosien ojitetuille soille ja järvikuvioille, kuten Talvijärvelle ja Rantijärvelle. Myös pohjavesialueen länsiosassa Höyteli-Nenäjärven ojitusten kautta purkautuu pohjavettä (GTK, 2014). Vuoden 2019 tulosten perusteella havaintopaikan KA-VIR8 (Vattajanniemi) ojan kautta virtaava vesi on harjujaksosta purkautuvaa pohjavettä. Ojan vesi oli kirkasta ja pohjassa havaittiin ruosteenvärisiä rautasaostumia.

Koepumppausten vaikutus näkyi selvästi vedenottamoita lähimpien lammikkojen (pohjavesilammikko 1 ja KA-AST7) vedenpintojen laskuna (ks. **Kuva 51**). Tuloksia tarkasteltaessa tulee kuitenkin huomioida kuivan kesän vaikutus. Pinnat laskivat koepumppausten alkuvaiheessa merkittävimmin, jonka jälkeen tasaantuivat ja olivat linjassa vedenottamoiden ottomäärien suhteen. Vedenpinta laski enimmillään seuraavasti:

- Pohjavesilammikko 1 0,91 m
- KA-AST7 1,4 m

Tulosten perusteella koepumppaukset eivät vaikuttaneet Vatunginjärven ja Lahdenkroopin vesipintoihin. Vesipinnat lähtivät nousuun koepumppausten päätyttyä kaikissa tarkastelupisteissä.

Pohjavesilammikon 1 vedenkorkeuden mitta-asteikko sijaitti hyvin peitteisellä paikalla ja asteikon lukeminen oli hankalaa. Näin ollen korkotiedoissa saattaa esiintyä mittausepävarmuutta.

6 YHTEENVETO

Kokkolan Vesi suoritti Karhinkankaan pohjavesialueella Länsi- ja Sisä-Suomen aluehallintoviraston lupaharkintaa varten tarkentavia koepumppauksia kesän ja syksyn 2019 aikana pohjavesialueen pohjoisosassa. Koepumppausten avulla tarkennettiin harjumuodostuman antoisuutta ja pohjaveden laatua, sekä vedenoton vaikutuksia alueen pinta- ja pohjavesiolosuhteisiin. Koepumppaus suoritettiin kuudesta eri koepumppauspisteestä 25.6-28.11.2019 välisenä aikana.

Kesä 2019 oli kuiva ja vähäsateinen, joka mahdollisti hyvät lähtökohdat koepumppausten suorittamiselle, pohjaveden muodostumisen seuraamiselle ja pumppausten vaikutusten arvioinnille. Esimerkiksi heinäkuussa vettä satoi yhteensä vain noin 6,8 mm.

Pohjavettä pumpattiin yhtäaikaaisesti enimmillään noin 7 800 m³/d. Koepumppattujen vedenottamoiden pohjavesipinnat laskivat merkittävimmin koepumppausten alkuvaiheessa, kun pumppaustehoja nostettiin. Pohjaveden pintojen laskut tasaantuivat tarkkailupisteillä tämän jälkeen. Vedenottamoiden vesipintojen maksimialenemat olivat tarkastelujaksolla välillä 1,04-1,88 m. Vertailuna GTK:n vuosina 2011-2012 suorittamien koepumppausten pohjavedenpinnan alenemat lähtötilanteesta vedenottamoilla 2-4 olivat välillä 0,70-0,92 m. Tällöin olosuhteet (mm. pumppaustehot, sää) olivat hieman erilaiset ja näin ollen suoraa vertailua ei voida tehdä.

Tarkkailtavien pohjavesiputkien pohjavedenpinnan alenemat olivat koepumppausjaksolla välillä 0,24-1,47 m. Pohjavesipinnat laskivat eniten vedenottamoiden välittömässä läheisyydessä sijaitsevilla putkissa. Pohjavedenpinnan alenema ulottui keskimäärin noin 500 metrin etäisyydelle vedenottamoista. Tarkastelussa tulee kuitenkin huomioida kuivan kesän luontainen n. 0,5 m pohjavedenpinnan alenema. Vedenotolla ei ollut vaikutuksia kauempana sijaitseviin pohjavesipintoihin. Valtatien 8 eteläpuolella sijaitsevan ns. taustaputken KAHP16 luonnollinen pohjavedenpinnan alenema suoritettujen koepumppausten aikana oli 0,46 metriä eikä tämän

pohjavesiputken pohjaveden korkeuteen arvioida koepumppausten vaikutuksien kohdistuvan.

Kesä 2019 oli varsin kuiva, jonka johdosta virtaavien pintavesien määrä oli vähäinen. Pintavesien tarkkailulla arvioitiin myös pohjavesien mahdollisia purkautumisia alueen ojastoon. GTK:n vuosina 2011-2012 suorittamien koepumppausten virtaamahavaintojen perusteella alueen merkittävimmät pohjaveden purkautumisalueet ovat ojitettu Nuottajärvi Karhinkankaan keskiosassa ja harjumuodostuman poikki kulkeva Kylmäperänoja Vattajanniemellä. Pienempiä määriä pohjavettä purkautuu myös harjujakson reunaosien ojitetuille soille ja järvikuviolle, kuten Talvijärvelle ja Rantijärvelle. Myös pohjavesialueen länsiosassa Höyteli-Nenäjärven ojitusten kautta purkautuu pohjavettä (GTK, 2014). Myös vuoden 2019 tulosten perusteella havaintopaikan KA-VIR8 (Vattajanniemi) ojan kautta virtaava vesi on harjujaksosta purkautuvaa pohjavettä. Ojan vesi oli kirkasta ja pohjassa havaittiin ruosteenvärisiä rautasaostumia.

Koepumppausten vaikutus näkyi selvästi vedenottamoita lähimmissä pintavesissä, jotka ovat ns. pohjavesilammikoita (pohjavesilammikko 1 ja KA-AST7) ja niiden vedenpintojen laskuna (n. 0,91-1,4 m). Pinnat laskivat koepumppausten alkuvaiheessa merkittävimmin, jonka jälkeen pinnat tasaantuivat ja olivat linjassa vedenottamoiden ottomäärien suhteen.

Vedenottamoiden 2, 3, 4 ja Nutturakankaan 1 vesi oli laadultaan humus-, rauta- ja mangaanipitoista ylittäen STM:n talousvedelle asetetut laatutavoitteet kaikilla näytteenottokerroilla. Alueen korkeat rauta- ja mangaanipitoisuudet johtunevat pohjaveden huonosta happitilanteesta, mikä on tyypillistä Pohjanmaan alueella. Nutturakankaan vedenottamoiden 2A-2B pitoisuudet olivat pieniä usean muuttajan suhteen muihin vedenottamoihin verrattuna. Koepumpatun veden pH ja sulfaattipitoisuudet pysyivät tasaisina tarkastelujaksolla eikä happamien sulfaattimaiden vaikutuksia näin ollen havaittu. Vuoden 2019 koepumppauksen analyysitulokset vastaavat hyvin vuosien 2011-2012 koepumppaustuloksia. Vedenkäsittelyn pilotkokeiden tulosten perusteella vedenottamoiden käsittely pohjavesi tulee kuitenkin täyttämään STM:n asetetut raja-arvot (Allwatec, 2019).

Tarkkailutulosten perusteella Karhinkankaan pohjoisosasta voidaan pumpata yhtäaikaisesti pohjavettä 7 800 m³/d 4-6 vedenottamoon hajautettuna. Alueen pohjavedenotolla ei tehtyjen koepumppausten perusteella ole merkittäviä kielteisiä vaikutuksia alueen pohjaveden määrään ja laatuun kuten ei myöskään pintavesien määrään. Pohjaveden pinnan alenema ulottui keskimäärin noin 500 metrin etäisyydelle vedenottamoista.

7 LÄHTEET

Allwatec, 2019. Karhinkankaan vedenkäsittelyn prosessimitoitus.

Envineer Oy, 2019. Karhinkankaan pohjaveden koepumppausohjelma.

Envineer Oy, 2019. Karhinkankaan koepumppausten aikainen pintavesien tarkkailuohjelma.

Envineer Oy, 2018. Kokkolan Karhinkankaan vedenoton YVA-ohjelma.

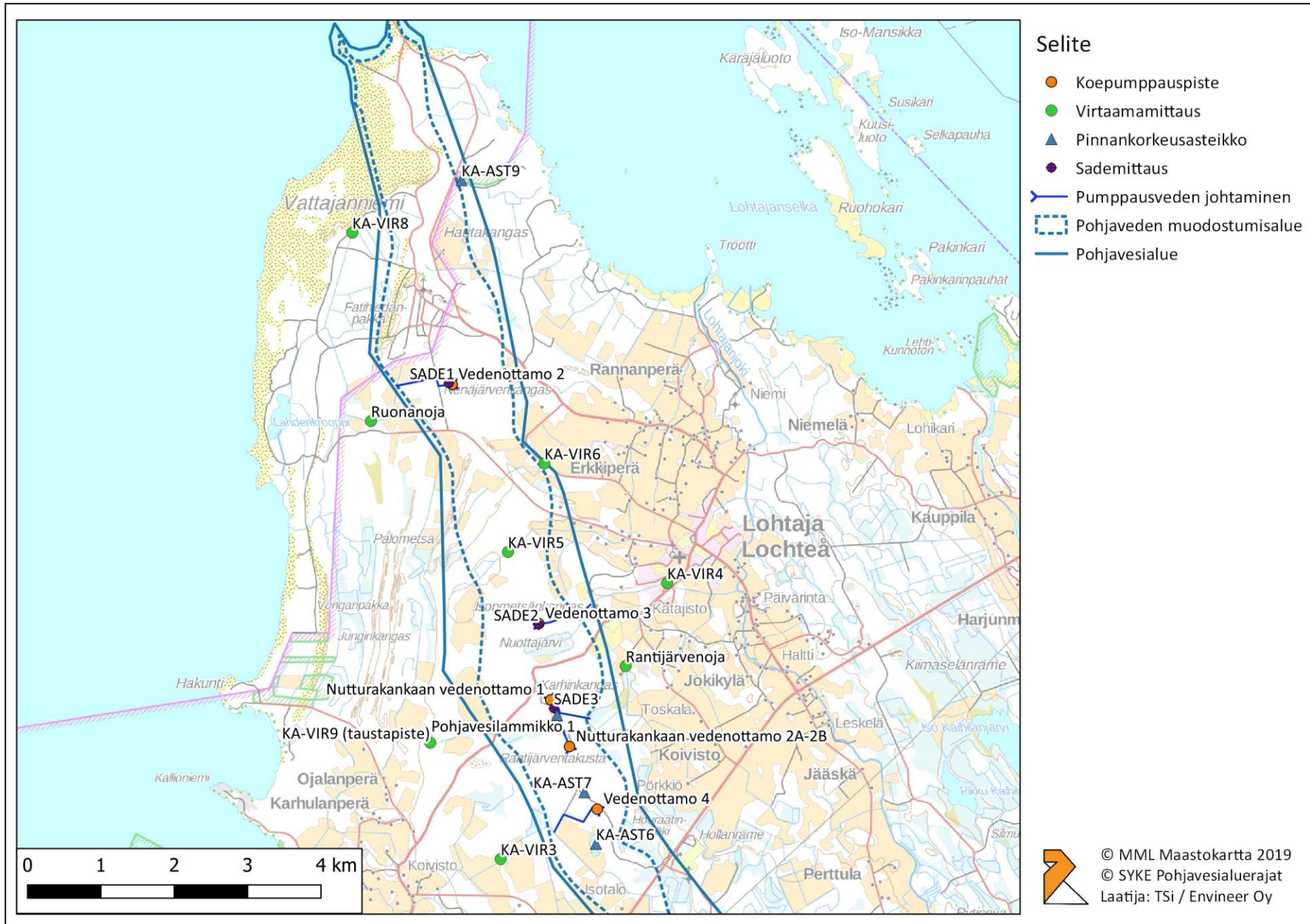
GTK, 2014. Karhinkankaan ja Sivakkokankaan pohjavesialueiden geologinen rakenneselvitys 2009-2013.

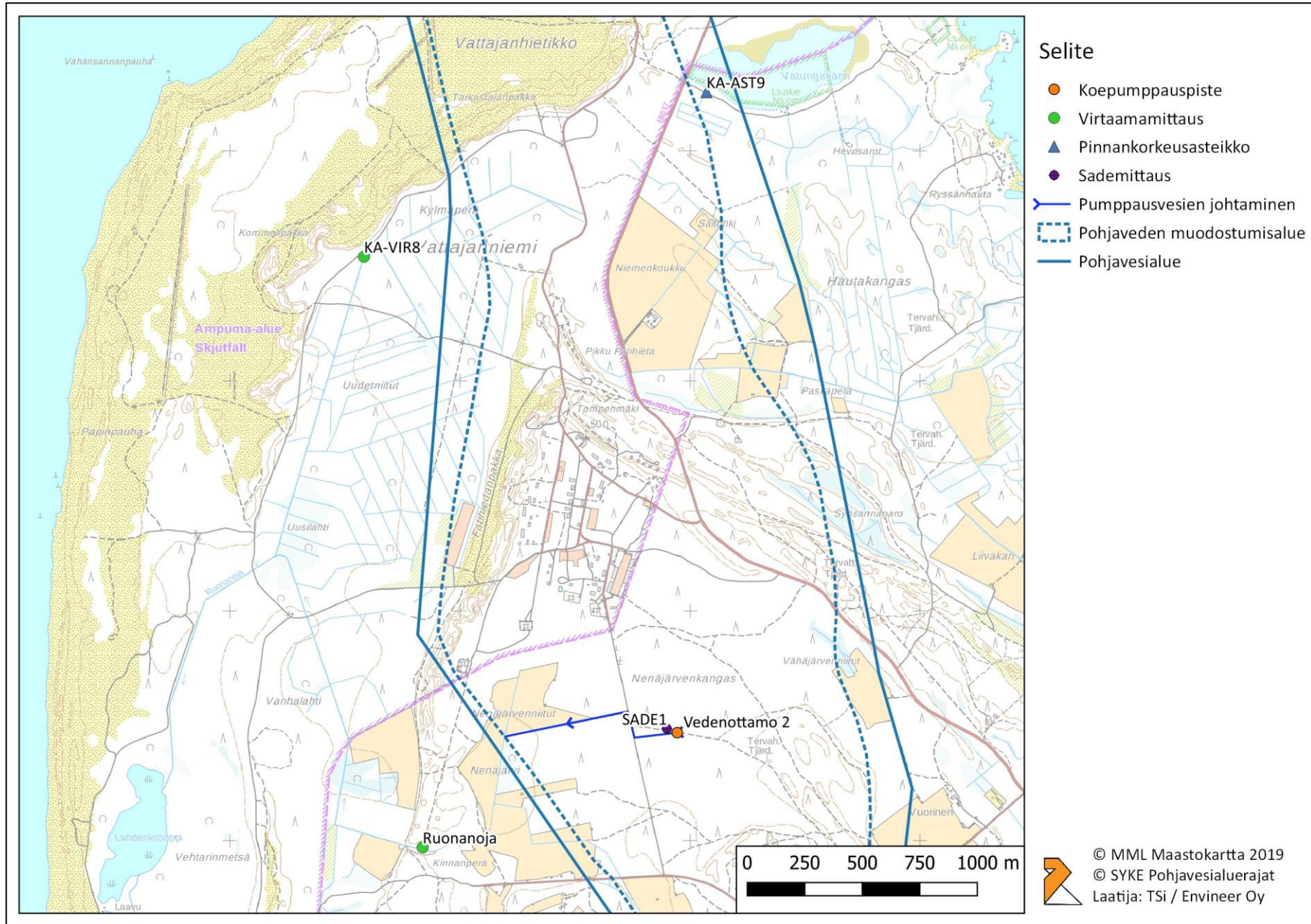
GTK, 2014. Karhinkankaan ja Sivakkokankaan vedenhankintatutkimukset ja pohjaveden virtausmallinnus 2011-2014.

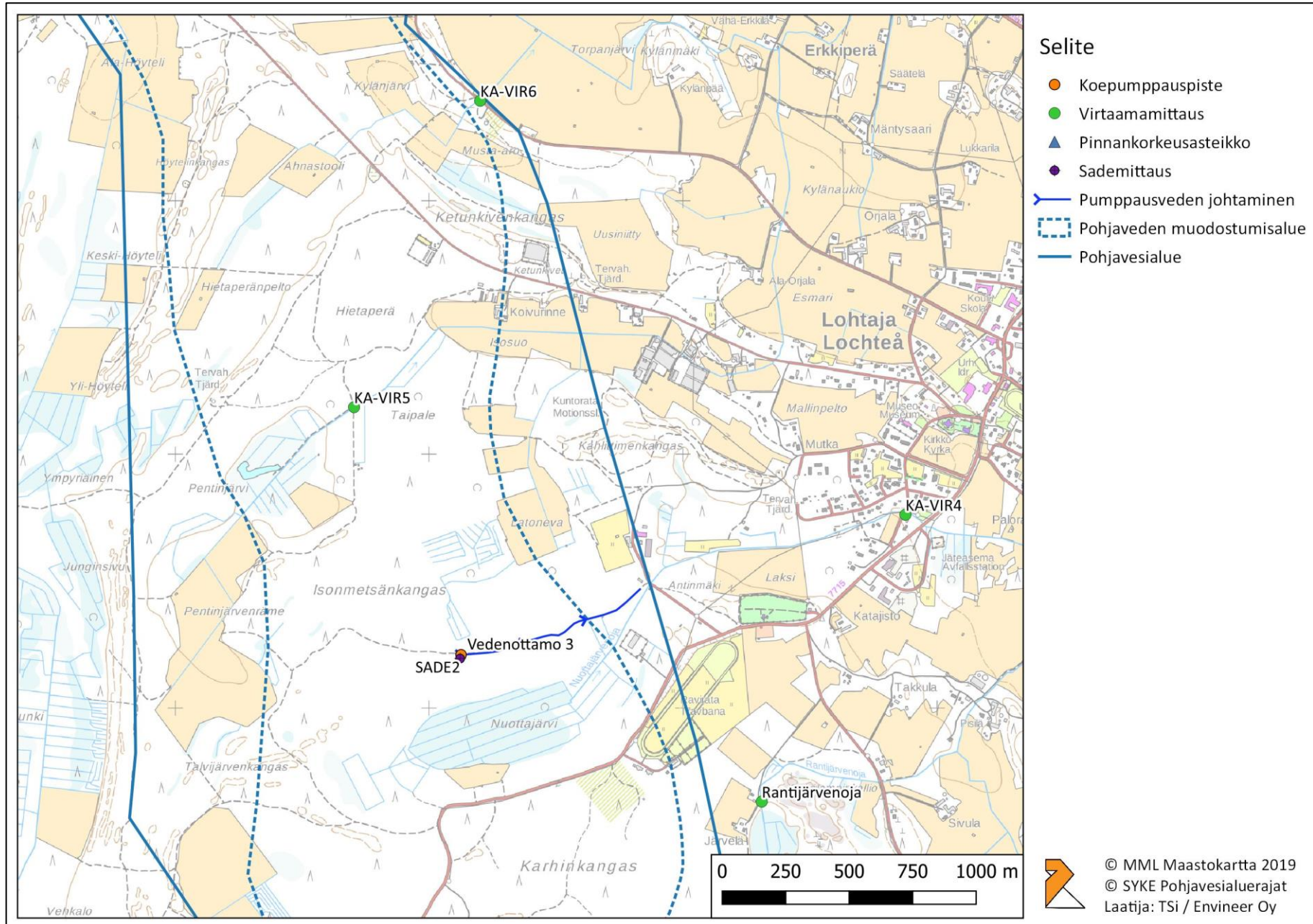
GTK, 2015. Kokkolan pohjavesialueiden suojelusuunnitelma (luonnos).

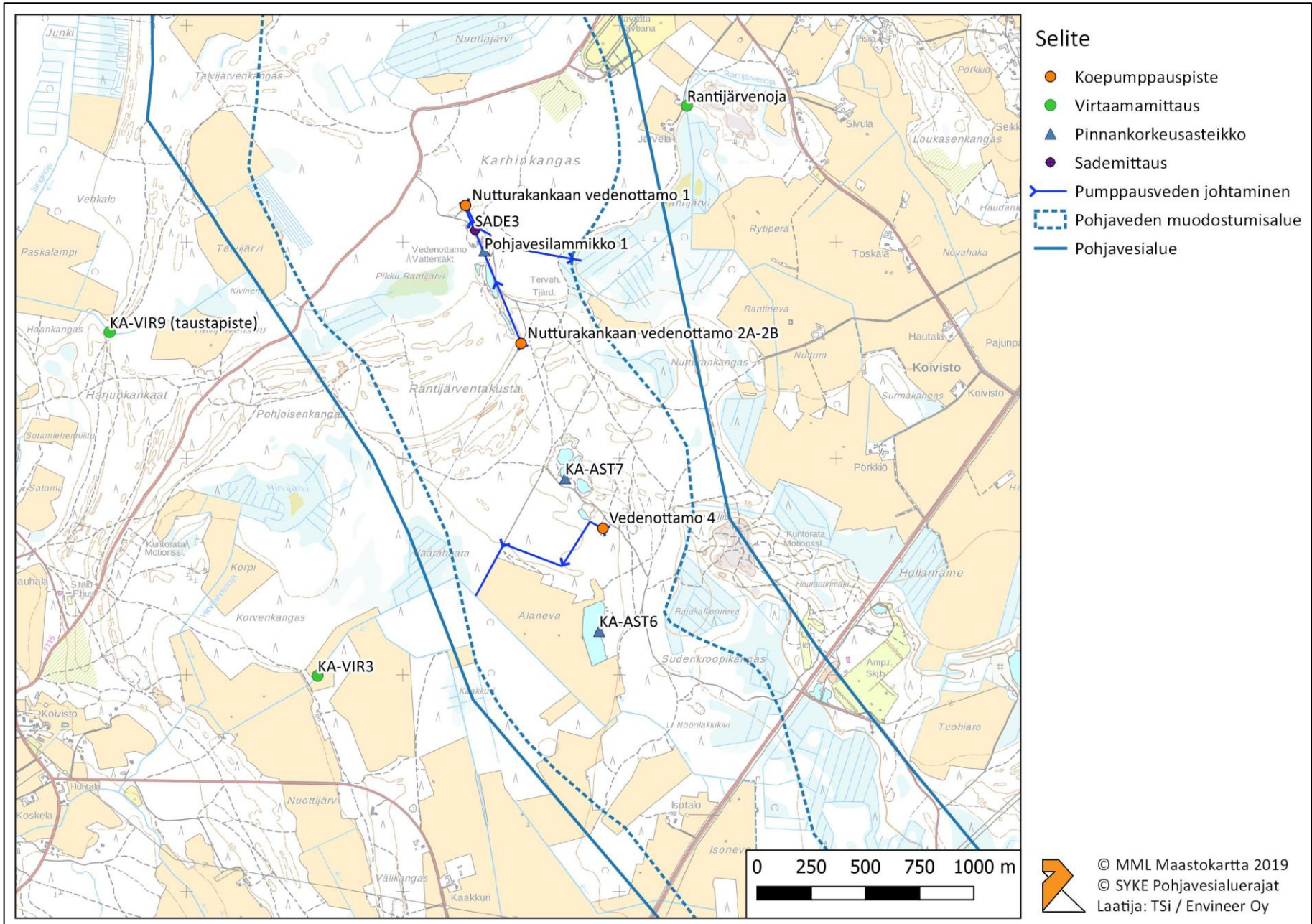
Soveri, 2001. Pohjaveden korkeuden ja laadun vaihteluista Suomessa 1975-1999.

WRM-Systems, 2019. <https://gwp.wrm-systems.fi>

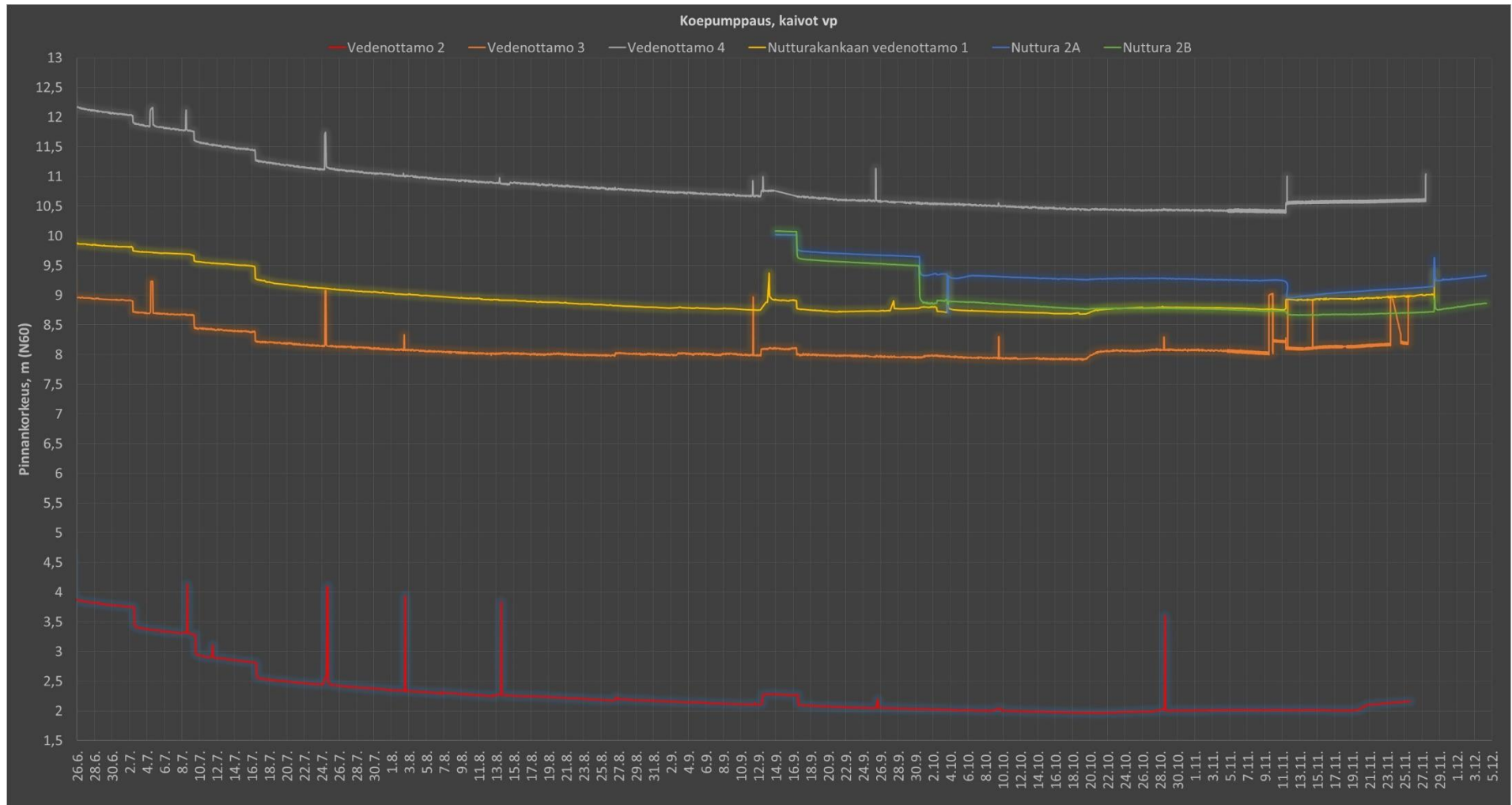








Vedenottamoiden pohjaveden pinnankorkeudet (m, N60) koepumppausjakson aikana. Vedenottamo 2 = punainen viiva, vedenottamo 3 = oranssi viiva, vedenottamo 4 = harmaa viiva, Nutturakankaan vedenottamo 1 = keltainen viiva, Nutturakankaan vedenottamo 2A = sininen viiva, Nutturakankaan vedenottamo 2B = vihreä viiva.



Koepumpattu vesi 2019

Pvm.	Hav.putki	pH	Sameus	Johtokyky	Cl	SO4	Lämpötila	Liuenut happi	Väri	COD _{Mn-O2}	Alkaliniteetti	E-coli	TOC	Fe	Mn	Ca	Mg	As	Cr	Cu	Pb	CO ₂	F	kok-P	PO4-P	NH ₄ ⁺	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	kok-N	Na	U	Rn	Torjunta-aineet			
			NTU	mS/m	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l Pt	mg/l	mmol/l	MPN/100 ml	mg/l	mg/l	µg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l	Bq/l	µg/l			
	STM-arvo	6,5-9,5		250	250	250				5		0		0,2	50			10	50	2000	10		1,5			0,5	0,1	50	200	30	300	0,5*				
25.6.2019	Vedenottamo 2	6,4	1,5	11,0	6,2	16,0		<0,3	300	7,1	0,48	0	8,2	16	200	6,0	2,2	1,6	7,3	7,5	0,86	40	0,17	190	190	0,49	<0,007	0,058	0,52	6,4			ei tod.			
3.7.2019	Vedenottamo 2	6,5	1,4	11,0				<0,3	280	7,1	0,46	0		14	190																					
10.7.2019	Vedenottamo 2	6,6	1,0	12,0				<0,3	230	7,5	0,53	0		15	190																					
17.7.2019	Vedenottamo 2	6,5	1,2	11,0				<0,3	240	6,4	0,47	0		14	200																					
31.7.2019	Vedenottamo 2	6,6	1,0	11,0	5,5	15,0		<0,3	220	7,0	0,51	0	8,2	14	190	5,3	2,1	1,5	2,3	<5	0,18	36	0,19	180	170	0,39	<0,007	0,027	0,51	5,7						
14.8.2019	Vedenottamo 2	6,5	1,0	11,0				<0,3	300	7,6	0,49	0		15	200																					
28.8.2019	Vedenottamo 2	6,5	1,0	11,0				<0,3	230	7,7	0,44	0		15	190																					
11.9.2019	Vedenottamo 2	6,5	1,6	11,0	5,6	15,0		<0,3	250	7,4	0,46	0	8,2	15	200	4,9	1,9	1,5	2,9	<5	0,35	38	0,18	180	170	0,40	0,05	<0,02	0,51	5,5						
25.9.2019	Vedenottamo 2	6,5	3,1	11,0				<0,3	260	7,5	0,45	0		15	190																					
9.10.2019	Vedenottamo 2	6,3	1,5	9,70	5,7	15,0		<0,3	240	7,7	0,36	0	8,2	14	190	5,2	1,9	1,5	2,7	<5	0,20	36	0,12	170	170	0,43	0,042	<0,02	0,53	5,7						
23.10.2019	Vedenottamo 2	6,6	1,2	11,0				<0,3	190	7,9	0,54	0		15	200																					
5.11.2019	Vedenottamo 2	6,4	1,1	10,0	5,7	15,0		<0,3	220	7,7	0,42	0	8,5	16	200	5,4	2,2	1,5	2,6	<5	0,15	36	0,16	170	210	0,42	<0,02	<0,02	0,53	5,9	0,15	<50		ei tod.		
	Keskiarvo	6,5	1,4	10,9	5,7	15,2			247	7,4	0,47	0	8,3	15	195	5,4	2,1	1,5	3,6	7,5	0,3	37,2	0,2	178	182	0,4			0,5	5,8						
25.6.2019	Vedenottamo 3	6,4	0,80	9,80	5,3	12,0		<0,3	220	6,8	0,47	0	7,8	13	190	5,3	1,9	0,67	7,9	<5	0,44	43,0	0,16	75	72	0,16	<0,007	0,067	0,28	5,6				ei tod.		
3.7.2019	Vedenottamo 3	6,4	0,85	10,0				<0,3	220	7,4	0,50	0		13	180																					
10.7.2019	Vedenottamo 3	6,5	0,67	10,0				<0,3	190	7,4	0,52	0		13	180																					
17.7.2019	Vedenottamo 3	6,4	0,67	10,0				<0,3	200	6,8	0,49	0		13	190																					
31.7.2019	Vedenottamo 3	6,5	0,58	10,0	5,1	12,0		<0,3	180	6,9	0,55	0	7,8	12	180	4,9	1,9	0,58	2,2	<5	0,18	42	0,16	79	69	0,17	<0,007	0,049	0,3	5,6						
14.8.2019	Vedenottamo 3	6,5	0,51	11,0				<0,3	220	7,6	0,55	0		13	190																					
28.8.2019	Vedenottamo 3	6,5	0,50	10,0				<0,3	170	7,8	0,50	0		12	190																					
11.9.2019	Vedenottamo 3	6,5	0,74	11,0	5,3	12,0		<0,3	190	7,4	0,54	0	7,7	13	190	4,8	1,7	0,52	2,5	<5	<0,1	43	0,17	79	74	0,15	0,03	<0,02	0,31	5,4						
25.9.2019	Vedenottamo 3	6,5	0,77	10,0				<0,3	180	7,3	0,51	0		13	180																					
9.10.2019	Vedenottamo 3	6,2	1,60	9,20	5,2	11,0		<0,3	180	7,7	0,41	0	7,7	12	180	5,0	1,8	0,61	2,2	<5	0,1	40	0,11	78	74	0,16	0,03	<0,02	0,32	5,6						
23.10.2019	Vedenottamo 3	6,5	0,41	10,0				<0,3	150	7,6	0,55	0		13	190																					
5.11.2019	Vedenottamo 3	6,4	0,74	9,60	5,1	11,0		<0,3	170	7,7	0,50	0	8,1	13	190	5,1	2,0	0,58	2,2	<5	<0,1	41	0,14	79	17	0,17	<0,02	<0,02	0,30	5,8	0,13	<50		ei tod.		
	Keskiarvo	6,4	0,74	10,1	5,2	11,6			189,2	7,4	0,5	0	7,8	13	186	5,0	1,9	0,6	3,4		0,3	41,8	0,1	78,0	61,2	0,16			5,60	0,13						
25.6.2019	Vedenottamo 4	6,4	0,80	9,90	5,7	15,0		<0,3	150	6,6	0,41	0	7,7	11	210	4,5	1,7	1,1	6,3	<5	2,4	39,0	0,15	54	51	0,17	<0,007	0,064	0,29	5,7				ei tod.		
3.7.2019	Vedenottamo 4	6,4	0,74	10,0				<0,3	190	7,3	0,41	0		12	220																					
10.7.2019	Vedenottamo 4	6,5	0,71	11,0				<0,3	170	7,5	0,45	0		13	220																					
17.7.2019	Vedenottamo 4	6,4	0,87	11,0				<0,3	170	7,0	0,43	0		13	230																					
31.7.2019	Vedenottamo 4	6,5	0,97	11,0	5,8	15,0		<0,3	150	7,7	0,49	0	8,3	13	220	4,5	1,9	1,0	2,0	<5	0,14	42,0	0,15	65	58	0,19	<0,007	0,044	0,33	6,1						
14.8.2019	Vedenottamo 4	6,4	0,62	11,0				<0,3	210	7,7	0,49	0		13	230																					
28.8.2019	Vedenottamo 4	6,4	0,53	11,0				<0,3	150	8,2	0,46	0		13	230																					
11.9.2019	Vedenottamo 4	6,4	0,74	11,0	6,2	16,0		<0,3	160	7,6	0,47	0	8,5	14	230	4,5	1,8	1,0	2,5	<5	<0,1	47	0,17	69	65	0,18	0,03	<0,02	0,36	6,1						
25.9.2019	Vedenottamo 4	6,5	0,77	11,0				<0,3	170	7,7	0,49	0		14	230																					
9.10.2019	Vedenottamo 4	6,2	0,91	11,0	6,2	16,0		<0,3	160	8,2	0,40	0	8,5	13	230	4,9	1,9	1,1	2,4	<5	0,14	45	0,091	67	66	0,2	<0,02	<0,02	0,37	6,4						
23.10.2019	Vedenottamo 4	6,4	1,80	12,0				<0,3	160	8,0	0,50	0		14	240																					
5.11.2019	Vedenottamo 4	6,3	0,89	11,0	6,4	16,0		<0,3	150	8,2	0,48	0	8,9	14	240	5,2	2,1	1,0	1,9	<5	0,38	47	0,13	68	52	0,21	<0,02	<0,02	0,35	6,8	0,12	<50		ei tod.		
	Keskiarvo	6,4	0,86	10,9	6,1	15,6			166	7,6	0,46	0	8,4	13	228	4,7	1,9	1,0	3,0		0,8	44,0	0,1	64,6	58,4	0,2			0,3	6,2						

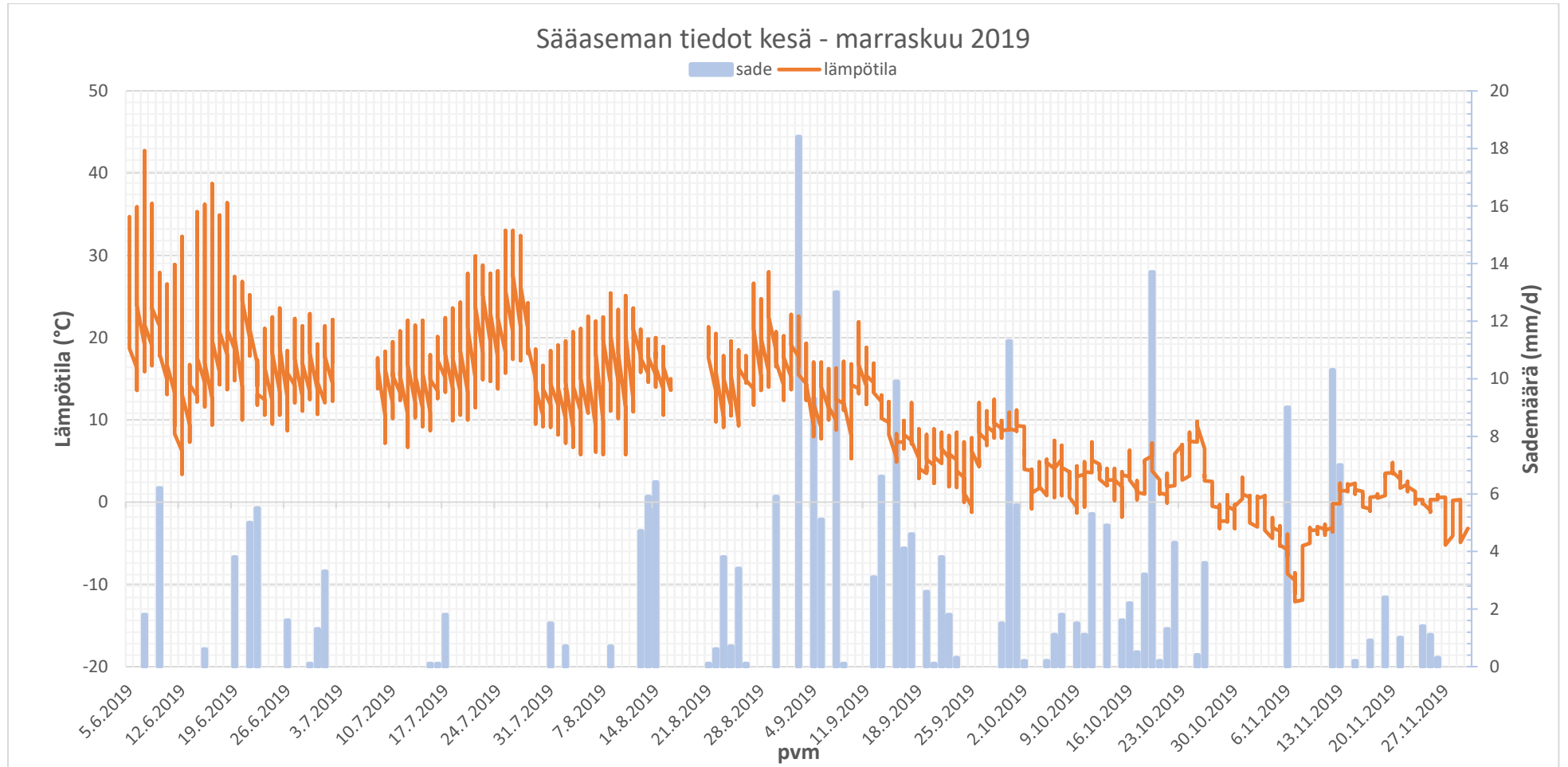
Pvm.	Hav.putki	pH	Sameus	Johtokyky	Cl	SO4	Lämpötila	Liuennot happi	Väri	COD _{Mn-O2}	Alkaliniteetti	E-coli	TOC	Fe	Mn	Ca	Mg	As	Cr	Cu	Pb	CO ₂	F	kok-P	PO4-P	NH ₄ ⁺	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	kok-N	Na	U	Rn	Torjunta-aineet		
			NTU	mS/m	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l Pt	mg/l	mmol/l	MPN/100 ml	mg/l	mg/l	µg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l	Bq/l	µg/l		
	STM-arvo	6,5-9,5		250	250	250				5		0		0,2	50			10	50	2000	10					0,5	0,1	50		200	30	300	0,5*		
25.6.2019	Nutturakankaan vedenottomo 1	6,5	1,10	12,0	5,9	13,0		<0,3	270	7,0	0,65	0	7,9	14	230	7,2	2,1	0,92	8,7	<5	1,3	47	0,15	66	60	0,15	<0,007	0,052	0,30	6,0				ei tod.	
3.7.2019	Nutturakankaan vedenottomo 1	6,5	1,50	12,0				<0,3	220	6,9	0,63	0		13	210																				
10.7.2019	Nutturakankaan vedenottomo 1	6,5	1,30	12,0				<0,3	170	7,0	0,59	0		13	210																				
17.7.2019	Nutturakankaan vedenottomo 1	6,5	0,95	12,0				<0,3	150	6,4	0,59	0		12	210																				
31.7.2019	Nutturakankaan vedenottomo 1	6,4	0,77	11,0	5,4	13,0		<0,3	190	6,4	0,52	0	7,1	11	200	5,9	2,0	0,89	1,5	<5	0,11	42	0,16	65	55	0,15	<0,007	0,027	0,27	5,7					
14.8.2019	Nutturakankaan vedenottomo 1	6,5	0,80	11,0				<0,3	200	6,6	0,55	0		12	210																				
28.8.2019	Nutturakankaan vedenottomo 1	6,5	1,30	11,0				<0,3	130	6,8	0,51	0		11	190																				
11.9.2019	Nutturakankaan vedenottomo 1	6,5	1,70	11,0	5,4	14,0		<0,3	150	6,4	0,55	0	6,7	12	200	5,5	1,8	0,93	1,6	<5	0,26	41	0,15	67	62	0,15	0,02	<0,02	0,30	5,6					
25.9.2019	Nutturakankaan vedenottomo 1	6,5	1,50	11,0				<0,3	140	6,2	0,52	0		12	190																				
9.10.2019	Nutturakankaan vedenottomo 1	6,3	1,90	10,0	5,2	16,0		<0,3	130	6,4	0,42	0	6,6	11	200	6,1	1,9	1,1	1,9	<5	0,12	39	0,1	67	65	0,15	<0,02	<0,02	0,30	5,9					
23.10.2019	Nutturakankaan vedenottomo 1	6,6	1,20	11,0				<0,3	190	7,9	0,54	0		15	200																				
5.11.2019	Nutturakankaan vedenottomo 1	6,4	0,78	11,0	5,0	19,0		<0,3	120	6,2	0,44	0	6,3	13	210	6,2	2,1	0,89	1,4	<5	<0,1	38	0,13			0,17	<0,02	<0,02		6,1	0,13	<50		ei tod.	
	Keskiarvo	6,48	1,23	11,25	5,38	15,00			171,67	6,7	0,54	0	6,92	12	205	6,18	1,98	0,95	3,02		0,45	41	0,14	66,40	53,60	0,15	0,02	0,04	0,29	5,86	0,13				

25.6.2019	Nutturakankaan vedenottomo 2A																																			
3.7.2019	Nutturakankaan vedenottomo 2A	6,2	0,47	3,10				6,3	<4	0,63	0,12	0		0,34	24,0																					
10.7.2019	Nutturakankaan vedenottomo 2A	6,2	0,28	2,80				7,4	<4	0,67	0,11	0		0,11	13,0																					
17.7.2019	Nutturakankaan vedenottomo 2A	6,2	0,40	3,10				6,1	8,0	0,80	0,12	0		0,47	25,0																					
31.7.2019	Nutturakankaan vedenottomo 2A	6,2	0,32	3,20	1,3	3,6		6,0	5,0	0,82	0,13	0	2,3	0,54	28,0	1,7	0,63	0,23	<1	<5	0,61	13	0,14	6,0	3,0	0,022	<0,007	0,24	0,12	2,1						
14.8.2019	Nutturakankaan vedenottomo 2A	6,2	0,5	2,50	0,9	2,8		7,9	<4	<0,5	0,12	0	1,8	0,053	5,0	1,5	0,57	0,13	<1	<5	0,75	11	0,13	4,0	4,0	<0,01	<0,02	0,35	0,13	1,8						
28.8.2019	Nutturakankaan vedenottomo 2A	6,3	2,4	3,20				7,3	6,0	0,66	0,15	0		0,061	6,8																					
11.9.2019	Nutturakankaan vedenottomo 2A	6,3	0,2	3,50	1,4	4,3		6,7	<4	0,53	0,15	0	1,8	0,19	11,0	1,9	0,87	0,17	<1	<5	1,30	13	0,10	6,0	4,0	<0,01	<0,02	0,25	0,11	1,9						
25.9.2019	Nutturakankaan vedenottomo 2A	6,1	11	6,50				1,6	42	1,8	0,2	0		2,7	85,0																					
9.10.2019	Nutturakankaan vedenottomo 2A	6,1	3,5	8,10	5,0	13,0		0,3	47	3,1	0,26	0	4,2	4,2	140,0	4,4	1,60	0,95	<1	<5	0,32	32	0,087	16,0	13,0	0,052	<0,02	0,046	0,17	5,1						
23.10.2019	Nutturakankaan vedenottomo 2A	6,2	5,6	9,20				<0,3	55	3,8	0,34	0		5,3	170,0																					
5.11.2019	Nutturakankaan vedenottomo 2A	6,2	2,3	9,40	5,5	15,0		<0,3	48	4,1	0,36	0	5,7	6,0	180,0	4,9	1,80	1,20	<1	<5	0,47	37	0,130	18,0	<2	0,065	<0,02	0,030	0,18	5,8	0,31	<50		ei tod.		
	Keskiarvo	6,2	2,5	4,96	2,82	7,74		5,5	30	1,691	0,187273	0	3,16	1,8	63	2,88	1,09	0,54			0,69	21,2	0,117	10	6,0	0,04633		0,183	0,142	3,34	0,31					

Pvm.	Hav.putki	pH	Sameus	Johtokyky	Cl	SO4	Lämpö-tila	Liennut-happi	Väri	COD _{Mn-O2}	Alkalini-teetti	E-coli	TOC	Fe	Mn	Ca	Mg	As	Cr	Cu	Pb	CO ₂	F	kok-P	PO4-P	NH ₄ ⁺	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	kok-N	Na	U	Rn	Torjunta-aineet				
			NTU	mS/m	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l Pt	mg/l	mmol/l	MPN/100 ml	mg/l	mg/l	µg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l	Bq/l	µg/l				
	STM-arvo	6,5-9,5		250	250	250				5		0		0,2	50			10	50	2000	10		1,5			0,5	0,1	50		200	30	300	0,5*				
25.6.2019	Nutturakankaan vedenottomo 2B																																				
3.7.2019	Nutturakankaan vedenottomo 2B																																				
10.7.2019	Nutturakankaan vedenottomo 2B																																				
17.7.2019	Nutturakankaan vedenottomo 2B																																				
31.7.2019	Nutturakankaan vedenottomo 2B																																				
14.8.2019	Nutturakankaan vedenottomo 2B																																				
28.8.2019	Nutturakankaan vedenottomo 2B	6,4	<0,2	3,20				7,5	<4	0,58	0,16	0		0,011	<1																						
11.9.2019	Nutturakankaan vedenottomo 2B	6,4	<0,2	3,40	1,4	4,0		7,0	<4	<0,50	0,17	0	1,7	0,013	<1	2,0	0,96	0,13	<1	<5	0,43	12	0,083	6,0	5,0	<0,01	<0,02	0,3	0,11	1,8							
25.9.2019	Nutturakankaan vedenottomo 2B	6,3	<0,2	4,20				4,0	<4	<0,50	0,17	0		<0,01	<5																						
9.10.2019	Nutturakankaan vedenottomo 2B	6,1	<0,2	4,80	2,3	8,1		3,1	<4	0,62	0,17	0	1,7	0,024	3,9	2,9	1,3	0,13	<1	<5	0,59	17	0,056	5,0	3,0	<0,01	<0,02	0,12	0,084	2,7							
23.10.2019	Nutturakankaan vedenottomo 2B																																				
5.11.2019	Nutturakankaan vedenottomo 2B	6,1	<0,2	6,0	3,2	11,0		3,3	5,0	0,89	0,19	0	2,0	0,085	25,0	3,7	1,8	0,13	<1	<5	0,76	22	0,088	3,0	<2	0,0073	<0,02	0,074	0,09	3,4	0,08	<50		ei tod.			
	Keskiarvo	6,3		4,32	2,3	7,7		5,0	5,0	0,7	0,2	0	1,8	0,033	14,5	2,9	1,4	0,1			0,6	17,0	0,1	4,7	4,0	0,0		0,2	0,1	2,6	0,1						

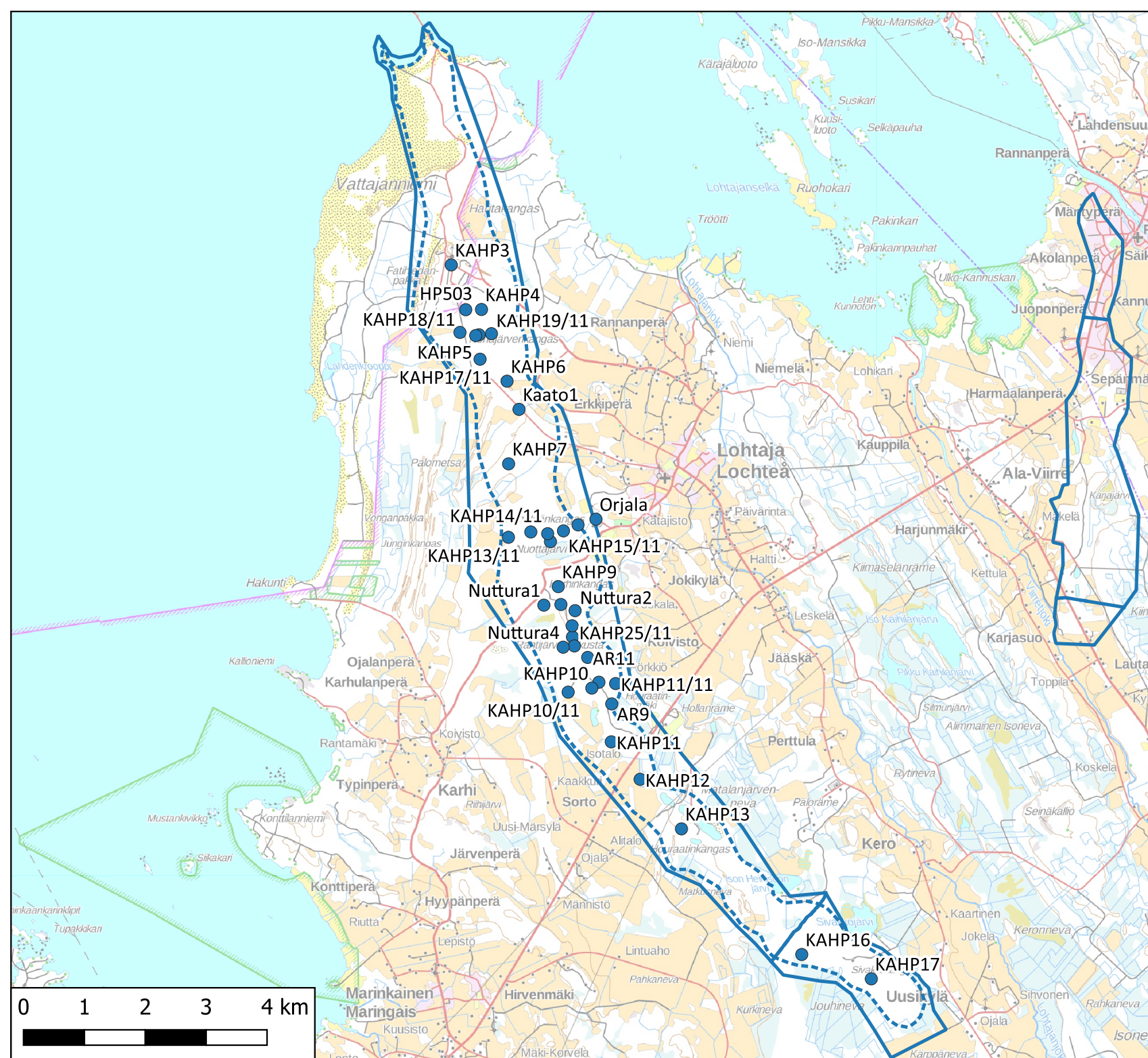
*) Tarkoitettut yhdisteet ovat orgaanisia hyönteis-, rikkaruoho-, sieni-, ankerois-, punkki-, levä- ja jyrsijämyrkyjä, orgaanisia limantorjunta-aineita sekä muita vastaavia tuotteita sekä yhdisteiden metabolia-, hajoamis- ja reaktiotuotteita.

**) Yhteensä tarkoittaa kaikkien seurannassa havaittujen ja mitattujen yksittäisten torjunta-aineiden summaa mukaan luettuna niiden merkitykselliset aineenvaihdunta-, hajoamis- tai reaktiotuotteet.



Selite

- Pohjavesiputki
- Pohjavesialue
- Pohjaveden muodostumisalue



Pohjavesiputkien koordinaatit ETRS-TM35FIN-koordinaatistossa ja mittautapa.

Pohjavesiputki	Koordinaatti (ETRS-TM35FIN)	Mittautapa
AR9	7100417, 328175	loggeri
AR10	7100771, 327967	loggeri
AR11	7101182, 327782	loggeri
HP102	7101514, 327531	loggeri
HP503	7106890, 325778	loggeri
HP568	7106479, 325996	loggeri
KAHP5	7106473, 325896	loggeri
KAHP10/11	7100607, 327460	loggeri
KAHP11	7099791, 328169	mittaus
KAHP11/11	7100749, 328240	mittaus
KAHP12	7099175, 328642	mittaus
KAHP12/11	7103081, 327169	mittaus
KAHP13	7098362, 329322	loggeri
KAHP13/11	7103152, 326480	mittaus
KAHP14/11	7103241, 326847	loggeri
KAHP15/11	7103257, 327383	loggeri
KAHP16/11	7103356, 327623	mittaus
KAHP17	7095898, 332440	loggeri
KAHP17/11	7106077, 326013	loggeri
KAHP18/11	7106517, 325682	loggeri
KAHP19/11	7106497, 326201	mittaus
KAHP25/11	7101367, 327563	mittaus
KAHP3	7107627, 325540	mittaus
KAHP4	7106895, 326037	mittaus
KAHP6	7105717, 326457	mittaus
KAHP7	7104359, 326482	mittaus
KAHP8	7103211, 327123	loggeri
KAHP9	7102341, 327297	loggeri
KAHP10	7100678, 327847	loggeri
KAHP16	7096328, 331379	loggeri
Kaato1	7105253, 326653	mittaus
Laitos	7102048, 327341	loggeri
Nuttura1	7102037, 327061	loggeri
Nuttura2	7101947, 327574	mittaus
Nuttura3	7101698, 327525	mittaus
Nuttura4	7101346, 327378	mittaus
Orjala	7103449, 327916	mittaus