

Petri Ekholm SYKE

1.6.2020

Kipsilevityksen vaikutus pohjavesiin – SAVE- ja SAVE2-hankkeen kaivovesiseurannan tulokset

Tausta

Pelloille levitettävä, fosforihappotuotannon sivutuotteena syntyvä kipsi sisältää runsaasti kalsiumia ja sulfaattia, ja vähäisessä määrin fluoria ja fosforia. Levityksen jälkeen kipsi liukenee maassa melko nopeasti. Liukenemista edistää maan kosteus ja muokkaus. Vaikka kalsiumista, ja ehkä myös sulfaatista osa sitoutuu maahiukkasten pinnalle, suurin osa liuenneesta kipsistä jää maanesteeseen. Tämä näkyy maanesteen ionivahvuuden (käytännössä sähkönjohtavuuden) nousuna, mikä hiukkasten varaukseen vaikuttamalla saa aikaan kipsin fosforikuormitusta vähentävän vaikutuksen.

Maassa liennut kipsi on altista kulkeutumaan veden mukana. Suurin osa huuhtoutuneen hiljalleen pinta- ja salaojavalunnan mukana alapuoliseen vesistöön, mutta osa voi kulkeutua maassa alaspäin, ehkä aina pohjaveteen asti. Tämä lienee todennäköisempää karkeilla maalajeilla, mutta mahdollista myös savimailla, jos savipatja on ohut tai epäyhtenäinen.

Kipsin vertikaalista kulkeutumisesta salaojien alapuoleisessa maassa ei ole Suomessa, eikä luultavasti muuallakaan tutkittu. Pohjavesivaikutusten selvittäminen SAVE-hankkeessa koettiin tärkeäksi, sillä laajamittaista levityssuunnitelmaa laadittaessa on tiedettävä, miten pohjavesialueet tulee huomioida.

Pohjavesivaikutusten selvittäminen

Ympäristönsuojelulaki kieltää pohjaveden pilaamisen. Sen 17 §:n mukaan ”Ainetta, energiaa tai pieneliöitä ei saa panna, päästää tai johtaa sellaiseen paikkaan tai käsitellä siten, että:

- 1) tärkeällä tai muulla vedenhankintakäyttöön soveltuvalla pohjavesialueella pohjaveden laadun muutos voi aiheuttaa vaaraa tai haittaa terveydelle tai ympäristölle taikka pohjaveden laatu voi muutoin olennaisesti huonontua;
- 2) toisen kiinteistöllä olevan pohjaveden laadun muutos voi aiheuttaa vaaraa tai haittaa terveydelle tai ympäristölle taikka tehdä pohjaveden kelpaamattomaksi tarkoitukseen, johon sitä voitaisiin käyttää; tai
- 3) toimenpide vaikuttamalla pohjaveden laatuun muutoin saattaa loukata yleistä tai toisen yksityistä etua (pohjaveden pilaamiskielto).”

SAVE-hankkeen pilottialueena oli Savijoen valuma-alueen keskiosa, jonne kipsiä levitettiin noin puolelle peltoalaa syksyllä 2016. Alueella on kolme pohjavesialuetta.

Keväällä 2016 neuvoteltiin Varsinais-Suomen ELY-keskuksen ylitarkastaja Sanna-Liisa Suojaston kanssa siitä, voisiko kipsiä levittää pohjavesialueilla sijaitseville pelloilla ja miten kipsin sisältämien aineiden mahdollista kulkeutumista pohjavesiin tulisi SAVE-hankkeessa selvittää. Neuvotteluissa ilmeni, että kipsin levitys olisi mahdollista niillä pohjavesialueiden peltolohkoilla, joilla savipatja on vähintään 3 m paksu. SAVE-hankkeella ei kuitenkaan ollut resursseja maakairauksiin, joilla savipatjan paksuus olisi voitu varmistaa. Kuitenkin aiempien kairausten mukaan savipatjan paksuus on alueella paikoin jopa 20 metriä ja merkittävä osa alueen pohjavedestä muodostuu kallioihin rajautuvilla hiekkaisilla alueilla, joilla oli vain vähän viljelyksessä olevaa maata. Koska kipsin päätyminen pohjavesiin oli useimmilla peltolohkoilla epätodennäköistä, kaikkien pohjavesialueilla sijaitsevien peltolohkojen rajaaminen pois vaikutti riskin yliarviointilta. Siten vain osa lohkoista, tai niiden osista, rajattiin kipsinlevityksen ulkopuolelle. Lisäksi VAR-ELY edellytti pohjaveden tilaa seurattavan. Seuranta toteutettiin tutkimalla kaivovesien laatua ennen ja jälkeen kipsinlevityksen.

Kipsipilottialueen kuvaus

Savijoen kipsipilottialueen pellot sijaitsevat etupäässä savimailla, mutta joukossa on myös karkeampia kivennäismaita. Alueella on kolme pohjavesialuetta. Laajin niistä on Alhojoki-Rauvolan pohjavesialue (0242301, 5,26 km²), jolla sijaitsee useita peltolohkoja. Nimensä mukaisesti alue koostuu kahdesta osasta: Alhojoen ja Rauvolan pohjavesialueista.

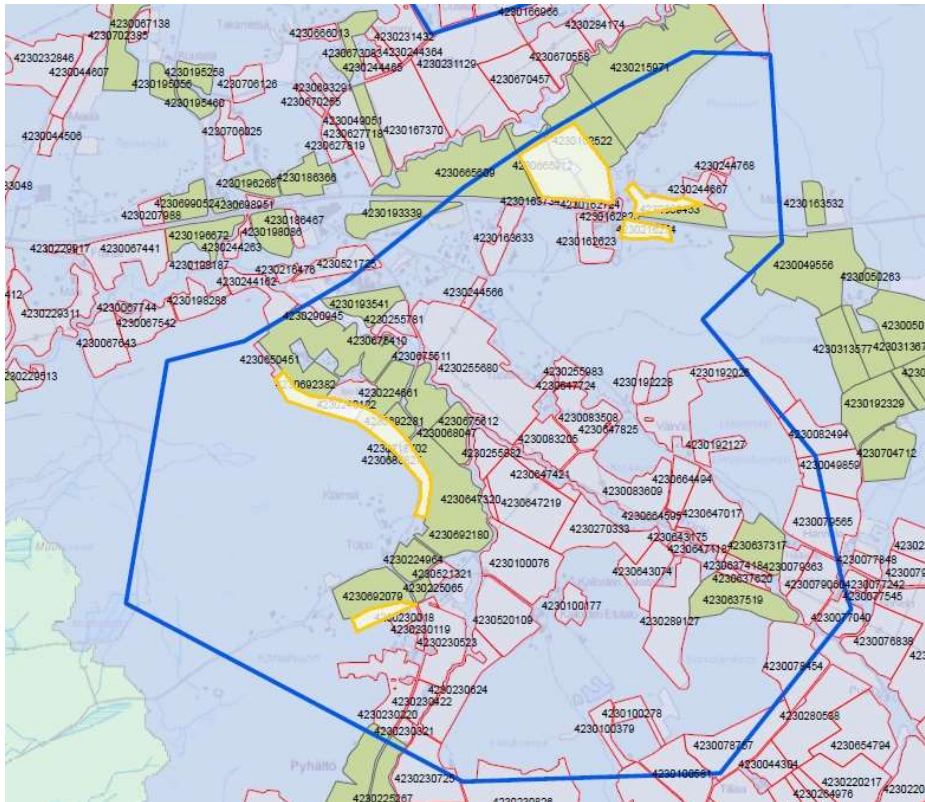
Alhojoen vedenottamon valuma-alue muodostuu Alhojoki- ja Sortonlähteenojan laaksoista ja niitä ympäröivistä hiekka-, moreeni- ja kallioalueista. Vedenottamo sijaitsee jokilaaksossa, jossa yli 20 metriä paksut savikerrokset peittävät vettä johtavat kerrokset. Pohjavesi muodostuu aluetta ympäröivien kallioharjanteiden rinteillä, joiden vettä johtavat kerrokset jatkuvat savenalaisina jokilaaksoon. Alhojoen vedenottamon valuma-alueella muodostuu pohjavettä keskimäärin 500 m³/d. Pohjavesi on rautapitoista ja paikoin paineellista.

Rauvolan ottamo sijaitsee Savijoen laaksossa savenalaisessa pitkittäisharjumuodostumassa. Vedenottamon valuma-aluetta peittää suurelta osalta paksu savikerros. Pohjavettä muodostuu pääasiassa ottamon etelä- ja itäpuolella olevilla hiekka-alueilla ja niihin rajoittuvilla moreenialueilla. Vettä johtavat hiekkakerrokset jatkuvat savenalaisina jokilaaksoon. Valuma-alueella muodostuu pohjavettä noin 300–350 m³/d. Alueen antoisuutta on lisätty muodostamalla tekopohjavettä käyttämällä Alhojoen ottamolta saatavaa vettä. Alhojoen ja Rauvolan alueita erottaa kallioharjanne.

Länsi-Suomen vesioikeus on todennut 13.9.1991 seuraavasti: ”*Alhojoen vedenottamon lähiympäristössä vettä johtavat kerrokset ovat savenalaisia. Tämän vuoksi ei ole tarpeen muodostaa lähisuoja-aluetta. Ehdotetuksi kaukosuoja-alueeksi on rajattu ne hiekka-, moreeni- ja kalliomaat, joilla suurin osa pohjavedestä muodostuu, sekä näiden ja vedenottamon väliset savikkoalueet. Kaukosuoja-alueen pinta-ala on noin 3,7 km².*” Lisäksi todetaan, että ”*Alueella ei saa varastoida eikä käyttää lietelantaa, väkilannoitteita, kasvinsuojeluaineita eikä tuhoeläinmyrkyjä niin runsaasti tai sillä tavalla, että näitä aineita pääsee haitallisessa määrin pohjaveteen.*”

Uusitalo-Kolin pohjavesialue (0242305) on pieni (1,13 km², muodostumispinta-ala 0,8 km², 500 m³/d) ja se kuuluu luokkaan II ”Vedenhankintaan soveltuva pohjavesialue”. Se on ns. rantakerrostuma, jossa kallioainanteisiin on kerrostunut soraa, hiekkaa ja paikoin silttiä. Maakerrokset ovat ohuita, ja pohjaveden varastotilavuus on pieni. Pohjavesi virtaa kohti Savijokea. Kalliokynnykset saattavat katkoa alueen yhtenäisyyttä. Kolmas pohjavesialue, Vehkasuo (0242307), rajoittuu osin peltoihin, mutta itse alueella ei ole peltoja.

Suojaston ehdotuksesta (kuva 1) muutama pohjavesialueella oleva lohko jätettiin kokonaan ilman kipsiä, ja eräistä muodostumisalueen läheisyydessä olevista lohkoista osa rajattiin pois.



Kuva 1. Alhijoki-Rauvolan pohjavesialueella ei keltaisella merkityille peltolohkoille tai niiden osille levitetty kipsiä.

Kaivovesien seuranta

SAVE-hanke otti yhteyttä alueen viljelijöihin ja tiedusteli kipsinlevitysalueilla tai niiden läheisyydessä sijaitsevia kaivoja ja niiden omistajia. Yhdeksän viljelijää ilmoitti kaivoista. Kahdella viljelijällä oli kaksi toisiaan lähekkäin sijaitsevaa kaivoa, joista päätettiin ottaa näytteet vain toisesta. Näin tutkimukseen valikoitui seitsemän kaivoa, jotka sijaitsivat kipsipelloilla tai niiden läheisyydessä tilojen pihoilla (kuva 2). Kaikki kaivot olivat rengaskaivoja (taulukko 1). Liitteessä 1 on kuvat kuudesta kaivosta.

Taulukko 1. Tutkittujen kaivojen ominaisuuksia.

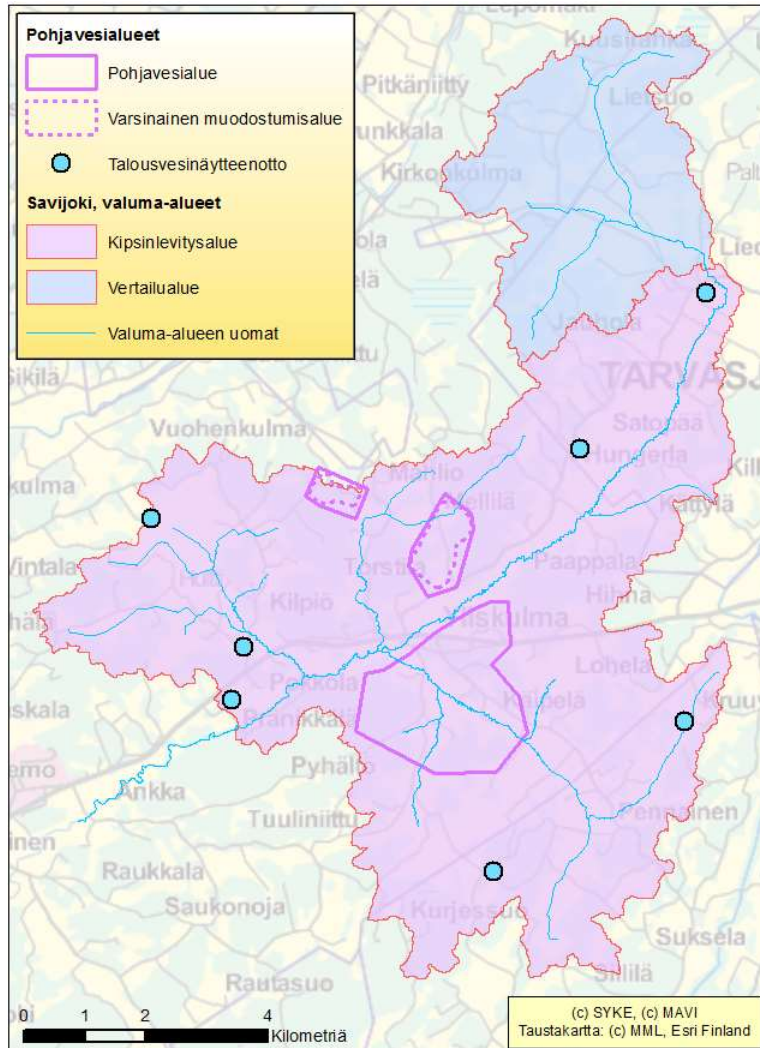
No	Tyyppi	Syvyys (m)	Käyttö	Ympäröivä maankäyttö	Sijainti
1	Rengaskaivo 60-luvulta, kunto hyvä	n. 5	Juomavesi, vettä käyttää myös naapuri	Pelto, jolle levitetty kipsiä. Pellon maannos: Vertic Cambisol ("savi")	Savijoen pääuoman yläosa, Luukkosentie, Lieto
2	Rengaskaivo, tehty luonnonlähteeseen 1920–1930 luvulla. 1950-luvulla kaivoa suurennettiin ja 1980-luvulla asennettiin vesijohto	n. 5-6	Ollut juomavesikäytössä, kunnes 2–3 vuotta ennen kipsin levitystä alkoi maistua oudolta, jonka jälkeen ei ole käytetty juomavetenä. Vettä käytetään edelleen pesuvetenä.	Pelto, jolle levitetty kipsiä. Pellon maannos: Vertic Cambisol ("savi")	Savijoen pääuoman yläosa, Liedonperäntie, Lieto
3	Rengaskaivo, tehty n. v. 1987	n. 5	Vettä käytetään ainoastaan peseytymiseen ja kasvien kasteluun	Kipsikäsitellyn pellon laidalla. Pellon maannos: Dystric Leptosol.	Savijoen pääuoman alaosa, Lepomäentie, Lieto
4	Rengaskaivo, 50-luvulta, hyväkuntoinen	4–5	Juomavesikäytössä	Piha, lähellä kahta kipsikäsiteltyä lohkoa, joiden maannos Vertic Cambisol ja Dystric Leptosol	Luoteesta tuleva sivujoki, Hultintie, Lieto
5	Rengaskaivo, arviolta 50–60 luvulta), hyväkuntoinen ja aika ajoin huollettu	ehkä 3–4	Juomavesikäytössä	Pelto, kahden kipsikäsittelemättömän pellon keskellä. Maannos: Vertic Cambisol.	Alhojoen latva, Juossuontie, Paimio
6	Rengaskaivo, noin 30 vuotta vanha, vanhaan lähteeseen tehty, hyväkuntoinen	4	Juomavesikäytössä	Kipsikäsitelty pelto, maannos: Vertic Cambisol	Myllyjoen latva, Veikkarantie, Paimio
7	Rengaskaivo, tehty 40-luvulla alun perin kivistä ja myöhemmin 60-luvulla jatkettu betonirenkailla	n. 4,5–5	Juomavesikäytössä 80-luvulle asti	Kipsikäsitellyn ja –käsittelemättömän pellon vieressä. Peltojen maannos: Vertic Cambisol ("savi")	Luoteesta tulevan sivujoen latva, Lieto

SAVE- ja SAVE2-hanke otti ja analysoi näytteitä kaivoista kahdeksan kertaa vuosina 2016–2019. Näytteet otti Luode Consultingin sertifioitu näytteenottaja ja ne analysoitiin SYKEN Oulun laboratoriossa. Näytteet lähetettiin Ouluun Matkahuollon palvelulla ja ne olivat laboratoriossa yleensä näytteenottoa seuraavana päivänä.

Ensimmäiset näytteet otettiin 3.8.2016, jolloin vain muutama lohko koko valuma-alueella oli käsitelty kipsillä. Ajankohta edustaa ”ennen kipsiä” -tilannetta. Seuraava näyte otettiin 26.10.2016, jolloin lähes

kaikki kipsi (4 tonnia per hehtaari, yhteensä 1550 hehtaarille) oli jo levitetty. Sen jälkeen näytteitä otettiin keväällä lumen sulamisen jälkeen (3.5.2017, 15.5.2018, 17.6.2019) ja syysateiden aikaan (14.11.2017, 21.11.2018, 4.12.2019).

Näytteistä määritettiin veden pH, sähkönjohtavuus ja sameus sekä sulfaatin, kalsiumin, fluoridin, raudan, mangaanin, nitraatin ja fosforin pitoisuudet. Sulfaatin lisäksi määritettiin rikki, jotta voitiin tutkia, onko vesissä muita rikkiyhdisteitä kuin sulfaattia. Lisäksi määritettiin hapen, liuennon organisen hiilen ja kokonaisorganisen hiilen pitoisuudet sekä eräitä muita muuttujia.

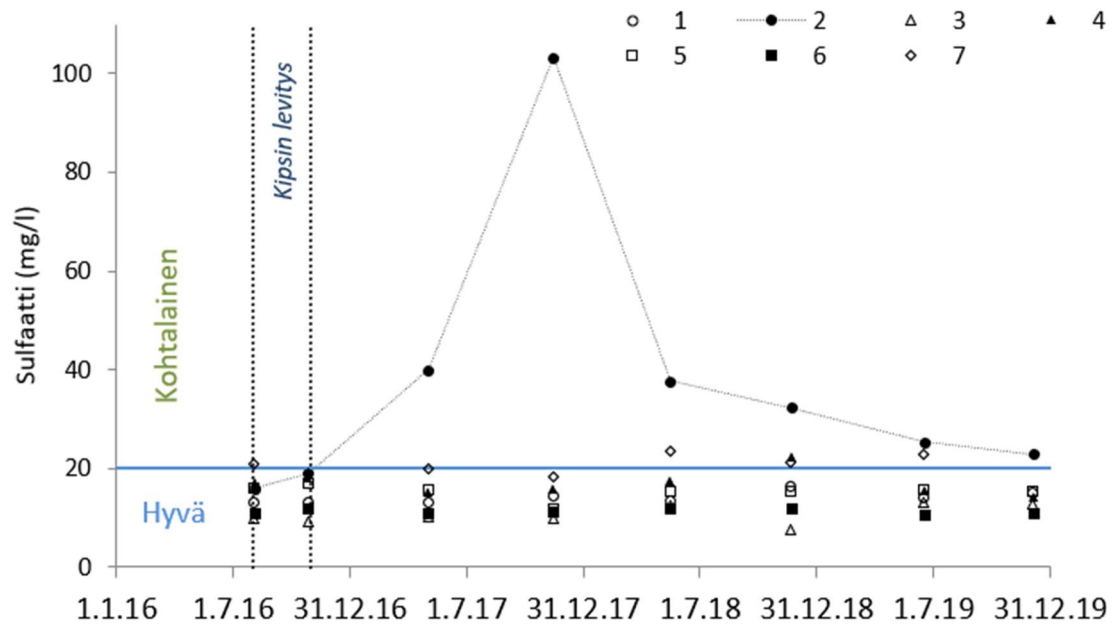


Kuva 2. Tutkittujen seitsemän kaivon ja pohjavesialueiden sijainnit.

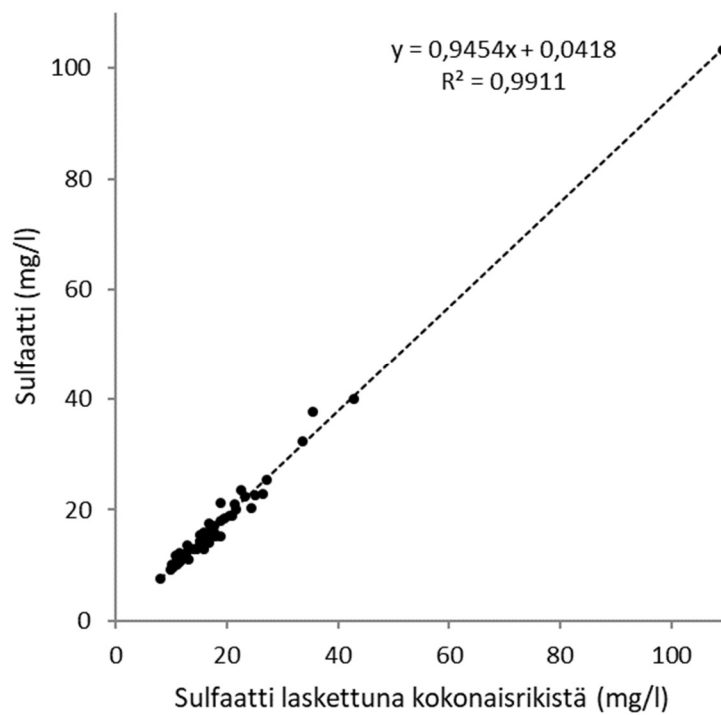
Tulokset

Sulfaattipitoisuus kaivoissa oli keskimäärin 18 mg/l. Tämä vastaa hyvin valtakunnallista mediaania (16 mg/l). Pitoisuus vaihteli vain vähän eikä siinä näkynyt merkkejä kipsin sulfaatin huuhtoutumisesta pohjavesiin (kuva 3). Poikkeuksen muodosti kaivo 2, jossa sulfaattipitoisuus oli syksystä 2017 lähtien kohonnut (suurin pitoisuus 103 mg/l). Tässä kaivossa myös kalsiumin ja nitraatin pitoisuus oli korkea. Kaivon omistajan mukaan pintavesiä on saattanut päästä kaivoon, sillä kaivo sijaitsee pellolla, jossa maasto viettää kaivoon päin. Kaivon vettä käytetään vain pesuvedenä sen aistinvaraisestikin arvioidun huonon laadun vuoksi. Syksy 2017, jolloin pitoisuudet alkoivat kaivossa nousta, oli erityisen sateinen, ja sen jälkeen kaivon vedenlaatu on vähittäin parantunut. Sulfaattipitoisuuden mukaan kaivovesien laatu

oli useimmiten hyvä, eräissä näytteissä kohtalainen. Rikkimääritysten mukaan sulfaatti oli käytännöllisesti katsoen ainoa rikkiyhdiste (kuva 4).

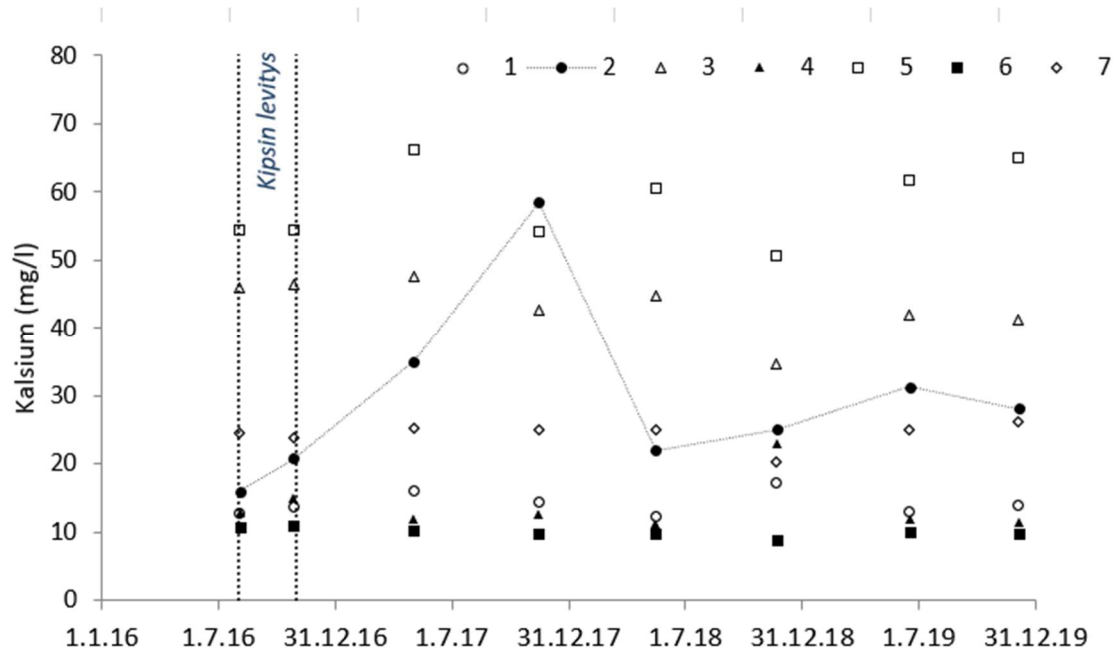


Kuva 3. Kaivovesien sulfaattipitoisuus eri näytteenottoajankohtina. Sininen vaakaviiva osoittaa kaivovesitulkin hyvän ja kohtalaisen laadun raja-arvon.

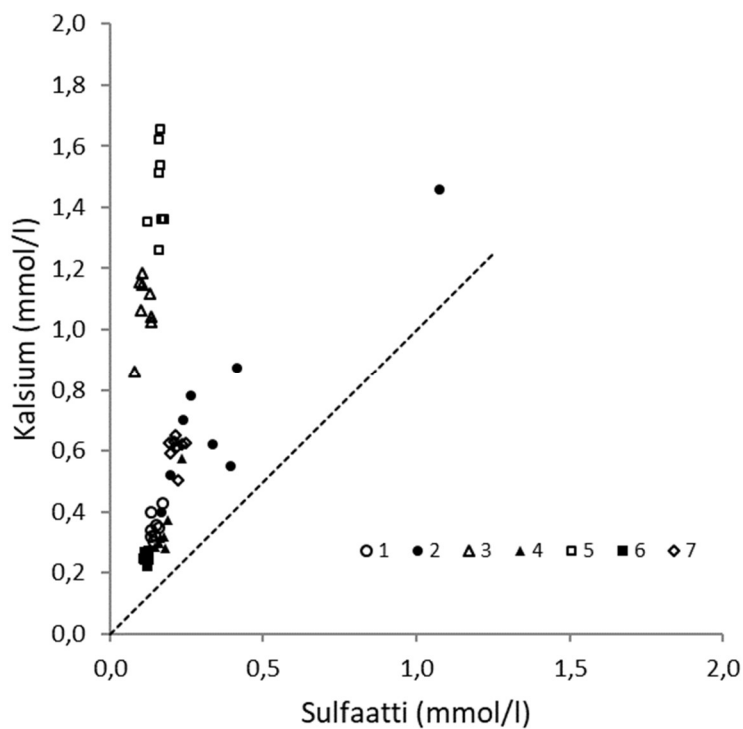


Kuva 4. Sulfaattipitoisuus sulfaattimäärityksen ja rikkimäärityksen perusteella lasketun pitoisuuden perusteella.

Kalsiumpitoisuus oli keskimäärin 28 mg/l, ja se vaihteli voimakkaasti kaivojen välillä, mutta ajallisesti vähän eikä kipsikäsittely siinä tullut esille, lukuun ottamatta kaivoa 2 (kuva 5). Moolisuhteen perusteella kontaminaation lähde kaivossa 2 oli pitkälti kipsi (kuva 6). Tässä kuten muissakin kaivoissa oli kuitenkin ylimäärin kalsiumia suhteessa sulfaattiin, ts. sulfaatin ohella kalsiumia on tasapainottanut jokin muu anioni.

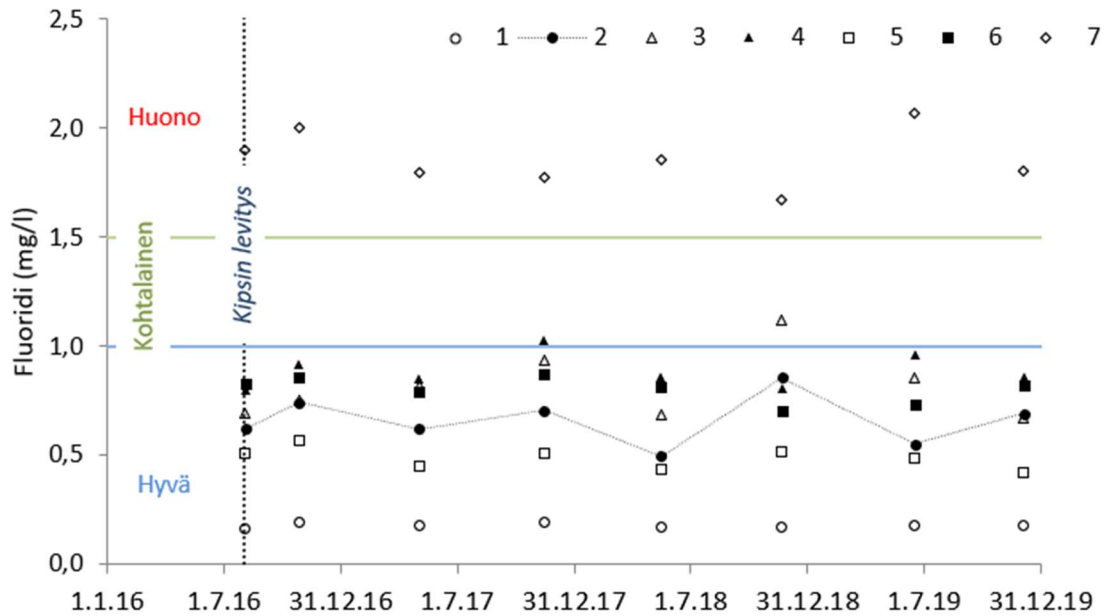


Kuva 5. Kaivovesien kalsiumpitoisuus eri näytteenottoajankohtina. Kalsiumille ei ole esitetty laadullisia raja-arvoja.



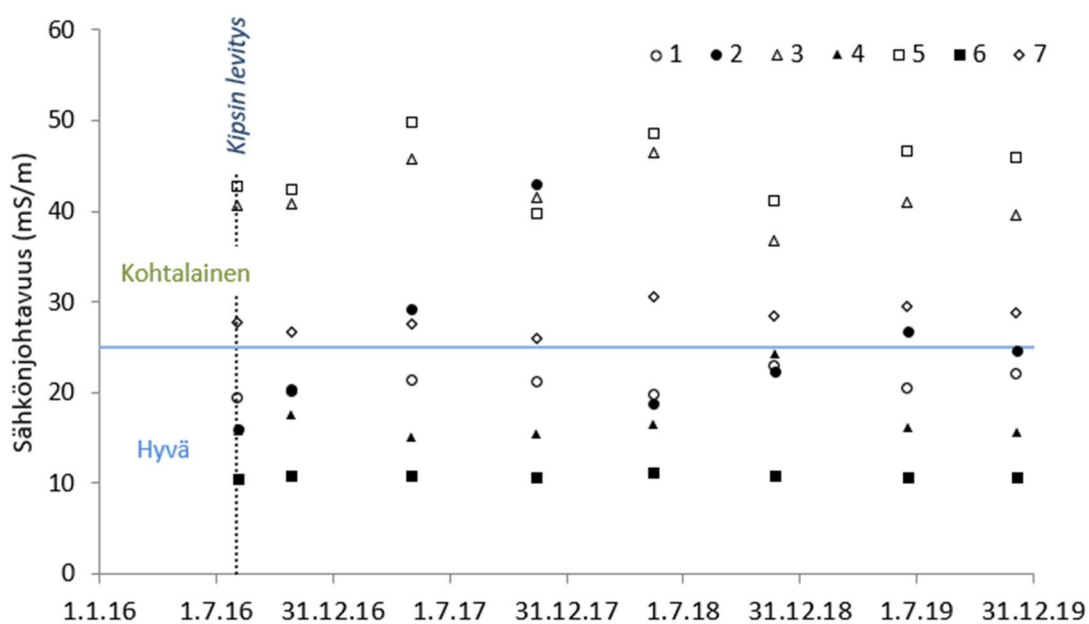
Kuva 6. Kaivovesien sulfaatti- ja kalsiumpitoisuuksien suhde. Katkoviiva kuvaa suhdetta kipsissä.

Kipsissä on fluoridia noin 0,2 %. Kaivovesien fluoridipitoisuudet olivat valtaosin alle 1 mg/l, eli laatu oli tältä osin hyvä (kuva 7). Poikkeuksen muodosti kaivo 7, jossa pitoisuudet aina ylittivät 1,5 mg/l (huonon laadun alaraja), ts. kaivon vettä ei tule käyttää juomavetenä. Tässä kaivossa ei kuitenkaan havaittu sulfaattia tai kalsiumia, joten fluoridin alkuperä ei ole kipsi. Geologisen kartan mukaan kaivo on lähellä kiillegneisiesiintymää. Kaivossa 2, jossa havaittiin kohonneita sulfaatti-, kalsium- ja nitraattipitoisuuksia, ei fluoridi noussut.



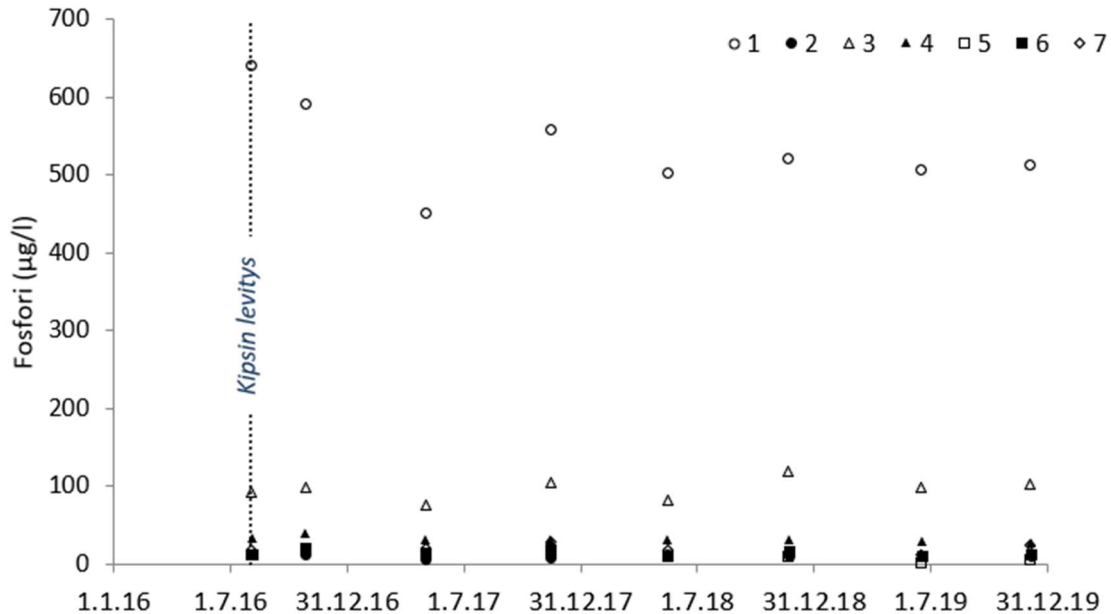
Kuva 7. Kaivovesien fluoridipitoisuus eri näytteenottoajankohtina. Sininen vaakaviiva osoittaa kaivovesitulkin hyvän ja kohtalaisen laadun raja-arvon, vihreä vastaavasti kohtalaisen ja huonon laadun raja-arvon.

Veden sähkönjohtavuus kuvaa liuenneiden ionien kokonaismäärää. Siinä ei havaittu ajallista trendiä (kuva 8). Sähkönjohtavuus korreloi kalsiumpitoisuuden kanssa.



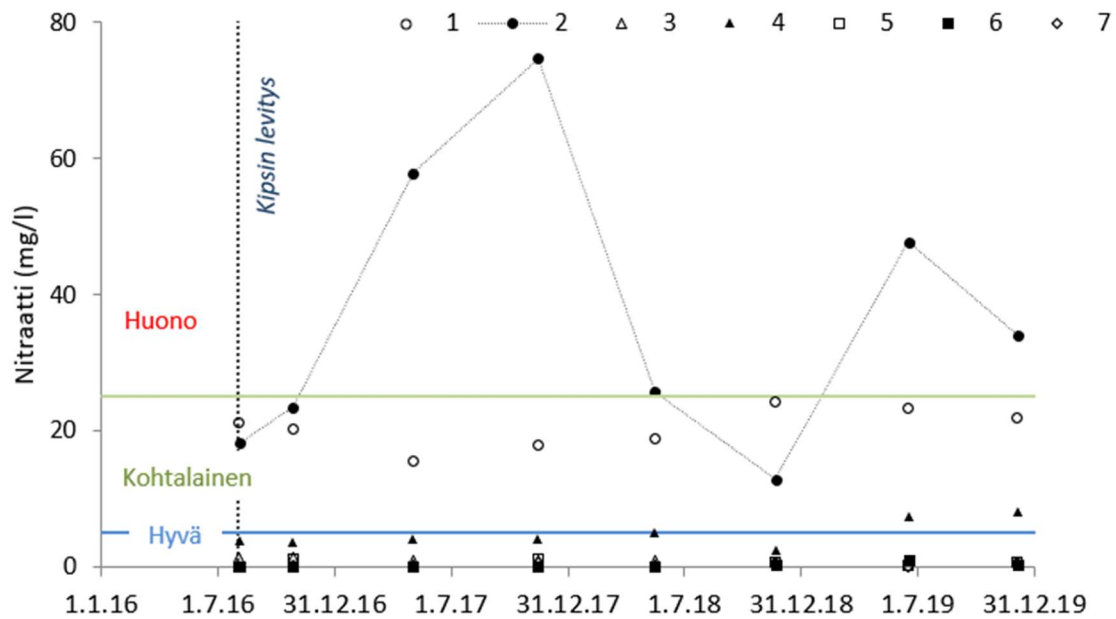
Kuva 8. Kaivovesien sähkönjohtavuus eri näytteenottoajankohtina. Sininen vaakaviiva osoittaa kaivovesitulkin hyvän ja kohtalaisen laadun raja-arvon.

Kipsissä on fosforia alle 0,2 %. Kaivovesien fosforipitoisuus oli yleisesti matala eikä siinä näkynyt ajallista kehitystä (kuva 9). Poikkeuksena oli kaivo 1, jossa fosforipitoisuus oli yllättävän korkea, tasolla 500 µg/l. Tässä kaivossa oli melko matala happipitoisuus ja korkea liuenneen orgaanisen hiilen ja nitraatin pitoisuus.



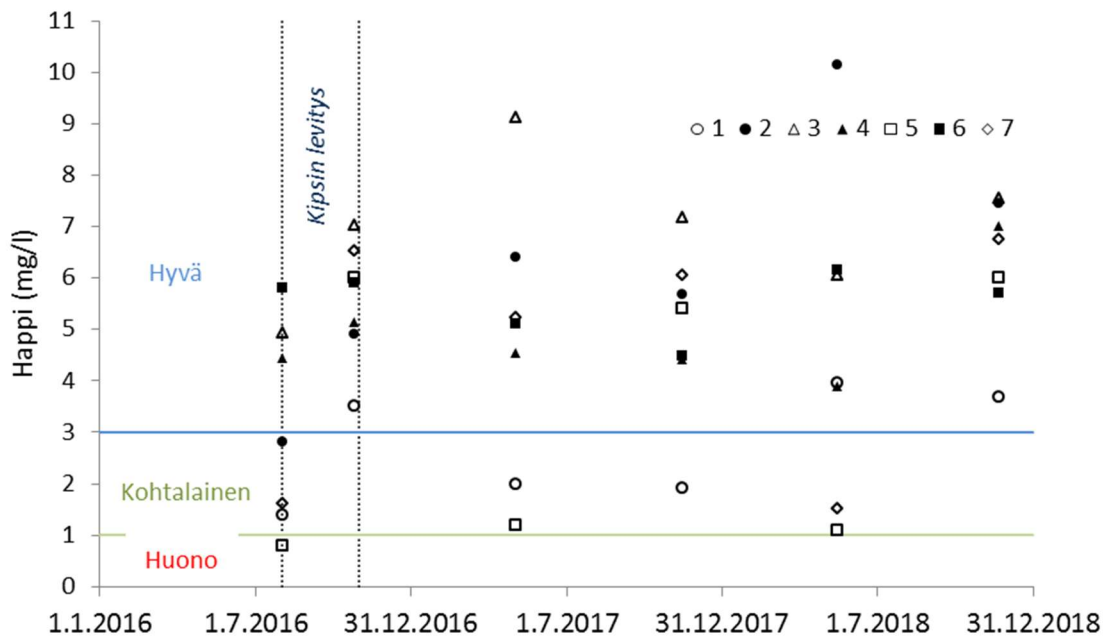
Kuva 9. Kaivovesien fosforipitoisuus eri näytteenottoajankohtina. Fosforille ei ole esitetty laadullisia raja-arvoja.

Nitraattipitoisuus oli pääosin hyvää laatua osoittavalla tasolla (< 5 mg/l, kuva 10), poikkeuksena kaivo 1, jossa se oli kohtalaisella tasolla (5–25 mg/l) ja edellä mainittu mahdollisesti pintavesiä saanut kaivo 2, jossa nitraattipitoisuus oli korkeimmillaan 75 mg/l (14.11.2017), ts. pitoisuus oli niin korkea, että vettä ei tule käyttää juomavetenä.



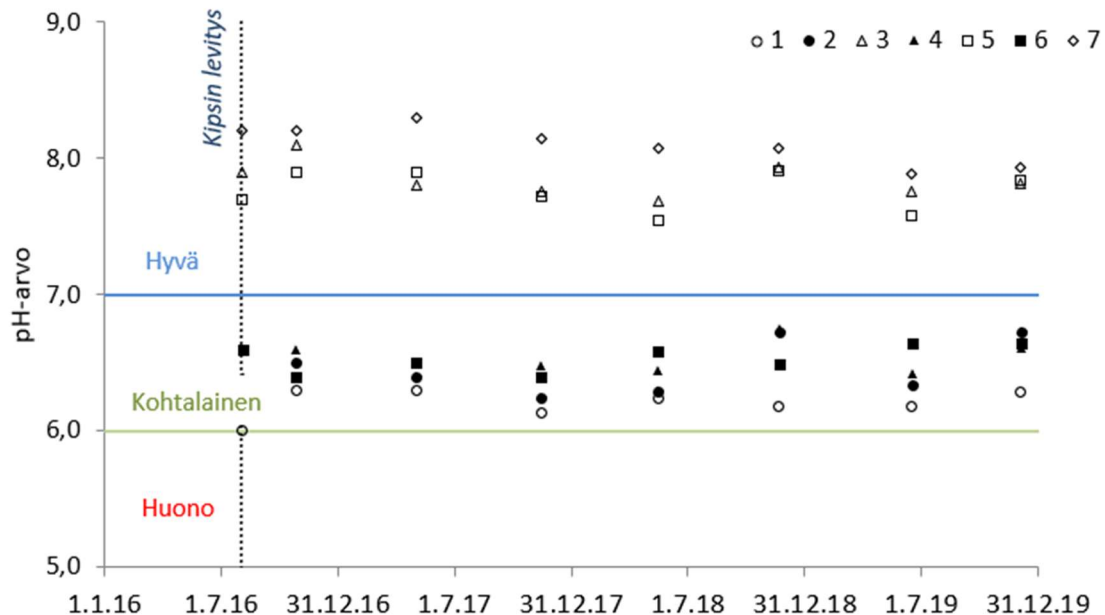
Kuva 10. Kaivovesien nitraattipitoisuus eri näytteenottoajankohtina. Sininen vaakaviiva osoittaa kaivovesitulkin hyvän ja kohtalaisen laadun raja-arvon, vihreä vastaavasti kohtalaisen ja huonon laadun raja-arvon.

Happipitoisuus vaihteli kaivojen välillä, mutta myös näytteenotosta toiseen (kuva 11). Kolmessa kaivossa happipitoisuus laski ajoittain alle 2 mg/l. Happipitoisuutta ei määritetty laboratorioissa tapahtuneen väärinkäsityksen vuoksi kahdella viimeisellä näytteenotokerralla. Vaikka korkeimmat fosfori-, rauta- ja mangaanipitoisuudet havaittiin näissä tilanteissa, viitaten raudan ja mangaaniin pelkistymiseen, happipitoisuuden ja em. muuttujien välinen korrelaatio oli heikko.



Kuva 11. Kaivovesien happipitoisuus eri näytteenottoajankohtina. Sininen vaakaviiva osoittaa kaivovesitulkin hyvän ja kohtalaisen laadun raja-arvon, vihreä vastaavasti kohtalaisen ja huonon laadun raja-arvon.

Raudan ja mangaanin pitoisuus vaihteli kaivoissa ajallisesti ja paikallisesti paljon, ja oli muutamassa kaivossa koholla. Rauta ja mangaani eivät korreloineet selkeästi muiden muuttujien kanssa. Kaivoveden pH-arvo oli korkea niissä kaivoissa (kuva 12), joissa kalsiumin pitoisuus oli korkea, heijastellen luultavasti kallioperän ominaisuuksia.



Kuva 12. Kaivovesien pH-arvo eri näytteenottoajankohtina. Sininen vaakaviiva osoittaa kaivovesitulkin hyvän ja kohtalaisen laadun raja-arvon, vihreä vastaavasti kohtalaisen ja huonon laadun raja-arvon.

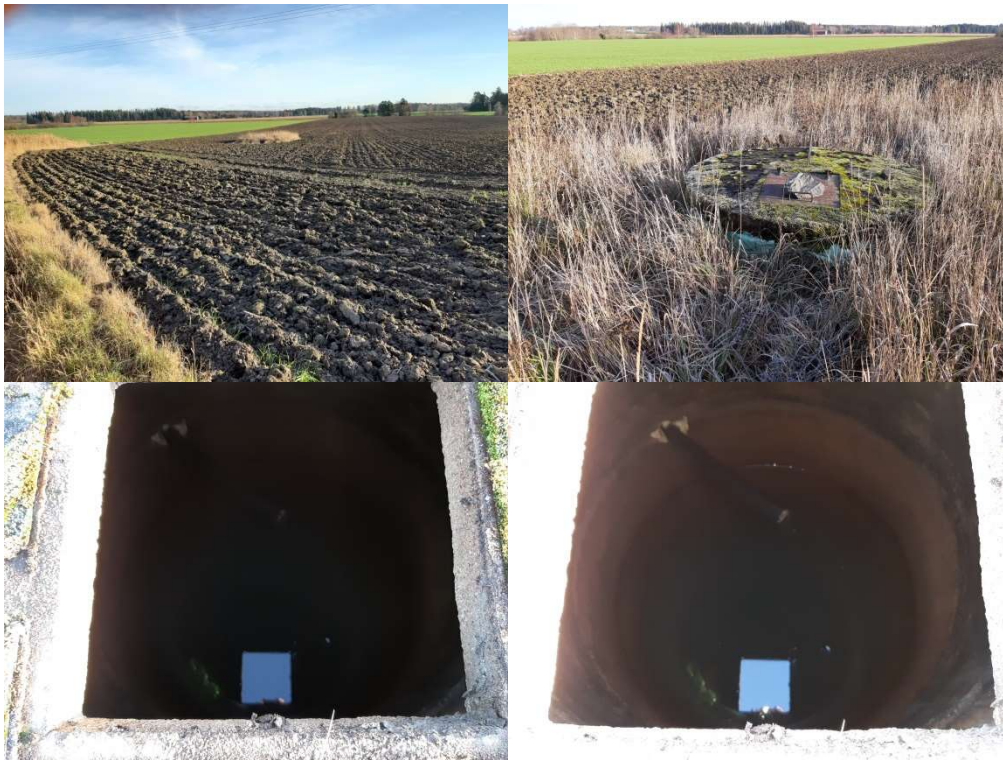
Johtopäätelmät

Kuudessa seitsemästä tutkitusta kaivosta ei havaittu merkkejä kipsivaikutuksesta. Sen sijaan yhdessä kaivossa sulfaatin ja kalsiumin pitoisuus oli selvästi kohonnut kevästä 2017 alkaen. Korkeimmillaan pitoisuudet olivat marraskuussa 2017. Syksy 2017 oli hyvin sateinen ja on todennäköistä, että kaivoon on päätenyt pintavesiä. Tähän viittaa se, että myös nitraatin pitoisuus oli noussut.

Mikäli kipsikäsiteltävällä pellolla sijaitsevaa kaivoa käytetään juomavetenä, kipsin levityksen suhteen tulee olla varovainen ja jättää käsittelemätön suojavyöhyke kaivon ympärille. Tosin selvityksemme ”ongelmakaivossakaan” sulfaatin pitoisuus ei noussut lähelle huonon kaivoveden raja-arvoa. Vaikka yksikään kaivoista ei sijainnut Savijoen valuma-alueen kolmella pohjavesialueella, tulokset voitaneen yleistää myös näitä alueita koskeviksi. Tulosten perusteella ei kuitenkaan voida ottaa kantaa karkeammilla tai muutoin erilaisilla maalajeilla toteutettavan kipsinlevityksen mahdollisiin pohjavesivaikutuksiin.

Lähes kaikissa kaivoissa havaittiin vedenlaatuongelmia jonkin tutkitun muuttujan osalta. Pintavesiä mahdollisesti saaneissa kaivoissa nitraattipitoisuus ylitti juomavedelle sallitun rajan. Muutamassa muussa kaivossa vesi oli liian sameaa ja happipitoisuus ajoittain alhainen. Yhdessä kaivossa taas oli liian korkea fluoridipitoisuus ja monessa kaivossa rauta- tai mangaanipitoisuudet olivat ajoittain koholla. Kaivovesianalyysitulokset on välitetty tulkinnan kanssa kaivojen omistajille.

Liite 1. Valokuvat kaivoista (valokuvaaja Ari Laukkanen).



Kaivo 1. Kaivossa ei merkkejä kipsin levityksestä, mutta kaivon vedessä poikkeuksellisen korkea fosforipitoisuus. Lisäksi veden sameus ajoittain liian korkea.



Kaivo 2. Ainoa kaivo, jossa merkkejä kipsin levityksestä, mutta myös nitraattipitoisuus korkea. Onko kaivoon päässyt pintavesiä?



Kaivo 3. Veden sameus korkea.



Kaivo 4. Melko hyvälaatuista vettä.



Kaivo 5. Veden sameus ongelma.



Kaivo 7. Veden fluoridipitoisuus ylittää sallitun.