



Asiakas: Nurmijärven Vesi -liikelaitos

Projekti: Teillinummen imeytyskoe, loppuraportti

Projektinnumero: 10101026-001



AFRY
ÄF PÖYRY

Raportti

Yhteyshenkilö
Pirkko Öhberg
Puhelin
040768 4478
Matkapuhelin
040768 4478
Sähköposti
pirkko.ohberg@afry.com

Pvm.
09/11/2020
Projektiviite
10101026-001

Asiakas
Nurmijärven Vesi- liikelaitos
Päivi Kopra

Teilinummen imeytyskoe; Loppuraportti

Sisältö

1	Hankkeen yleiskuvaus.....	5
1.1	Tausta ja tarkoitus.....	5
1.2	Imeytyskokeen lupatilanne.....	6
2	Nykyinen vedenotto.....	6
2.1	Vedenottamot.....	6
2.2	Yksityiset talousvesikaivot.....	6
2.3	Pohjaveden muodostumisolosuhteet.....	6
3	Imeytyskoe.....	8
3.1	Valmistelevat tutkimukset ja toimenpiteet.....	8
3.2	Raakaveden otto.....	8
3.3	Imeytys.....	9
3.4	Pumppaus.....	9
3.5	Pumppausvesien poisjohtaminen.....	9
3.6	Teilinummen vedenottamon toiminta kokeen aikana.....	10
3.7	Kokeen kulku.....	10
3.8	Poikkeustilanteet.....	11
4	Imeytyskokeen tarkkailu.....	12
4.1	Pohjavedenpinnat.....	12
4.1.1	Havaintoputket.....	12
4.1.2	Yksityiskaivot.....	12
4.2	Vesinäytteet.....	12
4.2.1	Raakavesi.....	12
4.2.2	Pumppausvesi.....	13
4.2.3	Havaintoputkien vesinäytteet.....	13
4.2.4	Isotoopit.....	13
4.2.5	TOC.....	13
4.2.6	HPLC-SEC-määritykset.....	13
4.3	Talousvesikaivojen veden laatu.....	14
4.4	Imeytysvesimäärät ja vedenottomäärät.....	14
4.5	Virtaamat.....	14
4.6	Lampien vedenpinta.....	14
4.7	Luonto ja kasvillisuus.....	14
4.8	Painumat.....	14
4.9	Raportointi.....	15
5	Imeytyskokeen tulokset.....	15
5.1	Sademäärät.....	15
5.2	Yleinen pohjavesitilanne.....	16

5.3	Pohjaveden pintojen muutokset	16
5.3.1	Pohjavedenpinnat ennen kokeen alkua	16
5.3.2	Maksimivaihe I huhtikuu 2019.....	17
5.3.3	Maksimivaihe II maaliskuu 2020.....	19
5.3.4	Ylenemät/alenemat imeytysalueella IA2.....	21
5.3.5	Ylenemät/alenemat imeytysalueella IA1.....	22
5.3.6	Pohjavesilammikot	24
5.3.7	Yksityiskaivot.....	25
5.4	Pohjaveden virtauskuva imeytyskokeen aikana	25
5.5	Viipymät.....	25
5.6	Virtaamat	26
5.7	Raakaveden laatu	27
5.8	Pohjaveden laatu	30
5.8.1	TOC	31
5.8.2	Molekyylikokojakauman tarkastelu.....	35
5.8.3	Isotoopit	38
5.9	Talousvesikaivojen vedenlaatu	42
5.10	Luontovaikutukset.....	42
5.11	Painumat	42
6	Johtopäätökset.....	43
6.1	Vedenlaatu ja tekopohjavesikapasiteetti tekopohjaveden tuotannossa	43
6.1.1	Veden laatu	43
6.1.2	Tekopohjavesikapasiteetti.....	44
6.2	Laitoksen käyttö poikkeustilanteissa	45
6.3	Vaikutukset tuotantokaivoon TK1	45
6.4	Vaikutukset yksityisiin talousvesikaivoihin	45
6.5	Painumat	46
6.6	Virtaamat	46
6.7	Luontovaikutukset.....	46
6.7.1	Lammikot.....	46
6.7.2	Kasvillisuus	46
7	Ehdotus hankkeen etenemistä varten	46

Liitteet

- Liite 1. Pohjavedenpinnan tasot imeytyskokeen aikana
- Liite 2. Vedenlaatutulokset
- Liite 3. Tekopohjaveden suhteelliset osuudet
- Liite 4. Kasvillisuustarkkailuraportti 2020
- Liite 5. Painumamittausraportti ja painuma seurantataulukko

Karttaliitteet

- Liitekartta 1. Pohjaveden havaintopisteet
- Liitekartta 2. Kairauksista ja geofysikaalisista tutkimuksista tulkittu pohjavesipatjan paksuus
- Liitekartta 3. Pohjavedenpinnankorkeudet ja samanarvonkäyrät ennen imeytyskokeen alkua
- Liitekartta 4. Teilinummen imeytyskokeen pohjavedenpinnat tasot huhtikuun 2019 alussa.
- Liitekartta 5. Teilinummen imeytyskokeen pohjavedenpinnan ylenemät/alenemat huhtikuun alussa 2019.
- Liitekartta 6. Imeytyskokeen maaliskuun 2020 lopun pohjavedenpinnankorkeudet Teilinummen pohjavesialueella.
- Liitekartta 7. Teilinummen imeytyskokeen pohjavedenpinnan ylenemät maaliskuun lopussa 2019.
- Liitekartta 8. TOC-pitoisuudet imeytysalueella IA2 ja vedenottoalueella 2019 maaliskuun puolivälissä.
- Liitekartta 9. TOC-pitoisuudet imeytysalueilla IA1 ja IA2 sekä vedenottoalueella maaliskuun huhtikuun aikana
- Liitekartta 10. Tekopohjaveden molekyylijakaumat pisteittäin karttapohjalla
- Liitekartta 11. Imeytysalueen tekopohjaveden osuudet huhtikuussa 2019
- Liitekartta 12. Imeytyskokeen tekopohjaveden suhteelliset osuudet koko koealueella maaliskuun huhtikuussa 2020

1 Hankkeen yleiskuvaus

1.1 Tausta ja tarkoitus

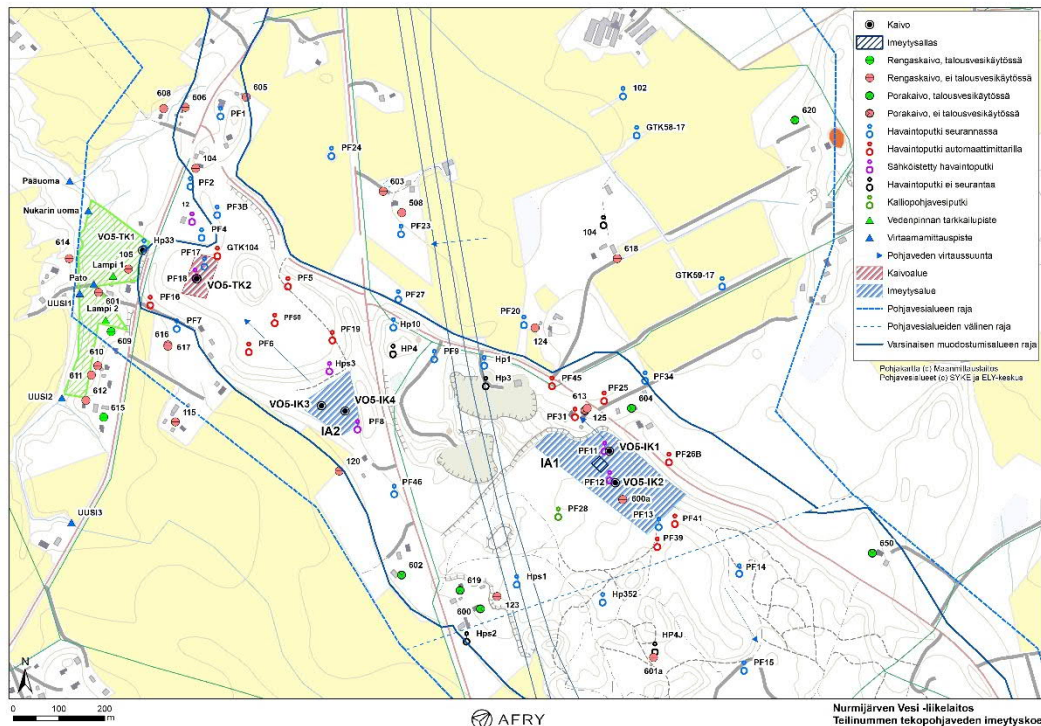
Nurmijärvi on kasvava kunta. Nurmijärvellä on vuonna 2009 laadittu suunnitelma "Maankäytön kehityskuva 2040". Kehityskuva on yleispiirteinen ja strateginen kuvaus tavoiteltavasta alueiden tulevasta maankäytöstä vuoteen 2040 saakka. Kehityskuvassa määritetty kunnan väestötavoite vuonna 2040 on 60 000 asukasta.

Nurmijärven Vesi- liikelaitoksella on nykyisin käytössään kuusi erillistä pohjavedenottamoa ja neljä vedenottamoa on varalla. Veden pumppausmäärät ovat kasvaneet viimeisen 10 vuoden aikana noin 25 % ja kasvun ennustetaan jatkuvan. Nurmijärven Vesi- liikelaitoksella on tarve varautua kasvavaan vedentarpeeseen Nurmijärven kunnan alueella.

Nurmijärven Vesi- liikelaitos on tehnyt Teilinummen pohjavesialueella imeytyskokeen tekopohjaveden valmistusta varten lokakuun 2018 ja kesäkuun 2020 välisenä aikana. Kuvassa 1 ja liitekartassa 1 on esitetty Teilinummen pohjavesialueen seurantapisteeet, vedenottoalue ja imeytysalueet.

Imeytyskokeen raakavesi johdettiin Päijänne-tunnelista Korpimäen pumppaamosta koetta ja laitoksen lopullista toimintaa varten rakennettua vesijohtolinjaa pitkin imeytysalueille. Imeytyskokeen aikana muodostunut tekopohjavesi johdettiin koetta varten rakennetusta siiviläputkikaivosta Raalantien alitusta lukuun ottamatta väliaikaisella maanpäällisellä vesijohdolla Syväojaan. Syväoijan uomassa vesi virtasi edelleen Vantaanjokeen.

Tässä raportissa on esitetty imeytyskokeen kulku, sen tarkkailu ja kokeen tulokset ja johtopäätökset.



Kuva 1. Teilinummen pohjavesialueen seurantapisteeet, vedenottoalue ja imeytysalueet.

1.2 Imeytyskokeen lupatilanne

Etelä-Suomen aluehallintovirasto on 12.5.2015 antamallaan päätöksellä nro 91/2015/2 myöntänyt Nurmijärven Vesi -liikelaitokselle luvan imeytyskoekiden tekemiseen tekopohjaveden muodostamiskoetta varten. Lupa oli voimassa 31.12.2017 saakka.

Vaasan hallinto-oikeus on 4.4.2017 antamallaan päätöksellä nro 17/01113/2 pysyttänyt aluehallintoviraston päätöksen.

Korkein hallinto-oikeus on 8.1.2018 antamallaan päätöksellä taltionro 38 pysyttänyt Vaasan hallinto-oikeuden päätöksen. Valituksen käsittelyyn kuluneen ajan vuoksi aluehallintoviraston päätöksen voimassaoloaika on pidennetty päättymään 31.12.2019

Nurmijärven Vesi- liikelaitos on 8.10.2019 Etelä-Suomen aluehallintovirastossa vireille paneman hakemuksesuunnitelman mukaisesti hakenut vesilain mukaista lupaa koeimeytysten jatkamiseksi.

Aluehallintovirasto on 28. 11.2019 myöntänyt Nurmijärven Vesi- liikelaitokselle luvan nro 461/2019 koeimeytyksen jatkamiseen. Luvan voimassaolo päättyi 30.6.2020.

2 Nykyinen vedenotto

2.1 Vedenottamot

Nurmijärven Vesi -liikelaitos omistaa Teilinummen pohjavesialueella Teilinummen vedenottamon, josta se ottaa pohjavettä 700...900 m³/d. Vedenottamalla on lupa ottaa pohjavettä 1 000 m³ vuorokaudessa. Läheiseltä Nukarin pohjavedenottamolta otetaan pohjavettä 1 000...1 400 m³/d. Molempien pohjavedenottamoiden raakavesi käsitellään Teilinummen vedenkäsittelylaitoksella, josta tuotettu talousvesi 1 700...2 300 m³/d johdetaan kulutukseen.

Laitoksella on veden käsittelyä varten kaksi ilmastustornia, UV-desifiointilaitteet sekä annostelulaitteet lipeän ja natriumhypokloriitin syöttöä varten. Ottamalla on myös tilavaraus kahdelle uudelle ilmastustornille.

2.2 Yksityiset talousvesikaivot

Teilinummen alueella on 31 yksityistä kaivoa, joista 24 on rengaskaivoja ja 7 porakaivoja. Yksityiskaivoista talousvesikäytössä on 2 rengaskaivoa ja 6 porakaivoa.

Tarkemmat tiedot kaivojen sijainnista on esitetty liitteessä 1.

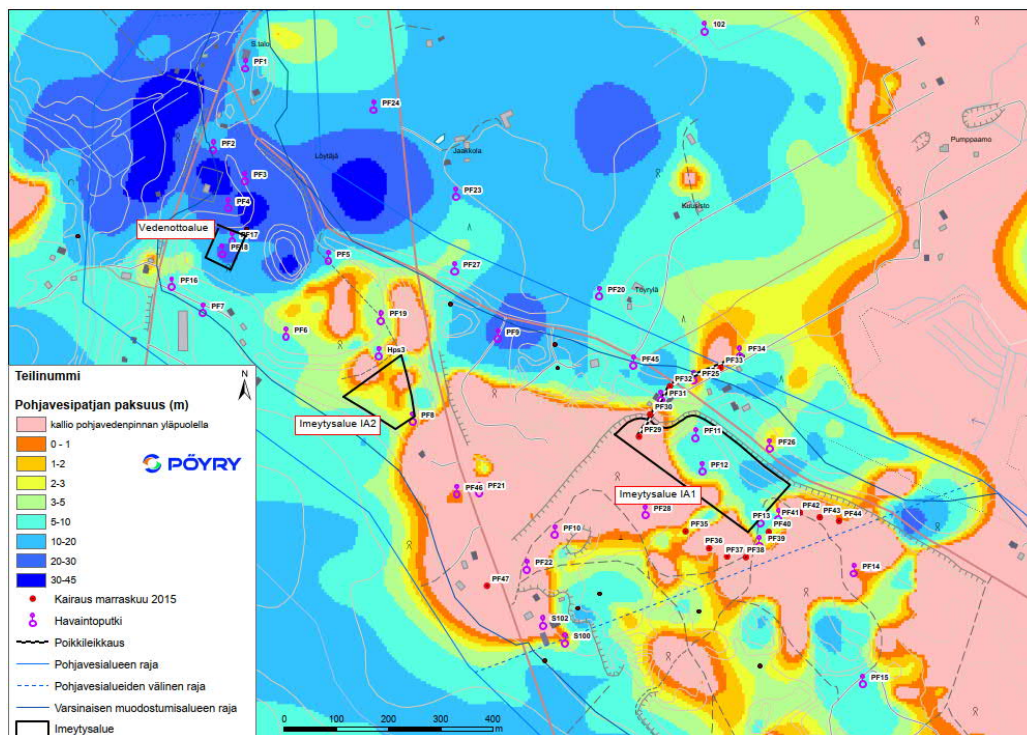
2.3 Pohjaveden muodostumisolosuhteet

Teilinummen pohjavesialue on nykyiseltä laajuudeltaan 2,39 km², josta pohjaveden varsinaista muodostumisaluetta on 0,77 km². Pohjaveden muodostumisaluetta leimaavat laajat maa-ainesten ottoalueet. Pohjaveden pinnan yläpuoliset maakerrokset ovat näillä kohdilla matalia, vain muutamia metrejä.

Pohjaveden luontainen virtaussuunta Teilinummen pohjavesialueella on kaakosta luoteeseen. Muodostuman keskivaiheilla Vt45 itäpuolella on laaja kallioalue, joka ulottuu pohjaveden pinnan yläpuolelle. Teilinummen pohjavesialue on osittain ympäristöstään vettä keräävä muodostuma; alueen koillis- ja itäpuoleisilla peltoalueilla on savikoiden alla melko paksuja

vettä kohtalaisen hyvin johtavia maakerroksia, joita pitkin pohjavesi virtaa muodostumaan tuoden mukanaan vähähappista pohjavettä.

Pohjaveden virtaukseen vaikuttavat ja sitä osin rajoittavat pohjavedenpinnan yläpuolelle nouseva kallio, joka imeytysalueiden välisellä alueella muodostaa lähes koko harjumuodostuman poikki ulottuvan yhtenäisen laajan virtausesteen. Aivan imeytysalueen IA1 pohjoispuolella sijaitsee kapea kalliopainanne, josta pohjavesi pääsee virtaamaan kohti luodetta ja vedenottoaluetta. Kuvassa 2 ja liitekartassa 2 on esitetty kairauksiin ja geofysikaalisiin mittauksiin (painovoima, maatulka) pohjautuva tulkinta alueista, joilla kallio nousee pohjavedenpinnan yläpuolelle.



Kuva 2. Kairauksista ja geofysikaalisista tutkimuksista tulkittu pohjavesipatjan paksuus.

Pohjavesivarasto on pohjaveden muodostumisalueen kokoon nähden melko pieni. Vedenottoalueen ympäristöön sijoittuu suuri osa pohjavesivarastosta. Suurin osa pohjaveden muodostumisaluetta on ollut maa-ainesten oton piirissä ja kasvipeitteisyys on edelleenkin suhteellisen vähäistä. Tämän vuoksi pohjavettä muodostuu kuitenkin hyvin ja pohjaveden muodostumisen vaikutus pohjavedenpintaan on nopea. Pohjavettä muodostuu alueella noin 1 200 m³/d, josta varsinaisella muodostumisalueella noin 800 m³/d ja sen ulkopuolella noin 400 m³/d. Pääosa tuosta ulkopuolisesta vedestä muodostuu em. savikkoalueen hiekkaisissa "ikkunoissa" ja savikkoaluetta reunustavilla kallio/moreenialueilla.

Maaperän vedenjohtavuus on vedenottoalueen ja imeytysalueen IA2 läheisyydessä varsin hyvä monin paikoin yli 300 m/d. Tätä kuvaa tuotantokaivon TK2 ominaisantoisuus, joka on metrin alenemalla yli 20 000 m³/d. Vedenottoalueelta kaakkoon, imeytysaluetta IA1 kohti mentäessä vedenjohtavuus asteittain pienenee ollen imeytysalueella IA1 luokkaa 70...90 m/d. Edellä kuvatusta pohjavesiolojen ominaisuuksista johtuen muodostuma reagoi niin pohjaveden muodostumiseen (sateisiin ja lumen sulamiseen) kuin vedenottoon ja imeytyksiin herkästi. Tämä on vaikuttanut itse kokeen kulun suunnitteluun mm. siihen, miten ja

minkälaisella teholla imeytykset aloitetaan suhteessa vedenoton aloittamiseen. Kokeen alussa lisättiin ensin pohjavesivarastoa aloittamalla vedenotto viiveellä suhteessa imeytyksen aloittamiseen.

3 Imeytyskoe

3.1 Valmistelevat tutkimukset ja toimenpiteet

Teilinummen pohjavesialueella tehtiin ensimmäiset pohjavesitutkimukset vuonna 1976, jolloin alueella tutkittiin pohjaveden hyödyntämistä vedenhankintaan. Tutkimustulosten perusteella arvioitiin, että alueelta voidaan ottaa jatkuvasti n. 1 000 m³ luonnon pohjavettä vuorokaudessa. Vuonna 1984 tehtiin ensimmäiset tekopohjavesitutkimukset käsittäen koimeytyksen kierrättämällä 1 700 m³/d pohjavettä muodostumassa.

Päijänne-tunneli on valmistunut 1982 ja Nurmijärvi oli liittynyt sen osakkaaksi. Nurmijärven kunnalla on oikeus 5 700 m³ päivittäiseen vesimäärään ja alueella haluttiin tutkia vesimäärän hyödyntämistä tekopohjavetenä. Vielä tuolloin Nurmijärven kunnan vedentarve ei edellyttänyt hankkeen toteutukseen ryhtymistä. Vuosien 1998 - 1999 aikana alueelle rakennettiin nykyisin käytössä oleva Teilinummen pohjavedenottamo.

Vuonna 2008 Geologian tutkimuskeskus on tehnyt alueella geofysikaalisia tutkimuksia. Tutkimuksen tarkoituksena oli tarkentaa Teilinummen pitkittäisharjun rakennetta. Tarkemmat, tekopohjaveden muodostamisedellytysten selvittämiseen tähtäävät tekopohjavesitutkimukset Nurmijärven Vesi- liikelaitos teetti vuosien 2014 - 2018 aikana. Alueella tehtiin tuolloin kaivo- ja havaintoputkikartoitus, maaperäkairauksia, asennettiin uusia pohjaveden havaintoputkia, otettiin vesinäytteitä, tehtiin maatulkuutausta, mitattiin maaperän vedenjohtavuuksia, laadittiin pohjaveden virtausmalli, tehtiin luontokartoitus ja mitattiin pohjaveden purkaumien määrää. Tutkimustulosten perusteella määriteltiin imeytysalueet ja kaivoalueet. Kaivonpaikkatutkimuksilla selvitettiin kokeen tuotantokaivojen ja raakaveden imeytyskaivojen paikkoja.

Lisäksi GTK:n tekemän rakenneselvityksen (2017) yhteydessä on Teilinummen pohjoispuolelle asennettu pohjaveden havaintoputkia.

3.2 Raakaveden otto

Imeytyskokeen raakavesi otettiin Päijänne-tunnelista Korpimäen pumppaamosta, josta vesi johdettiin imeytyskoetta ja laitoksen lopullista toimintaa varten rakennettua raakavesilinjaa pitkin imeytysalueille.

Päijänne-tunneli on pääkaupunkiseudun kuntien muodostaman yhtiön omistama raakavesitunneli. Tunnelia pitkin johdettavasta raakavedestä valmistetaan talousvesi noin 1,2 miljoonalle asukkaalle ja pääkaupunkiseudun teollisuudelle. Normaalioloissa Päijänne-tunnelin painetaso on Kalliomäen voimalaitoksen (Hausjärvi) eteläpuolella noin tasolla + 42 m mpy.

Korpimäen ajotunneli sijaitsee pohjavesialueen koillispuolella noin 850 metrin etäisyydellä suunnitellusta imeytysalueesta 1. Päijänne-tunneli kulkee Teilinummen pohjavesialueen alla kalliolla noin 40–50 metrin syvyydessä maanpinnasta katsoen.

Itä-Suomen vesioikeuden päätöksen mukaan Päijänteestä saa johtaa tunneliin vettä virtaamalla, jonka kuukausikeskiarvo ei saa ylittää vuodesta 2 000 alkaen 13 m³/s.

Päijänteestä juoksetetaan tunneliin vettä tällä hetkellä keskimäärin 3,0 m³/s ja maksimissaan 4,0 m³/s.

Nurmijärven kunnan kapasiteettivaraus Päijänne-tunnelin vedestä on 66 l/s eli noin 5 700 m³/d, joka oli kokonaisuudessaan kokeen aikana käytössä.

3.3 Imeytys

Imeytys toteutettiin hyödyntäen kahta imeytysaluetta VO5-IA1 ja VO5-IA2. Jäljempänä käytetään näistä termejä IA1 ja IA2. Imeytysalueilla oli imeytyskokeen aikana käytössä imeytyskaivot VO5-IK1, VO5-IK2, VO5-IK3 ja VO5-IK4. Jäljempänä käytetään näistä termejä IK1, IK2, IK3 ja IK4.

Imeytysalue IA1 sijaitsee valtatie 45 ja Vanhan Tuusulan tien välissä Teilinummen pohjavesialueen etelä-kaakkoisosassa vanhalla maa-ainesten ottoalueella, noin 1 km etäisyydellä vedenottoalueesta. Imeytysalue IA2 sijaitsee valtatie 45 itäpuolella myös vanhalla maa-aineksen ottoalueella, noin 470 m etäisyydellä vedenottoalueesta.

Imeytysalueella IA1 on kaksi halkaisijaltaan 400 mm siiviläputkikaivoa IK1 ja IK2, joita käytettiin imeytyskokeessa raakaveden imeytyskaivoina. Imeytyskaivo IK1 on noin 9,2 m syvä ja siinä on noin 7,1 m siivilää. Imeytyskaivo IK2 on noin 10,2 m syvä ja siinä on noin 7,5 m siivilää. Kaivojen IK1 ja IK2 siiviläosuudet on osittain rakennettu luonnollisen pohjavesipinnan yläpuolelle imeytyskaivokäytön vuoksi. Lisäksi imeytyskokeen aikana imeytysalueelle IA1 rakennettiin pinta-alaltaan noin 860 m² kokoinen imeytysallas.

Imeytysalueella IA2 on kaksi halkaisijaltaan 400 mm siiviläputkikaivoa IK3 ja IK4. Imeytyskaivo IK3 on noin 18,5 m syvä ja siinä on noin 14,2 m siivilää. Imeytyskaivo IK4 on noin 15,6 m syvä ja siinä on siivilää noin 10,7 m. Imeytyskaivon IK3 siivilä on pääosin rakennettu luonnollisen pohjavedenpinnan yläpuolelle ja imeytyskaivo IK4 on rakennettu kokonaan kuivalle maaperäosuudelle, koska kaivojen käyttötarkoituksena on ollut toimia pelkästään imeytyskaivoina. Imeytyskokeen imeytyskaivot on rakennettu kesän ja alkusyksyn 2018 aikana.

3.4 Pumppaus

Imeytyskokeen pumppauskaivona käytettiin koetta varten rakennettua siiviläputkikaivoa VO5-TK2. Jäljempänä käytetään siitä termiä tuotantokaivo TK2.

Imeytyskokeen tuotantokaivo TK2 sijaitsee valtatie 45 ja Raalantien välissä vanhalla maa-aineksen ottoalueella. Tuotantokaivo TK2 on halkaisijaltaan 400 mm siiviläputkikaivo. Se on 19,65 m syvä ja siinä on 10,6 m siiviläosuus. Tuotantokaivoa käytettiin koko imeytyskokeen ajan tekopohjaveden pumppaukseen. Tuotantokaivon TK2 pumppaus aloitettiin 15.10.2018 ja lopetettiin imeytyskokeen päättyessä 30.6.2020. Tuotantokaivo TK2 rakennettiin kesällä 2018.

3.5 Pumppausvesien poisjohtaminen

Imeytyskokeen pumppausvedet johdettiin tuotantokaivosta TK2 väliaikaista maanpäälle rakennettua vesijohtolinjaa ja Syväojaa pitkin Vantaanjokeen.

Vantaanjoki on 99 km pitkä ja sen valuma-alueen pinta-ala on 1 680 km². Vantaanjoelle ovat tyypillisiä nopeat muutokset joen virtaamassa ja veden laadussa. Valumavedet huuhtovat sadejaksoilla runsaasti maa-ainesta jokeen, sen kulkiessa laajojen savikkoalueiden poikki.

3.6 Teilinummen vedenottamon toiminta kokeen aikana

Teilinummen vedenottamon tuotantokaivosta VO5-TK1 pumpattiin koko imeytyskokeen ajan normaalisti pohjavettä Teilinummen käsittelylaitoksen kautta verkostoon, lukuun ottamatta lyhyttä jaksoa keväällä 2020 (22.4.2020...27.5.2020), jolloin vedenotto tuotantokaivosta TK1 oli keskeytyksissä huoltotoimenpiteiden vuoksi noin kuukauden ajan. Kaivosta pumpattiin tuotantoon pohjavettä imeytyskokeen aikana keskimäärin noin 900 m³/d.

Jäljempänä käytetään tuotantokaivosta nimitystä TK1.

3.7 Kokeen kulku

Teilinummen tekopohjaveden imeytyskoe toteutettiin vaiheittain. Pintaveden imeytys aloitettiin imeytysalueella IA2 2.10.2018 vesivaraston luomiseksi ja koetta varten rakennetun tuotantokaivon TK2 pumppaus aloitettiin hieman myöhemmin 15.10.2018. Imeytysvesimääriä imeytysalueella IA2 ja pumppausmääriä tuotantokaivosta TK2 nostettiin kokeen edetessä vaiheittain loppuvuoden 2018 ja alkuvuoden 2019 aikana. Luvan mukaiseen maksimiin, 5 700 m³/d, imeytysmäärä nostettiin (20.2.2020) ja samalla tuotantokaivon TK2 pumppausvesimäärä nostettiin tasolle 5 000 m³/d. Imeytysalueelle IA2 imeytettiin maksimi imeytysvesimäärä 5 700 m³/d keväeseen 2019 asti (9.5.2019).

Keväällä 2019 (9.5.2019) aloitettiin tekopohjaveden imeytys myös imeytysalueella IA1. Imeytys toteutettiin imeytysalueella IA1 imeyttämällä raakavettä imeytyskaivoihin IK1 ja IK2. Samalla imeytystä imeytysalueelle IA2 jatkettiin, niin että kokonaisimeytysvesimäärä oli maksimissaan luvanmukainen 5 700 m³/d. Imeytysvesimäärää jaoteltiin kaivojen imeytymiskapasiteettien mukaisesti. Imeytys toteutettiin imeytysalueiden IA1 ja IA2 imeytyskaivoilla 9.5.2019...18.11.2019. Tuotantokaivosta TK2 pumppaus jatkui vastaavan ajan tuotolla 5 000 m³/d.

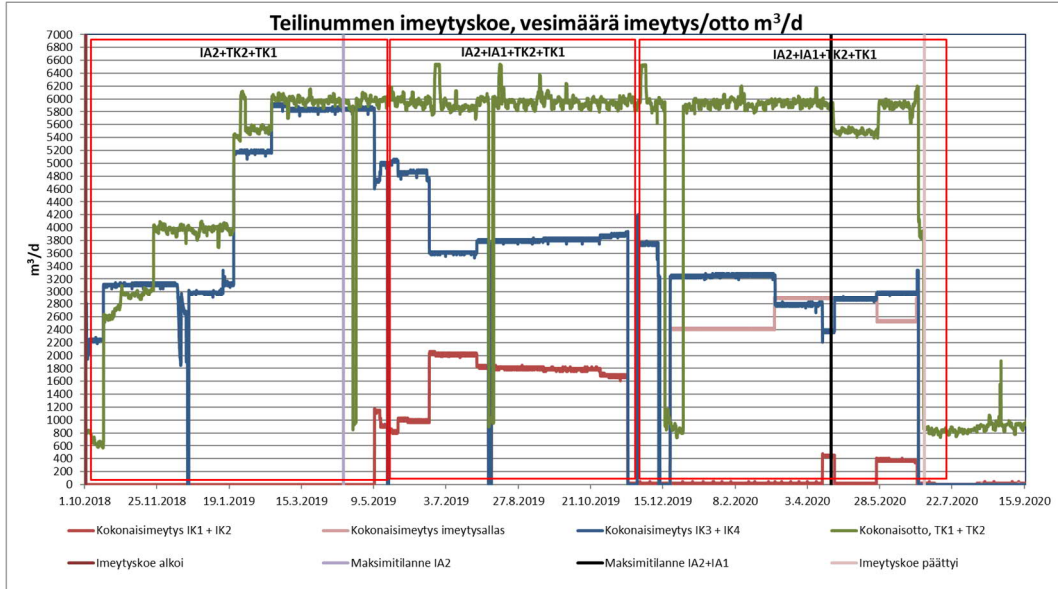
Marraskuun lopulla 2019 tehtiin ensin koekuoppatutkimuksia, joiden perusteella päädyttiin rakentamaan imeytysalueelle IA1 imeytysallas. Imeytysaltaan rakentamisen ajan imeytys imeytysalueelle IA1 keskeytettiin 18.11.2019...25.11.2019. Imeytysallas otettiin käyttöön 25.11.2019 alkaen. IA1 imeytysalueen imeytyskatkon aikana tekopohjavettä imeytettiin imeytysalueelle IA2 maksimissaan noin 3 800 m³/d. Tuotantokaivoista TK2 pumppaus jatkui normaalisti muutamaa lyhyttä katkosta huomioimatta 16.12.2019 asti tuotolla 5 000 m³/d. Tuotantokaivon TK2 pumppaus oli tauolla 16.12.2019...30.12.2019.

Joulukuussa 2019 imeytyksessä oli teknisistä ongelmista johtuen pidempi katkos (11.12...20.12.2019). 20.12.2019 eteenpäin imeytystä jatkettiin imeytysalueelle IA1 imeytysaltaaseen ja imeytysalueella IA2 imeytyskaivoihin. Imeytys jaettiin pääosin imeytysalueiden kesken puoliksi kokonaisimeytysmäärän ollessa 5 700 m³/d. Samalla tuotantokaivoa TK2 pumpattiin teholla 5 000 m³/d. Näin jatkettiin kokeen lopulle asti. Keväällä 2020 imeytystä jaettiin imeytysalueella imeytysaltaan ja imeytyskaivon IK1 välillä.

Tuotantokaivon TK2 pumppausta vähennettiin muutamaa päivää ennen kokeen päättymistä (26.6.2020) ja samalla tekopohjaveden imeytys molemmille imeytysalueille lopetettiin. Tuotantokaivon TK2 pumppaus lopetettiin 30.6.2020.

Tässä raportissa imeytyskoe on tuloksien osalta jaettu kahteen jaksoon, joiden maksimi imeytys- ja ottotilanteita tuloksien osalta pääsääntöisesti käsitellään. Ensimmäinen vaihe ajoittuu keväälle 2019, jolloin imeytys toteutettiin imeytysalueella IA2 imeytysmäärällä 5 700 m³/d ja otto tuotantokaivosta TK2 oli 5 000 m³/d. Vastaavasti toinen vaihe ajoittuu keväälle 2020 jolloin maksimi imeytysvesimäärä 5 700 m³/d imeytettiin puoliksi kahden

imeytysalueen kesken ja otto tuotantokaivosta TK2 oli 5 000 m³/d. Imeytyskokeen vaiheet on esitetty kuvassa 3.



Kuva 3. Teilinummen imeytyskoe, imeytysvesimäärät ja ottomäärät.

3.8 Poikkeustilanteet

Imeytyskokeen aikana oli muutamia poikkeustilanteita, joissa imeytys tai pumppaus oli pysähdyksissä, pääosin poikkeustilanteet aiheutuivat laiterikoista tai sähkökatkoista. Merkittävimmät poikkeustilanteet on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. Imeytyskokeen aikaiset poikkeustilanteet.

Ajankohta	Poikkeustilanne
10...14.12.2018	Imeytyksessä häiriö imeytyskaivon IK3 osalta, IK4 imeytys normaalisti
23...25.4.2019	TK2 pumppaus pysähdyksissä
19...20.5.2019	Vuorokauden katkos imeytyksessä sähkökatkon vuoksi
4...7.8.2019	Imeytys ja pumppaus keskeytyksessä, Päijänne-tunnelin raakavesipumppu Tuusulan Jäniksenlinnassa rikkoutunut
18...25.11.2019	Imeytys keskeytetty imeytysaltaan rakentamisen vuoksi, TK1 ja TK2 vedenotto yhteensä noin 6 000 m ³ /d
11...20.12.2019	Imeytyksessä katkos, Päijänne-tunnelin Korpimäen pumppaamon sähkökatkon ja pumppuongelmien vuoksi
16...30.12.2019	TK2 pumppaustauko
21.4...26.5.2020	TK1 toinen verkostopumppu rikki, TK1 pumppaus keskeytettynä

4 Imeytyskokeen tarkkailu

4.1 Pohjavedenpinnat

4.1.1 Havaintoputket

Teilinummen alueella olevia havaintoputkien pohjaveden pintoja on mitattu säännöllisesti vuodesta 2014 lähtien.

Imeytyskokeen aikana seurannassa oli yhteensä 44 pohjaveden havaintoputkea. Käsimitauksella mitattiin 26 havaintoputken pinta kerran kuukaudessa, 8 havaintoputken pinta kaksi kertaa kuukaudessa. Automaattiseurannassa oli 18 havaintoputkea. Lisäksi Pääkaupunkiseudun Vesi Oy:n Päijänne-tunnelin tarkkailuun asennettuja havaintoputkia 102, 104 mitattiin joitain poikkeuksia lukuun ottamatta kerran kuukaudessa. Havaintoputki 104 oli koko imeytyskokeen ajan kuiva, joten sen tarkkailu lopetettiin heinäkuussa 2019.

Käsimitaukset teki Nurmijärven kunnan mittaushenkilöstö. Pohjavedenpintoja mitattiin Insta Oy:n automaattimittareilla vedenottokaivojen, imeytyskaivojen ja 6 havaintoputken osalta, kaivot ja havaintoputket oli liitetty sähköautomaatiojärjestelmään. Masinotek Oy:n automaattimittareilla seurattiin yhteensä 12 havaintoputken vedenpintaa.

Havaintoputkien sijainti käy ilmi liitekartasta 1.

4.1.2 Yksityiskaivot

Teilinummen pohjavesialueella tehtiin kaivokartoituksia vuosina 2014 ja 2016. Pohjavesialueella ja sen ympäristössä on yhteensä 31 kaivoa. Näistä 24 on rengaskaivoja ja 7 porakaivoja. Juomavesikäytössä on 8 kaivoa.

Imeytyskokeen aikaiseen säännölliseen pinnantarkkailuun valittiin 7 kaivoa (104, 105, 120, 601, 609, 614, 615). Lisäksi talousvesikaivojen 104, 105, 120, 601, 609, 614 ja 615 (IA2) sekä 125 ja 613 (IA1) vedenpinnat mitattiin 2 krt/kk kunkin imeytysvaiheen alussa.

Kaivojen vedenpinnat mitattiin aina vesinäytteenottojen yhteydessä. Kaivojen sijainti käy ilmi liitekartasta 1.

4.2 Vesinäytteet

Ennen imeytyskokeen aloittamista vesinäytteet otti Nurmijärven kunnan mittaustoimi ja Pöyry Finland Oy. Vesinäytteet analysoitiin Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry:n laboratorioissa, jossa tehtiin kaikki analyysit lukuun ottamatta torjunta-aineita, jotka analysoitiin Ramboll Analytics laboratorioissa.

Imeytyskokeen aikana vesinäytteet otti Eurofins Oy. Perusvesinäytteet analysoitiin Metropolilab:ssa ja isotooppianalyysit tehtiin GTK:lla (Geologian tutkimuskeskus). Vesinäytteistä tehtiin kaikkiaan lähes 8 000 eri määritystä.

4.2.1 Raakavesi

Raakavedestä otettiin vesinäytteet kerran ennen kokeen aloitusta ja 22 kertaa imeytyskokeen aikana. Raakavedestä analysoitiin pH, sähkönjohtavuus, TOC, DOC, sameus, väri, happi, liuennut rauta ja mangaani, nitraatti, ammonium, sulfaatti ja kloridi. Lisäksi oli käytössä Helsingin seudun ympäristöpalveluilta säännöllisesti saadut Päijänne-tunnelin laatutulokset.

4.2.2 Pumppausvesi

Pumppausvedestä (TK2) otettiin vesinäytteet 36 kertaa kokeen aikana keskimäärin noin 2...4 viikon välein. Pumppausvedestä analysoitiin pH, sähkönjohtavuus, TOC, DOC, sameus, väri, happi, liuennut rauta ja mangaani, nitraatti, ammonium, sulfaatti ja kloridi. Elokuusta 2019 alkaen analysoitiin näiden lisäksi alkaliteetti, kokonaiskovuus, hiilidioksidi ja UV-läpäisevyys.

Lisäksi huhti- ja elokuussa 2019 analysoitiin E.colit, koliformiset bakteerit sekä heterotrofiset bakteerit 22°, ja lisäksi vielä syyskuussa 2019 radon. Huhtikuussa 2019 analysoitiin myös korroosioindeksi, alkaliteetti, kokonaiskovuus, vapaa hiilidioksidi, kokonaisrauta ja -mangaani, kalsium, magnesium, kokonaisfosfori ja metallit (elohopea, lyijy, kadmium, arseeni, kromi, nikkeli, sinkki, vanadiini, antimoni, koboltti).

Pohjaveden laadun erityismääritykset (VOC-yhdisteet, bensiinin komponentit ja torjunta-aineet) analysoitiin pumppausvedestä kokeen aikana yhteensä 8 kertaa noin 2-5 kk välein.

Teilinummen pohjavedenottamon tuotantokaivon TK1 vedenlaatua seurataan Terveysturvallisuuden valvontatutkimusohjelman (4 krt./v) sekä vesilaitoksen itsenäisesti määrittämän käyttötarkkailuohjelman mukaisesti. Lisäksi tuotantokaivon vedestä otettiin vesinäytteitä yhteensä 17 kertaa imeytyskokeen seurannan yhteydessä, näytteitä otettiin keskimäärin kuukauden välein.

4.2.3 Havaintoputkien vesinäytteet

Imeytysvaiheiden alussa tehtiin havaintoputkista happimittauksia kerroksittain metrin välein. Imeytysvaiheessa IA2 happimittaukset tehtiin havaintoputkista PF7, PF17, PF4, PF3, PF2 ja PF9 yhteensä 6 kertaa ja imeytysvaiheessa IA1 havaintoputkista PF26, PF41 ja PF45 yhteensä 13 kertaa.

Erikseen valituista havaintoputkista (5-6 kpl) sekä vertailupisteestä HP352 otettiin vesinäytteet kokeen aikana yhteensä kolme kertaa. Vesinäytteistä analysoitiin pH, sähkönjohtavuus, TOC, DOC, sameus, väri, happi, liuennut rauta ja mangaani, nitraatti, ammonium, sulfaatti ja kloridi.

4.2.4 Isotoopit

Isotooppinäytteitä otettiin kokeen edetessä kahden –kolmen viikon välein valituista havaintoputkista, sekä raaka- ja pumppausvedestä. Isotooppinäytteenoton yhteydessä vesinäytteistä analysoitiin TOC, DOC, sähkönjohtavuus, pH ja kloridi ja mitattiin pohjaveden happipitoisuus ja lämpötila kenttämittauksena. Kokeen aikana tehtiin kaikkiaan yli 400 isotooppimääritystä.

4.2.5 TOC

TOC-pitoisuutta seurattiin kokeen edetessä valituista havaintoputkista, sekä raaka- ja pumppausvedestä isotooppinäytteenottojen yhteydessä. Näytteistä analysoitiin orgaanisen kokonaishiilen (TOC) lisäksi liuennun orgaanisen hiilen määrä (DOC). TOC-näytteitä otettiin kokeen edetessä noin kahden – kolmen viikon välein. TOC- ja DOC-määrityksiä tehtiin yhteensä noin 330 kpl.

4.2.6 HPLC-SEC-määritykset

HPLC-SEC-määrityksillä selvitettiin humusainemolekyylisuuruuksia ja eri humuskokojen poistumaa tekopohjavesikokeessa. Näytteitä otettiin sekä tuotantokaivon TK2 vedestä, Päijänne-tunnelin raakavedestä että havaintoputkista matkalta imeytysalueilta vedenottoalueelle. Näytteet otettiin helmikuussa 2020.

4.3 Talousvesikaivojen veden laatu

Imeytyskokeen aikaiseen veden laadun seurantaan valittiin Teilinummen pohjavesialueella sijaitsevat juomavesikäytössä olevat kaivot. Osa kaivojen omistajista kieltäytyi seurannasta, joten seurattavia kaivoja oli vain kaksi.

Kahdesta juomavesikäytössä olevasta kaivosta (609 ja 615) otettiin kokeen aikana säännöllisesti vesinäytteet noin kolmen kuukauden välein. Näytteenotokertoja kertyi imeytyskokeen aikana 9 kpl. Vesinäytteistä analysoitiin pH, sähkönjohtavuus, TOC, sameus, väri, happi, liuennut rauta ja mangaani, nitraatti, ammonium, sulfaatti ja kloridi. Lisäksi yhden kaivon (120) vesinäytteestä analysoitiin kokeen loppupuolella TOC, DOC, sähkönjohtavuus, pH ja kloridi sekä isotooppikoostumus.

4.4 Imeytysvesimäärät ja vedenottomäärät

Imeytyskokeen aikaisia imeytysvesimääriä ja vedenottomääriä seurattiin Nurmijärven Vesi -liikelaitoksen automaatiojärjestelmään liitettyjen virtausmittausten avulla, joiden lukemat saatiin kaivokohtaisesti niin vedenottokaivojen kuin imeytyskaivojen sekä imeytysaltaan osalta.

4.5 Virtaamat

Pinta- ja pohjavesien virtaamia on seurattu kuudella mittauspisteellä Teilinummen luoteispäässä sijaitsevien luonnonsuojelualueiden läheisyydessä.

Ojien virtaamamittauksia tehtiin ennen koetta kuukausittain joulukuusta 2014 lokakuuhun 2015 asti. Virtaamamittaukset aloitettiin uudestaan syyskuussa 2018 ja jatkettiin kerran kuussa imeytyskokeen aikana.

Vuoden 2014–2015 mittaukset teki Luode Consulting Oy ja imeytyskokeen aikaiset mittaukset on tehnyt Eurofins Oy.

Virtaamamittauspisteiden sijainti on esitetty liitekartassa 1.

4.6 Lampien vedenpinta

Teilinummen pohjavesialueen luoteispäässä lähdevaikutteisilla lehtokorvilla sijaitseviin lammikoihin on asennettu mittapaalut kesällä 2015. Luonnonsuojelualueilla sijaitsevien lampien (Lampi1, Lampi2) vedenpintoja on seurattu siitä lähtien joka toinen kuukausi ja huhtikuusta 2018 lähtien kerran kuukaudessa.

4.7 Luonto ja kasvillisuus

Tekopohjavesihankkeen mahdollisella vaikutusalueella sijaitsee kaksi luonnonsuojelualueiksi perustettua lähdevaikutteisista lehtokorpea, joille on tehty vuonna 2015 kasvillisuuden tarkkailua varten neljä kasvillisuusruutua. Ensimmäinen tarkkailu tehtiin vuonna 2016. Tarkkailua on jatkettu vuosina 2017, 2018, 2019 ja 2020.

Vuosittain toteutetun kasvillisuusseurannan tavoitteena oli selvittää, aiheuttaako tekopohjavesihanke luonnonsuojelualueiden kasvillisuudessa sellaisia muutoksia, jotka saattaisivat johtua tekopohjavesihankkeen aiheuttamista pohjaveden pinnan korkeuden, pohjavesialueelta purkautuvien vesien määrän tai laadun nykyistä suuremmista vaihteluista.

4.8 Painumat

Teilinummen pohjavesialueen luoteispäähän on 19 kiinteistöön on asennettu painumapultit.

Painumamittaukset on tehty ennen koetta syyskuussa 2018, kerran elokuun alussa 2019 ja kokeen lopettamisen jälkeen syyskuussa 2020. Mittausten koordinaattijärjestelmänä käytettiin GK25- tasokoordinaatistoa ja korkeusjärjestelmänä N2000- korkeusjärjestelmää. Mittaukset on sidottu kolmeen eri referenssipisteeseen. Mittaukset on tehnyt Taratest Oy.

4.9 Raportointi

Imeytyskokeen tarkkailusta laadittiin kuukausittain raportti, johon koottiin aina edellisen kuukauden tarkkailutulokset. Raportti laadittiin pptx-muotoon ja se toimitettiin Uudenmaan ELY-keskukselle ja Keski-Uudenmaan ympäristökeskukselle. Ympäristöviranomaisten kanssa pidettiin seurantakokouksia kaksi kertaa ennen kokeen aloittamista ja kokeen aikana 7 kertaa.

Yksityiskaivojen omistajille toimitettiin tiedot kaivojen vedenpinnoista ja vedenlaadusta kaksi kertaa vuodessa. Painumamittausten tulokset toimitettiin kiinteistöjen omistajille.

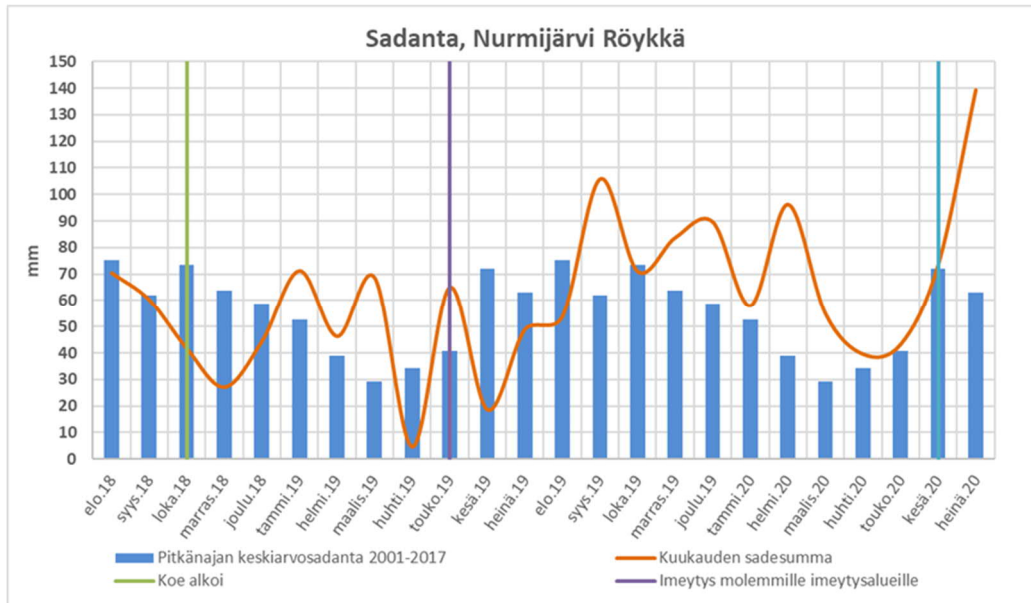
5 Imeytyskokeen tulokset

5.1 Sademäärät

Imeytyskokeen aikana on seurattu kuukausittaista sadantaa Nurmijärven Röykän mittauspisteeltä ja verrattu sitä pitkänajan keskiarvosadantaan vuosilta 2001-2017 (kuva 4).

Parina kuukautena ennen imeytyskokeen alkua, sademäärät olivat hyvin samalla tasolla pitkänajan keskiarvosadannan kanssa. Ensimmäisenä imeytyskoekuukautena lokakuussa 2018 oli kuukauden sademäärä lähes puolet keskiarvosadantaa pienempi, samoin marraskuussa 2018 ja lievästi myös joulukuussa 2018. Alkuvuodesta 2019 oli kuukausisadanta keskiarvoa selvästi korkeammalla maaliskuuhun asti. Huhtikuun 2019 sadanta oli hyvin alhainen, kun taas toukokuun hyvin korkea. Kesä-, heinä- ja elokuussa 2019 oli sadanta keskiarvoa alhaisempaa ja lokakuuta lukuun ottamatta loppuvuosi 2019 oli todella runsassateinen keskiarvoon verrattuna, samoin alkuvuosi 2020 aina huhtikuuhun asti. Touko- ja kesäkuussa 2020 oltiin keskiarvosadannan tasolla ja heinäkuussa 2020 on sademäärä ollut lähes kaksinkertainen keskiarvoon nähden.

Koe kesti 21 kuukautta ja sen aikana kokonaissadanta oli 1 206 mm, kun pitkän ajan keskiarvosadanta samalle jaksolle laskettuna on 1 126 mm. Kokeen aikana satoi siten noin 7 % enemmän pitkänajan keskiarvoon verrattuna.



Kuva 4. Kuukausisadannat Teilinummen imeytyskokeen ajalta sekä kuukausittaiset pitkänajan keskiarvosadannat Nurmijärven Röykan mittauspisteeltä.

5.2 Yleinen pohjavesitilanne

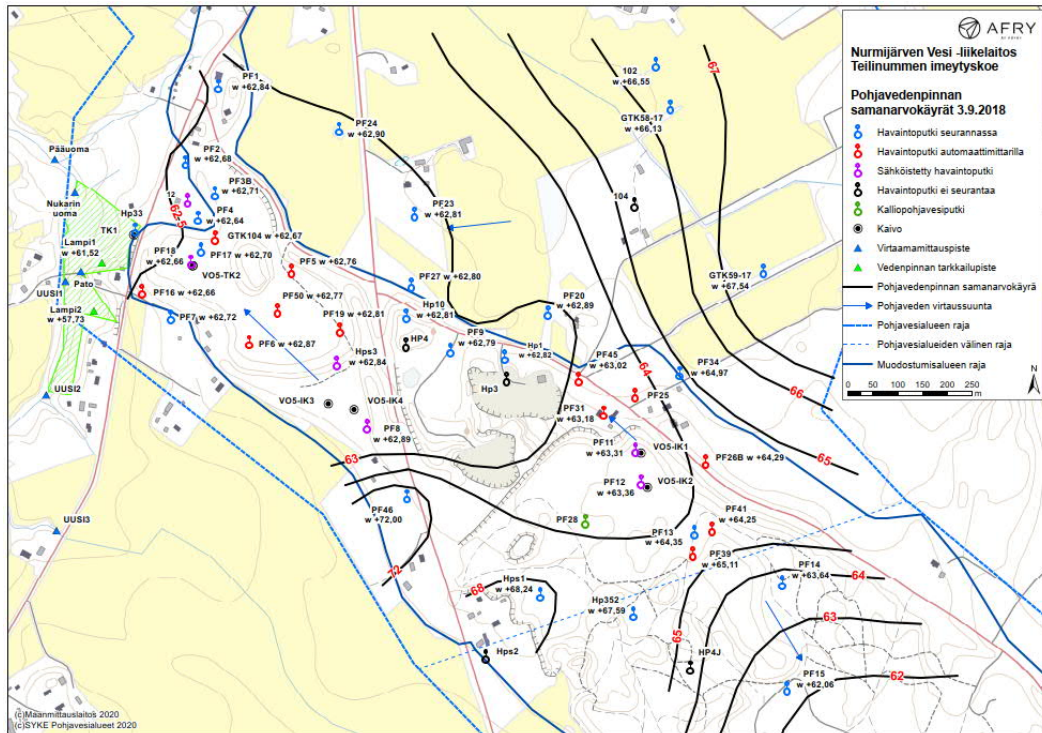
Vuosi 2018 oli lämmin ja vähäsateinen, mikä piti pohjavedenpinnat keskimääräistä alemmalla tasolla erityisesti pienissä ja keskisuurissa pohjavesimuodostumissa Lounais-, Etelä- ja Keski-Suomessa. Alhainen trendi pohjavedenpinnoissa jatkui pitkälle loppukesään 2019 asti. Pohjavedenpintojen lasku pysähtyi vasta lokakuussa 2019 syysateiden alettua. Joulukuussa 2019 pohjavedenpinnat olivat jo nousseet keskiarvovedenpintoja ylemmälle tasolle, pysyen keskiarvojen yläpuolella huhtikuulle 2020 asti. Touko-heinäkuussa 2020 olivat pohjavedenpinnat jälleen laskussa ja keskiarvojen alapuolella, mutta elokuussa 2020 ovat pinnat jälleen lähteneet nousuun ja kohonneet keskimääräiselle tasolle. (Lähde: Suomen Ympäristökeskus)

5.3 Pohjaveden pintojen muutokset

5.3.1 Pohjavedenpinnat ennen kokeen alkua

Pohjavedenpintojen korkeudet ja samanarvokäyrät Teilinummen havaintopisteissä ennen imeytyskokeen alkua 3.9.2018 on esitetty kuvassa 5 ja liitekartassa 3. Kyseinen ajankohta valittiin kuvaamaan lähtötilannetta, koska tällöin alueella tehtiin laaja pohjavesipintojen käsittämiskierros, joka käsitti lähes kaikki alueen havaintoputket. Osa putkien pintatiedoista on automaattimittaustietoja. Osa sähköistetyistä pinnanmittareista eivät olleet tuolloin vielä käytettävissä.

Teilinummen pohjavedenpinnat vaihtelivat ennen imeytyskokeita harjun ydinalueella, jossa vedenottoalue ja imeytysalueet sijaitsivat, noin tasolla +62,7...64,3 m mpy. Pohjavedenpinnan taso koetta edeltävässä tilanteessa on alhaisimmillaan tuotantokaivon TK1 lähialueella ja korkeimmillaan pohjavesialueen kaakossa sijaitsevan vedenjakajan alueella. Pohjavesialueen itä-koillisosien ja lounaisosan alueella pohjavedenpinnan korkeudet olivat varsinaista harjun ydinaluetta selvästi korkeammalla tasolla. Pohjaveden virtaus suuntautuu muodostuman suuntaisesti vedenjakaja-alueelta kohti vedenottamoita sekä itä-koillisosan peltoalueelta ja sitä reunustavilta kallioalueilta kohti varsinaista pohjavesimuodostumaa.

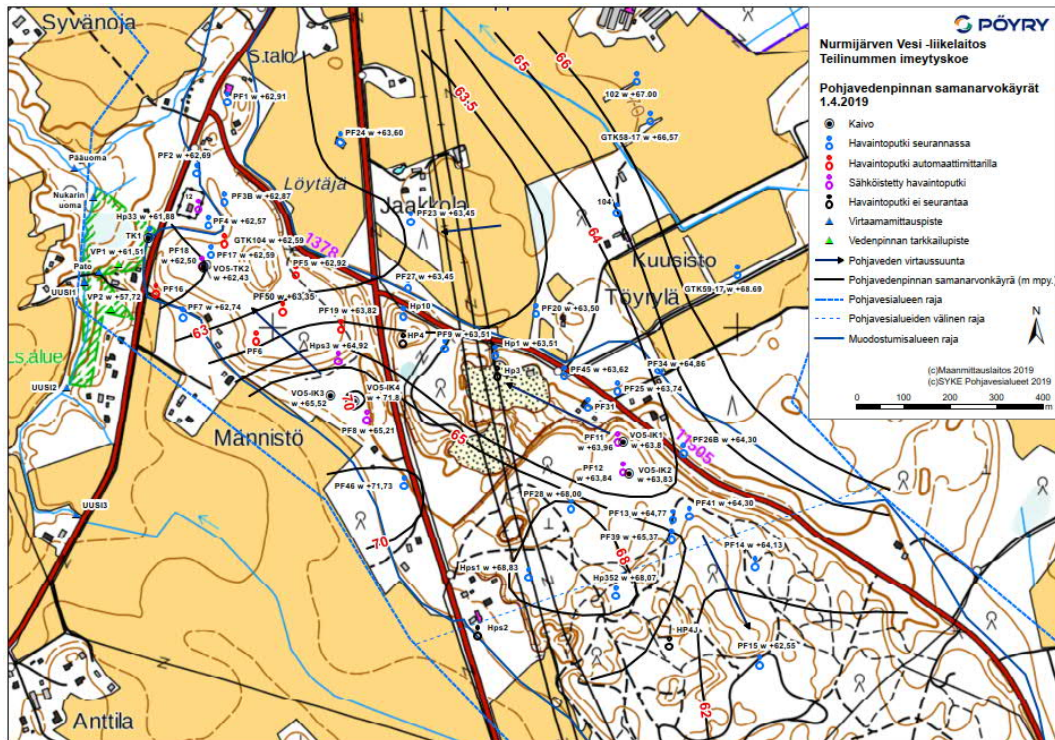


Kuva 5. Pohjavedenpinnat ennen imeytyskokeen alkua syyskuussa 2018.

5.3.2 Maksimivaihe I huhtikuu 2019

Imeytyskokeen vaiheen I osalta tarkastellaan maksimitilannetta kevään 2019 huhtikuun alun tilanteessa, jossa imeytysalueelle IA2 imeytettiin maksimi imeytysvesimäärä 5 700 m³/d ja otto tuotantokaivosta TK2 oli 5 000 m³/d. Imeytysalueella IA2 raakavettä imeytettiin molempiin imeytyskaivoihin. Vedenpintoja on kokeen aikana verrattu imeytysalueen IA2 osalta tilanteeseen ennen imeytyksen ja vedenoton aloittamista lokakuun 2018 alussa.

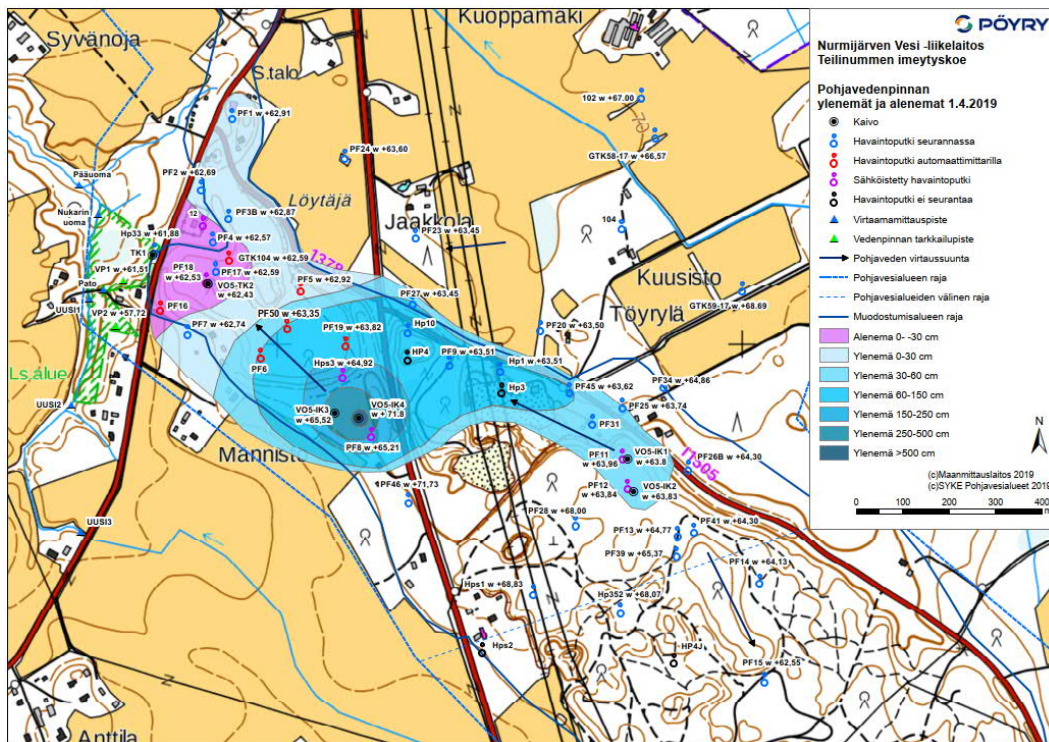
Kuvassa 6 ja liitekartassa 4 on esitetty pohjavedenpinnan tasot (m mpy.) huhtikuun 2019 alussa, tuolloin pohjavedenpinnat Teilinummen pohjavesialueella vaihtelivat vedenottoalueen noin +61,5...62,5 m mpy. tasosta yleisesti imeytysalueen IA2 ja Teilinummen pohjavesialueen kaakkosrajan noin +64...65 m mpy. välillä. Pohjavesialueen koillis-, ja lounaisosissa pohjavedenpinta oli huhtikuussa 2019 noin tasolla +66...68 m mpy. Imeytysalueen IA2 imeytyskaivon IK4 pinnantasoa kyseisenä ajankohtana oli tasolla +71.8 m mpy., mutta toisen imeytyskaivon IK3 sekä havaintoputkien PF8 ja Hps3 pinnankorkeudet vastaavasti tasolla +65...65,5 m mpy. Pohjaveden paikalliset virtausuunnat on myös esitetty kuvassa 6 ja liitekartassa 4.



Kuva 6. Teillinummen imeytyskokeen pohjavedenpinnat tasot (m mpy.) huhtikuun 2019 alussa.

Huhtikuun 2019 alun ylenemä/alenema verrattuna kokeen lähtötilanteeseen on esitetty kuvassa 7 ja liitekartassa 5. Aivan tuotantokaivon TK2 lähiympäristössä pohjavedenpinnat olivat kokeen lähtötilanteeseen nähden laskeneet $-0...30$ cm. Tuotantokaivossa TK2 pohjavedenpinnan alenema 1.4.2019 oli -23 cm. Vedenottoalueen läheisyydessä noin 50 m etäisyydellä koekaivosta TK2 pohjavedenpinnat olivat huhtikuun 2019 alun tilanteessa nousseet koetta edeltävään tilanteeseen nähden $+0...30$ cm. Pääosin huhtikuun 2019 alun tilanteessa imeytysalueen IA2 ja vedenottoalueen (tuotantokaivo TK2) välisellä alueella pohjavedenpinnan ylenemä koetta edeltäneeseen tilanteeseen nähden oli noin $+30...150$ cm. Aivan imeytysalueen IA2 imeytyskaivojen ympärillä ylenemää oli $+250...500$ cm ja imeytyskaivon IK4 ympärillä yli $+500$ cm. Imeytyskaivon IK3 ylenemä 1.4.2019 oli $+270$ cm ja vastaavasti imeytyskaivon IK4 $+718$ cm.

Huhtikuun 2019 alun tilanteessa pohjavedenpinnoissa oli havaittavissa ylenemää myös imeytysalueen IA1 alueella sekä erityisesti imeytysalueen IA1 ja tuotantokaivon TK2 välisellä alueella, valtatie 45 ja Vanhan Hämeentien risteysalueelta kohti imeytysaluetta IA1. Tämä pohjavedenpintojen nousu selittyy imeytysalueelle IA2 imeytetyn veden aiheuttamasta virtausesteestä, joka hieman tulppaa imeytysalueen IA1 suunnassa virtaavaa luonnollista pohjavettä. Seurauksena oli pohjaveden pintojen nousu myös imeytysalueen IA1 alueella. Osittain tämä tosin selittyy myös kevään 2019 sulamisvesien aiheuttamasta pohjaveden pintojen noususta.

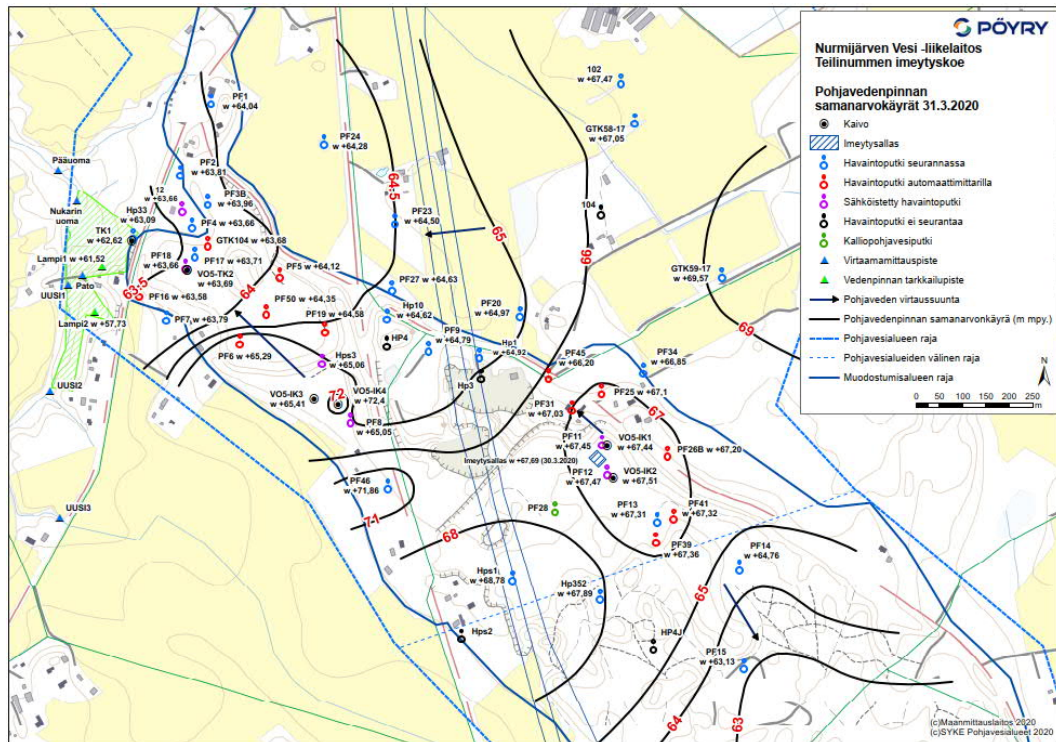


Kuva 7. Teilinummen imeytyskokeen pohjavedenpinnan ylenemät/alenemat huhtikuun alussa 2019.

5.3.3 Maksimivaihe II maaliskuu 2020

Imeytyskokeen vaiheen II osalta tarkastellaan maksimitilannetta kevään 2020 maaliskuun lopun tilanteessa, jossa imeytysalueille IA1 ja IA2 imeytettiin molemmille noin 2 850 m³/d eli yhteensä 5 700 m³/d ja otto tuotantokaivosta TK2 oli 5 000 m³/d. Imeytysalueella IA1 imeytys tapahtui imeytysaltaaseen ja imeytysalueella IA2 molempiin imeytyskaivoihin. Vedenpintoja on kokeen aikana verrattu imeytysalueen IA2 osalta tilanteeseen ennen imeytyksen ja oton aloittamista lokakuun 2018 alussa. Vastaavasti imeytysalueen IA1 pohjavedenpintoja on verrattu toukokuun 2019 alkupäivien tilanteeseen, jolloin imeytystä imeytysalueella IA1 ei oltu vielä aloitettu.

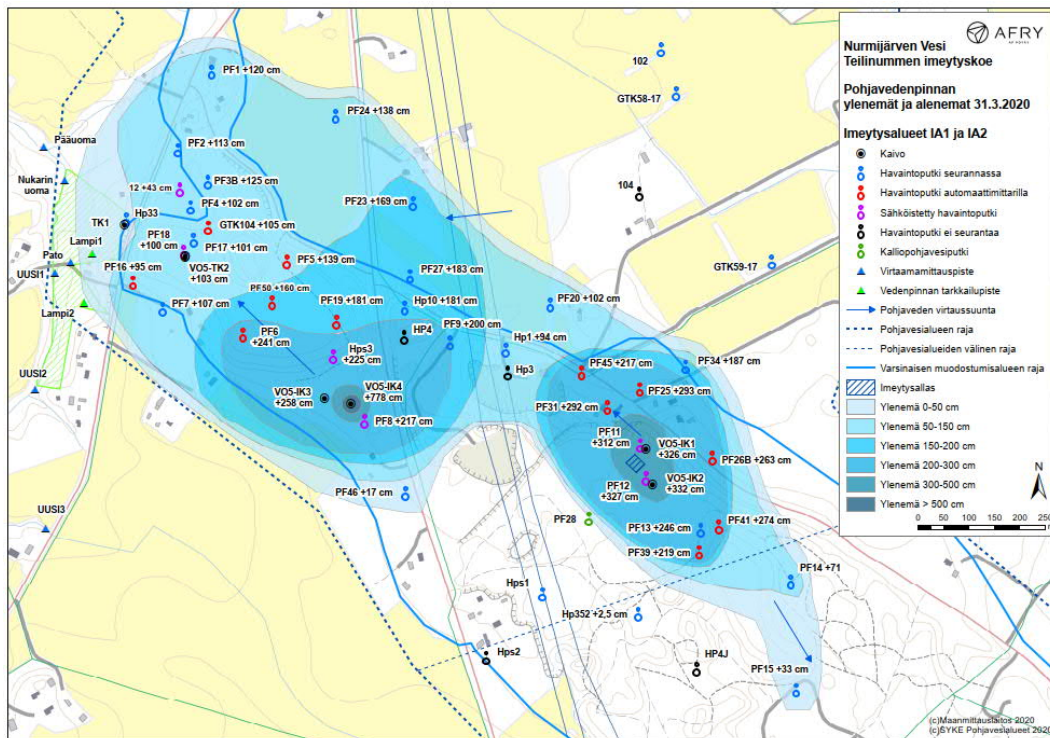
Kuvassa 8 ja liitekartassa 6 on esitetty pohjavedenpinnan tasot (m mpy.) maaliskuun 2020 lopussa (31.3.2020), jolloin pohjavedenpinnat Teilinummen pohjavesialueella vaihtelivat vedenottoalueen tasosta noin +63,5...64 m mpy., imeytysalueen IA2 tasoon noin +65...65,5 m mpy. Imeytysalueen IA2 imeytyskaivon IK4 pinnantasoa kyseisenä ajankohtana oli tasolla +71,86 m mpy. Imeytysalueen IA1 alueella pohjavedenpinta oli noin tasolla +67...67,5 m mpy. Imeytysaltaan pohjavedenpinnantasoa 31.3.2020 oli +67,69 m mpy. Pohjavesialueen koillis- ja lounaisosissa pohjaveden pinta oli maaliskuun lopussa 2019 noin tasolla +68...69 m mpy. Pohjaveden paikalliset virtaussuunnat on myös esitetty kuvassa 8 sekä liitekartassa 6.



Kuva 8. Imeytyskokeen maaliskuun 2020 lopun pohjavedenpinnankorkeudet (m mpy.) Teilinummen pohjavesialueella.

Kuvassa 9 ja liitekartassa 7 on esitetty pohjavedenpinnan ylenemä verrattuna kokeen lähtötilanteeseen ja imeytysalueen IA1 imeytystä edeltäneeseen tilanteeseen. Teilinummen vedenottamon tuotantokaivon TK1 ja imeytyskokeen tuotantokaivon TK2 välisellä alueella maaliskuun lopussa 2020 pohjavedenpinnat olivat nousseet imeytyskokeen alkuun nähden noin +40...100 cm ja vastaavasti tuotantokaivon TK2 lähialueella sekä koillispuolisella muodostuman alueella +100...150 cm. Imeytysalueen IA2 ympäröivällä lähialueella kohti tuotantokaivon TK2 pohjanveden pinnat olivat nousseet +150...250 cm. Tuotantokaivon TK2 pinta oli noussut maaliskuun 2020 lopussa +103 cm verrattuna koetta edeltäneeseen tilanteeseen. Vastaavasti imeytyskaivon IK3 pinta oli noussut +258 cm ja imeytyskaivon IK4 +778 cm. Imeytysalueen IA1 alueella pohjavedenpinta oli noussut toukokuun alkuun 2019 verrattuna, jolloin imeytys alueelle aloitettiin, noin +310...330 cm.

Imeytysalueen IA1 kaakkoispuolella mitattiin myös ylenemää, mutta esimerkiksi havaintoputkessa PF15 pinnan muutos lähtötilanteeseen oli vain +33 cm. Talvi 2019...2020 oli hyvin runsasateinen kuten luvun 5.1 kuvasta 4 voidaan havaita. Erittäin voimakas vaikutus pohjavedenpintoihin talven 2019...2020 sateilla oli sen vuoksi, että sadanta tuli käytännössä kokonaan vesisateina, joka on nostanut luontaisesti alueen pohjavedenpintoja. Tämä on hyvin havaittavissa muodostuman pohjoispuolisten havaintoputkien kuten PF1, PF24 ja PF23 pohjavedenpinnan noususta verrattuna imeytyskoetta edeltäneeseen syksyyn 2018.



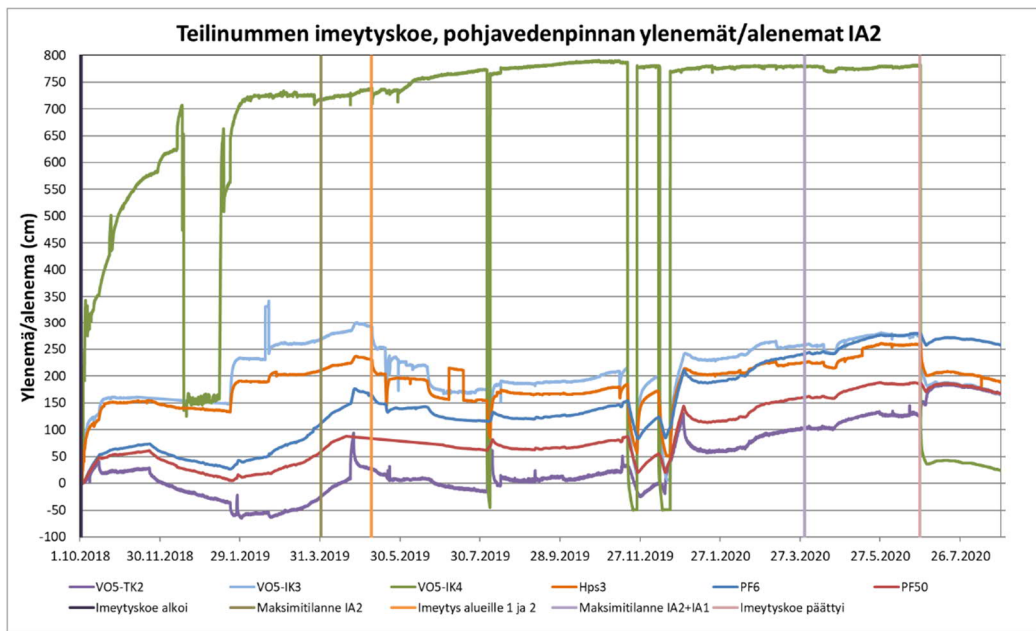
Kuva 9. Teillinummen imeytyskokeen pohjavedenpinnan ylenemät maaliskuun lopussa 2020.

5.3.4 Ylenemät/alenumat imeytysalueella IA2

Kuvassa 10 on esitetty imeytysalueen IA2 imeytyskaivojen, tuotantokaivon TK2 ja näiden välissä sijaitsevien keskeisimpien havaintoputkien ylenemät/alenumat kokeen aikana verrattuna imeytyskoea edeltäneeseen tilanteeseen. Kuvassa 10 on myös näkyvissä imeytyksen ja pumppauksen kaksi maksimitilannetta, joita on edellä tarkasteltu tarkemmin. Imeytysalueen IA2 imeytyskaivojen IK3 ja IK4 ylenemät eroavat toisistaan selvästi, koska imeytyskaivon IK3 imeytyskapasiteetti on selvästi imeytyskaivoa IK4 parempi. Imeytyskaivon IK4 ylenemä koko imeytyskokeen aikana on ollut noin +700...800 cm kun taas imeytyskaivon IK3 ylenemä on imeytymäärästä riippuen vaihdellut noin +150...300 cm välillä.

Tuotantokaivon TK2 pinta oli syksystä 2018 kevääseen 2019 asti pääsääntöisesti alenuman puolella maksimissaan noin -60 cm. Vuoden 2019 keväästä vuoden lopulle asti tuotantokaivon TK2 pinnan ylenemä oli maksimissaan +50 cm ja vuoden 2020 aikana koekaivon pinnassa on ollut ylenemää noin +50...150 cm. Imeytysalueen havaintoputkista kuvaan on valittu havaintoputket Hps3, PF6 ja PF50, joiden pinnan ylenemä vaihtelee sen mukaan kuinka lähellä tuotantokaivoa TK2 tai imeytyskaivoja IK3 ja IK4 putket sijaitsevat. Imeytysalueen IA2 pinnat reagoivat varsin nopeasti imeytyksessä tai pumppauksessa tapahtuneisiin muutoksiin, mutta kokonaisuudessaan eri imeytyskokeen vaiheiden aikana alueen pohjaveden pinnat ovat olleet hyvin tasapainossa imeytyksen ja pumppauksen suhteen.

Kokeen päättyttyä pohjaveden pinnat ovat luonnollisesti kääntyneet laskuun erityisesti imeytyskaivojen alueella, mutta pienellä viiveellä myös tuotantokaivon TK2 ja sen lähialueen osalta.

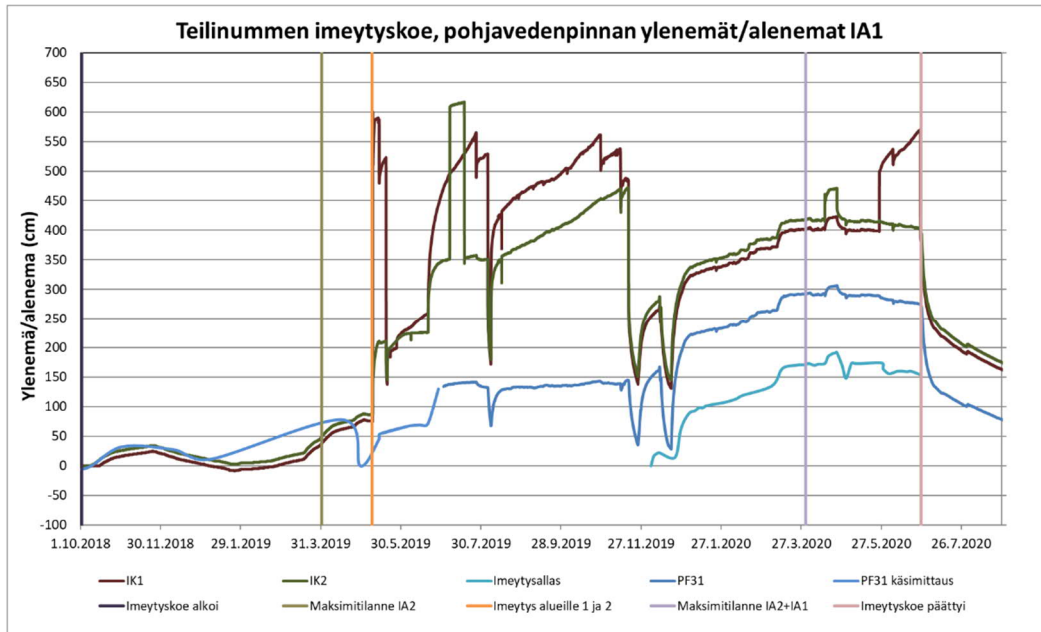


Kuva 10. Pohjavedenpinnan ylenemät imeytyskokeen aikana imeytysalueella IA2.

5.3.5 Ylenemät/alenummat imeytysalueella IA1

Kuvassa 11 on esitetty imeytysalueen IA1 imeytyskaivojen IK1 ja IK2, imeytysaltaan ja havaintoputken PF31 pohjavedenpinnan ylenemät ja alenummat. Imeytys imeytysalueella IA1 aloitettiin toukokuun alussa 2019. Ennen imeytyksen aloittamista pohjavedenpinnat ovat olleet imeytyskaivoissa IK1 ja IK2 sekä havaintoputkessa PF31 luontaisen vaihtelun alaisena. Kuvassa 11 näkyy kevättalven 2019 pinnan vaihtelut. Kun imeytys alueelle IA1 aloitettiin nousi kaivojen vedenpinta koetta edeltäneeseen tilanteeseen nähden imeytysmäärästä riippuen noin +300...600 cm. Imeytysaltaan rakentaminen loppuvuodesta 2019 näkyy pintojen käyttäytymisessä hyvin. Kun imeytysallas otettiin käyttöön imeytys keskittettiin ainoastaan imeytysaltaaseen, tämä nosti myös imeytyskaivojen pintoja koetta edeltävään tilanteeseen nähden noin +400 cm ja noin +250 cm imeytyskatkon aikaiseen tilanteeseen nähden. Imeytysaltaan osalta ylenemä on laskettu altaan rakentamisen ajankohtaan ja vedenpintaan nähden. Imeytysaltaan pinta nousi keskimäärin noin +175 cm kokeen aikana, jolloin imeytys imeytysalueella IA2 keskittyi imeytysaltaaseen. Havaintoputki PF31 sijaitsee imeytysalueelta IA1 noin 100 m luoteeseen kohti vedenottoaluetta. Putkessa vedenpinta nousi koetta edeltäneeseen tilanteeseen nähden kaivoimeytyksen aikana vajaat +150 cm. Imeytysaltaan nostettua imeytysalueen IA1 imeytyskapasiteettia, nousi pohjaveden pinta putkessa PF31 +300 cm koetta edeltäneeseen tilanteeseen nähden. Imeytyksen maksimivaiheen II aikaan maaliskuun 2020 lopussa imeytysalueen IA1 vedenpinnat olivat täysin tasapainotilassa.

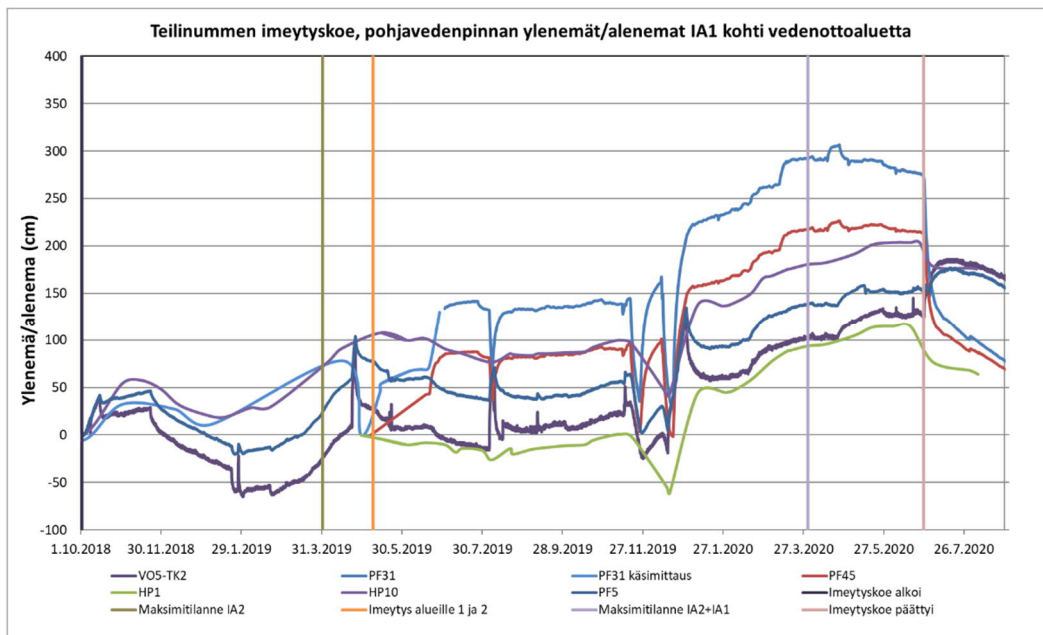
Imeytysalueella IA1 pohjavedenpinnan vaihtelut imeytyksestä riippuen ovat voimakkaammat kuin imeytysalueella IA2, mutta erityisesti kokeen loppuvaiheessa pinnat tasaantuivat hyvin imeytyksen ja vedenoton vakiintuessa kevään 2020 tasolle. Imeytyskokeen päätyttyä pohjavedenpinnat kääntyivät välittömästi laskuun imeytysalueella IA1.



Kuva 11. Pohjavedenpinnan ylenemät imeytyskokeen aikana imeytysalueella IA1.

Kuvassa 12 on esitetty imeytysalueen IA1 ja vedenottoalueen välisen alueen pohjaveden päävirtaussuunnan mukaisten havaintoputkien PF31, PF45, HP1, HP10, PF5 ja tuotantokaivon TK2 pinnan ylenemät ja alenemat imeytyskokeen aikana. Imeytysalueen IA1 ja vedenottoalueen välisellä alueella näkyy selvästi kokeen toisen maksimitilanteen maaliskuun 2020 lopussa näkyvä korkein ylenemä kaikissa kuvan 12 havaintoputkissa. Pohjaveden pinnat ovat kuitenkin tasoittuneet hyvin eli imeytyskoe on ollut pintojen osalta tuolloin hyvin tasapainossa. Ylenemien suuruuteen vaikuttaa erityisesti putkien sijainti suhteessa imeytysalueeseen IA1 ja toisaalta myös vedenottoalueeseen. Putkissa PF31 ja PF45 näkyy selvimmän imeytysalueen IA1 vaikutus, kun taas putkien HP1 ja PF5 osalta ylenemät ovat selvästi maltillisemmat. Havaintoputken HP10 ylenemään on vaikuttanut koko kokeen ajan myös imeytysalueen IA2 imeytysvedet.

Imeytysalueen IA1 ja vedenottoalueen välisellä muodostuman ydinalueella pohjavedenpinnat tasoittuivat nopeasti ja hyvin imeytyksen sekä vedenoton vakiintuessa. Kokeen päättyttyä havaintoputkien pinnat kääntyivät välittömästi laskuun lukuun ottamatta vedenottoalueen läheisyydessä sijaitsevaa havaintoputkea PF5 ja tuotantokaivoa TK2, joissa pintojen lasku alkoi hieman myöhemmin kokeen päättymisestä.

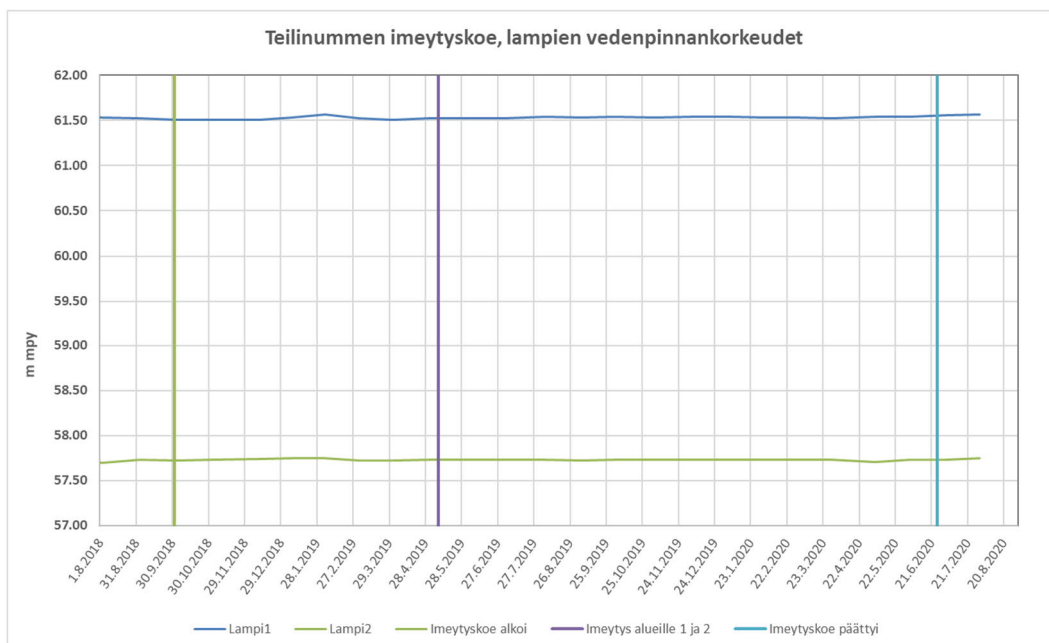


Kuva 12. Pohjavedenpinnan ylenemät imeytyskokeen aikana imeytysalueelta IA1 vedenottoalueelle..

Liitteessä 1. on esitetty Teilinummen pohjavesialueen havaintopisteiden pohjavedenpinnan vaihtelut koko imeytyskokeen ajalta.

5.3.6 Pohjavesilammikot

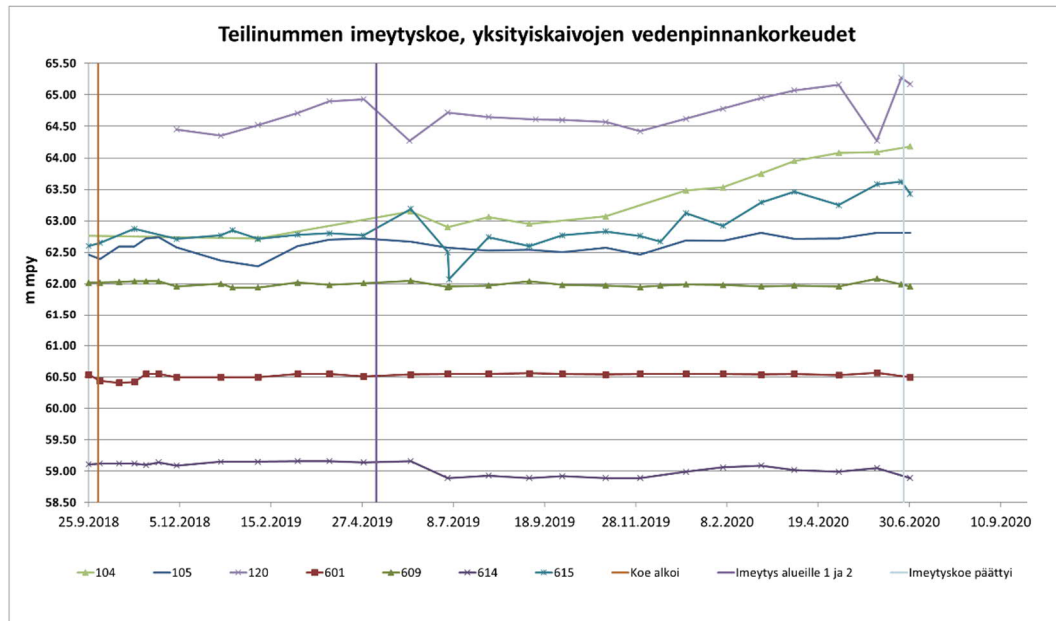
Pohjaveden purkautumisalueen pohjavesivaikutteisten lammikoiden vedenpintoihin ei tekopohjaveden imeytyskoe vaikuttanut vaan niiden pinnat pysyivät hyvin tasaisina koko imeytyskokeen keston ajan (kuva 13). Lammikkopisteiden sijainti on esitetty karttaliitteessä 1.



Kuva 13. Luonnonsuojelualueen läheisten lampien vedenpinnankorkeudet imeytyskokeen ajalta

5.3.7 Yksityiskaivot

Yksityiskaivojen vedenpintojen vaihteluun ei imeytyskokeella ollut mitään vaikutuksia (kuva 14). Kaivojen vedenpinnat pysyivät pääsääntöisesti lähes samalla tasolla imeytyskoetta edeltävään tilanteeseen nähden.



Kuva 14. Yksityiskaivojen vedenpinnankorkeudet imeytyskokeen aikana.

5.4 Pohjaveden virtauskuva imeytyskokeen aikana

Pohjaveden virtauskuvassa imeytyskokeen aikana ei tapahtunut merkittävää muutosta luonnolliseen tilanteeseen nähden, jossa tuotantokaivoa TK1 käytetään luonnonpohjaveden ottoon. Imeytys imeytysalueelle IA2 aiheuttaa etelä-kaakon suunnasta kohti vedenottoaluetta virtaavalle pohjavedelle virtausestettä valtatie 45 ja Vanhan Hämeentien risteysalueella. Tästä johtuen pohjaveden/tekopohjaveden virtaus imeytysalueen IA1 suunnasta nostaa edellä mainitun risteysalueen vedenpintoja ja ohjaa pohjaveden virtausta paikallisesti ympäröivän peltoalueen alapuolisiin hyvin vettä johtavien kerroksien kautta kohti vedenottoaluetta.

5.5 Viipymät

Imeytyskokeen kuluessa imeytysalueelle IA2 imeytettiin Päijänne-tunnelin vettä 5 700 m³/d ilman hydraulisia ongelmia, kuten liian suuria ylenemisiä tai alenemisiä vedenpinnoissa tekopohjavesialueella tai sen ympäristössä.

Viipymällä tarkoitetaan yleensä ns. keskimääräistä (tehokasta) viipymää, eli sitä aikaa, jossa imeytetystä vesimäärästä puolet on saavuttanut vedenottokaivon. Viipymään vaikuttaa maaperän vedenjohtavuuden sekä imeytysalueen ja vedenottoalueen välisen etäisyyden lisäksi pohjavesivaraston suuruus, imeytetty ja otettu vesimäärä. Mitä pienempi on etäisyys imeytyskohteen ja vedenottokohteen välillä ja mitä suurempia imeytettävät vesimäärät ja vedenotto ovat, sitä pienempi on viipymä. Teilinummella on kaksi erillistä imeytysaluetta, joilla on lähtökohtaisesti omat viipymäarvonsa eri tuotantomäärillä. Mikäli

imeytysvesimäärät ovat yhtä suuret, on lähemmän imeytysalueen IA2 viipymä pienempi kuin kauemman imeytysalueen IA1 viipymä. Imeytysalueiden IA1 ja IA2 yhteiskäytössä yhteinen veden viipymä on siten jotakin imeytysalueiden IA1 ja IA2 viipymien väliltä. Ts. täsmällistä viipymää kaikille eri tuotantotilanteille on käytännössä mahdotonta määrittellä.

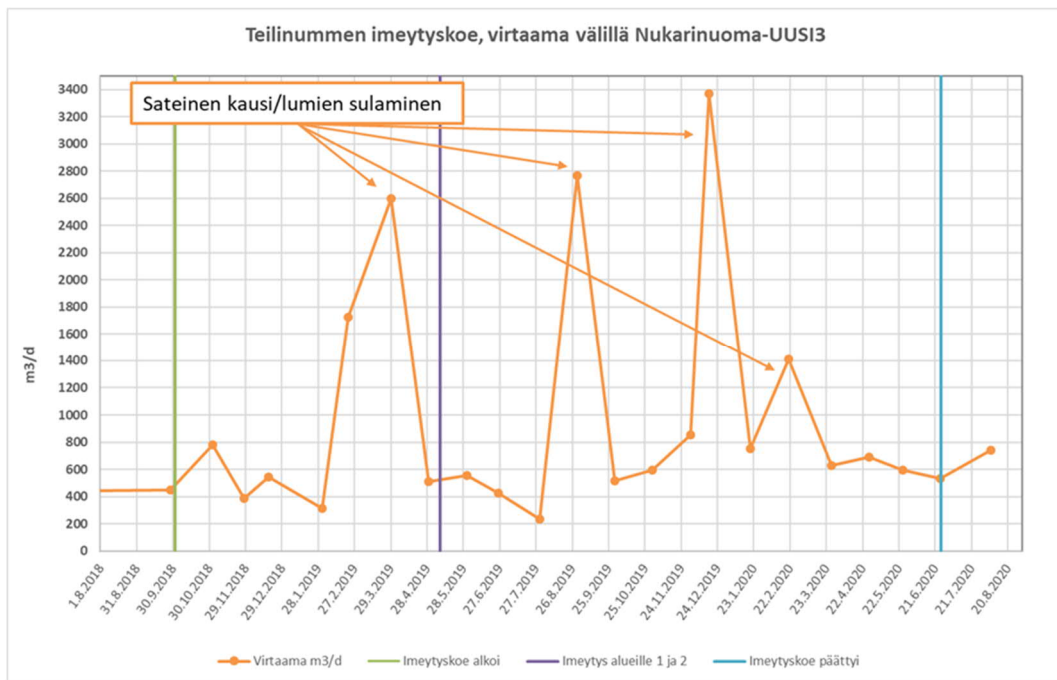
Koe aloitettiin imeyttämällä noin 3 000 m³/d raakavettä lähempänä sijaitsevalle imeytysalueelle IA2 ja samalla pumpattiin tuotantokaivosta vastaava määrä vettä. Isotooppituloksien perusteella tuotantokaivossa TK2 imeytysveden osuus nousi 40 %:iin noin 2,5 kk kuluttua imeytyksen aloituksesta. Tätä voidaan pitää keskimääräisenä viipymänä mainituilla imeytys- ja vedenottomäärällä, kun otetaan huomioon, että imeytysveden osuus nousi tuotantokaivossa TK2 kokeen edetessä 80...95 %:iin. Kauempana sijaitsevan imeytysalueen IA1 keskimääräinen viipymä vastaavilla vedenotto- ja imeytysmäärillä on huomattavasti tätä pidempi, karkeasti arvioituna noin 6 kuukautta. Teilinummen imeytysalueiden ja vedenottoalueen välisten viipymien perusteella kannattaa tekopohjaveden imeytyksessä painottaa kauempana vedenottoalueesta sijaitsevaa imeytysaluetta IA1.

5.6 Virtaamat

Imeytyskokeen aikana seurattiin virtaamia kuudesta virtaamamittauspisteestä kuukausittain. Virtaamamittauspisteiden sijainnit käyvät ilmi liitekartasta 1.

Mittauspisteiden Nukarinuoma ja UUSI3 välillä virtaavat vedet kuvastavat Teilinummen alueella muodostuvien pintavesien sekä alueelta luonnollisesti purkautuvan pohjaveden määrää. Siten vain kuivina ja vähäsateisina kausina virtaamatulos kuvastaa todellisen Teilinummen luonnollisesti purkautuvan pohjaveden määrää. Imeytyskokeen aikaiset virtaamat välillä Nukarinuoma-UUSI3 on esitetty kuvassa 15.

Imeytyskokeen aikana esiintyi neljänä ajankohtana hyvin runsaita sateita, joiden ajalta ei voida tehdä johtopäätöksiä Teilinummen alueelta luonnollisesti purkautuvan pohjaveden määrästä. Sadantatiedot Teilinummea lähimpänä sijaitsevalta Röykän mittausasemalta on esitetty luvun 5.1 kuvassa 4. Sadantatiedot ovat hyvin linjassa virtaamamittausten tulosten kanssa siten, että helmi- ja maaliskuussa 2019, syyskuussa 2019, marras-joulukuussa 2019 ja helmi-maaliskuussa 2020 satoi selvästi keskiarvoa runsaammin, mikä näkyy normaalia runsaampina virtaamina Teilinummen mittauspisteissä. Kun nämä virtaamapiikit jätetään huomiotta, saadaan keskivirtaamaksi imeytyskokeen ajalta n. 570 m³/d, kun ennen imeytyskoetta vuonna 2015 ja ennen imeytyksen alkua syyskuussa 2018 mitattujen virtaamien keskiarvo oli n. 515 m³/d. Joulukuun 2014 virtaamamittaus jätettiin tässä huomioimatta myöskin kyseistä mittausta edeltävien hyvin runsaiden sateiden vuoksi. Tulosten perusteella voidaan todeta, ettei imeytyskokeella ole ollut merkittävää vaikutusta Teilinummen alueelta purkautuvaan luonnollisen pohjaveden määrään.

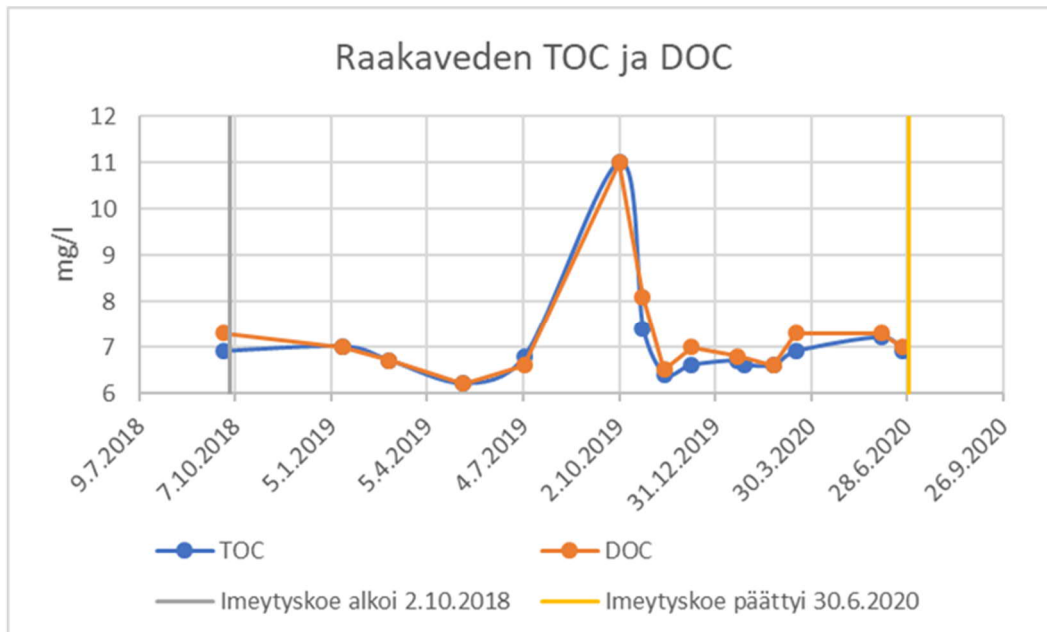


Kuva 15. Imeytyskokeen aikaiset virtaamat mittauspisteiden Nukarinuoma ja UUSI3 väliltä mitattuna.

5.7 Raakaveden laatu

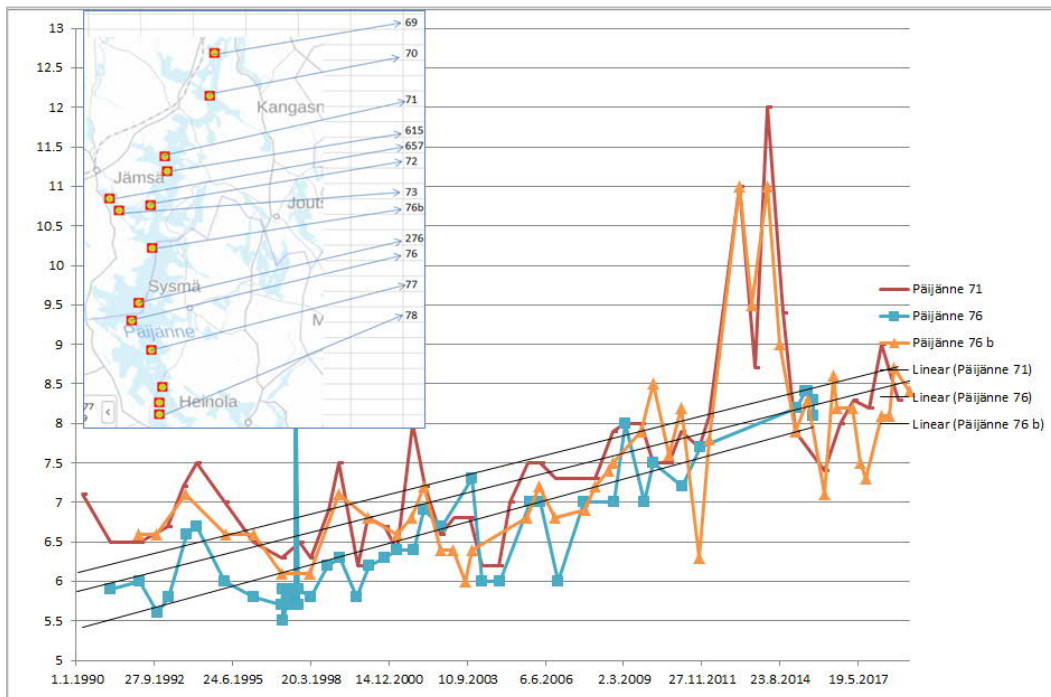
Raakavedestä on imeytyskokeen aikana analysoitu pH, sähkönjohtavuus, TOC, DOC, sameus, väri, lämpötila, happi, liuennut rauta ja mangaani, nitraatti, ammonium, sulfaatti ja kloridi. Raakaveden laatutulokset on esitetty liitteessä 2.

Raakaveden analyyseistä seurattiin erityisesti orgaanisen hiilen kokonaismäärää (TOC) ja liuenneen orgaanisen hiilen kokonaismäärää (DOC). Raakaveden TOC vaihteli kokeen aikana välillä 6,2...11 mg/l, pitoisuuden ollessa keskimäärin 7,06 mg/l, mediaani puolestaan oli 6,8 mg/l, joka kuvastaa tuloksia tässä yhteydessä paremmin. Raakaveden DOC pitoisuudet vaihtelivat myös välillä 6,2...11 mg/l ja DOC oli keskimäärin 7,24 mg/l, mediaani puolestaan oli 7 mg/l. Imeytyskokeen aikaiset raakaveden TOC ja DOC pitoisuudet on esitetty kuvassa 16. Raakaveden TOC- ja DOC-pitoisuudet pysyivät imeytyskokeen aikana pääsääntöisesti 7 mg/l molemmiin puolin, lokakuun 2019 11 mg/l niin TOC:n kuin DOC:n osalta on ainut merkittävä poikkeus.



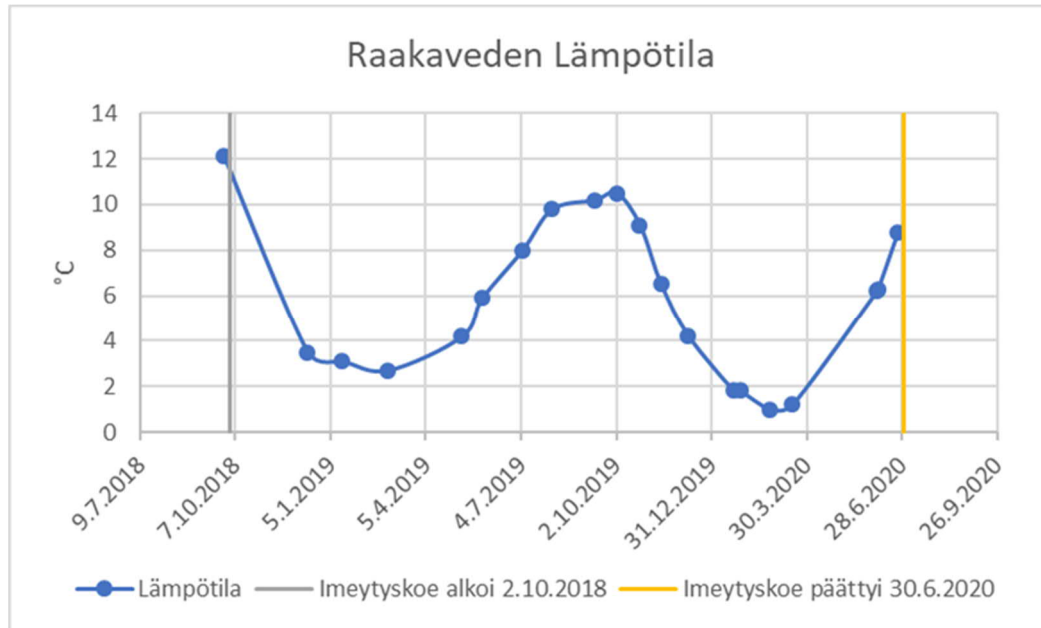
Kuva 16. Raakaveden TOC- ja DOC-pitoisuuksien vaihtelut imeytyskokeen aikana.

Päijänteen humuspitoisuuden (TOC) seuranta on tehty pitkään ja sen perusteella näyttäisi raakaveden TOC-pitoisuuden trendi olevan kasvava, tosin pitkäaikaisimman seurannan kattavat pisteet sijaitsevat Päijänteen keski- ja pohjoisosassa, kun vedenotto Päijännettunneliin tapahtuu järven eteläpäässä (kuva 17).



Kuva 17. Päijänteen vedenlaadun seurantapisteen TOC-pitoisuuksia 1990...2018.

Raakaveden lämpötila vaihteli imeytyskokeen aikana 1...12,1 °C välillä, keskiarvon ollessa 5,8 °C (kuva 18). Raakaveden lämpötilassa näkyy selvästi raakavesilähde Päijänteen veden vuotuinen lämpötilavaihtelu.



Kuva 18. Raakaveden lämpötilavaihtelu imeytyskokeen aikana.

Raakaveden pH on imeytyskokeen aikana vaihdellut välillä 6,6...7,2 pH yksikköä, keskimäärin pH on ollut 7. Sähkönjohtavuus on vaihdellut kokeen aikana välillä 67...80 $\mu\text{S}/\text{cm}$, keskimäärin raakaveden sähkönjohtavuus oli 70 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Sameus vaihteli raakavedessä imeytyskokeen kuluessa välillä 0,39...1,2 FNU, keskimäärin sameus oli 0,64 FNU. Raakaveden väri vaihteli imeytyskokeen aikana välillä 20...24 mg Pt/l ja oli keskimäärin 22,4 mg Pt/l. Raakaveden happipitoisuus imeytyskokeen kuluessa oli 8,1...13,5 mg/l ja keskimäärin 11,6 mg/l. Osa happituloksista on laboratoriotuloksia ja osa kenttämittauksia.

Raakaveden liuenut mangaani oli imeytyskokeen aikana jokaisella näytteenotokerralla alle määritysrajan <3 $\mu\text{g}/\text{l}$. Raakaveden liuenneen raudan pitoisuudet imeytyskokeen aikana vaihtelivat välillä 22...32 $\mu\text{g}/\text{l}$ ja pitoisuus oli keskimäärin 29 $\mu\text{g}/\text{l}$. Raakaveden nitraattipitoisuudet imeytyskokeen aikana vaihtelivat välillä 1,1...1,4 mg/l, keskiarvon ollessa 1,22 mg/l. Raakaveden ammoniumpitoisuudet vaihtelivat kokeen kuluessa välillä 0,01...0,038 mg/l, keskiarvon ollessa 0,019 mg/l. Raakaveden kloridipitoisuus oli imeytyskokeen aikana 4,2...4,7 mg/l, keskiarvon ollessa 4,5 mg/l. Raakaveden sulfaattipitoisuus vaihteli kokeen aikana välillä 6,9...9,5 mg/l, keskiarvon ollessa 8,2 mg/l. Taulukossa 4 on koottuna raakaveden laatutulokset imeytyskokeen ajalta.

Taulukko 4. Raakaveden laatu imeytyskokeen aikana.

	Yksikkö	Mediaani	Vaihteluväli
Orgaanisen hiilen kokonaismäärä, TOC	mg/l	6.8	6.2...11
Liuenneen orgaanisen hiilen kokonaismäärä, DOC	mg/l	7	6.2...11
Väri	mg Pt/l	22	20...24
pH		7.05	6.6...7.2
Sähkönjohtavuus	µS/cm	70	67...80
Sameus	FNU	0.61	0.39...1.2
Nitraatti	mg/l	1.2	1.1...1.4
Ammonium	mg/l	0.016	0.01...0.038
Happi	mg/l	12	8.1...13.5
Lämpötila	°C	6.05	1...12.1
Liukoinen mangaani	µg/l	<3	
Liukoinen rauta	µg/l	32	22...32
Kloridi	mg/l	4.6	4.2...4.7
Sulfaatti	mg/l	8.4	6.9...9.5

5.8 Pohjaveden laatu

Tuotantokaivosta TK2 otettiin imeytyskokeen aikana vesinäytteitä 36 kertaa.

Tuotantokaivon TK2 vedenlaatu imeytyskokeen aikana oli erinomainen, pH pysyi lähellä neutraalia, kaivon happipitoisuus oli hyvällä tasolla. Myös pohjaveden laadulle tyypillisesti ongelmia aiheuttavat rauta ja mangaanipitoisuudet olivat hyvin alhaiset. Tuotantokaivon TK2 vedessä ei imeytyskokeen aikana myöskään todettu VOC-yhdisteitä, PAH-yhdisteitä eikä bensiinin komponentteja. 6.5.2020 otetussa näytteessä todettiin hyvin pieni määrä torjunta-ainetta; endosulfaanisulfaattia 0,0012 µg/l ja endosulfaani-alfaa 0,0008 µg/l. Uusintänäytteessä 2.9.2020 ei näitä torjunta-aineita todettu. Kaivossa ei myöskään todettu koliformisia bakteereja eikä E.colia. Tekopohjaveden käytettävyyden ja laitoskäsittelyn kannalta oleellinen UV-läpäisevyys oli myös hyvällä tasolla.

Tuotantokaivosta TK2 määritettiin kertaalleen myös liukoiset metallit. Kaikki muiden liukoisten metallien pitoisuudet paitsi arseenin (0,2 µg/l) ja nikkelin (0,4 µg/l) pitoisuudet alittivat käytetyn laboratorion määräysrajan. Talousveden kemiallisissa laatuvaatimuksissa arseenin enimmäispitoisuus on 10 µg/l ja nikkelin 20 µg/l.

Imeytyskokeen aikaiset tuotantokaivon TK2 pohjavedenlaadun vaihtelut ja eri laatuparametrien mediaaniarvot on esitetty taulukossa 2. Tuotantokaivojen ja havaintoputkien vedenlaatu tiedot on esitetty liitteessä 2.

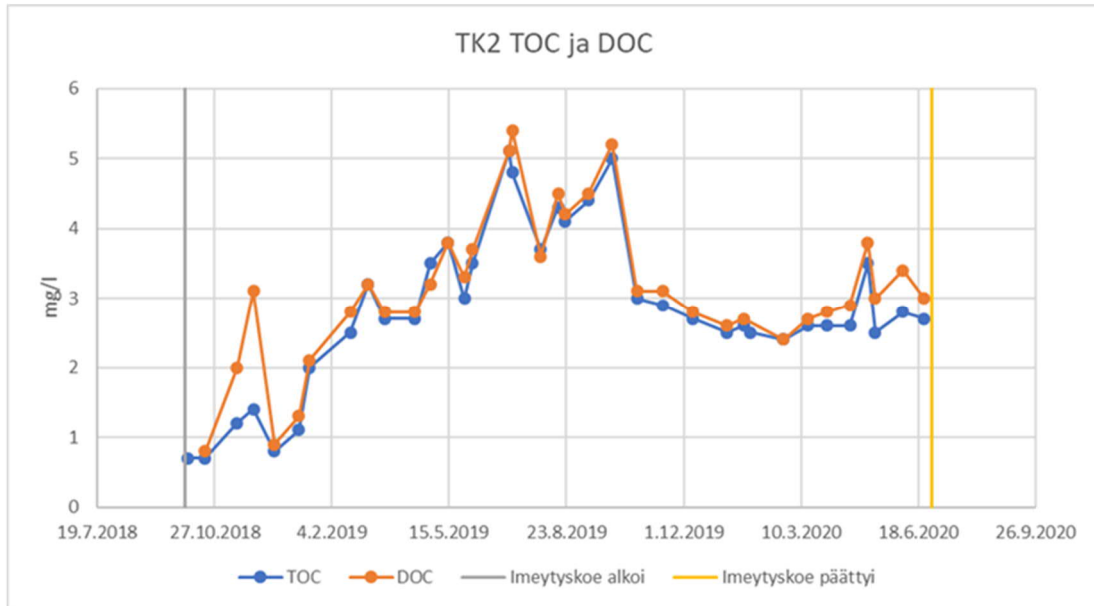
Tuotantokaivon TK1 vedenlaadussa ei havaittu merkittäviä muutoksia imeytyskokeen aikana. Tuotantokaivon TK1 TOC-pitoisuus vaihteli imeytyskokeen aikana noin tasolla 1,3...1,8 mg/l ja kloridipitoisuus laski 19 mg/l alle 10 mg/l.

Taulukko 3. Koekaivon TK2 pohjaveden laatu imeytyskokeen aikana.

	yksikkö	Mediaani	Vaihteluväli
Orgaanisen hiilen kokonaispitoisuus, TOC	mg/l	2.8	0.7...5.1
Liunneen orgaanisen hiilen kokonaispitoisuus, DOC	mg/l	3.1	0.8...5.4
Sähkönjohtavuus (25°C)	µS/cm	100	90...242
Happi	mg/l	9.7	6.8...11.5
pH		7.0	6.7...7.1
Väri	mg Pt/l	2.4	2...5
Sameus	FNU	0.65	0.13...4.1
Nitraatti	mg/l	1.1	1...3.3
Nitriitti	mg/l	<0.01	
Ammonium	mg/l	0.015	0.01...0.03
Alkaliteetti	mmol/l	0.51	0.46...0.54
Kokonaiskovuus	mmol/l	0.3	0.27...0.32
Lämpötila	°C	6.3	4.5...7.5
Vapaa hiilidioksidi	mg/l	5.3	4.2...6.1
Mangaani liukoinen	µg/l	4	3...5
Mangaani kokonais	µg/l	<3	
Rauta liukoinen	µg/l	20	15...21
Rauta kokonais	µg/l	20	
Kalsium	mg/l	7	6.4...7.4
Magnesium	mg/l	3.1	2.8...3.4
Kloridi	mg/l	6	5.5...17
Sulfaatti	mg/l	9.9	8.8...21
Radon	Bq/l	100	
UV-läpäisevyys	%	89.3	68...91.4
Bensiinin komponentit	µg/l	ei tod.	
VOC (haihtuvat orgaaniset yhdisteet)	µg/l	ei tod.	
Polyaromaattiset hiilivedyt (PAH)	ng/l	ei tod.	
Heterotrofinen pesäluke 22°C	mpy/ml	3	3...5
Koliformsiet bakteerit	mpy/100m	0	
E. coli	mpy/100m	0	

5.8.1 TOC

Imeytyskokeen kuluessa tuotantokaivon TK2 TOC- ja DOC-pitoisuuksia määritettiin imeytyskokeen etenemisen sekä veden laadun tarkkailun vuoksi tiheästi. Koekaivon TOC-pitoisuus vaihteli välillä 0,7...5,1 mg/l, mediaanin ollessa 2,8 mg/l. Korkeimmat TOC-pitoisuudet havaittiin loppukesän ja syksyn 2019 aikana, mutta talven 2019...2020 kuluessa TOC-pitoisuus vakiintui noin tasolle 3 mg/l (kuva 19).

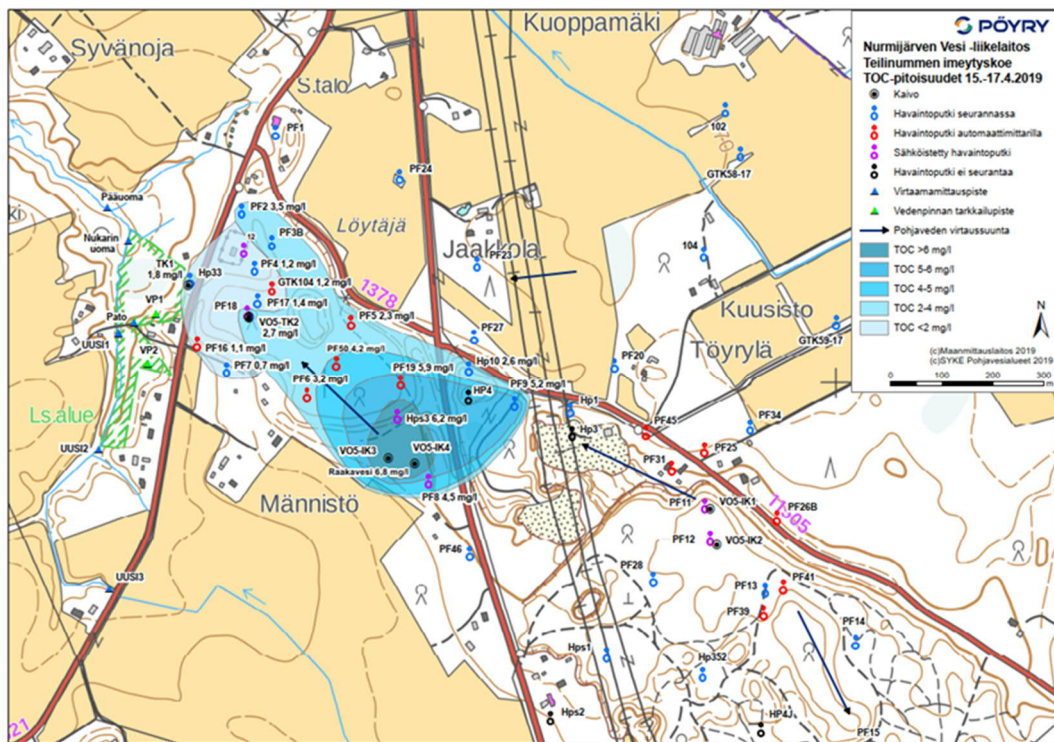


Kuva 19. Koekaivon TK2 TOC- ja DOC-pitoisuudet imeytyskokeen aikana.

Imeytyskokeen aikana seurattiin tiheästi raakaveden, alueen havaintoputkien pohjaveden ja tuotantokaivon TK2 TOC-pitoisuuksien kehittymistä. TOC-pitoisuuden perusteella pystyttiin seuraamaan tekopohjaveden etenemistä muodostumassa, arvioimaan yhdessä isotooppituloksien kanssa imeytetyn veden viipymää sekä TOC-pitoisuuden kehittymistä eli orgaanisen aineen pidättymistä ja hajoamista maaperän pohjavesivyöhykkeessä. Ennen imeytyskokeen aloitusta alueen havaintoputkien ja tuotantokaivon TK2 TOC-pitoisuudet vastasivat muutamaa havaintoputkea lukuun ottamatta pohjaveden luonnollista TOC-pitoisuustasoa, joka on yleensä selvästi alle 1 mg/l.

Imeytyskokeen kuluessa havaintoputkien ja koekaivon TOC-pitoisuudet nousivat tekopohjaveden muodostamisen johdosta kokeen edetessä. Imeytyskokeen tuloksissa on tarkasteltu erityisesti kahta maksimitilannetta (maksimitilanne I ja II). Kuvassa 20 ja liitekartassa 8 on esitetty TOC-pitoisuudet alueellisesti 2019 huhtikuun puolivälin tilanteesta, jossa imeytys kohdistui kokonaan imeytysalueelle IA2 imeytysmäärällä 5 700 m³/d ja tuotantokaivon TK2 oton ollessa 5 000 m³/d. Raakaveden TOC oli kyseisenä ajankohtana 6,8 mg/l, TOC-pitoisuus imeytysalueen ja vedenottoalueen välisissä havaintoputkissa PF6, PF50 ja PF5 oli välillä 2,3...4,2 mg/l etäisyyden imeytyskaivoille ollessa noin 200 metriä. Tuotantokaivon TK2 TOC-pitoisuus oli tuolloin 2,7 mg/l ja etäisyyttä imeytyskaivoille noin 400...500 metriä.

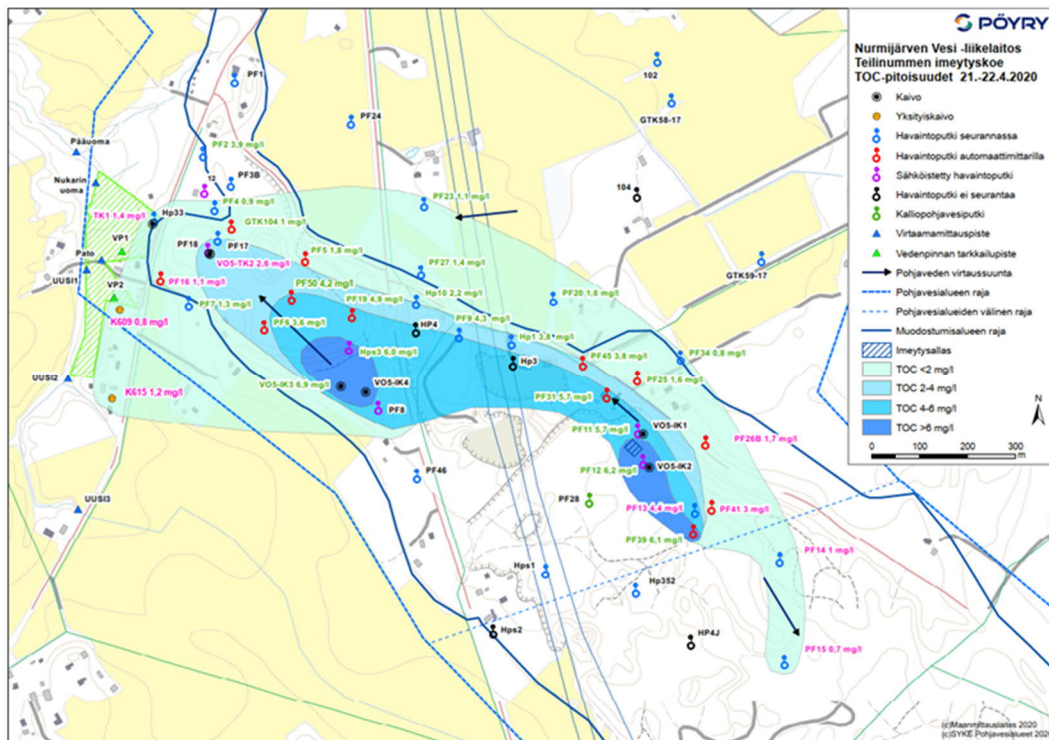
Tuotantokaivon TK2 lähiympäristössä olevissa havaintoputkissa TOC vaihteli välillä 0,7...1,4 mg/l. Havaintoputkien PF2 ja PF9 TOC-pitoisuudet ovat sijainteihinsa nähden varsin korkeat. Tosin näiden havaintoputkien TOC-pitoisuudet olivat jo ennen imeytyskokeen aloittamista muuta aluetta selvästi korkeammat. Putkessa PF2 TOC-pitoisuus on ollut ennen imeytyskokeetta korkeimmillaan syyskuussa 2018 3,9 mg/l ja havaintoputkessa PF9 3,5 mg/l.



Kuva 20. TOC-pitoisuudet imeytysalueella IA2 ja vedenottoalueella 2019 huhtikuun puolivälissä.

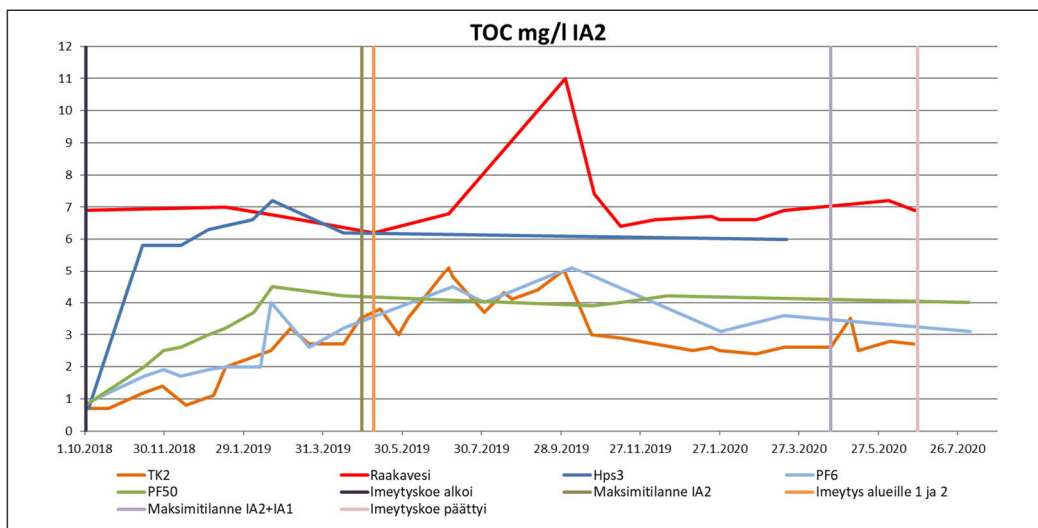
Kuvassa 21 ja liitekartassa 9 on esitetty TOC-pitoisuudet alueellisesti maaliskuun huhtikuun 2020 tilanteesta, jossa imeytys kohdistui puoliiksi imeytysalueelle IA1 ja IA2 imeytymäärällä 5 700 m³/d, tuotantokaivon TK2 otton ollessa 5 000 m³/d. Huhtikuussa 2020 tuotantokaivon TK2 TOC-pitoisuus oli 2,6 mg/l. Tuotantokaivon TK2 läheisissä havaintoputkissa TOC-pitoisuus vaihteli 0,8...1,3 mg/l välillä. Raakaveden TOC-pitoisuus oli kyseisen ajankohtana 6,9 mg/l.

Imeytysalueen IA2 ja tuotantokaivon TK2 välisellä alueella havaintoputkien TOC-pitoisuus vaihteli tuolloin 1,8...6 mg/l välillä. Vastaavasti Imeytysalueen IA1 läheisyydessä havaintoputkien TOC-pitoisuudet olivat tekopohjaveden virtausreitillä ja imeytysaltaan välittömässä läheisyydessä tasolla 5,7...6,2 mg/l. Havaintoputkessa PF45, imeytysalueelta IA1 noin 200 m kohti vedenottoaluetta TOC oli 3,8 mg/l. Imeytysalueen IA1 ja vedenottoalueen välisellä alueella TOC-pitoisuus vaihtui imeytysalueelta (PF31) kohti vedenottoaluetta (PF5) 5,7 mg/l aina 1,8 mg/l. Tämä osoittaa imeytysalueen IA1 tärkeyden Teilinummen tekopohjaveden tuotannon vedenlaadun kannalta, koska imeytysalueen IA1 etäisyys vedenottoalueelle on noin 1 km ja tällä matkalla TOC:n reduktio on hyvin merkittävä. Imeytysalueen IA1 kaakkoispuolisissa havaintoputkissa TOC-pitoisuudet ovat selvästi alle 3 mg/l ja putkissa PF14 sekä PF15 aivan luonnollisen pohjaveden pitoisuuksissa, joka osoittaa ettei tekopohjavettä karkaa kaakon suuntaan.



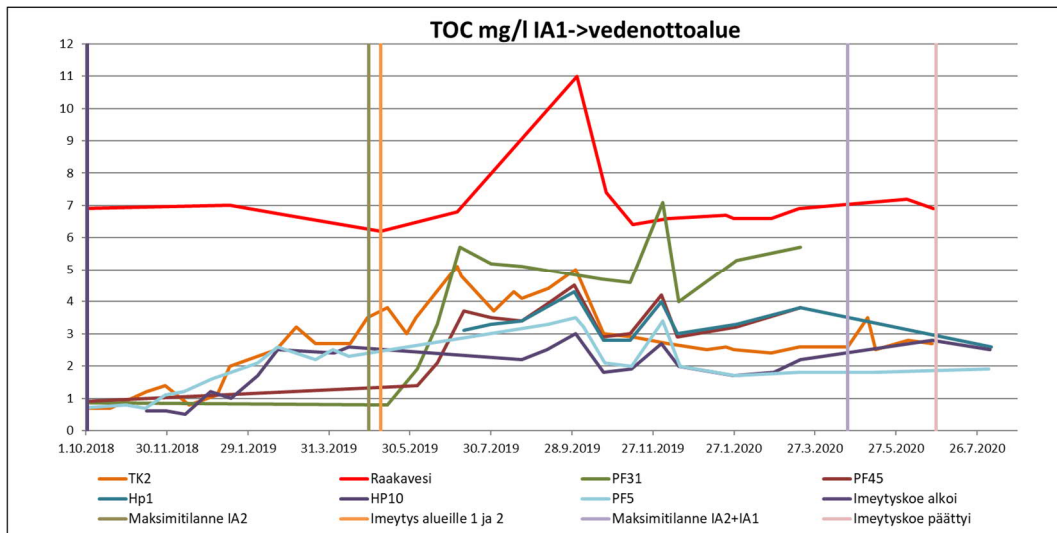
Kuva 21. TOC-pitoisuudet imeytysalueilla IA1 ja IA2 sekä vedenottoalueella maaliskuun 2020 aikana, kartan punaiset merkinnät ovat huhtikuun 2020 tuloksia ja vihreät merkinnät maaliskuun 2020 tuloksia.

TOC-pitoisuuden kehitys imeytysalueen IA2 ja tuotantokaivon TK2 välisellä alueella on esitetty kuvassa 22. TOC-pitoisuudet alueen havaintoputkissa nousivat melko tasaisesti imeytyskokeen keskittyessä pelkästään imeytysalueelle IA2, kun taas imeytyksen jakaantuessa kahdelle imeytysalueelle tasoittuivat imeytysalueen IA2 putkien TOC-pitoisuudet ja tuotantokaivon TK2 TOC-pitoisuus. Kokeen edetessä kevään 2019 jälkeen TOC-pitoisuudet pysyivät varsin samalla tasolla kokeen loppuun asti.



Kuva 22. TOC-pitoisuuden kehitys imeytyskokeen aikana imeytysalueella IA2.

Imeytysalueelta IA1 kohti vedenottoaluetta TOC-pitoisuudet nousivat heti imeytyksen alkaessa ja tasoittuivat kokeen loppua kohden imeytys- ja ottomäärien vakiintuessa. Kuvasta näkyy myös putken sijainnin vaikutus suhteessa imeytysalueeseen ja vedenottoalueeseen. Lähempänä imeytysaluetta sijaitsevilla putkissa TOC-pitoisuus on selvästi korkeampi kuin lähempänä vedenottoaluetta sijaitsevilla putkissa (kuva 23).



Kuva 23. TOC-pitoisuuden kehitys imeytyskokeen aikana imeytysalueen IA1 ja vedenottoalueen välisissä havaintoputkissa.

5.8.2 Molekyylirikojakauman tarkastelu

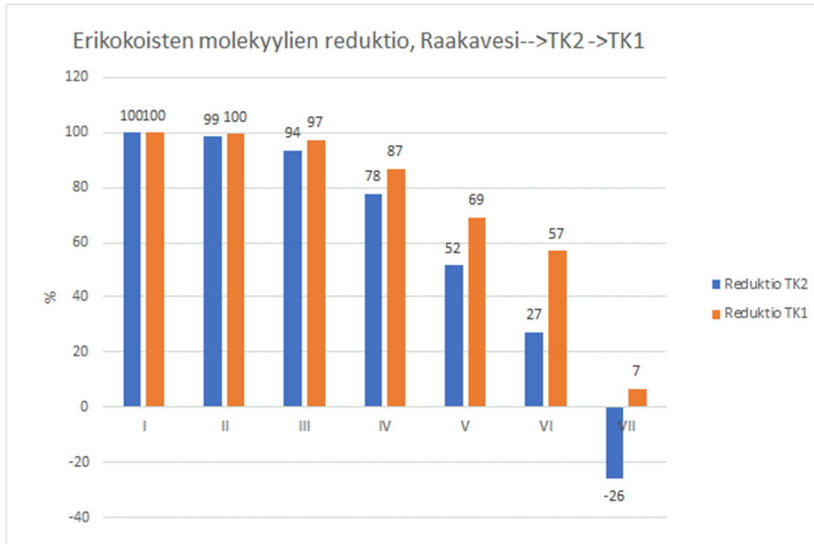
Humuksen pidättymistä ja hajoamista pohjavesivyöhykkeessä tutkittiin myös tekemällä humuksen sekvensointimäärityksiä vesinäytteistä (HPLC SEC-analyysi) helmikuussa 2020.

Orgaaninen aines koostuu useista erilaisista molekyyleistä. Suurin osa orgaanisesta aineksesta on molekyylikooltaan suuria, aromaattisia yhdisteitä, jotka perinteisesti saadaan poistettua kemiallisella saostuksella. Hydrofiiliset eli pienimolekyyliset yhdisteet ovat hankalammin poistettavia perinteisillä vedenkäsittelymenetelmillä.

Päijänteen raakavedessä suurin osa orgaanisesta aineksesta on suurimolekyylisiä. HPLC-SEC näytteillä seurattiin imeytyskokeessa maaperän vaikutusta eri kokoisten molekyyliden poistumiseen pohjavedestä. Analyysimenetelmässä suurimmat molekyylit tulevat kolonnista ensimmäisinä ja pienimmät viimeisinä.

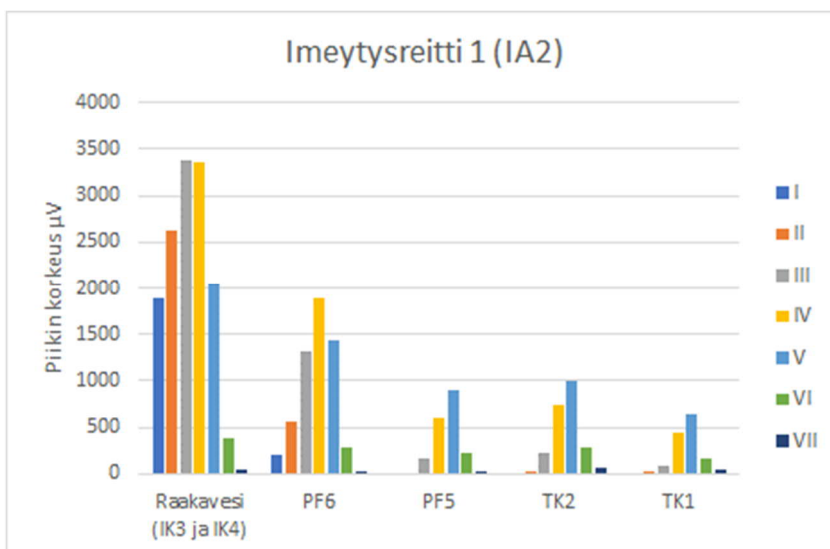
Kuvassa 24 on esitetty reduktiot eri molekyylirikojen kesken tuotantokaivojen TK2 ja TK1 vedessä. Molekyylirikot on jaettu 7 ryhmään, joista suurimmat molekyylirikot ovat kuvassa vasemmalla (I suurin) ja pienimmät oikealla (VII pienin). Erikokoisten molekyyliden reduktio osoittaa, että raakaveden kahden suurimman molekyylirikon (I ja II) reduktio on tuotantokaivojen TK1 ja TK2 kohdalla 100 %. Vastaavasti molekyylirikot III ja IV poistuvat 78...98 %:sti. Pienemmät molekyylirikot V ja VI puolestaan poistuvat 27...69 %:sti. Pienimmän molekyylirikon VII kohdalla poistumista ei juurikaan tapahdu. Molekyyliden reduktio on tuotantokaivon TK1 osalta vain hieman tuotantokaivoa TK2 parempi isompien molekyyliden kohdalla, mutta pienempien molekyyliden (V...VII) kohdalla tuotantokaivon TK1 molekyyliden reduktio on selvästi suurempaa verrattuna tuotantokaivoon TK2. Tuloksien perusteella suuremmat ja vedenlaadun kannalta hankalammat molekyylirikot poistuvat

imeytysmatkan aikana erinomaisesti ja imeytysalueen IA1 tehokas käyttö selvästi parantaa molekyylien reduktiota tuotantokaivoille.

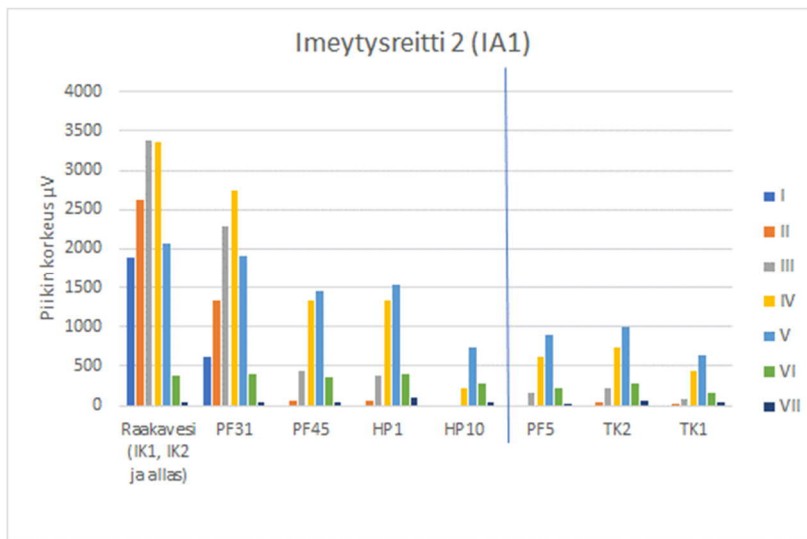


Kuva 24. Erikokoisten humusmolekyylien reduktio imeytysalueilta IA1 ja IA2 tuotantokaivoille TK1 ja TK2 täydessä koetuotantovaiheessa, helmikuu 2020.

Kuvassa 25 on esitetty Imeytysalueelta IA2 matkalla vedenottoalueelle tapahtuvat muutokset eri molekyylikokojen pidätyksessä ja hajoamisessa. Kuvassa 26 on esitetty vastaavat muutokset kauemmalta imeytysalueelta IA1 vedenottoalueelle todetut muutokset.

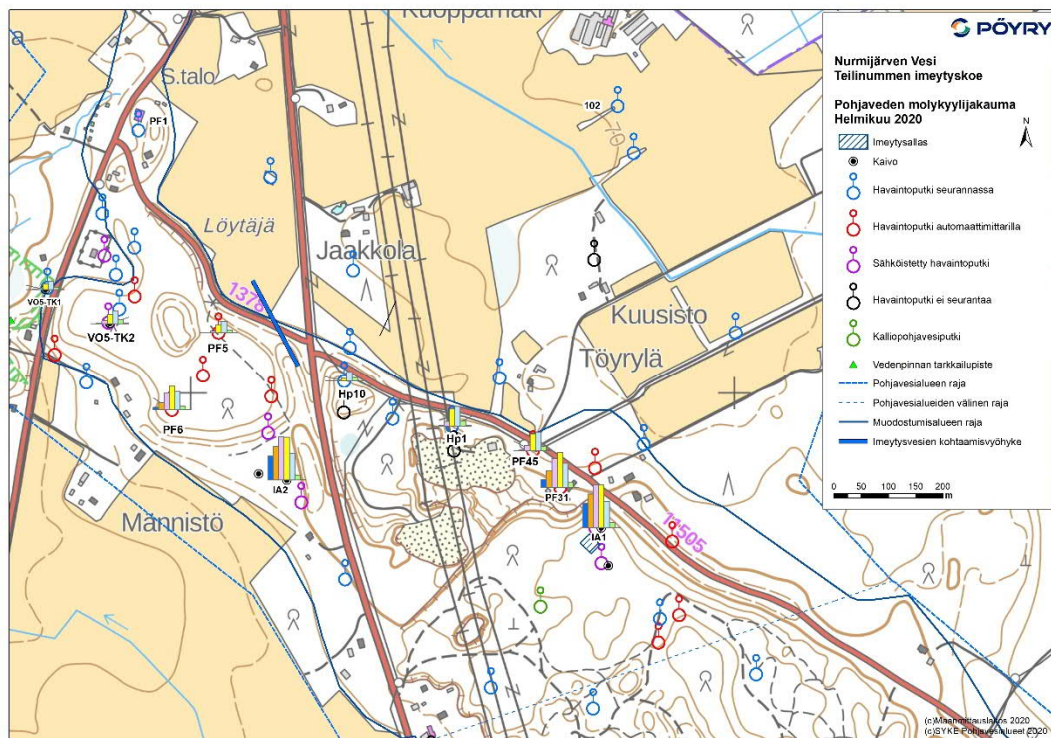


Kuva 25. Imeytysreitillä imeytysalueelta IA2 vedenottoalueelle todetut eri molekyylikokojen pidätyminen ja hajoaminen (I suurin, VII pienin molekyylikoko).



Kuva 26. Imeytysreitillä imeytysalueelta IA1 vedenottoalueelle todetut eri molekyylikokojen pidäytyminen ja hajoaminen (I suurin, VII pienin molekyylikoko). Sininen viiva kuvaa aluetta, jossa imeytysalueilta virtaavat tekopohjavedet kohtaavat.

Suurimpien molekyylien reduktio on jo lyhyellä matkalla hyvä (kuva 27 ja liitekartta 10). Pidemmän viivymän imeytysreitillä imeytysalueelta IA1 vedenottoalueelle reduktiot ovat vielä selkeästi suuremmat aina havaintopisteelle HP10 asti, jonka jälkeen eri imeytysalueilta virtaavat tekopohjavedet kohtaavat ja sekoittuvat keskenään.



Kuva 27. Molekyylijakaumat pisteittäin karttapohjalla.

5.8.3 Isotoopit

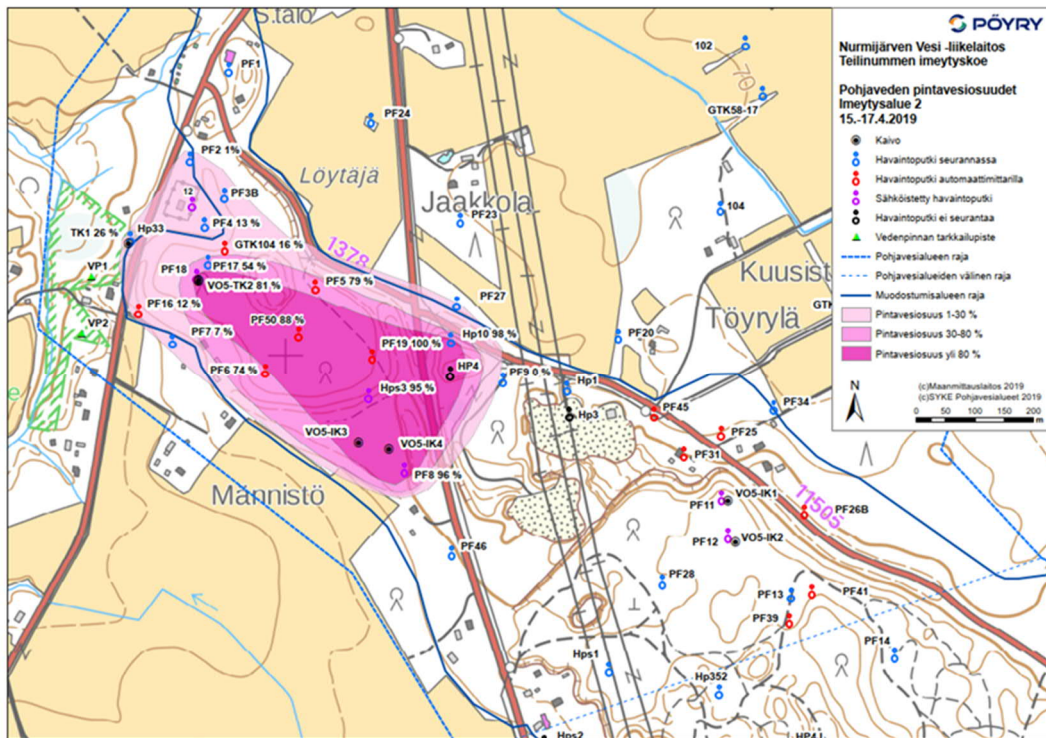
Imeytyskokeen aikana seurattiin tiheästi raakaveden, alueen havaintoputkien ja tuotantokaivon TK2 vesien isotooppisuhteiden kehittymistä. Isotooppisuhteiden perusteella pystyttiin seuraamaan tekopohjaveden etenemistä muodostumassa ja arvioimaan yhdessä TOC tuloksien kanssa imeytetyn veden viipymää.

Luontaisen pohjaveden muodostumana Teilinummen pohjavesialueen kaivoissa tai havaintoputkissa ei ole ennen imeytyskokeen alkua ollut pintavesivaikutusta. Kokeen aikaiset isotooppisuhteet on laskettu alueen luontaisen pohjaveden isotooppikoostumuksen ja Päijänne-tunnelista pumpattavan muodostumaan imeytettävän raakaveden isotooppikoostumuksen sekä imeytyskokeen aikana havaittujen alueen kaivojen ja havaintopisteiden isotooppikoostumuksen, joka on luonnollisen pohjaveden ja tekopohjaveden sekoitus, perusteella.

Isotooppisuhte on ilmoitettu laskennallisena tuloksena eli suhteellisena prosenttiosuutena. Isotooppien avulla voidaan tarkastella miten muodostumaan imeytetty raakavesi etenee muodostumassa tekopohjavedenä. Suhteellinen osuus siis kuvastaa tekopohjaveden ja luonnollisen pohjaveden suhdetta mitattavissa havaintopisteissä. Isotooppikoostumusten perusteella lasketut tekopohjaveden suhteelliset osuudet on esitetty liitteessä 3.

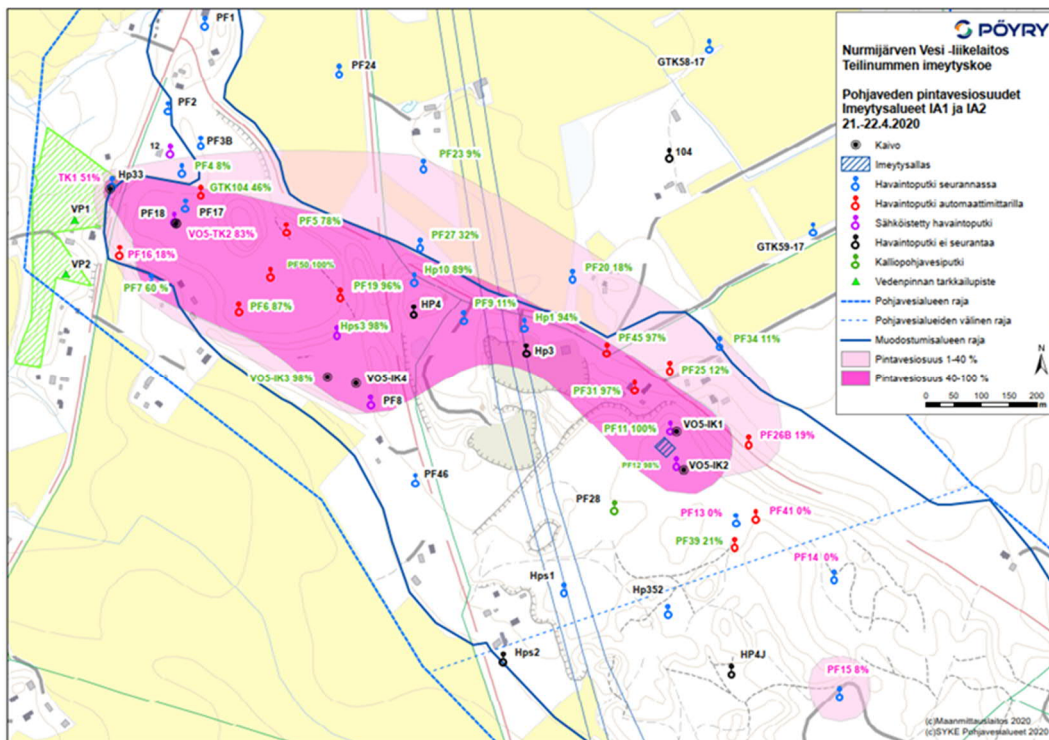
Imeytyskokeen kuluessa havaintoputkien ja tuotantokaivon TK2 isotooppisuhteet nousivat tekopohjaveden muodostamisen johdosta. Imeytyskokeen tuloksissa on tarkasteltu erityisesti kahta maksimitilannetta (maksimitilanne I ja II). Kuvassa 28 ja liitekartassa 11 on esitetty isotooppisuhteet alueellisesti huhtikuun 2019 puolivälin tilanteesta, jossa imeytys kohdistui kokonaan imeytysalueelle IA2 imeytysmäärällä 5 700 m³/d ja tuotantokaivon TK2 oton ollessa 5 000 m³/d. Huhtikuun 2019 isotooppisuhteiden perusteella imeytysalueen IA2 tekopohjavesi kulkeutuu varsin suoraan tuotantokaivolle TK2. Tässä tilanteessa tuotantokaivon tekopohjaveden osuus oli 81 %. Imeytyskaivojen ja tuotantokaivon välisellä alueella tekopohjaveden osuudet vaihtelivat 74...100 % välillä.

Tuotantokaivon läheisissä havaintoputkissa tekopohjaveden osuudet olivat varsin pienet, PF4 13 %, GTK104 16 %, PF17 54 % ja PF16 12 %. Tuotantokaivon TK2 läheisten havaintoputkien tekopohjaveden osuuksista voidaan havaita, että tuotantokaivon TK2 ohi kulkeutuu vain pieni osa imeytetystä raakavedestä.



Kuva 28. Imeytysalueen tekopohjaveden osuudet huhtikuussa 2019.

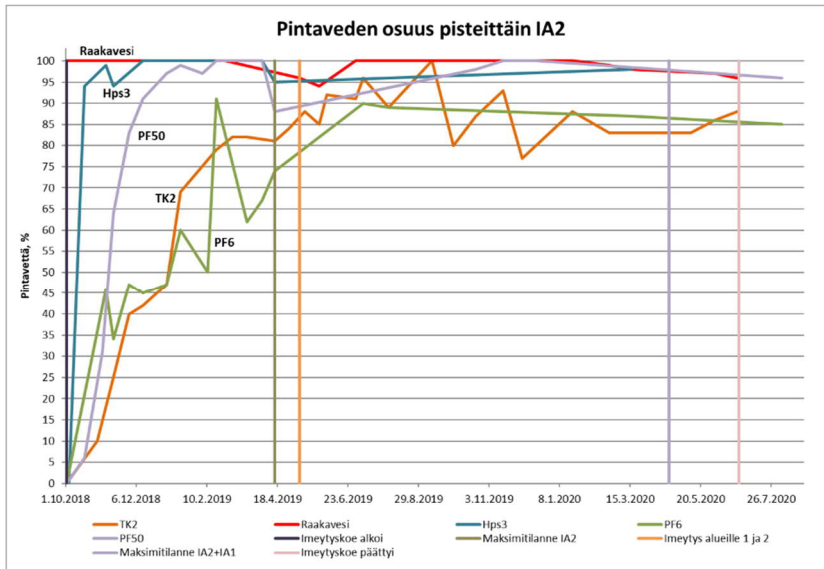
Kuvassa 29 ja liitekartassa 12 on esitetty isotooppisuhteet alueellisesti maaliskuuhun 2020 tilanteesta, jossa imeytys kohdistui puoleksi imeytysalueille IA1 ja IA2, imeytymäärällä 5 700 m³/d, tuotantokaivon TK2 oton ollessa 5 000 m³/d. Kaivon TK2 tekopohjaveden osuus huhtikuussa 2020 oli 83 %. Tuotantokaivon ympärillä olevissa havaintoputkissa tekopohjaveden osuus vaihteli 8...60 % välillä. Imeytysalueen IA2 suunnassa olevien havaintoputkien vesi on pääsääntöisesti lähes kokonaan tekopohjavettä, osuuksien vaihdelta välillä 78...100 %. Imeytysalueella IA1 huhtikuun loppupuolella tekopohjaveden osuus on ollut 98...100 %. Siirryttäessä imeytysalueelta IA1 kohti vedenottoaluetta havaintoputkien tekopohjaveden osuudet pienyvät päävirtaussuunnan mukaisesti putkissa PF31 97 %, PF45 97 %, HP1 94 %, HP10 89 % ja PF5 78 %. Kapean paremmin vettä johtavan päävirtausreitit viereisissä havaintoputkissa tekopohjaveden osuudet vaihtelevat välillä 9...32 %, joka osoittaa imeytettävän tekopohjaveden kulkeutuvan tehokkaasti kohti vedenottoaluetta eli tekopohjavettä ei juurikaan karkaa ympäristöön. Lisäksi maaliskuuhun 2020 imeytystilanteesta etelä-kaakon suuntaan ei kulkeudu tekopohjavettä juuri lainkaan.



Kuva 29. Imeytyskokeen tekopohjaveden suhteelliset osuudet koko koalueella maaliskuun huhtikuun 2020, kartan punaiset merkinnät ovat huhtikuun 2020 tuloksia ja vihreät merkinnät maaliskuun 2020 tuloksia.

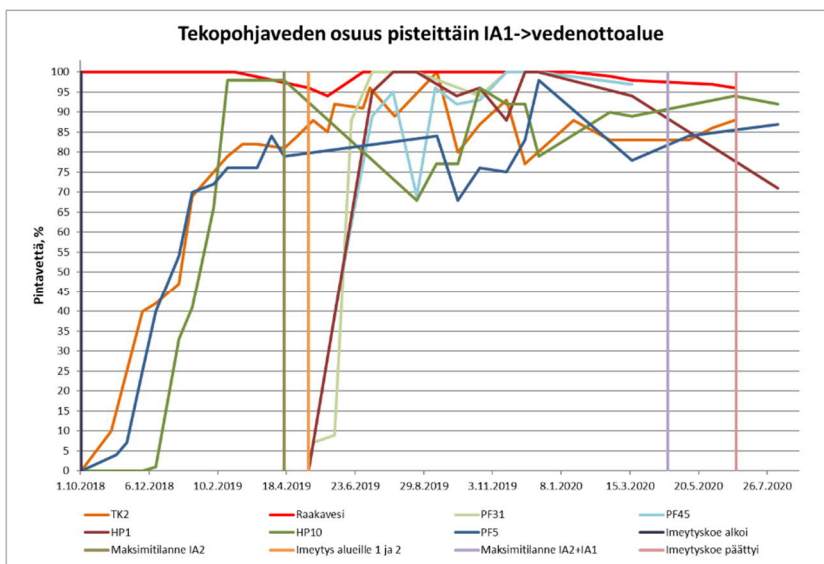
Imeytysalueella IA2 tekopohjaveden suhteelliset osuudet imeytyskaivojen ja tuotantokaivon TK2 välisellä alueella nousivat nopeasti imeytyskokeen alkuvaiheessa ja olivat kaikissa havaituissa pisteissä nousseet kevään 2019 aikana, ennen imeytyksen aloittamista imeytysalueella IA1, yli 70 %. Imeytyksen jakautuessa molemmille imeytysalueille, imeytysalueen IA2 ja vedenottoalueen havaintoputkien sekä tuotantokaivon TK2 tekopohjavesiosuudet pysyivät tasaisen korkeina kokeen loppuun asti. Esimerkiksi tuotantokaivon TK2 tekopohjavedenosuus pysytteli lähes koko imeytyskokeen ajan 70...90 % välillä (kuva 30).

Tuotantokaivon TK1 tekopohjaveden osuus oli imeytyskokeen aikana korkeimmillaan noin 50 % eli puolet kaivon vedestä oli tekopohjavettä ja puolet luonnollista pohjavettä.



Kuva 30. Tekopohjaveden suhteelliset osuudet imeytysalueen IA2 ja tuotantokaivon TK2 välisellä alueella imeytyskokeen aikana.

Imeytysalueen IA1 ja vedenottoalueen välisen alueen osalta tekopohjaveden osuudet nousivat korkeiksi kaivon TK2 lisäksi havaintoputkissa PF5 ja HP10, jo imeytyskokeen alkuvaiheessa imeytyksen keskittyessä vain imeytysalueelle IA2. Imeytyskokeen alkaessa imeytysalueella IA1, nousi myös havaintoputkien PF31, PF45 ja HP1 tekopohjaveden osuudet noin puolessatoista kuukaudessa tasolle 75...100 %, jossa ne pysyivät imeytyskokeen loppuun asti (kuva 31).



Kuva 31. Tekopohjaveden suhteelliset osuudet imeytysalueen IA1 ja tuotantokaivon TK2 välisellä alueella imeytyskokeen aikana.

5.9 Talousvesikaivojen vedenlaatu

Säännöllisessä vedenlaaduntarkkailussa olleiden talousvesikaivojen K609 ja K615 vedenlaaduissa ei tapahtunut imeytyskokeesta johtuvia muutoksia. Kaivoista otettiin kokeen aikana vesinäytteet yhdeksän kertaa. Talousvesikaivojen vedenlaatutulokset on esitetty liitteessä 2.

Kaivon K609 TOC-pitoisuus on tarkkailun aikana vaihdellut välillä 0,8 – 1,7 mg/l, kun se oli ennen kokeen aloitusta 2,3 mg/l. Happipitoisuus vaihteli välillä 2,7 -3.1 mg/l. Liukoiset rauta ja mangaani olivat koko seurannan ajan alle laboratorion määrittämissä raja-arvoissa.

Imeytyskokeen aikana kaivon 615 mangaanipitoisuus vaihteli välillä 300 -1 100 µg/l. Kaivon mangaanipitoisuus on ollut ennen koetta vuonna 2014 korkea (Mn 880 µg/l). Kaivon korkea mangaanipitoisuus johtuu kaivoveden alhaisesta happipitoisuudesta, joka vaihteli kokeen aikana välillä 0,72 - 4,0 mg/l. Kaivon K615 väriluku ja sameus ovat vaihdelleet kokeen aikana, kuten myös jo ennen imeytyskokeen alkua. TOC pitoisuus on vaihdellut ennen kokeen aloittamista ja kokeen aikana välillä 1,2 -2,7 mg/l.

Kaivon K120 yksittäisessä vesinäytteessä TOC-pitoisuus oli hieman koholla 4,5 mg/l, mikä osittain johtuu kaivon läheisestä sijainnista imeytysalueeseen IA2 nähdessä. Samanaikaisesti kaivon pintavesiosuus oli 5%, mikä myös tukee hyvin lievää pintavesivaikutusta. Kaivoveden happipitoisuus on korkea (11,6 mg/l). Kaivon kloridipitoisuus 42 mg/l on hieman koholla (talousveden laatusuositus 250 mg/l), todennäköisesti läheisestä tiestä johtuen. Kaivo 120 ei ole juomavesikäytössä.

5.10 Luontovaikutukset

Imeytyskokeella ei ollut vaikutuksia luonnonsuojelualueiden kasvillisuuden muutoksille, vaan havaitut muutokset liittyivät kasvillisuuden luontaiseen vuosivaihteluun. Pitkällä ajanjaksolla erityisesti ilmastonmuutoksista johtuva sademäärien lisääntyminen voi luontaisesti aiheuttaa muutoksia kasvillisuudelle. Kasvillisuuden tarkkailuraportti vuodelta 2020 on esitetty liitteessä 4.

5.11 Painumat

Painumamittaukset suoritettiin ennen imeytyskokeen alkua syyskuussa 2018, imeytyskokeen aikana elokuussa 2019 ja imeytyskokeen loputtua syyskuussa 2020.

Seurannan tuloksissa ei havaittu yhdessäkään mittauspisteessä painumia.

Painumamittausten mittausraportti ja painumaseurantataulukko on esitetty liitteessä 5.

6 Johtopäätökset

6.1 Vedenlaatu ja tekopohjavesikapasiteetti tekopohjaveden tuotannossa

6.1.1 Veden laatu

Koejakso kesti 21 kuukautta kattaen kaksi talvijaksoa ja yhden kesäjaksion kattaen siten vuodenaikaisvaihtelujen mahdolliset vaikutukset raakaveden ja tuotettavan veden laatuun ja imeytysolosuhteisiin.

Tuotettava tekopohjavesi on sekoitus paikallista pohjavettä ja Päijänteen pintavettä. Lopulliseen tekopohjaveden laatuun vaikuttavat ensisijaisesti käytettävän pintaveden laatu ja sen imeytismäärä suhteessa luontaisen pohjaveden määrään sekä muodostuman hydrauliset olosuhteet. Hydrauliset olosuhteet vaikuttavat veden virtausnopeuteen maaperässä ja siihen, minkälainen yhteys on imeytysalueiden ja vedenottoalueen välillä. Teiinummen pohjaveden yläpuoliset sora- ja hiekkavarat on pääosin hyödynnetty. Tämä tarkoittaa sitä, että vajovesivyöhyke (pohjaveden- ja maanpinnan väli) on ohut ja sen merkitys pintaveden puhdistumisessa on käytännössä olematon. Päijänteen veden hyvä laatu ja ohut vajovesikerros olivat syitä siihen, että imeytykseen käytettiin pääosin imeytyskaivoja (4 imeytyskaivoa ja 1 imeytysallas). Pitkään kestäneessä imeytyskokeessa kiinnitettiin tekopohjavesikapasiteetin lisäksi huomiota vedenlaadun kehittymiseen.

Päijänteen vesi on kemiallis-fysikaalisten ominaisuuksiensa mukaan kelpoisuudeltaan hyvää raakavettä. Mm. humuspitoisuuden (KMnO_4 -luku >15 mg/l ja väri >15 mg Pt/l) puolesta se ei yllä erinomaiseen laatuluokkaan. Veden kokonaisorganisen hiilen (TOC) pitoisuuden mediaani oli kokeen aikana 6,75 mg/l ($n = 14$). Tosin vaihteluväli oli suhteellisen suuri, maksimi 11 mg/l ja minimi 6,2 mg/l. Tuotetun veden TOC-arvot olivat vastaavasti, mediaani 2,7 mg/l, minimi 0,8 mg/l ja maksimi 5,1 mg/l ($N = 33$). Minimiarvo on noin 2,5 kk kokeen alusta, jolloin pääosa imeytysvedestä oli vielä matkalla vedenottokaivoon.

Kokeen viimeisen puolen vuoden aikana, kun molemmat imeytysalueet olivat käytössä ja tuotantokapasiteetti oli täydet $5\,700\text{ m}^3/\text{d}$, vedenlaatu tasaantui TOC:n poistuman (hajoaminen ja pidättyminen) ollessa keskimäärin 60 %.

Seuraavassa taulukossa (taulukko 5) on esitetty koeimeytysten tulosten perusteella tuotettavan tekopohjaveden laatuennuste (ennen laitospesittelyä) jatkuvassa vedentuotannossa täydellä kapasiteetilla - imeytys ja vedenotto noin $5\,700\text{ m}^3/\text{d}$.

Taulukko 5. Tuotettavan tekopohjaveden laatuennuste jatkuvassa tuotannossa, jossa imeytys- ja vedenotto 5 700 m³/d.

		Ennuste	Vaihteluväli
Orgaanisen hiilen kokonaispitoisuus, TOC	mg/l	2.8	1.8...3.5
Sähkönjohtavuus (25°C)	µS/cm	100	80...250
Happi	mg/l	9.3	7...12
pH		7.0	6.7...7.1
Väri	mg Pt/l	2.4	2...5
Sameus	FNU	0.68	0.1...4.1
Nitraatti	mg/l	1.1	1...2.6
Nitriitti	mg/l	<0.01	
Ammonium	mg/l	<0.01	
Alkaliteetti	mmol/l	0.5	0.4...0.6
Kokonaiskovuus	mmol/l	0.3	0.25...0.35
Lämpötila	°C	6	4.5...8.0
Vapaa hiilidioksidi	mg/l	5.3	4.1...6.1
Mangaani	µg/l	<0.3	
Rauta	µg/l	<0.15	
Kalsium	mg/l	7	6.2...7.5
Magnesium	mg/l	3.1	2.7...3.5
Kloridi	mg/l	6	5.3...8
Sulfaatti	mg/l	10	8...12
VOC (haihtuvat orgaaniset yhdisteet)	µg/l	ei tod.	
Polyaromaattiset hiilivedyt (PAH)	ng/l	ei tod.	
Heterotrofinen pesäluvu 22°C	mpy/ml	3	0...10
Koliformiset bakteerit	pmv/100ml	0	
E. coli	pmv/100ml	0	
Torjunta-aineet	µg/l	<0.002	

Raakaveden orgaanisen aineksen molekyylijakaumaa (HPLC SEC-analyysi) ja sen muuttumista matkalla imeytysalueilta tuotantokaivolle selvitetiin erikseen kokeen aikana. Eri kokoisten molekyylien poistumalla haluttiin selvittää vedenlaadun kehittymistä eli humuksen pidentymistä ja hajoamista maaperän pohjavesivyöhykkeessä.

Tulosten perusteella suurimmat ja vedenlaadun kannalta hankalimmat molekyylikoot poistuvat erinomaisesti tekopohjaveden kulkeutuessa imeytysalueilta vedenottoalueelle (tuotantokaivot TK1 ja TK2). Ts. TOC-reduktiosta selittyy suurin osa juuri suurempien humusmolekyylikokojen poistumisella ja hajoamisella.

Yhteenvedon voidaan todeta, että Teilinummen tekopohjavesilaitos tulee tuottamaan hyvälaatuista talousvettä Nurmijärven kunnan tarpeeseen. Hyvälaatuinen tekopohjavesi tuotetaan imeytyksen avulla pohjavesialueella. Se on pohjaveden kaltaista – siinä on tosin humusta hieman enemmän, mutta toisaalta sen suolojen, erityisesti kloridin pitoisuus on huomattavasti alueen pohjavettä pienempi. Alkaloinnin tai kloorauksen lisäksi erityisempään vedenkäsittelyyn ei siten ole tarvetta.

6.1.2 Tekopohjavesikapasiteetti

Teilinummen pohjavesialueella nousee kallionpinta suurella osalla pohjavedenpinnan yläpuolelle. Pohjavesipatjan paksuus ja pohjavesivarasto on siten pohjavesialueen pinta-alaan nähden suhteellisen pieni (kuva 2, luku 2.3). Pohjavesialue on siten suhteellisen herkkä vedenoton ja imeytysten muutoksille. Luonnollista pohjavettä alueella muodostuu noin 1 200 m³/d.

Kokeen kuluessa imeytysalueelle IA2 voitiin ilman hydraulisia ongelmia imeyttää 5 700 m³/d Päijänne-tunnelin vettä. Tekopohjaveden laadun kannalta ei ole kuitenkaan tarkoituksenmukaista imeyttää raakavettä pelkästään lähimmälle imeytysalueelle IA2. Veden virtausaika (viipymä) imeytysalueelta IA2 vedenottoalueelle jää tällöin lyhyeksi ja veden TOC-pitoisuus saattaa nousta liikaa. Isotooppianalysien mukaan imeytysveden keskimääräinen viipymä maaperässä on luokkaa 2...4 kuukautta, imeytys/ottomääristä riippuen. Kauempaan sijaitsevan imeytysalueen IA1 mahdollisimman tehokas käyttö tuottaa parasta vedenlaatua pidemmän keskimääräisen viipymän vuoksi.

Koko sallitun vesimäärän imeyttäminen pelkästään imeytysalueelle IA1 ei ole kuitenkaan mahdollista, sillä imeytysalueen kalliokynnys etelän suuntaan eli pois päin vedenottoalueesta on matala ja osa imeytettävästä vedestä karkaisi tuolloin pois alueelta. Lisäksi maaperän vedenjohtavuus imeytysalueella IA1 ei ole riittävän hyvä, jotta se olisi mahdollista. Imeytysalueen IA1 maksimi-imeytyskapasiteetti on noin 3 000 m³/d, jolloin merkittävää tekopohjaveden karkaamista ei vielä tapahdu, eikä vedenpinta nouse liian lähelle maanpintaa. Tällä imeytysvesimäärällä pohjaveden virtauskuva säilyy luontaisena. Tämä maksimimäärä edellyttää imeytyskaivoimeytyksen lisäksi allasimeytystä.

Imeytyskapasiteetti oli joulukuusta 2019 kokeen loppuun 30.6.2020 maksimimäärä 5 700 m³/d. Imeytysvesimäärä kyseisellä ajanjaksolla jakautui tasan imeytysalueiden kesken. Ottaen huomioon vallitsevat hydrogeologiset olosuhteet, on laitoksen toimiessa täydellä kapasiteetilla vedenlaadun kannalta järkevää imeyttää imeytysalueelle IA1 noin puolet sallitusta kokonaismäärästä ja vastaavasti noin puolet imeytysalueelle IA2. Koska laitos ei todennäköisesti tule toimimaan alusta asti täydellä kapasiteetilla, on vedenlaadun kannalta edullista painottaa aluksi imeytystä pidemmän viipymän imeytysalueelle IA1. Imeytysvesimäärän suhteiksi suosittelemme aluksi: IA1 70...80% ja IA2 20...30 %.

6.2 Laitoksen käyttö poikkeustilanteissa

Laitoksen käyttöä haittaavista poikkeustilanteista on merkittävin tilanne, jossa Päijänne-tunnelin raakavettä ei voitaisi jostain syystä imeyttää. Mikäli tällainen tilanne on etukäteen tiedossa (esim. tunnelin korjauksesta johtuva merkittävä katkos), voidaan vedenoton ylläpitoon varautua yli-imeyttämällä raakavettä muodostumaan. Kokeen aikana oli 10 vuorokautta kestänyt tilanne, jossa imeytystä ei tehty lainkaan ja samaan aikaan kaivoista TK1 ja TK2 pumpattiin vettä noin 6 000 m³/d. Pohjavedenpinnat vedenottoalueella tai sen ympäristössä eivät tuolloin alentuneet lähellekään sitä tasoa, kuin ne ovat olleet ennen imeytyskoetta nykyisen vedenottamon vedenoton aikana.

6.3 Vaikutukset tuotantokaivoon TK1

Imeytyskokeen tuloksien perusteella tekopohjavettä selvästi kulkeutuu tuotantokaivolle TK1 ja kaivon TOC-pitoisuus nousi imeytyskokeen kuluessa tasolle 1,3...1,8 mg/l. Lisäksi tuotantokaivon kloridipitoisuus laski imeytyskokeen aikana selvästi. Muilta osin imeytyskokeella ei todettu olevan vaikutuksia tuotantokaivon TK1 vedenlaatuun eikä tuotantokaivon vedentuotantoon.

6.4 Vaikutukset yksityisiin talousvesikaivoihin

Imeytyskokeella ei ollut merkittäviä vaikutuksia Teilinummen pohjavesialueella oleviin yksityisiin talousvesikaivoihin. Kaivojen vedenpinnat olivat kokeen ajan niiden normaalilla tasolla. Kaivojen vedenlaadussa ei ilmennyt merkittäviä muutoksia.

Yksityiskaivon K120 (ei talousvesikäytössä) TOC-pitoisuus oli yksittäisessä näytteessä kesäkuussa 2020 4,5 mg/l, joka osittain selittyy tekopohjaveden vaikutuksella kaivon sijaitessa aivan imeytysalueen IA2 läheisyydessä.

6.5 Painumat

Teilinummen imeytyskokeen yhteydessä tehdyissä painumamittauksissa ei havaittu painumia yhdessäkään mittauspisteessä.

6.6 Virtaamat

Teilinummen tekopohjaveden imeytyskokeen virtaamia seurattiin mittauspisteiden Nukarinuoma ja UUSI3 välillä, jossa virtaavat vedet kuvastavat Teilinummen alueella syntyvien pintavesien sekä alueelta luonnollisesti purkautuvan pohjaveden määrää.

Imeytyskokeen aikana esiintyi neljänä ajankohtana hyvin runsaita sateita, joiden ajalta ei voida tehdä johtopäätöksiä Teilinummen alueelta luonnollisesti purkautuvan pohjaveden määrästä. Runsaiden sateiden aikaansaamat virtaamapiikit huomioimatta saadaan keskivirtaamaksi imeytyskokeen ajalta n. 570 m³/d, kun ennen imeytyskoetta vuonna 2015 ja ennen imeytyskokeen alkua syyskuussa 2018 mitattujen virtaamien keskiarvo oli n. 515 m³/d. Tulosten perusteella voidaan todeta, ettei imeytyskokeella ole ollut merkittävää vaikutusta Teilinummen alueelta purkautuvaan luonnollisen pohjaveden määrään.

6.7 Luontovaikutukset

6.7.1 Lammikot

Teilinummen tekopohjaveden imeytyskokeen ei todettu vaikuttavan lainkaan Raalantien länsipuolella luonnonsuojelualueella sijaitsevien lammikoiden vedenpinnan tasoihin.

6.7.2 Kasvillisuus

Tekopohjaveden valmistamisen ei arvioida vaikuttavan muutoksia luonnonsuojelualueiden kasvillisuudelle vaan havaitut muutokset liittyivät kasvillisuuden luontaiseen vuosivaihteluun. Pitkällä ajanjaksolla erityisesti ilmastonmuutoksista johtuva sademäärien lisääntyminen voi luontaisesti aiheuttaa muutoksia kasvillisuudelle.

7 Ehdotus hankkeen etenemistä varten

Kaksikymmentäyksi kuukautta kestänyt tekopohjaveden tuotantokoe toteutettiin Nurmijärven kunnan omistamilla alueilla. Imeytyksessä käytettiin kunnan oikeutta hyödyntää 5 700 m³/d Päijänne-tunnelin vettä. Hankkeelle on selkeä tarve, kokeen ympäristövaikutukset osoittautuvat vähäisiksi ja kohteen maankäyttöön liittyvät olemassa olevat ulkopuoliset riskit on hallittavissa, joten luvan myöntämisen edellytykset ovat käsityksemme mukaan hyvät.

Täysimittakaavaisen imeytyskokeen tulosten pohjalta esitämme, että Teilinummen tekopohjavesilaitos toteutetaan ja tekopohjaveden muodostamiselle haetaan vesilain edellyttämää lupaa.

Vantaalla, 9. marraskuuta 2020

AFRY Finland Oy

Timo Friman

Projektipäällikkö

Pirkko Öhberg

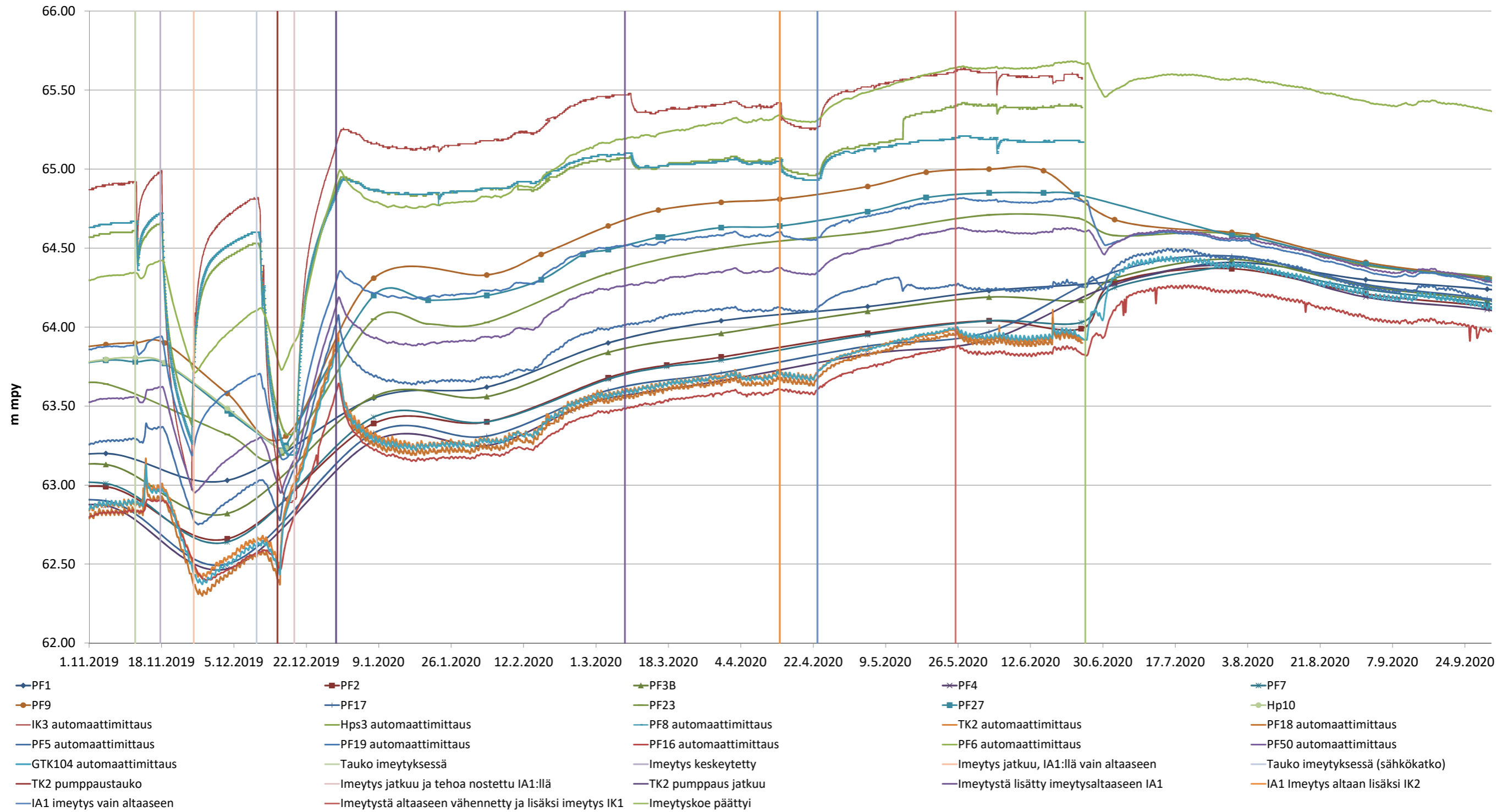
Osastopäällikkö

Jukka Ikäheimo

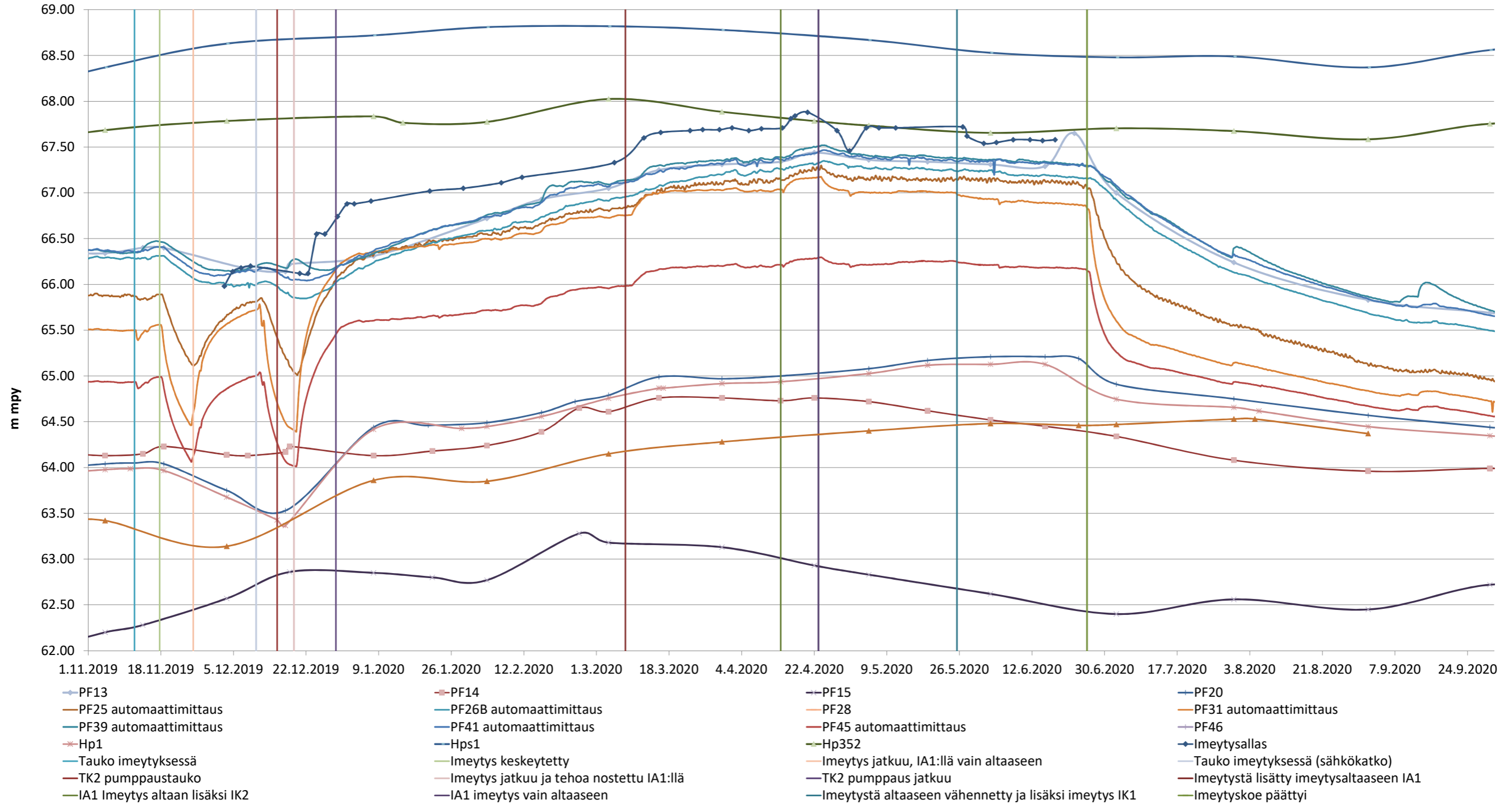
Johtava asiantuntija

LIITE 1
Pohjaveden pinnantasot imeytyskokeen aikana

Teilinummen imeytyskoe, pohjavedenpinnat IA2



Teilinummen imeytyskoe, pohjavedenpinnat IA1



LIITE 2
Vedenlaatutulokset

Nurmijärven Vesi -liikelaitos
Teilinummen imeytyskoe, loppuraportti
LIITE 2, perusanalyysit 2

Putki/ kaivo	Pvm	UV-läpäisevyys	Korroosio- indeksi	Radon Rn-222	Permanga- naattiluku (KMnO4- luku)	Vapaa hiilidioksidi	Fluoridi	Kokonais- fosfori	Fosfaatti- fosfori	Sulfaatti- rikki SO4S	Piidioksidi/ silikaatti SiO2	Kuiva- aine vedestä	Kuiva- aineen tuhka	Kiintoaine GF/C	Kalium	Natrium
		%		Bq/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
HP10	5.11.2015															4.2
HP10	2.3.2016															4.3
HP10	5.10.2016															4.2
Hps3	2.3.2016															20
Hps3	5.10.2016															19
GTK 55-17	21.5.2019						0.56	0.44	17		25				3	20
GTK 59-17	21.5.2019						0.22	0.11	<2.0		27				3.3	13
GTK 60-17	21.5.2019						0.14	0.004			25				3.3	12
GTK 58-17	21.5.2019						0.93	0.073	5.9		21				3.8	8.8
Teilinummi kaivo 1, 1K10/1	7.2.2013					26										
Teilinummi kaivo 1, 1K10/1	2.5.2013					38										
Teilinummi kaivo 1, 1K10/1	14.11.2013					45										
Teilinummi kaivo 1, 1K10/1	6.2.2014					25										
Teilinummi kaivo 1, 1K10/1	27.8.2014					27										
Teilinummi lähtevä, 1K10/3	7.2.2013					2.1										
Teilinummi lähtevä, 1K10/3	2.5.2013					2.9										
Teilinummi lähtevä, 1K10/3	13.8.2013					2.4										
Teilinummi lähtevä, 1K10/3	14.11.2013					4.2										
Teilinummi lähtevä, 1K10/3	6.2.2014					1.7										
Teilinummi lähtevä, 1K10/3	27.8.2014					1.8										
Tuotantokaivo VO5-TK1	19.2.2019					22										
Tuotantokaivo VO5-TK1	8.4.2019					23										
Tuotantokaivo VO5-TK1	6.5.2019					22										
Tuotantokaivo VO5-TK1	16.8.2019	96.2														
Tuotantokaivo VO5-TK1	11.12.2019					21										
Tuotantokaivo VO5-TK1	2.6.2020					14										
Tuotantokaivo VO5-TK2	29.4.2019		1.29			4.2		<0.010								
Tuotantokaivo VO5-TK2	16.8.2019	68														
Tuotantokaivo VO5-TK2	22.8.2019	88				5.3										
Tuotantokaivo VO5-TK2	11.9.2019	88.2		100.00		5.8										
Tuotantokaivo VO5-TK2	22.10.2019	87.8				5.6										
Tuotantokaivo VO5-TK2	13.11.2019	88				5.4										
Tuotantokaivo VO5-TK2	9.12.2019	89.3				5.2										
Tuotantokaivo VO5-TK2	7.1.2020	89.4				5.3										
Tuotantokaivo VO5-TK2	21.1.2020	90.5				5.9										
Tuotantokaivo VO5-TK2	24.2.2020	91.4				6.1										
Tuotantokaivo VO5-TK2	1.4.2020	91.4				6.1										
Tuotantokaivo VO5-TK2	6.5.2020	90.2				5.1										
Tuotantokaivo VO5-TK2	5.6.2020	87.9				4.9										
Tuotantokaivo VO5-TK2	23.6.2020	89.9				5.1										
Päijänne-tunneli, Asikkala	28.8.2018	61.1			25	3.2	0.1	0.011		2.5	2.9	62	39	<1	1.4	5.5
Päijänne-tunneli, Asikkala	27.11.2018	59.9			27	0.8	<0,1	0.011		2.7	2.9	48	27	<1	1.3	5.4
Päijänne-tunneli, Asikkala	26.2.2019	60.9				1.4	<0.1	0.015		2.6	3.1	56	32	<1	1.3	5.3
Päijänne-tunneli, Asikkala	28.5.2019	60.6				1.3	<0.1	0.024		2.6	3	53	30	1.4	1.2	4.9
Päijänne-tunneli, Asikkala	27.8.2019	62				3.3	0.1	0.017		2.8	3.1	49	28	<1	1.4	5.9
Päijänne-tunneli, Asikkala	17.12.2019	62.1				1.2	0.1			2.8	2.7	44	28	<1	1.3	6.2
Päijänne-tunneli, Asikkala	3.3.2020	67.2				1.7	<0.1	0.01		2.9	2.7	50	27	<1	1.2	5.4
Päijänne-tunneli, Asikkala	23.6.2020	63				1.5	<0.1	0.018		3.1	2.6	49	24	<1	1.6	6.7
Päijänne-tunneli, Kalliomäki	28.8.2018	61.5			24	3.6	0.1	0.011		2.6	3	61	38	<1	1.4	5.6
Päijänne-tunneli, Kalliomäki	27.11.2018	60.9			27	1.1	<0,1	0.012		2.6	2.9	51	28	<1	1.3	5.5
Päijänne-tunneli, Kalliomäki	26.2.2019	61.5				1.5	<0.1	0.015		2.6	3.2	54	34	<1	1.3	5.3
Päijänne-tunneli, Kalliomäki	28.5.2019	61.3				1.7	<0.1	0.023		2.9	3.1	53	31	1	1.2	5
Päijänne-tunneli, Kalliomäki	27.8.2019	62				3.7	0.1	0.014		2.7	3.2	50	27	<1	1.4	6
Päijänne-tunneli, Kalliomäki	17.12.2019	63				1.6	0.1	0.013		3	2.9	44	28	<1	1.3	6.2
Päijänne-tunneli, Kalliomäki	3.3.2020	67.8				1.9	<0.1	0.01		2.9	2.8	50	30	<1	1.2	5.5
Päijänne-tunneli, Kalliomäki	23.6.2020	63.8				2.3	<0.1	<0.01		2.9	2.7	53	30	<1	1.6	6.6

Nurmijärven Vesi -liikelaitos
 Teilinummen imeytyskoe, loppuraportti
 LIITE 2, metallit

Putki/ kaivo	Pvm	Alumiini	Elohopea(1)	Elohopea(2)	Lyijy	Lyijy (kok)	Kadmium	Kadmium (kok)	Arseeni	Arseeni (kok)	Kromi	Kromi (kok)	Kupari	Kupari (kok)	Nikkeli	Nikkeli (kok)	Sinkki	Sinkki (kok)	Vanadiini	Vanadiini (kok)	Antimoni	Antimoni (kok)	Koboltti	Koboltti (kok)
		μg/l	μg/l	μg/l	μg/l	μg/l	μg/l	μg/l	μg/l	μg/l	μg/l	μg/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
Hp1	10.12.2014		<0,005		1.4		<0,08		1,5		5,1		0,018		7,7		13		<15		<0,3		2,4	
Hp10	11.12.2014		<0,005		<0,8		<0,08		<0,2		<2		<0,005		<4		<5		<15		<0,3		<2	
Hp352	11.12.2014		<0,005		<0,8		<0,08		<0,2		<2		<0,005		<4		<5		<15		<0,3		<2	
Hps1	10.12.2014		<0,005		<0,8		<0,08		<0,2		<2		<0,005		<4		<5		<15		<0,3		<2	
Hps2	11.12.2014		0.019		0.9		<0,08		0.74		3.3		0.016		<4		55		<15		<0,3		<2	
Hps3	10.12.2014		<0,005		<0,8		<0,08		0,50		2,4		0,0052		<4		<5		<15		<0,3		<2	
PF1	2.12.2014		<0,005		<0,8		<0,08		3.8		2.9		<0,005		1.7		<5		<15		<0,3		<2	
PF2	4.12.2014		<0,005		1.8		<0,08		3		4		0.0053		<4		8.1		<15		<0,3		<2	
PF3	4.12.2014		<0,005		<0,8		<0,08		3		2.4		<0,005		<4		6.7		<15		<0,3		<2	
PF4	4.12.2014		<0,005		<0,8		<0,08		3.2		<2		<0,005		<4		<5		<15		<0,3		<2	
PF5	3.12.2014		<0,005		<0,8		<0,08		<0,2		<2		<0,005		<4		<5		<15		<0,3		<2	
PF6	4.12.2014		<0,005		<0,8		<0,08		0.24		11		<0,005		<4		<5		<15		<0,3		<2	
PF7	2.12.2014		<0,005		<0,8		<0,08		0.89		2.1		<0,005		2.8		<5		<15		<0,3		<2	
PF8	3.12.2014		<0,005		1.7		<0,08		1.1		21		0.007		8.7		13		<15		<0,3		2.4	
PF9	4.12.2014		<0,005		1.7		<0,08		4.3		2.6		0.0069		4.5		9.8		<15		<0,3		<2	
PF11	9.12.2014		<0,005		<0,8		<0,08		<0,2		<2		<0,005		<4		<5		<15		<0,3		<2	
PF12	9.12.2014		<0,005		<0,8		<0,08		2.3		2.9		<0,005		<4		<5		<15		<0,3		<2	
PF13	9.12.2014		<0,005		<0,8		<0,08		3.8		<2		<0,005		<4		<5		<15		<0,3		<2	
PF14	9.12.2014		<0,005		<0,8		<0,08		0.43		2.4		<0,005		<4		<5		<15		<0,3		<2	
PF15	8.12.2014		<0,005		<0,8		<0,08		<0,2		<2		<0,005		<4		<5		<15		<0,3		<2	
PF16	2.12.2014		<0,005		<0,8		<0,08		0.8		2.1		<0,005		2.6		<5		<15		<0,3		<2	
PF17	8.12.2014		<0,005		<0,8		<0,08		1.2		<2		<0,005		5.1		<5		<15		<0,3		<2	
PF18	8.12.2014		<0,005		<0,8		<0,08		0.21		<2		<0,005		<4		<5		<15		<0,3		<2	
PF31	7.6.2018		<0,03		0.5		<0,02		1		2.2		0.025		1.2		6		2.1		<1		0.44	
PF34	7.6.2018		<0,03		0.2		<0,02		1.8		0.81		0.025		1.8		<5		1.1		<1		0.25	
PF34	26.9.2018		<0,03		0.3		<0,02		1.3		1.4		0.0015		5.6		<5		1.4		<1		0.4	
PF41	7.6.2018		<0,03		1.5		0.2		5.4		4.2		0.0058		6.1		12		5.8		<1		4	
PF41	25.9.2018		<0,03		9.1		0.46		9.3		18		0.019		12		25		26		<1		7.7	
PF45	7.6.2018		<0,03		<0,1		<0,02		0.4		0.33		0.005		0.9		<5		<0,5		<1		0.16	
PF45	27.9.2018		<0,03		0.7		0.03		2.7		4.1		0.0036		4.4		<5		3.4				1.1	
PF46	7.6.2018		0.05		1.8		0.07		1		11		0.024		6.3		25		10		<1		4.2	
PF46	25.9.2018		<0,03		3.8		0.12		2		49		0.014		35		55		27		<1		8.2	
PVP1 Seo	11.12.2014		E	0.029		51		0.41		23		33		0.047		24		120		49		1		13
GTK 55-17	21.5.2019	190																						
GTK 59-17	21.5.2019	1100																						
GTK 60-17	21.5.2019	1300																						
GTK 58-17	21.5.2019	1600																						
Tuotantokaivo VO5-TK2	29.4.2019	<3	<0,03		<0,1		<0,02		0.2		<0,05				0.4		<5		<0,5		<1		<0,03	
Teilinummen vedenottamo raakavesi	11.12.2014		<0,005		<0,8		<0,08		<0,2		<2		<0,005		<4		<5		<15		<0,3		<2	
Päijänne-tunneli, Asikkala	28.8.2018	19			<0,1		<0,02				0.15		0.0011				<5							
Päijänne-tunneli, Asikkala	27.11.2018	23			<0,1		<0,02				0.15		0.0009				<5							
Päijänne-tunneli, Asikkala	26.2.2019	18			<0,1		<0,02		0.2		0.14		0.0009				<5							
Päijänne-tunneli, Asikkala	28.5.2019	20			<0,1		<0,02		0.3		0.13		0.0013				<5							
Päijänne-tunneli, Asikkala	27.8.2019	21			0.2		<0,02		0.3		0.14		0.0009				<5							
Päijänne-tunneli, Asikkala	17.12.2019	19			<0,1		<0,02		<0,1		0.11		0.0009				<5							
Päijänne-tunneli, Asikkala	3.3.2020	19			<0,1		<0,02		0.3		0.13		0.0013				<5							
Päijänne-tunneli, Asikkala	23.6.2020	23			<0,1		<0,02		0.3		0.16		0.0007				<5							
Päijänne-tunneli, Kalliomäki	28.8.2018	24			<0,1		<0,02				0.15		0.0008				<5							
Päijänne-tunneli, Kalliomäki	27.11.2018	22			<0,1		<0,02				0.14		0.0008				<5							
Päijänne-tunneli, Kalliomäki	26.2.2019	19			<0,1		<0,02		0.4		0.15		0.0009				<5							
Päijänne-tunneli, Kalliomäki	28.5.2019	20			<0,1		<0,02		0.3		0.13		0.0008				<5							
Päijänne-tunneli, Kalliomäki	27.8.2019	27			<0,1		<0,02		0.3		0.18		0.0009				<5							
Päijänne-tunneli, Kalliomäki	17.12.2019	33			<0,1		<0,02		0.2		0.14		0.0008				<5							
Päijänne-tunneli, Kalliomäki	3.3.2020	18			0.1		<0,02		0.3		0.2		0.0009				24							
Päijänne-tunneli, Kalliomäki	23.6.2020	24			<0,1		<0,02		0.3		0.22		0.0007				<5							

LIITE 3

Tekopohjaveden suhteelliset osuudet

Nurmijärven Vesi -liikelaitos

Teilinummen imeytyskoe, loppuraportti

LIITE 3 (sivu 5/5), pintavesiosuudet

IA2	24.6.2020	5.8.2020	2.9.2020
raakavesi	96		
VO5-TK2	88		
VO5-TK1	60	75	
PF3B	1		
PF9		33	
PF19		79	
PF8			
Hps3			
PF50		96	
PF5		87	
PF6		85	
HP10	94	92	
PF4			
PF17			
GTK104		72	
PF7	73	82	
PF16	60		
PF2	2		
PF23	18		
PF27	33	42	
PF24	31	34	
IA1	24.6.2020	5.8.2020	2.9.2020
PF11			93
PF12			41
PF31			27
PF45			59
PF26B			
PF13	5		
PF20	15		
HP1		71	
HP352			
PF25	10		54
PF34			
PF41			
PF14			
PF15			
PF39	10		
K120	5		

LIITE 4
Kasvillisuustarkkailuraportti 2020



Nurmijärven vesi -liikelaitos

Teillinummen tekopohjavesihanke
Kasvillisuusruutujen tarkkailu v.2020

101009677-003



AFRY
Ä F P Ö Y R Y

Raportointi
Ella Kilpeläinen
Biologi, FM

Pvm.
30/10/2020

Taru Suninen
Biologi, FM

Projektiviite
101009677-003

Maastotyöt
Teppo Häyhä
Biologi, FM

Tarkistaja
Pirkko Öhberg
Biologi, FM

Asiakas
Nurmijärven vesi -liikelaitos

Teilinummen tekopohjavesihanke, kasvillisuusruutujen tarkkailu 2020



Sisältö

1	Johdanto	3
2	Alueen yleiskuvaus	4
3	Menetelmät	6
4	Tulokset	7
4.1	Kasvillisuustarkkailu 2020	7
4.1.1	Nukari, kasvillisuusruutu 1	7
4.1.2	Nukari, kasvillisuusruutu 2	9
4.1.3	Veikkola, kasvillisuusruutu 3	11
4.1.4	Veikkola, kasvillisuusruutu 4	13
4.2	Virtaamatiedot	15
4.3	Sademäärä	15
4.4	Pohjavedenpinnat	16
5	Yhteenveto	18
6	Hankkeen eteneminen	18
7	Lähteet	19

Liite 1. Kuvat kasvillisuusruuduilta vuosilta 2015-2019.

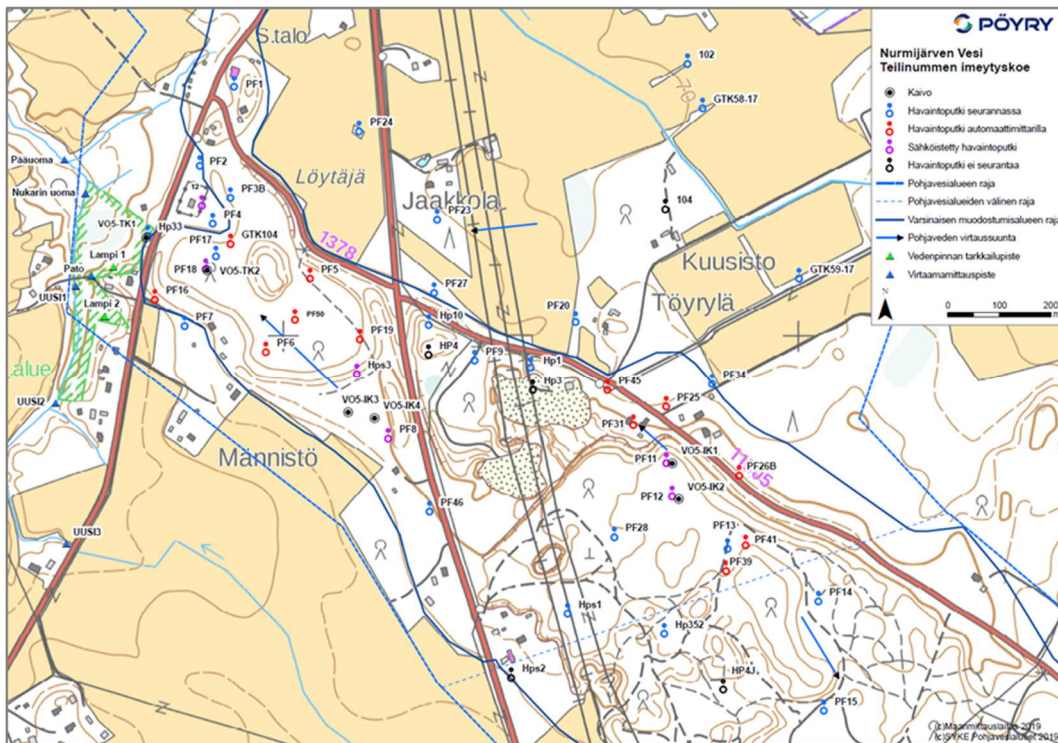
1 Johdanto

Nurmijärven kunnassa Teilinummen pohjavesialueella on tehty imeytyskoe tekopohjaveden valmistamista varten. Imeytyskoe alkoi lokakuussa 2018 ja päättyi kesäkuussa 2020. Raakavetenä käytettiin Päijänne-tunnelin vettä.

Nurmijärven Etelä-Suomen aluehallintovirasto myönsi 12.5.2015 Teilinummen koeimeytykselle luvan päätöksellä ESAVI/11416/2014. Lupapäätöksestä valitettiin Vaasan hallinto-oikeuteen ja edelleen Korkeimpaan hallinto-oikeuteen, joka hylkäsi hallinto-oikeuden päätöksestä tehdyt valitukset 8.1.2018. Aluehallintovirasto myönsi 28.11.2019 Nurmijärven Vesi- liikelaitokselle luvan nro 461/2019 koeimeytyksen jatkamiseen 30.6.2020 saakka.

Teilinummen tekopohjaveden imeytyskoe toteutettiin vaiheittain. Pintaveden imeytys aloitettiin imeytysalueella IA2 2.10.2018 pohjavesialueen vesivaraston luomiseksi. Koetta varten rakennetun kaivon VO5-TK2 pumppaus aloitettiin hieman myöhemmin 15.10.2018. Imeytysvesimääriä imeytysalueella IA2 ja pumppausmääriä kaivosta VO5-TK2 nostettiin kokeen edetessä vaiheittain loppuvuoden 2018 ja alkuvuoden 2019 aikana.

Alueella IA1 aloitettiin imeytys toukokuussa 2019. Imeytysmääriä vaihdeltiin kokeen aikana eri alueilla. Imeytysmäärä nostettiin 20.2.2019 luvan mukaiseen maksimiin (5 700 m³/d) ja samalla kaivon VO5-TK2 pumppausvesimäärä nostettiin tasolle 5 000 m³/d, joka jatkui kokeen loppuun asti. Samanaikaisesti Teilinummen vedenottamon tuotantokaivosta VO5-TK1 pumpattiin 900 – 1 000 m³/d kulutukseen. Kaivojen ja tarkkailupisteiden sijainnit on esitetty yleiskartassa (Kuva 1-1).



Kuva 1-1. Teilinummen imeytyskokeen tarkkailupisteet ja kaivot.

Tekopohjavesihankkeen mahdollisella vaikutusalueella sijaitsee kaksi luonnonsuojelu-alueiksi perustettua lähdevaikutteista lehtokorpea, joille on perustettu vuonna 2015 kasvillisuuden tarkkailua varten neljä kasvillisuusruutua (Kuva 1-2). Ensimmäinen tarkkailu tehtiin vuonna 2016.

Vuosittain toteutettavan kasvillisuusseurannan tavoitteena on selvittää, aiheuttaako tekopohjaveden imeytyskoe luonnonsuojelualueiden kasvillisuudessa sellaisia muutoksia, jotka saattaisivat johtua tekopohjavesihankkeen aiheuttamista pohjaveden pinnan korkeuden, pohjavesialueelta purkautumien vesien määrän tai laadun nykyistä suuremmista vaihteluista.

Tässä raportissa esitetään viidennen tarkkailuvuoden 2020 tulokset, jotka kuvaavat alueen luonnontilaa kun koeimeytys on ollut käynnissä vajaa kaksi vuotta.



Kuva 1-2. Nukarin lehtokorven (YSA205000) ja Veikkolan lehtokorven (YSA013314) suojelualueet sekä kasvillisuusruutujen ja avovesipintojen sijainnit.

2 Alueen yleiskuvaus

Kasvillisuusseurannan alue sijaitsee Nurmijärven kunnassa n. 8,5 km keskustasta koilliseen. Kasvillisuusseuranta toteutetaan kahdella toisiinsa rajautuvilla yksityismaiden luonnonsuojelualueilla: Nukarin lehtokorpi (YSA205000) ja Veikkolan lehtokorpi (YSA013314). Suojelualueiden sijainti on esitetty kuvassa 1-2.

Nukarin lehtokorven pinta-ala on 1,4 ha. Alue on perustettu luonnonsuojelualueeksi vuonna 2009. Veikkolan lehtokorven pinta-ala on noin hehtaari, alue on perustettu luonnonsuojelualueeksi vuonna 1993. Yhdessä alueet muodostavat valtakunnalliseen lehtojensuojeluohjelmaan kuuluvan kohteen Nukarin lehtokorpi (LHO010104). Luonnonsuojelualueet on perustettu lehtojensuojeluohjelmassa asetettujen suojelutavoitteiden toteuttamiseksi. Nukarin lehtokorven perustamispäätöksessä on mainittu, että alueella on merkitystä lehdot -luontotyypin suotuisan suojelutason säilyttämiselle ja arvokkaan lehtolajiston suojelulle.

Suojelualueille on tehty kasvillisuus- ja luontotyyppiselvityksiä keväällä ja kesällä 2014 (Pöyry Finland Oy 2014). Maastokäynnin yhteydessä selvitettiin luonnonympäristön yleispiirteet, suo- ja metsäalueiden kasvillisuustyypit pääpiirteissään sekä kartoitettiin maankäytön suunnittelussa huomioitavat luontoarvoiltaan merkittävät kohteet. Suojelualueet ovat maastokäyntien perusteella luonnontilaisen kaltaista lähdevesivaikutteista lehtokorpea ja osittain ruoho- ja heinäkorpea sekä tuoretta lehtoa. Kenttäkerroksen lajistoon kuuluvat mm. soikkokaksikko (rauhoitettu), korpikastikka, ranta-alpi, hiirenporras, metsäkorte, näsiä, järvikorte, pullosara, korpikaisla, mesiangervo, sudenmarja, ojakellukka, suo-ohdake, jänönsalaatti, peltopähkämö, maariankämmekkä, tuppisara, suo-orvokki, käenkaali, metsäalvejuuri, luhtalitukka, korpi-imarre, rönsyleinikki, isotalvikki ja paikoin runsaana esiintyvä lehtotähtimö. Pohjakerroksessa on runsaasti lehväsamalia, luhtakuirisammalta ja mm. palmusammalta, metsäliekosammalta ja hetekuirisammalta.

Nukarin lehtokorpi ja Veikkolan lehtokorven pohjoiset osat ovat selkeästi pohjavesivaikutteisia, vaikka alueella ei olekaan yhtä selkeää pohjaveden purkautumiskohtaa. Pohjavesi purkautuu useammasta kohdasta hajaantuen laajalle alueelle niin, että lähdevesivaikutus on havaittavissa lähes koko suojelualueella. Veikkolan lehtokorven läpi kulkee soratie. Tien eteläpuolella pohjavesivaikutus ei ole niin selkeää ja alueella onkin nähtävissä selvää pohja- ja kenttäkerroksen kuivumista. Veikkolan lehtokorven alueella on vanha vedenottoa varten rakennettu yksityinen kaivo (kaivon numero 609), jonka ympäristössä pohjakerroksen lähdevaikutus on näkyvissä.

Kasvillisuusselvityksen (Pöyry Finland Oy 2014) perusteella alueella arvioitiin esiintyvän useita Suomessa uhanalaisiksi arvioituja luontotyyppisiä (Kontula ym. 2018) (Taulukko 2-1. Luonnonsuojelualueella esiintyvät uhanalaiset luontotyypit ja niiden uhanalaisuus. Esiintymistä on arvioitu kesän 2014 tehdyn maastokäynnin perusteella (Pöyry Finland Oy 2014). Luontotyyppien nimet ja uhanalaisuus ovat Suomen luontotyyppien uhanalaisuusarvioinnin mukaiset (Kontula ym. 2018): CR = äärimmäisen uhanalainen, EN = erittäin uhanalainen, VU = vaarantunut, NT = silmälapidettava, LC = elinvoimainen.

Luontotyyppi	Uhanalaisuus Etelä-Suomessa	Uhanalaisuus koko maassa
Ruoholehtokorpi	EN	VU
Ruoho- ja heinäkorpi	EN	NT
Lettokorpi	CR	VU
Saniaiskorpi	EN	NT
Tuore keskiravinteinen lehto	VU	NT

Alueelta tai sen läheisyydestä on aiempi sijainniltaan epätarkka havaintotieto uhanalaisesta, vaarantuneeksi (VU, Hyvärinen ym. 2019) lajiksi arvioidusta röyhysarasta (*Carex appropinquata*; Suomen ympäristökeskus 2014). Havainto on vuodelta 1990. Lajia ei ole havaittu alueelle tehtyjen tarkkailukäyntien yhteydessä. Nukarin lehtokorven alueella esiintyy runsaasti soikkokaksikkoo (*Listera ovata*), joka on Ahvenanmaata lukuun ottamassa rauhoitettu Suomessa. Kasvillisuusruutujen perustamisen yhteydessä kesällä 2015 havaittiin useita soikkokaksikkoyksilöitä ruutujen 1 ja 2 välisellä alueella. Kesällä 2016 ja 2017 havaittiin useita soikkokaksikon esiintymiä Nukarin lehtokorven alueella ja kesällä 2017 myös Veikkolan lehtokorven alueelta. Soikkokaksikkoo löydettiin Nukarin ruudun 1 viereltä myös kesällä 2018. Vuoden 2019 selvityksissä havaittiin soikkokaksikkolla vahva esiintymä luonnonsuojelualueilla.

Kesällä 2017 havaittiin kasvillisuusruudulta 4 vaarantunutta isonauhasammalta (*Aneura maxima*). Sammalten kasvusto oli noin kahden neliösenttimetrin suuruinen. Lajia ei ole havaittu sen jälkeen kasvillisuusruuduilla.

3 Menetelmät

Kasvilajistossa mahdollisesti tapahtuvia, tekopohjaveden valmistuksesta aiheutuvia muutoksia tarkkaillaan luonnonsuojelualueilla kasvillisuusruutujen avulla. Kesällä 2015 (2.7.2015) perustettiin 4 kpl 1 m² kokoisia kasvillisuusruutuja, kaksi kummallekin luonnonsuojelualueelle (Kuva 1-2). Kasvillisuusruudut sijoitettiin lähdevaikutteisen korven alueelle kahden lähdeveden purkautumiskohdan läheisyyteen. Ruutujen sijaintipaikat määritettiin GPS-paikantimella. Lisäksi ruudut merkittiin maastoon pienillä puukepeillä kasvillisuusruudun oikeaan alanurkkaan lounas-koillinen ilmansuunnan mukaisesti. Ruuduilta määritettiin kasvillisuustyyppi, pohja- ja kenttäkerroksen lajisto, yksittäisten lajien peittävyysprosentit sekä erikseen rahka- ja aitosammalten kokonaispeittävyudet. Pohjakerroksesta arvioitiin myös mahdollisen kasvittoman pinnan osuus. Ruuduille tehtiin myös oikeaan kulmaan 0,5 m² suuruinen frekvenssiala, jolta seurataan lajien olemassaoloa (laji esiintyy – ei esiinny -periaatteella). Nämä frekvenssialat on jaettu 10 x 10 cm:n pikkuruutuihin (ruutuja on yhteensä 25). Kasvillisuusruutujen paikat valokuvattiin ottamalla kuva sekä itse ruudusta että ympäröivästä kasvillisuudesta. Kuvat otettiin lounaasta kohti koillista.

Sammalten lajinmääritykset tarkistettiin tarvittaessa mikroskoopin avulla. Lajinimet ovat määrittämissoppaiden mukaisia (Eurola 1999, Eurola ym. 1992, Eurola ym. 1995 ja Hämet-Ahti 1998).

Kasvillisuusseurannan lisäksi kummallakin luonnonsuojelualueella seurataan veden korkeutta avovesipinnan reunaan asennettavien mittapaalujen avulla. Seurattaviksi kohteiksi valittiin 22.10.2014 tehdyn maastokäynnin perusteella kaksi noin 3-5 metriä leveää avovesipintaa, jotka sijaitsivat noin 10-20 metriä pohjaveden purkautumiskohdan alapuolella. Avovesipintojen koordinaatit: Nukarin lehtokorpi TM35: 6710181:385654, Veikkolan lehtokorpi TM35: 6710030:385665. Avovesimittapaalujen mittaus on aloitettu kesäkuussa 2015.

Mahdollisia kasvillisuudessa tapahtuvia muutoksia tarkkaillaan eri seurantakerroilla saatujen tulosten perusteella sekä vertaamalla kartoitustuloksia Teilinummen vedenotolta pumpattaviin vesimääriin, pohjaveden pintojen korkeuksiin, avovesipintojen korkeuksiin ja ojien virtaamiin sekä sademääriin. Tulokset esitetään peittävyystaulukkoina ja sanallisten kuvauksien perusteella. Lisäksi raportissa esitetään sademäärätiedot. Vuonna 2015 perustettujen kasvillisuusruutujen seurantakäynnit on toteutettu seuraavina ajankohtina:

- 20.6.2016

- 22.7.2017
- 16.7.2018
- 1.7.2019
- 5.7.2020

Vuosien 2016–2018 tulokset kertovat alueen kasvillisuuden nykytilasta, ennen imeytyskokeen aloittamista. Imeytyskoe aloitettiin lokakuussa 2018, joten vuosi 2020 on toinen seurantavuosi kokeen aloittamisen jälkeen.

4 Tulokset

4.1 Kasvillisuustarkkailu 2020

Nukarin ja Veikkolan lehtokorpien alueille perustettujen kasvillisuusruutujen seurantatulokset ja valokuvat vuodelta 2020 on esitetty ruutukohtaisesti seuraavissa luvuissa. Ruutukohtaiset valokuvat vuosilta 2015-2019 on esitetty liitteessä 1.

4.1.1 Nukari, kasvillisuusruutu 1

Nukarin kasvillisuusruudun 1 seurantatulokset on esitetty taulukossa (Taulukko 4-1) ja vuoden 2020 valokuvat (Kuva 4-1).



Kuva 4-1. Nukarin lehtokorpi kasvillisuusruutu 1 (vasen kuva) ja yleiskuva kohti koillista (oikea kuva) vuonna 2020.

Taulukko 4-1. Nukarin kasvillisuusruudun 1 tulokset

RUUTU 1		peittävyys (%)						esiintyminen ruudulla (max 25)					
		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2015	2016	2017	2018	2019	2020
6713007:3385777 (KKJ)													
Kenttäkerros													
Scirpus sylvaticus	corpikaisla	25	15	-	15	60	15	25	23	-	-	25	3
Filipendula ulmaria	mesiangervo	2	2	8	20	8	7	3	2	9	-	7	11
Carex rhynchophysa	kaislasara	-	15	60	-	5	45	-	23	23	-	3	22
Equisetum arvense x fluviatile	rantakorte	-	-	3	5	1	2	-	-	12	-	5	15
Crepis paludosa	suokeltto	-	-	1	3	1	5	-	-	2	-	2	4
Equisetum sylvaticum'+	metsäkorte	10	10	12	6	+	2	11	13	3	-	2	-
Geum rivale	ojakellukka	5	5	1	3	+	1	7	0	2	-	-	1
Deschampsia cespitosa	nurmilauha	-	-	2	-	+	+	-	-	5	-	-	-
Cardamine amara	purolitukka	-	-	-	3	+	+	-	-	-	1	-	-
Cirsium helenioides	huopaohdake	-	1	-	10	-	2	-	1	-	-	-	-
Carex brunnescens var. laetior ⁽¹⁾	korpiolkusara	-	-	1	3	-	-	-	-	1	3	-	-
Carex canescens ⁽¹⁾	harmaasara	-	1	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-
Carex cespitosa	mätässara	-	-	3	-	-	-	-	-	0	-	-	-
Carex echinata	tähtisara	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-
Calamagrostis phragmitoides	corpikastikka	1	-	-	-	-	+	0	-	-	-	-	-
Calamagrostis stricta	luhtakastikka	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Urtica dioica	nokkonen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-
YHTEENSÄ		43	49	91	72	75	75						
Pohjakerros													
Callioergonella cuspidata ⁽²⁾	otaluhtasammal	-	-	85	68	55	50	-	-	25	-	19	21
Plagiomnium ellipticum	corpilehvasammal	10	10	+	3	5	+	5	7	2	22	8	-
Pseudobryum cinclidoides	kiiltolehvasammal	-	-	2	2	4	-	-	-	1	-	2	1
Sphagnum girgensohnii	corpirahkasammal	-	2	-	3	2	2	-	2	-	-	-	2
Climacium dendroides	palmusammal	-	-	-	2	2	2	-	-	-	-	-	1
Rhizomnium pseudopunctatum	lettolehvasammal	10	10	+	2	-	-	15	8	0	-	-	-
Calliergon cordifolium ⁽²⁾	luhtakuirisammal	65	70	-	-	-	-	25	25	-	-	-	-
Helodium blandifolium	kampasammal	10	5	-	-	-	-	5	2	-	-	-	-
Meesia triquetra	kairasammal	2	+	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-
Calliergon giganteum	hetekuirisammal	-	1	2	-	-	-	-	1	1	-	-	-
Brachythecium rivulare	purosuikerosamma	1	-	-	-	-	1	0	-	-	-	-	-
Pleurozium schreberi	seinäsammal	-	1	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-
Bryum pseudotriquetrum	lettohirensammal	-	-	+	-	-	-	-	-	2	-	-	-
YHTEENSÄ		98	100	89	80	68	55						
aitosammalet / rahkasammalet (%)		98/0	98/2	89/0	77/3	66/2	53/2						
avovesi / paljas turve / karike (%)		2	2	13		32	45						
Yleiskuvaus													
Ruoho-heinäkorpi, avovesipinnasta 1 noin 3 m itään													

⁽¹⁾ vuonna 2016 korpipolkusara on määritetty virheellisesti harmaasaraksi

⁽²⁾ otaluhtasammal on määritetty aiemmin virheellisesti luhtakuirisammaleksi

Kenttäkerroksen valtalajien, corpikaislan (*Scirpus sylvaticus*) ja kaislasaran (*Carex rhynchophysa*) peittävyys on vaihdellut runsaasti vuosittain. Lajit tuntuvat panostavan välillä kukintaan ja välillä juuriston avulla levittäytymiseen. Kasvien yhteenlaskettu peittävyys oli kahtena ensimmäisen vuonna 25 ja 30 prosenttia ja kahtena viimeisenä 65 ja 60 prosenttia. Näin ollen suursarojen peittävyys on noussut seurannan aikana noin kaksinkertaiseksi. Tämä näkyy myös kenttäkerroksen kokonaispeittävyyden kasvuna: vuosina 2015-16 peittävyys oli alle 50 % ja vuosina 2019-20 noin 75 %.

Lähdekasveista suokeltto (*Crepis paludosa*) on runsastunut seurannan aikana. Viimeisenä vuonna kasvin peittävyys oli viisi prosenttia. Samoin mesiangervo (*Filipendula ulmaria*), joka voi kasvaa sekä välipinnoilla että lähdevaikutteisella rimpipinnalla, on

seurannan aikana vähän runsastunut. Mätäs- ja välipintojen kasvi, metsäkorte (*Equisetum sylvaticum*) peittävyys putosi kahtena viimeisen seurantavuonna kahteen prosenttiin.

Kasvillisuusruudun pohjakerroksessa sammalten kokonaispeittävyys on laskenut seurannan aloittamisesta lähes puolet (vuosi 2020: 55 %). Näytealan pohjakerros on seurannan aikana koostunut melkein pelkästään lähteisyyttä ilmentävistä rimpipintojen sammalista. Otaluhtasammal (*Calliergonella cuspidata*) on ollut peittävin laji koko seurannan ajan. Lajin peittävyys on pienentynyt kolmen ensimmäisen vuoden 65-85 prosentista kahden viimeisen vuoden 50-55 prosenttiin. Lähteiden lehväsammalista näytealalla on kasvanut kolme lajia: kiiltolehväsammal (*Pseudobryum cinclidioides*), korpilehväsammal (*Plagiomnium ellipticum*) ja lähdelehväsammal (*Rhizomnium magnifolium*). Näiden sammalten yhteenlaskettu peittävyys on laskenut seurannan aikana kahden ensimmäisen vuoden noin 20 prosentista vuoden 2019 noin kymmeneen prosenttiin. Viimeisenä seurantavuonna (2020) lehväsammalten yhteinen peittävyys oli vain alle kaksi prosenttia. Lähdesammalista näytealalta ovat seurannan aikana hävinneet lettohiirensammal (*Bryum pseudotriquetrum*) ja hetekuirisammal (*Calliergon giganteum*).

Näytealalla 1 välipinnoilla kasvava palmusammal (*Climacium dendroides*) on ilmestynyt ja vakiintunut paikalle. Sammalten peittävyys on pysynyt vuosina 2018–2020 kahdessa prosentissa. Muista välipintalajeista korpirahkasammalen (*Sphagnum girgensohnii*) peittävyys on pysynyt 2-3 prosentissa koko seurannan ajan. Mätäspintojen sammalia tai muita välipintojen sammalia ei ole levinnyt näytealalle.

Kuivuvilla lähdepaikoilla tapahtuu yleensä väli- ja mätäspintalajiston runsastumista rimpipintalajiston kustannuksella. Näytealalla 1 tätä on mahdollisesti tapahtunut, koska pohjakerroksessa lähdelajien peittävyys on pienentynyt ja näytealalle on levinnyt yksi uusi välipintalaji. Toisaalta pohjakerroksen sammalten väheneminen voi johtua pelkästään kenttäkerroksen voimistumisesta: kaislasaran ja korpikaislan mättäät varjostavat ja vievät tilaa pohjakerroksen lajeilta. Kenttäkerroksen elpymisen taustalla voi olla joko kasvillisuuden luontainen sukkessio tai paikalle purkautuvan pohjaveden määrän väheneminen.

4.1.2 Nukari, kasvillisuusruutu 2

Nukarin kasvillisuusruudun 2 seurantatulokset on esitetty taulukossa (Taulukko 4-2) ja vuoden 2020 valokuvat (Kuva 4-2).



Kuva 4-2. Nukarin lehtokorpi kasvillisuusruutu 2 (vasen kuva) ja yleiskuva kohti koillista (oikea kuva) vuonna 2020

Taulukko 4-2. Nukarin kasvillisuusruudun 2 tulokset.

RUUTU 2 6712980:3385781 (KKJ)		peittävyys (%)						esiintyminen ruudulla (max 25)					
		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Kenttäkerros													
Carex rhynchophysa	kaislasara	-	10	25	28	30	40	-	16	10	3	18	23
Equisetum arvense x fluviatile ⁽²⁾	rantakorte	-	-	6	2	7	5	-	-	2	-	3	1
Filipendula ulmaria	mesiangervo	20	30	15	8	6	5	5	15	7	3	7	7
Geum rivale	ojakellukka	15	5	4	-	6	5	4	0	3	-	9	4
Equisetum sylvaticum	metsäkorte	40	20	2	6	5	2	25	20	5	5	14	15
Cirsium helenioides	huopaohdake	5	7	14	10	4	3	14	18	7	2	3	2
Scirpus sylvaticus	corpikaisla	1	1	-	2	4	-	0	0	-	-	6	-
Myosotis scorpioides	luhtalemmikki	10	10	7	2	3	3	8	12	2	2	-	-
Caltha palustris	rentukka	5	15	2	12	3	3	0	2	0	-	5	-
Deschampsia cespitosa	nurmilauha	-	-	4	3	1	1	-	-	5	-	-	-
Ranunculus repens	rönsyleinikki	-	-	1	-	1	5	-	-	0	-	1	3
Crepis paludosa ⁽¹⁾	suokeltto	-	-	3	15	+	-	-	-	4	2	-	4
Calamagrostis stricta	luhtakastikka	3	1	-	2	-	-	2	0	-	-	-	-
Hieracium sp. ⁽¹⁾	keltanot	1	1	-	-	-	-	0	0	-	-	-	-
Trientalis europeae	metsätähti	+	-	-	+	-	-	1	-	-	-	-	-
Calamagrostis canescens	viitakastikka	-	-	2	-	-	-	-	-	1	-	-	-
Cardamine amara	purolitukka	-	-	+	-	-	-	-	-	0	-	-	-
Tussilago farfara	leskenlehti	-	-	1	-	-	-	-	-	0	-	-	-
Anemone nemorosa	valkovuokko	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Dryopteris carthusiana	metsäaalvejuuri	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Equisetum fluviatile ⁽²⁾	järvikorte	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
YHTEENSÄ		100	100	86	90	70	80						
Pohjakerros													
Calliergonella cuspidata ⁽³⁾	otaluhtasammal	-	-	65	64	70	40	-	-	23	-	18	19
Brachythecium rivulare	purosuikerosammal	-	-	2	-	8	5	-	-	5	-	10	2
Rhizomnium magnifolium	lähdelelväsammal	-	-	-	-	6	5	-	-	-	-	7	3
Plagiomnium ellipticum	corpilheväsammal	5	5	2	9	3	+	18	15	3	3	2	-
Calliergon cordifolium ⁽³⁾	luhtakuirisammal	65	65	-	5	1	+	25	25	-	22	-	-
Sphagnum girgensohnii	corpirahkasammal	5	5	-	2	+	+	0	0	-	1	-	-
Cinclidium stygium	lettokilpisammal	10	10	-	-	-	-	16	17	-	-	-	-
Helodium blandofii	kampasammal	5	-	-	-	-	-	7	-	-	-	-	-
Calliergon giganteum	hetekuirisammal	5	5	-	-	-	-	2	1	-	-	-	-
Pseudobryum cinclidioides	kiiltolelväsammal	-	-	3	-	-	-	-	-	1	-	-	-
Rhizomnium pseudopunctatum	lettolelväsammal	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-
Amblystegium serpens	lehtoritvasammal	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
YHTEENSÄ		95	90	72	83	88	52						
aitosammalet / rahkasammalet (%)		90/5	85/5	72/0	81/2	87/+	52/0						
avovesi / paljas turve / karike (%)		5	10	28		13	48						
Yleiskuvaus													
Ruoho-heinäkorpi, avovesipinnasta 1 noin 10 m itään													

⁽¹⁾ määrittäminen tarkennettu v. 2017 suokeltoksi

⁽²⁾ rantakorte oli määritetty aiemmin virheellisesti järvikortteeksi

⁽³⁾ otaluhtasammal on määritetty aiemmin virheellisesti luhtakuirisammaleksi

Kenttäkerroksessa valtalajien corpikaislan ja kaislasaran yhteenlaskettu peittävyys on noussut seurannan aikana 40 prosenttiin. Kasvillisuuden kokonaispeittävyys on ollut suuri vaihdellen 70–100 prosentin välillä. Kenttäkerroksen koostumus ilmentää lähdevaikutusta. Lajistossa on kasveja, jotka voivat kasvaa sekä voimakkaasti lähdevaikutteisilla paikoilla että kuivemmilla väli- ja mätäspinoilla. Seurannan aikana näytealalle ei ole levinnyt uusia mätäspintalajeja eikä välipintalajien runsastumista tai rimpipintalajien vähenemistä ole tapahtunut.

Näytealan pohjakerros on seurannan aikana koostunut melkein pelkästään lähteisyyttä ilmentävistä rimpipintojen sammalista. Otoluhtasammal (*Calliergonella cuspidata*) on ollut näytealan 1 tapaan peittävin laji koko seurannan ajan. Lajin peittävyys on ollut vuosina 2015-2019 varsin vakaa vaihdellen välillä 64-70 %, mutta viimeisenä seuranta-vuonna 2020 peittävyys putosi 40 prosenttiin. Lähteiden lehvasammalista näytealalla on tavattu neljä lajia: kiiltolehvasammal (*Pseudobryum cinclidioides*), korpilehvasammal (*Plagiomnium ellipticum*), lähdelehvasammal (*Rhizomnium magnifolium*) ja lettolehdä-sammal (*Rhizomnium pseudopunctatum*). Näiden sammalten yhteenlaskettu peittävyys on seurannan ollut välillä 7-15 % ilman selvää nousevaa tai laskevaa suuntausta.

Lähdesammalista näytealalta on seurannan aikana hävinnyt hetekuirisammal (*Calliergon giganteum*). Lähteisyyttä ilmentävä purosuikerosammal ilmestyi näytealalle vuonna 2017. Kahtena viimeisenä vuonna (2019-20) sammalten peittävyys oli 8 ja 5 %.

Näytealalle ei ole seurannan aikana tullut uusia pohjakerroksen väli- tai mätäspintalajeja. Välipintalajeista korpirahkasammalten peittävyys on pienentynyt seurannan aikana.

Näin ollen näytealalla 2 ei ole havaittavissa merkkejä pohjavesivaikutuksen vähenemisestä. Ainoa merkki mahdollisesta kuivumisesta on otoluhtasammalten peittävyysromahdus viimeisenä vuonna 40 prosenttiin. Muutoin kasvillisuuden kehitys viittaa ennemminkin lähdevaikutuksen voimistumiseen näytealalla.

4.1.3 Veikkola, kasvillisuusruutu 3

Veikkolan kasvillisuusruudun 3 seurantatulokset on esitetty taulukossa (Taulukko 4-3) ja vuoden 2020 valokuvat (Kuva 4-3).



Kuva 4-3. Veikkolan lehtokorpi kasvillisuusruutu 3 (vasen kuva) ja yleiskuva kohti koillista (oikea kuva) vuonna 2020.

Taulukko 4-3. Veikkolan kasvillisuusruudun 3 tulokset.

RUUTU 3		peittävyys (%)						esiintyminen ruudulla (max 25)					
		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2015	2016	2017	2018	2019	2020
6712840:3385789 (KKJ)													
Kenttäkerros													
Filipendula ulmaria	mesiangervo	75	25	55	53	90	60	24	20	25	18	23	20
Scirpus sylvaticus	corpikaisla	-	-	-	-	10	-	-	-	-	-	10	-
Equisetum sylvaticum	metsäkorte	10	40	35	4	4	3	5	18	11	-	5	1
Chrysosplenium alternifolium	kevätlinnunsilmä	-	-	1	4	4	-	-	-	4	1	16	-
Geum rivale	ojakellukka	-	-	2	10	1	2	-	-	2	3	1	-
Poa trivialis	karheanurmikka	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	6	7
Utrica dioica	nokkonen	-	-	2	5	1	2	-	-	0	-	3	1
Oxalis acetosella	käenkaali	1	5	+	3	+	+	1	6	0	1	-	-
Peuceanum palustre	suoputki	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
Stellaria nemorum	lehtotähtimö	1	-	4	10	-	15	5	-	5	4	-	6
Caltha palustris	rentukka	-	15	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-
Carex rostrata	pullosara	2	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-
Calamagrostis purpurea	corpikastikka	1	2	-	-	-	-	0	9	-	-	-	-
Alnus incana	harmaaleppä	-	-	2	-	-	-	-	-	1	-	-	-
Poa remota	corpinumikka	-	-	2	-	-	-	-	-	11	-	-	-
Ranunculus fallax	kevätlehtoleinikki	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Lathyrus vernus	kevätlinnunherne	-	-	-	-	-	10	-	-	-	-	-	10
YHTEENSÄ		90	87	95	89	97	90						
Pohjakerros													
Brachythecium rivulare ⁽¹⁾	purosuikerosammal	-	-	55	48	70	75	-	-	20	-	21	25
Plagiomnium ellipticum	corpilehväsammal	25	15	2	10	8	4	16	10	2	-	7	3
Pseudobryum cinclidioides	kiiltolehväsammal	-	-	2	1	2	2	-	-	1	-	2	2
Calliergon cordifolium ⁽¹⁾	luhtakuirisammal	65	60	-	-	-	-	25	25	-	-	-	-
Meesia triquetra	kairasammal	10	-	-	-	-	-	10	-	-	-	-	-
Cirriphyllum piliferum	lehtohaivensammal	-	-	+	1	-	-	-	-	0	-	-	-
Marchantia sp.	keuhkosammal	+	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-
YHTEENSÄ		100	75	59	60	80	81						
aitosammalet / rahkasammalet (%)		100/0	75/0	59/0	60/0	80/0	81/0						
avovesi / paljas turve / karike (%)		0	15 (karike)	43		20	19						
Yleiskuvaus													
Ruoho-heinäkorpi, avovesipinnasta 2 noin 5 m etelään													

⁽¹⁾ purosuikerosammal on määritetty aiemmin virheellisesti luhtakuirisammaleksi

Kenttäkerroksen kokonaispeittävyys on ollut suuri (87-97 %) koko seurannan ajan. Näytealalla on tavattu 15 putkilokasvia, joista kevätlinnunsilmä (*Chrysosplenium alternifolium*) ja satunnaisesti jäänyt suoputki (*Peucedanum palustre*) ovat lähteisyyttä ilmentäviä rimpipintalajeja. Vuonna 2017 näytealalle ilmestynyt kevätlinnunsilmä on nostanut peittävyystään vuosi vuodelta. Viimeisenä seurantavuonna laji peitti jo 10 % näytealasta.

Kuivempien paikkojen kasveista näytealalla ovat kasvaneet käenkaali (*Oxalis acetosella*) ja vuonna 2018 kevätlehtoleinikki (*Ranunculus fallax*). Käenkaalin peittävyys on seurannan aikana pysynyt pienenä; suurin peittävyys (5 %) havaittiin vuonna 2016 ja kahden viimeisen seurantavuonna peittävyys oli alle 1 %. Kenttäkerroksen runsaimman lajin mesiangervon peittävyys on vaihdellut voimakkaasti välillä 25-90 %. Vaihtelussa on ilmeisesti kyse kasvillisuuden luontaisesta syklisestä sukkessiosta. Pohjakerroksessa on havaittu seurannan aikana 3-4 lajia vuosittain. Runsaimmat lajit ovat olleet

purosuikerosammal, korpilehväsammal ja kiiltolehväsammal, joista purosuikerosammal on ollut selvä valtalaji koko seurannan ajan.

Lähteisyyttä ilmentävien lehväsammalten, korpilehväsammalen ja kiiltolehväsammalen, yhteenlaskettu peittävyys on pienentynyt seurannan aikana 25 prosentista 6 prosenttiin. Vastaavasti purosuikerosammal peittävyys on kasvanut alkuvuosien noin 50 prosentista kahden viimeisen vuoden 70-75 prosenttiin. Näin ollen lähdelajiston kokonaispeittävyys on pysynyt jokseenkin vakaana. Näytealalta ei ole hävinnyt seurannan aikana lähteisyyttä ilmentäviä lajeja eikä näytealalle ole levinnyt väli- tai mätäspintojen lajeja. Ainoa havaittu kuivempien paikkojen laji, lehtoahvensammal (*Cirriphyllum piliferum*) on ollut niukka, ja vuosina 2019-20 lajia ei havaittu lainkaan.

Näytealan 3 kasvillisuuden kehityksessä ei ole havaittavissa merkkejä kuivumiskehityksestä.

4.1.4 Veikkola, kasvillisuusruutu 4

Veikkolan kasvillisuusruudun 4 seurantatulokset on esitetty taulukossa (Taulukko 4-4) ja vuoden 2020 valokuvat (Kuva 4-4).



Kuva 4-4. Veikkolan lehtokorpi kasvillisuusruutu 4 (vasen kuva) ja yleiskuva kohti koillista (oikea kuva) vuonna 2020.

Vuonna 2018 kasvillisuusruutua jouduttiin siirtämään ampiaspesän takia 2 metriä alkuperäisestä ruutupaikasta, joten vuoden 2018 tulokset eivät ole vertailukelpoisia aiempien vuosien ruututulosten kanssa. Tämän vuoksi vuoden 2018 aineisto on jätetty pois tarkastelusta.

Taulukko 4-4. Veikkolan kasvillisuusruudun 4 tulokset.

RUUTU 4 6712852:3385764 (KKJ)		peittävyys (%)					esiintyminen ruudulla (max 25)				
		2015	2016	2017	2019	2020	2015	2016	2017	2019	2020
Kenttäkerros											
Filipendula ulmaria	mesiangervo	25	25	45	75	75	16	16	21	23	21
Myosotis scorpioides	luhtalemmikki	10	10	25	40	10	8	15	16	17	8
Caltha palustris	rentukka	10	15	8	6	9	3	1	2	1	2
Calamagrostis canescens ⁽¹⁾	viitakastikka	-	-	+	6	-	-	-	0	1	-
Stellaria nemorum	lehtotähtimö	1	2	3	4	5	0	4	4	3	2
Oxalis acetosella	käenkaali	-	1	2	2	+	-	1	2	-	-
Poa trivialis	karheanurmikka	-	-	-	2	2	-	-	-	3	1
Chrysosplenium alternifolium	kevätlinnunsilmä	-	-	2	+	-	-	-	0	-	-
Equisetum arvense	peltokorte	-	-	+	+	+	-	-	0	-	-
Poa alpigena	pohjannurmikka	-	-	1	-	-	-	-	0	-	-
Phragmites australis	järviruoko	1	2	1	-	-	0	0	1	-	-
Calamagrostis purpurea ⁽¹⁾	korpikastikka	1	1	-	-	-	4	12	-	-	-
Geum rivale	ojakellukka	1	-	1	-	-	0	-	-	-	-
Poa palustris	rantanurmikka	-	-	2	-	-	-	-	15	-	-
Crepis paludosa	suokeltto	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-
Cardamine amara	purolitukka	-	-	+	-	-	-	-	1	-	-
Galium boreale	ahomatara	+	-	-	-	-	0	-	-	-	-
Lathyrus vernus	kevätlinnunherne	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
YHTEENSÄ		49	56	91	100	95					
Pohjakerros											
Pseudobryum cinclidioides	kiiltolehväsammal	-	-	25	25	25	-	-	12	11	10
Brachythecium rivulare ⁽²⁾	purosuikerosamma	-	-	20	20	15	-	-	9	10	7
Plagiomnium ellipticum	korpilehväsammal	40	40	1	4	3	15	15	3	1	1
Calliergonella cuspidata	otaluhtasammal	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Calliergon cordifolium ⁽²⁾	luhtakuirisammal	15	15	-	-	-	6	15	-	-	-
Calliergon giganteum	hetekuirisammal	2	5	-	-	-	0	0	-	-	-
Aneura maxima	isonauhasammal	-	-	+	-	-	-	-	0	-	-
YHTEENSÄ		57	60	46	49	43					
aitosammalet / rahkasammalet (%)		57/0	60/0	46/0	49/0	43/0					
avovesi / paljas turve / karike (%)		43	40	54	51	57					
Yleiskuvaus											
Ruoho-heinäkorpi, avovesipinnasta 2 noin 15 m länteen											

⁽¹⁾ viitakastikka oli määritetty aiemmin viheelisesti korpikastikaksi

⁽²⁾ purosuikerosammal on määritetty aiemmin virheelisesti luhtakuirisammaleksi

Kenttäkerroksen kokonaispeittävyys on kasvanut seurannan aikana noin 50:stä prosentista 90-100 prosenttiin. Runsastuneet lajit ovat mesiangervo ja luhtalemmikki. Märkäpintojen lajeista rentukan peittävyys on pienentynyt seurannan aikana hieman, mutta viimeisenä seurantavuonna (2020) lajin peittävyys oli 9 % eli yli puolet suurimmasta havaitusta peittävyysarvosta (15 %). Rimpipintakasvit kevätlinnunsilmä ja purolitukka eivät ole pystyneet kunnolla vakiintumaan näytealalle. Kuvien paikkojen lajeista käenkaali on pysynyt niukkana.

Lähteisyyttä ilmentävistä lehväsammalista näytealalla ovat kasvaneet kiiltolehväsammal ja korpilehväsammal. Näiden yhteenlaskettu peittävyys on vaihdellut välillä 26-40 %. Purosuikerosammalen peittävyys on useimpina vuosina ollut 15-25 %. Pohjakerroksen kokonaispeittävyys on seurannan aikana vaihdellut välillä 43-61 % ilman selvää

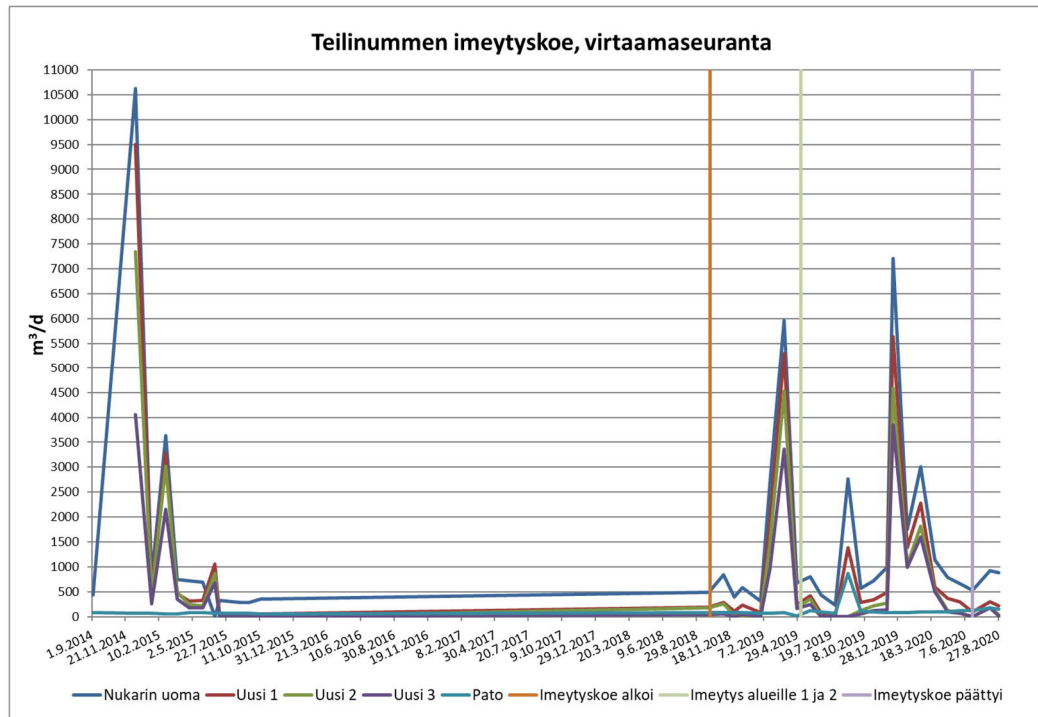
suuntausta. Näytealalta ei ole hävinnyt seurannan aikana lähteisyyttä ilmentäviä lajeja eikä näytealalle ole levinnyt väli- tai mätäspintojen lajeja. Märkien pintojen lähteikkölajit purosuikerosammal ja lehväsammat ovat pysyneet vallitsevina. Näin ollen pohjakerroksessa ei ole tapahtunut merkittäviä muutoksia seurannan aikana

Näytealan 3 tapaan kenttäkerroksen kasvillisuuden kehityksessä ei ole merkkejä kuivumisesta. Ainoa mahdollinen merkki kuivumisesta on kenttäkerroksen kokonaispeittävyyskasvu, mutta indikaattorikasvien peittävyudessa tapahtuneet vähäiset muutokset eivät viittaa kuivumiseen.

4.2 Virtaamatiedot

Teilinummen pohjavesi- ja pintavesiojien virtaamamittauksia tehtiin ennen imeytyskokeen kuukausittain joulukuusta 2014 lähtien lokakuuhun 2015 asti. Virtaamamittaukset aloitettiin uudestaan syyskuussa 2018 ja mittauksia jatkettiin kerran kuussa elokuun 2020 loppuun asti. Vuoden 2014–2015 mittaukset teki Luode Consulting Oy ja imeytyskokeen aikaiset mittaukset Eurofins Oy.

Virtaamia on seurattu kuudella mittauspisteellä suojelualueiden läheisyydessä. Mittaustulokset on esitetty alla (Kuva 4-5). Virtaamat lisääntyivät alkuvuonna 2019, elokuussa 2019, joulukuussa 2019 ja helmikuussa 2020 runsaiden sateiden tai lumien sulamisvesien vuoksi. Koetointa ei ole vaikuttanut pohjaveden purkautumismäärään (mittauspisteiden väli Nukarinuoma-UUSI3)



Kuva 4-5. Virtaamatulokset Teilinummen ojista 2014-2020.

4.3 Sademäärä

Sademäärät vaikuttavat pohjaveden korkeuteen. Kuvassa 4-6 on esitetty Helsinki-Vantaan lentokentällä kerätyt sademäärätiedot vuosina 2015 -2019 sekä tammi-syyskuussa 2020. Lisäksi kuvassa on esitetty vertailukauden 1981-2010 keskiarvot.

Vuonna 2015 kevät ja kesä olivat melko sateisia, hiukan keskiarvoa sateisimpia, mutta loppuvuonna 2015 elo-joulukuussa satoi tavallista vähemmän.

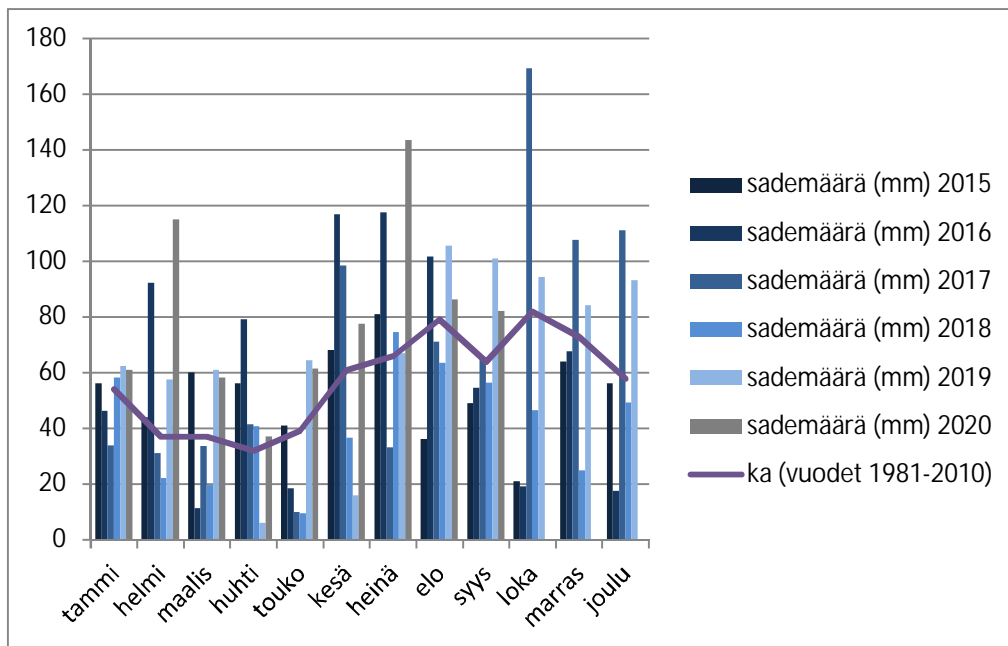
Vuonna 2016 satoi runsaasti helmi- ja huhtikuussa sekä kesäkuukausina. Muina kuu-kausina satoi keskimääräistä vähemmän, erityisesti maaliskuu-, touko-, loka- ja joulukuun olivat vähäsateisia.

Vuonna 2017 alkuvuosi oli vähäsateinen, erityisesti toukokuu. Kesäkuussa satoi keskimääräistä enemmän, ei kuitenkaan yhtä paljon kuin edellisenä kesänä. Lokakuun 2017 sademäärä oli omaa luokkaansa ja loppuvuosikin huomattavasti tavanomaista runsas-sateisempi.

Vuonna 2018 tammi-, huhti- ja heinäkuu olivat hieman keskiarvoa sateisempia. Tavanomaista vähemmän satoi helmi-maaliskuussa sekä touko-kesäkuussa. Loppuvuoden (elo - joulukuun) sademäärät jäivät keskimääräistä pienemmiksi.

Vuonna 2019 vuoden alkupuolisko oli keskimääräistä sateisempi lukuun ottamatta erityisen vähäsateisia huhti- ja kesäkuuta. Vuoden 2019 loppupuolisko oli selvästi keskimääräistä sateisempi.

Vuosi 2020 on ollut keskimääräistä sateisempi, ja erityisesti helmi- ja heinäkuun sademäärät erottuvat tilastoista. Helmikuussa sademäärä oli 114,9 mm keskiarvon ollessa vuosina 1981-2010 37 mm. Myös heinäkuun sademäärä oli poikkeuksellinen, ja vuosi oli sateisin Helsinki-Vantaan mittauspisteellä viimeiseen kymmeneen vuoteen. Lokakuusta eteenpäin kertymätietoja ei ole vielä muodostunut, mutta sademäärä siihen mennessä ylsi keskiarvolukemiin ja hieman niiden yli.



Kuva 4-6. Sademäärät (mm) Helsinki-Vantaan lentoasemalla tammi-joulukuussa 2015-2019, tammi-syyskuussa 2020 sekä vertailukaudella (vuodet 1981-2010).

4.4 Pohjavedenpinnat

Teillinummen pohjavesialueen luoteispäässä olevat pohjaveden havaintoputket PF7 ja PF16 sijaitsevat lähinnä kasvillisuuskartoitusaluetta (Kuva 1-1). Pohjaveden pintoja on mitattu näistä pisteistä vuodesta 2014/2015 lähtien. Pohjaveden pinnat laskivat lähes metrin verran lokakuuhun 2017 mennessä, jonka jälkeen pohjaveden pinnat ovat jälleen

nousseet lähes metrin syksyn 2017 runsaiden sateiden seurauksena. Vuosina 2018 ja 2019 pohjavedenpinnat nousivat ja vuonna 2020 pinnat ovat nousseet edelleen selvästi aiempaa korkeammalle tasolle. Imeytyskokeen aikana pohjaveden pinnat nousivat lammikoiden lähellä luokka metrin verran. Pohjaveden pintojen vaihteluun vaikutti imeytyskokeen lisäksi pohjaveden muodostuminen sadannan kautta sekä Teilinummen vedenottamon vedenottomäärät. Erityisesti talven 2019-2020 sateilla oli voimakas vaikutus pohjavedenpintoihin, koska sadanta tuli käytännössä kokonaan vesisateina. Pohjaveden virtauskuvassa ei tapahtunut imeytyskokeen aikana merkittävää muutosta luonnolliseen tilanteeseen nähden

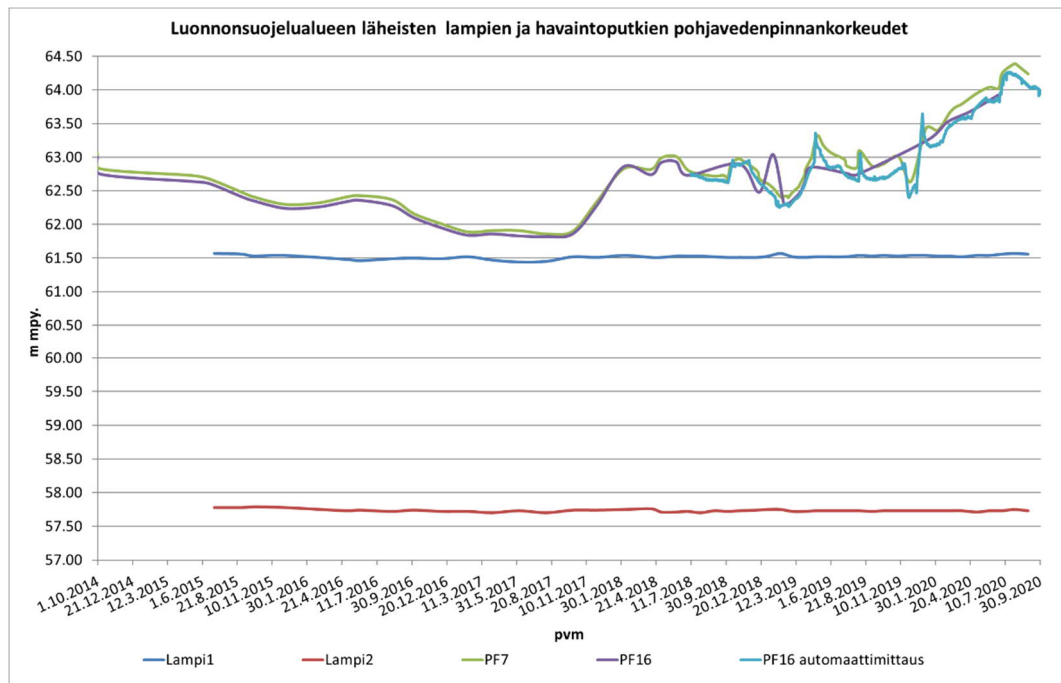
Luonnonsuojelualueilla sijaitsevien lammikoiden vedenpintoja on mitattu huhtikuuhun 2018 asti joka toinen kuukausi, sen jälkeen (toukokuu 2018 – elokuu 2020) kerran kuukaudessa.

Lammen 1 vedenpinta on vaihdellut koko mittausjakson aikana 13 cm (+ 61,44 – 61,57). Lammikon pinta on ollut alimmillaan kesällä 2017 ja korkeimmillaan kesäkuussa 2015, helmikuussa 2019 ja kesällä 2020.

Lammen 2 vedenpinta on vaihdellut koko mittausjakson aikana 9 cm (+ 57,70 – 57,79). Lammikon pinta on ollut alimmillaan huhtikuussa 2017 sekä elokuussa 2017 ja 2018, korkeimmillaan taas syyskuussa 2015.

Koetoiminta ei ole vaikuttanut lampien vedenpinnan tasoihin. Lampien vedenpinta ei seuraa ympäristön pohjaveden pintojen muutoksia.

Luonnonsuojelualueella sijaitsevien pohjavesilampien ja luonnonsuojelualan läheisyydessä sijaitsevien pohjaveden havaintoputkien PF7 ja PF16 pinnankorkeudet on esitetty kuvassa (Kuva 4-7).



Kuva 4-7. Pohjavedenpinnan korkeudet luonnonsuojelualan ja sen lähellä olevissa havaintopisteissä.

5 Yhteenveto

Teilinummen pohjavesialueella tehtiin tekopohjaveden imeytyskoe 2.10.2018-30.6.2020. Tekopohjavesihankkeen mahdollisella vaikutusalueella sijaitsee kaksi lähdevaikutteista lehtokorpea, joille perustettiin kasvillisuuden tarkkailua varten 4 kasvillisuusruutua kesällä 2015. Ruutujen ensimmäinen tarkkailukäynti tehtiin kesällä 2016. Tarkkailua on jatkettu vuosittain. Vuosien 2016-2018 tulokset kuvaavat alueen luonnontilaa ennen imeytyskokeen aloittamista. Vuosien 2019 ja 2020 tulokset kuvaavat tilannetta imeytyskokeen aikana. Alueella on kokeen aikana seurattu pohjavedenpintoja ja lammikoiden vedenpintoja sekä alueelta purkautuvan pohjaveden määrää.

Vuosittaisen kasvillisuusseurannan tavoitteena on selvittää aiheuttaako imeytyskoe muutoksia luonnonsuojelualueiden kasvillisuudessa. Mahdollisia kasvillisuudessa tapahtuvia muutoksia tarkkaillaan eri seurantavuosina saatujen tulosten perusteella sekä vertaamalla kartoitustuloksia imeytettäviin ja pumpattaviin vesimääriin, pohjaveden pintojen korkeuksiin, avovesipintojen korkeuksiin ja ojien virtaamiin sekä sademääriin.

Kasvillisuusruutujen lajikohtaisissa peittävyyksissä ja ruutujen lajivalikoimassa on tapahtunut muutoksia vuosien kuluessa. Ruuduilta arvioituihin peittävyksiin ovat voineet vaikuttaa tekijäkohtaiset tulkintaerot sekä eri vuosien erilaiset sääolot. Lisäksi heinä- ja sammallajien määrittystulokset ovat tarkentuneet seurannan kuluessa, mikä selittää osaa tuloksissa havaituista eroista. Kasvillisuuden kehitys ei ainakaan toistaiseksi osoita merkkejä siitä, että imeytyskokeella olisi vaikutusta kasvillisuuden muutoksiin, vaan havaittujen muutosten taustalla on ilmeisesti kasvillisuuden luontainen vuosivaihtelu, joka on yhteydessä pohjaveden pinnan kausivaihteluihin.

Lampien (lampi 1, lampi 2) läheisten pohjavesiputkien pohjavedenpinnat laskivat lähes metrin verran lokakuuhun 2017 mennessä, jonka jälkeen pinnat ovat jälleen nousseet lähes metrin syksyn 2017 runsaiden sateiden seurauksena. Vuosina 2018 ja 2019 pohjavedenpinnat pysyivät korkealla tasolla ja vuonna 2020 pinnat ovat nousseet selvästi aiempaa korkeammalle tasolle. Pohjaveden pinnan vaihteluihin on vaikuttanut sademäärien vaihtelut, imeytyskokeen kulku ja Teilinummen vedenottamon toiminta.

Tehdyn seurannan perusteella tekopohjaveden imeyttäminen ei näyttäisi aiheuttavan muutoksia kasvillisuudelle vaan havaitut muutokset liittyvät kasvillisuuden luontaiseen vuosivaihteluun. Pitkällä ajanjaksolla vaikutuksia kasvillisuuteen on vaikea ennustaa. Erityisesti ilmastonmuutoksesta johtuva sademäärien lisääntyminen ja sitä kautta pohjaveden pintojen vaihtelu voi luontaisestikin aiheuttaa muutoksia kasvillisuudelle.

6 Hankkeen eteneminen

Tekopohjavesihankkeen vesilain mukainen lupahakemus laitetaan vireille vuoden 2020 aikana ja suunnitelmissa on, että laitos olisi toiminnassa noin viiden vuoden kuluttua.

Kasvillisuusseurantaa esitetään jatkettavan harvennetusti (esim. joka toinen vuosi) siihen asti, kunnes laitos on toiminnassa. Tämän jälkeen seurantaa voidaan tehdä vuosittain muutaman vuoden ajan toiminnan aloittamisen jälkeen.



7 Lähteet

Eurola, S. 1999: Kasvipeitteemme alueellisuus. Oulanka reports 22. Oulanka biological station. University of Oulu.

Eurola, S., Bendiksen, K. & Rönkä, A. 1992: Suokasviopas. Oulanka reports 11. Oulanka biological station. University of Oulu.

Eurola, S., Huttunen, A. & Kukko-oja, K. 1995: Suokasvillisuusopas. Oulanka reports 14. Oulanka biological station. University of Oulu.

Hyvärinen, E., Juslén, A., Kemppainen, E., Uddström, A., Liukko, U. (toim.) 2019. Suomen lajien uhanalaisuus – Punainen kirja 2019. Ympäristöministeriö & Suomen ympäristökeskus, Helsinki.

Hämet-Ahti, L., Suominen, J., Ulvinen, T. & Uotila, P. (toim.) 1998. Retkeilykasvio. Luonnontieteellinen keskusmuseo, Kasvimuseo. Helsinki.

Kontula, T. & Raunio, A. (toim.) 2018. Suomen luontotyyppien uhanalaisuus 2018. Luonto-tyyppien punainen kirja – Osa 2: luontotyyppien kuvaukset. Suomen ympäristökeskus ja ympäristöministeriö, Helsinki. Suomen ympäristö 5/2018.

Luode Consulting Oy 2015. Teilinummen pohjavesiojien virtaamamittaukset 2014-2015. Nurmijärven vesi/Pöyry.

Pöyry Finland Oy 2014. Teilinummen pohjavesihanke. Luontoselvitys ja alustava vaikutusarviointi. Nurmijärven Vesi Oy.

Pöyry Finland Oy 2015. Teilinummen tekopohjavesihanke. Kasvillisuusruutujen perustaminen. Nurmijärven Vesi Oy.

Pöyry Finland Oy 2016. Teilinummen tekopohjavesihanke. Kasvillisuusruutujen tarkkailu 2016. Nurmijärven Vesi liikelaitos.

Pöyry Finland Oy 2017. Teilinummen tekopohjavesihanke. Kasvillisuusruutujen tarkkailu 2017. Nurmijärven Vesi liikelaitos.

Pöyry Finland Oy 2018. Teilinummen tekopohjavesihanke. Kasvillisuusruutujen tarkkailu 2018. Nurmijärven Vesi liikelaitos.

Pöyry Finland Oy 2019. Teilinummen tekopohjavesihanke. Kasvillisuusruutujen tarkkailu 2019. Nurmijärven Vesi liikelaitos.

Suomen ympäristökeskus 2014. Eliölajit –rekisterin uhanalaistiedot. Tarkistettu 12.6.2014.

Uudenmaan lääninhallitus 1993. Päätös Veikkolan lehtokorven luonnonsuojelualan rauhoittamiseksi. Dno 08621 361 93 180.

Uudenmaan ympäristökeskus 2009. Päätös Nukarin lehtokorven luonnonsuojelualan perustamisesta. UUS-2009-L-651-251.

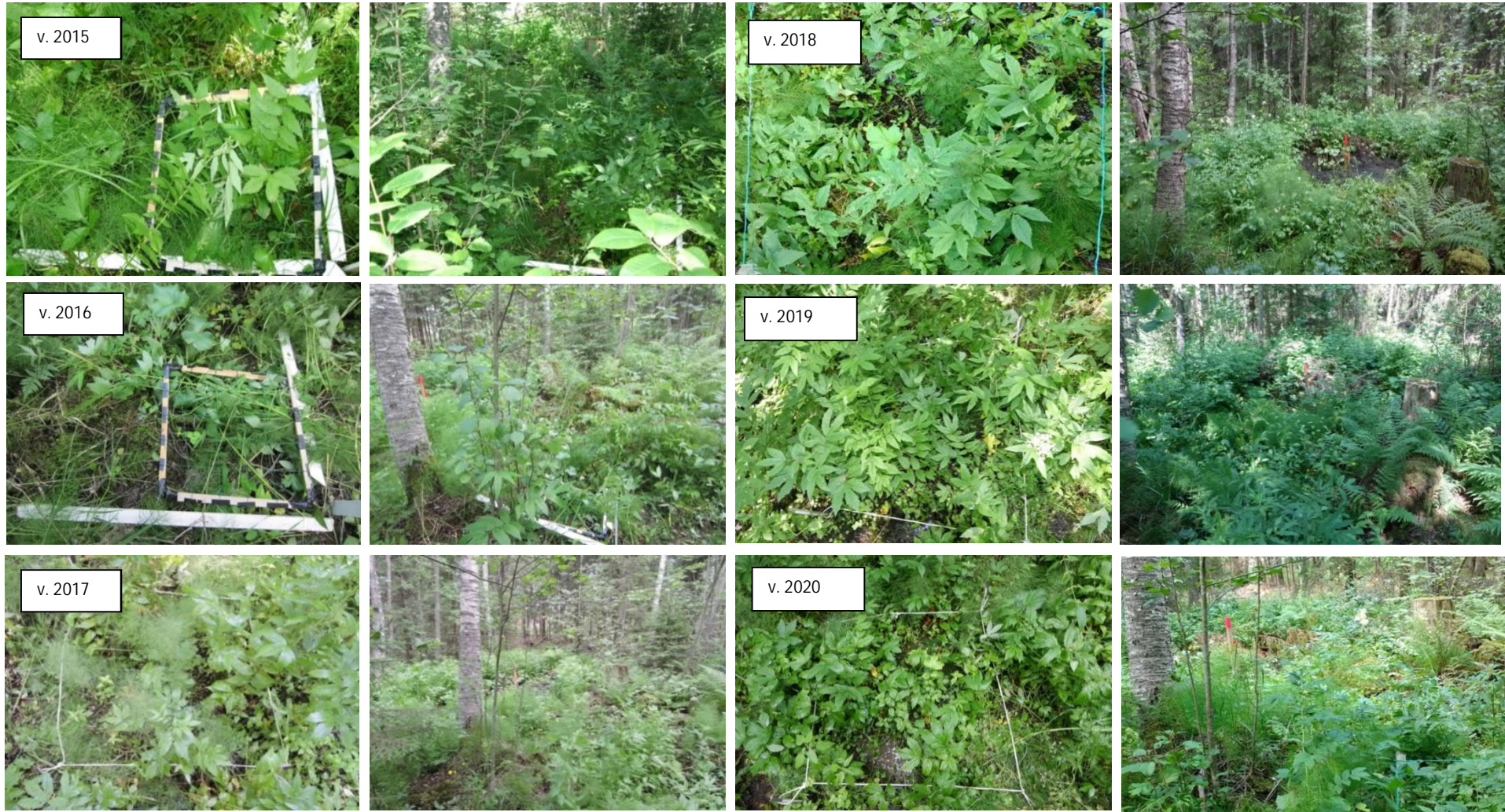
Nukari, kasvillisuusruutu 1 (vasen kuva) ja yleiskuva kohti koillista (oikea kuva) vuosina 2015-2020.



Nukari, kasvillisuusruutu 2 (vasen kuva) ja yleiskuva kohti koillista (oikea kuva) vuosina 2015-2020.



Veikkola, kasvillisuusruutu 3 (vasen kuva) ja yleiskuva kohti koillista (oikea kuva) vuosina 2015-2020.



Veikkola, kasvillisuusruutu 4 (vasen kuva) ja yleiskuva kohti koillista (oikea kuva) vuosina 2015-2020. Vuonna 2018 kasvillisuusruutua jouduttiin siirtämään ampiaispesän takia, joten 2018 kuvat eivät ole mukana.



LIITE 5
Painumamittausraportti ja painuma seurantataulukko

Teilinummen painumamittaukset

1. Tehtävän kuvaus

Taratest Oy on Nurmijärven Veden toimeksiannosta suorittanut painumamittauksia Teilinummen pohjavesialueella. Pulttien korkeusasema mitattiin syyskuussa 2018 ja mittaus toistettiin elokuussa 2019 sekä syyskuussa 2020. Painumamittauksessa oli mukana 19 kiinteistöä. Taratest Oy oli yhteydessä kiinteistöjen asukkaisiin ennen mittauksen suorittamista. Mittauksia tehtiin yhdeltä kojeasemalta per kiinteistö. Havaintopisteitä mitattiin niin monta kun pisteitä oli kojeasemalta mahdollista havaita. Pisteitä oli näkyvissä pääosin kaksi kappaletta. Painumahavaintopisteinä käytettiin pääosin Nurmijärven kunnan vuonna 2015 asentamia painumapultteja. Yhteen kiinteistöön (Raalantie 757) asennettiin uudet pultit.

2. Koordinaatisto ja lähtöpisteet

Koordinaattijärjestelmäksi valittiin GK25- tasokoordinaatisto. Korkeusjärjestelmänä käytettiin N2000- korkeuskoordinaattijärjestelmää. Mittaukset sidottiin kolmeen eri pisteeseen:

-KP1 joka rakennettiin kiinteistön Hämeentie 144 asuinrakennuksen takana sijaitsevaan siirtolohkareeseen. Pisteiden koordinaatit ovat X:6710709.031, Y:25496011.534 ja Z:79.740.

-KP2 joka rakennettiin mitattavien kiinteistöjen lähetyvillä sijaitsevan sähkölinjan betoniperustukseen. Pisteiden koordinaatit ovat X:6711320.510, Y:25496175.590 ja Z:69.779.

-KP3 joka rakennettiin mitattavien kiinteistöjen lähetyvillä sijaitsevan sähkölinjan betoniperustukseen. Pisteiden koordinaatit ovat X: 6711537.436, Y: 25496150.708 ja Z: 69.868.

3. Mittausmenetelmä

Rakennuksien painumapulttien mittaukset sidottiin edellä mainittuihin lähtöpisteisiin. Mittaus suoritettiin vaaitsemalla lähtöpisteiden korkeusasema, jonka jälkeen tehtiin havainto painumapistestä. Mittaus suljettiin lähtöpisteeseen.

4. Mittauskalusto

Mittauskalustona käytettiin Leica TS16 takymetria. Laitteen tekninen tarkkuus on +-1mm. Takymetri oli huollettu ja kalibroitu Leicalla elokuussa 2020.

TARATEST OY

* Mittaustyöt

Turkkirata 9 A, 33960 PIRKKALA

PUH 03 - 368 33 22

* Pohjatutkimukset

www.taratest.fi

FAX 03 - 368 33 17

* Pohjarakennussuunnittelu

e-mail: taratest@taratest.fi

5. Mittaustyön organisointi

Mittaustyöt maastossa suoritti mittaustyönjohtaja Jaakko Valkama. Raportoinnista ja työnjohdosta vastaa projektipäällikkö Mikko Ylipulli

6. Seurannan tulos

Mittauksissa ei havaittu painumaa.

7. Liitteet

Liite 1. Painumaseurantataulukko

Pirkkalassa 17.9.2020

Jaakko Valkama
Mittaustyönjohtaja

Osoite	nro	ETRS-GK25 & N2000		Mittaus pvm			Tyyppi	Paikka	Korkeus sidottu	ΔZ (m)
		Y	X	2.10.2018	1.8.2020	2.9.2020				
Hämeentie 144	144-3	6710631,773	25496053,823	80,401	80,401	80,402	Pultti	Sokkeli	K1	0,001
Hämeentie 151	151-2	6711198,892	25496102,707	71,355	71,353	71,354	Pultti	Sokkeli	K2	-0,001
	151-3	6711188,850	25496103,192	71,400	71,398	71,398	Pultti	Sokkeli	K2	-0,002
Hämeentie 154	154-3	6711500,547	25495926,728	70,370	70,368	70,369	Pultti	Sokkeli	K3	-0,001
	154-4	6711489,351	25495921,911	70,350	70,348	70,348	Pultti	Sokkeli	K3	-0,002
Raalantie 738	738-1	6710687,880	25495473,006	67,549	67,548	67,548	Pultti	Sokkeli	K3	-0,001
	738-2	6710672,367	25495473,406	67,741	67,741	67,741	Pultti	Sokkeli	K3	0,000
Raalantie 744	744-3	6710733,064	25495420,45	66,863	66,861	66,86	Pultti	Sokkeli	K3	-0,003
	744-4	6710737,096	25495433,06	67,018	67,016	67,014	Pultti	Sokkeli	K3	-0,004
Raalantie 750	750-1	6710776,108	25495488,19	67,574	67,572	67,574	Pultti	Sokkeli	K3	0,000
	752-2	6710807,998	25495479,29	67,291	67,293	67,292	Pultti	Sokkeli	K3	0,001
Raalantie 754	754-1	6710844,1	25495498,45	67,521	67,523	67,522	Pultti	Sokkeli	K3	0,001
	754-4	6710859,722	25495501,14	67,488	67,486	67,486	Pultti	Sokkeli	K3	-0,002
Raalantie 755	755-1	6710683,5	25495638,47	71,628	71,626	71,625	Pultti	Sokkeli	K3	-0,003
	755-2	6710692,393	25495644,36	71,617	71,616	71,614	Pultti	Sokkeli	K3	-0,003
Raalantie 767	767-1	6710908,669	25495671,02	76,08	76,079	76,076	Pultti	Sokkeli	K3	-0,004
	767-4	6710896,39	25495680,28	77,058	77,057	77,055	Pultti	Sokkeli	K3	-0,003
Raalantie 770	770-1	6710977,479	25495521,57	69,017	69,019	69,015	Pultti	Sokkeli	K3	-0,002
	770-2	6710979,531	25495512,42	69,12	69,122	69,118	Pultti	Sokkeli	K3	-0,002
Raalantie 772	772-2	6711018,972	25495345,54	65,48	65,482	65,479	Pultti	Sokkeli	K3	-0,001
	772-3	6711030,032	25495349,08	65,394	65,396	65,393	Pultti	Sokkeli	K3	-0,001
Raalantie 801	801-1	6711264,629	25495661,23	70,829	70,831	70,831	Pultti	Sokkeli	K3	0,002
	801-4	6711256,053	25495658,91	70,166	70,168	70,168	Pultti	Sokkeli	K3	0,002
Raalantie 806	806-2	6711344,738	25495621,67	67,048	67,048	67,046	Pultti	Sokkeli	K3	-0,002
	806-3	6711348,72	25495615,82	66,844	66,843	66,842	Pultti	Sokkeli	K3	-0,002
Raalantie 808	808-1	6711358,221	25495578,3	63,908	63,91	63,908	Pultti	Sokkeli	K3	0,000
	808-4	6711374,246	25495587,22	65,622	65,621	65,62	Pultti	Sokkeli	K3	-0,002
Raalantie 812	812-1	6711379,308	25495632,38	66,783	66,783	66,785	Pultti	Sokkeli	K3	0,002
	812-4	6711388,696	25495622,37	66,449	66,45	66,451	Pultti	Sokkeli	K3	0,002
Raalantie 816	816-1	6711406,234	25495650,95	67,926	67,928	67,927	Pultti	Sokkeli	K3	0,001
	816-2	6711407,43	25495644,57	67,76	67,76	67,761	Pultti	Sokkeli	K3	0,001
Raalantie 817	817-4	6711385,499	25495713,9	72,142	72,144	72,142	Pultti	Sokkeli	K3	0,000
	817-3	6711405,84	25495719,84	71,787	71,789	71,787	Pultti	Sokkeli	K3	0,000
Raalantie 830	830-2	6711532,883	25495680,92	71,631	71,629	71,629	Pultti	Sokkeli	K3	-0,002
	830-3	6711541,704	25495689,15	72,301	72,303	72,302	Pultti	Sokkeli	K3	0,001
Raalantie 757	757-1	6710761,995	25495727,72	74,709	74,71	74,708	Pultti	Sokkeli	K3	-0,001
	757-2	6710780,938	25495731,97	74,681	74,681	74,68	Pultti	Sokkeli	K3	-0,001

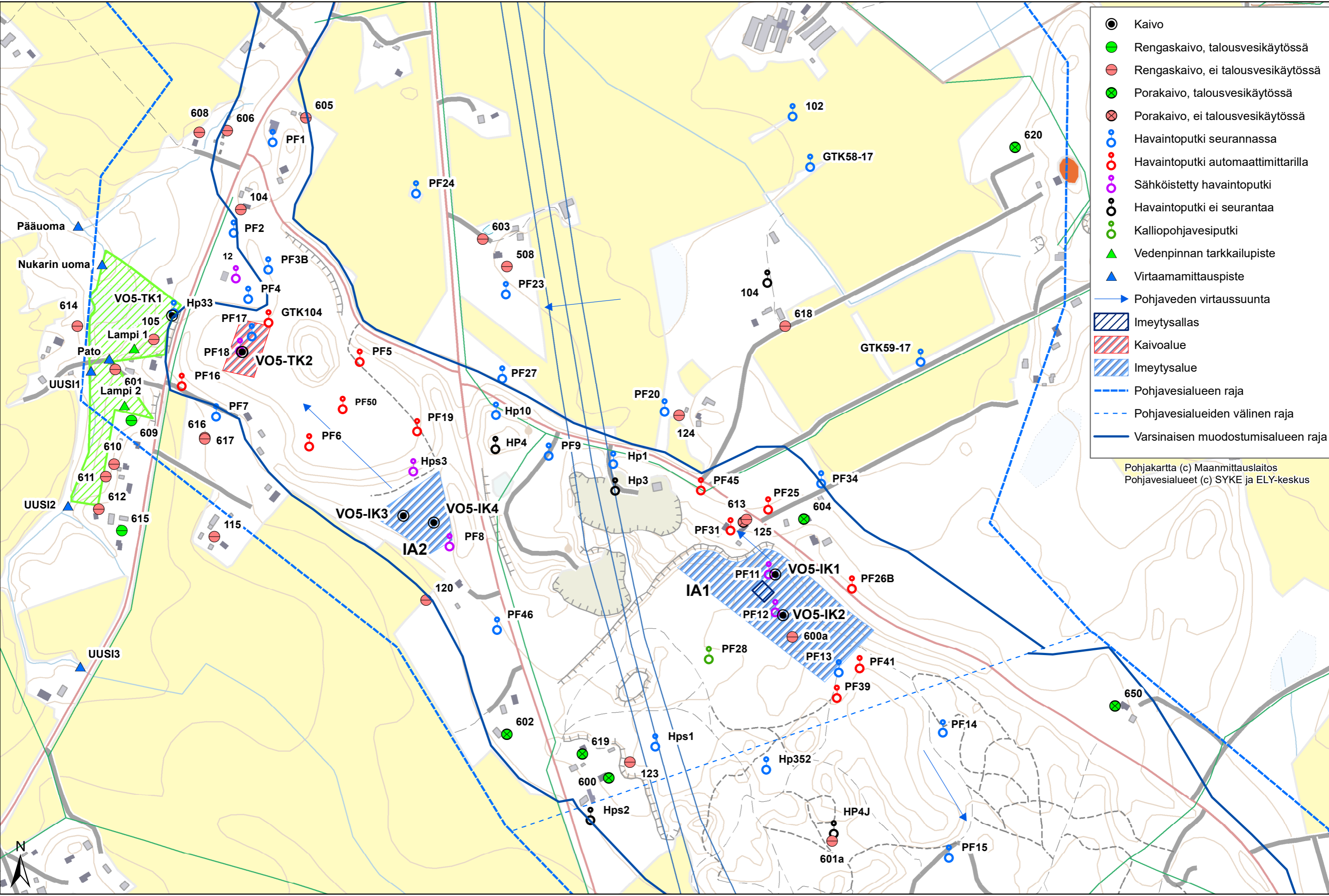
K1 Isossa lohkareessa tontin takana

817-2 vaihdettu oikeaan tunnukseseen 817-4, (8/2019)

K2 Sähkölinjan perustuksissa

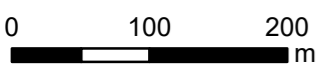
K3 Sähkölinjan perustuksissa

KARTTALIITE 1

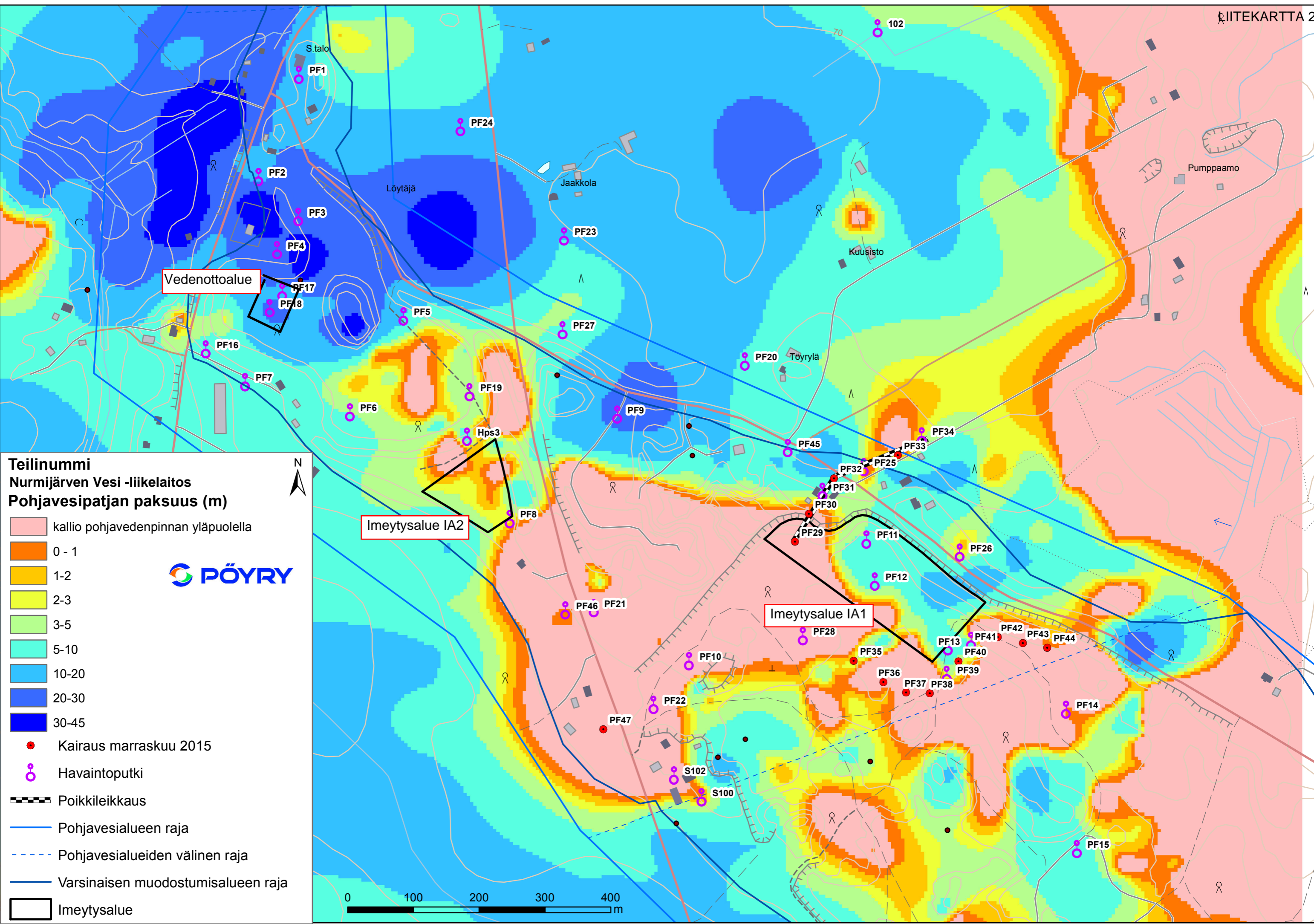


- ⊙ Kaivo
- Rengaskaivo, talousvesikäytössä
- Rengaskaivo, ei talousvesikäytössä
- ⊗ Porakaivo, talousvesikäytössä
- ⊗ Porakaivo, ei talousvesikäytössä
- ⊙ Havaintoputki seurannassa
- ⊙ Havaintoputki automaattimittarilla
- ⊙ Sähköistetty havaintoputki
- ⊙ Havaintoputki ei seuranta
- ⊙ Kalliopohjavesiputki
- ▲ Vedenpinnan tarkkailupiste
- ▲ Virtaamamittauspiste
- Pohjaveden virtaussuunta
- ▨ Imeytysallas
- ▨ Kaivoalue
- ▨ Imeytysalue
- - - Pohjavesialueen raja
- - - Pohjavesialueiden välinen raja
- Varsinaisen muodostumisalueen raja

Pohjakartta (c) Maanmittauslaitos
 Pohjavesialueet (c) SYKE ja ELY-keskus



KARTTALIITE 2



Teilinummi
Nurmijärven Vesi -liikelaitos
Pohjavesipatjan paksuus (m)

POYRY

- kallio pohjavedenpinnan yläpuolella
- 0 - 1
- 1-2
- 2-3
- 3-5
- 5-10
- 10-20
- 20-30
- 30-45
- Kairaus marraskuu 2015
- Havaintoputki
- Poikkileikkaus
- Pohjavesialueen raja
- Pohjavesialueiden välinen raja
- Varsinaisen muodostumisalueen raja
- Imeytysalue














N

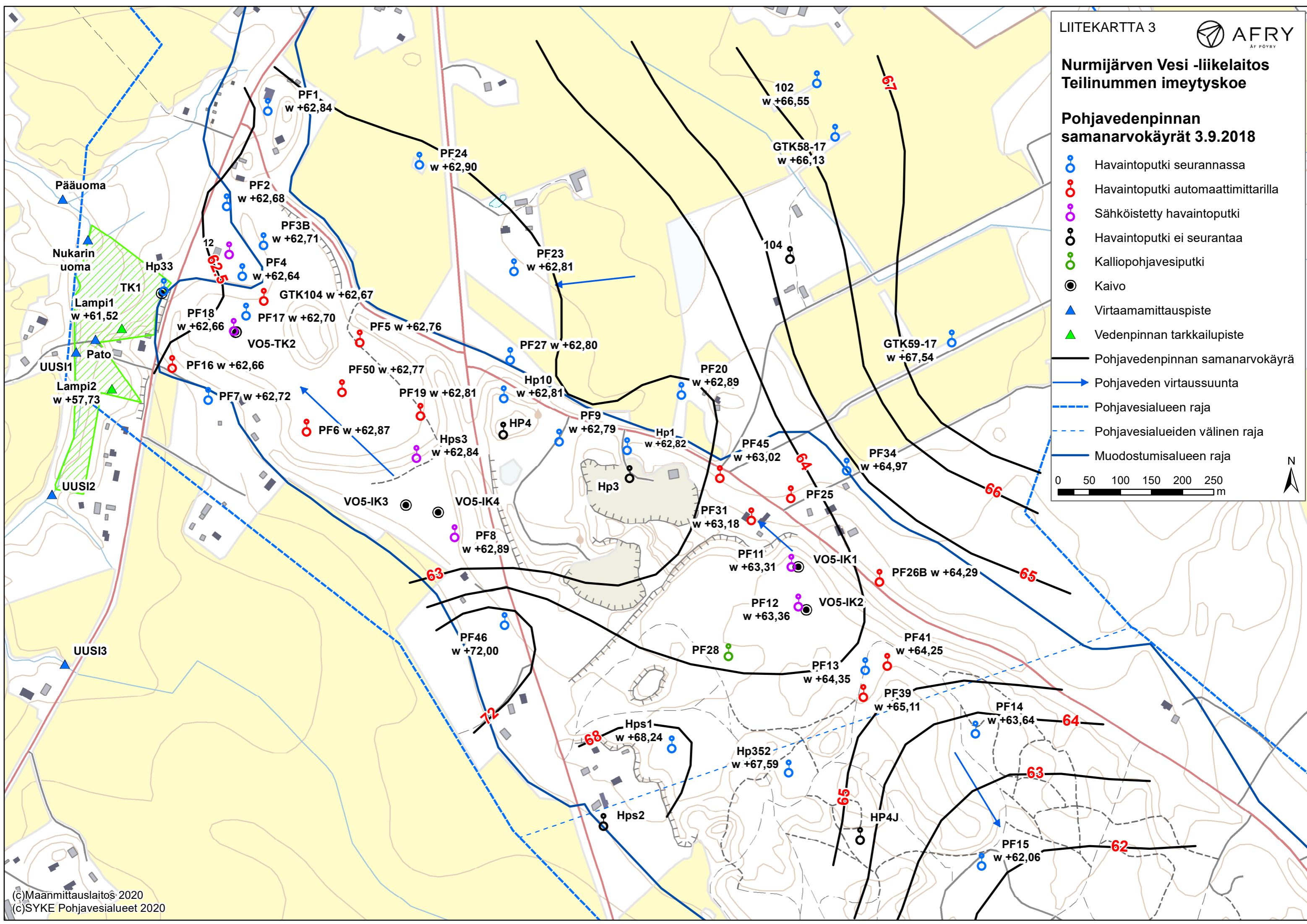
0 100 200 300 400 m

KARTTALIITE 3

Nurmijärven Vesi -liikelaite Teilinummen imeytyskoe

Pohjavedenpinnan samanarvokäyrät 3.9.2018

-  Havaintoputki seurannassa
 -  Havaintoputki automaattimittarilla
 -  Sähköistetty havaintoputki
 -  Havaintoputki ei seurantaa
 -  Kalliopohjavesiputki
 -  Kaivo
 -  Virtaamamittauspiste
 -  Vedenpinnan tarkkailupiste
 -  Pohjavedenpinnan samanarvokäyrä
 -  Pohjaveden virtaussuunta
 -  Pohjavesialueen raja
 -  Pohjavesialueiden välinen raja
 -  Muodostumisalueen raja
- 0 50 100 150 200 250 m
- N



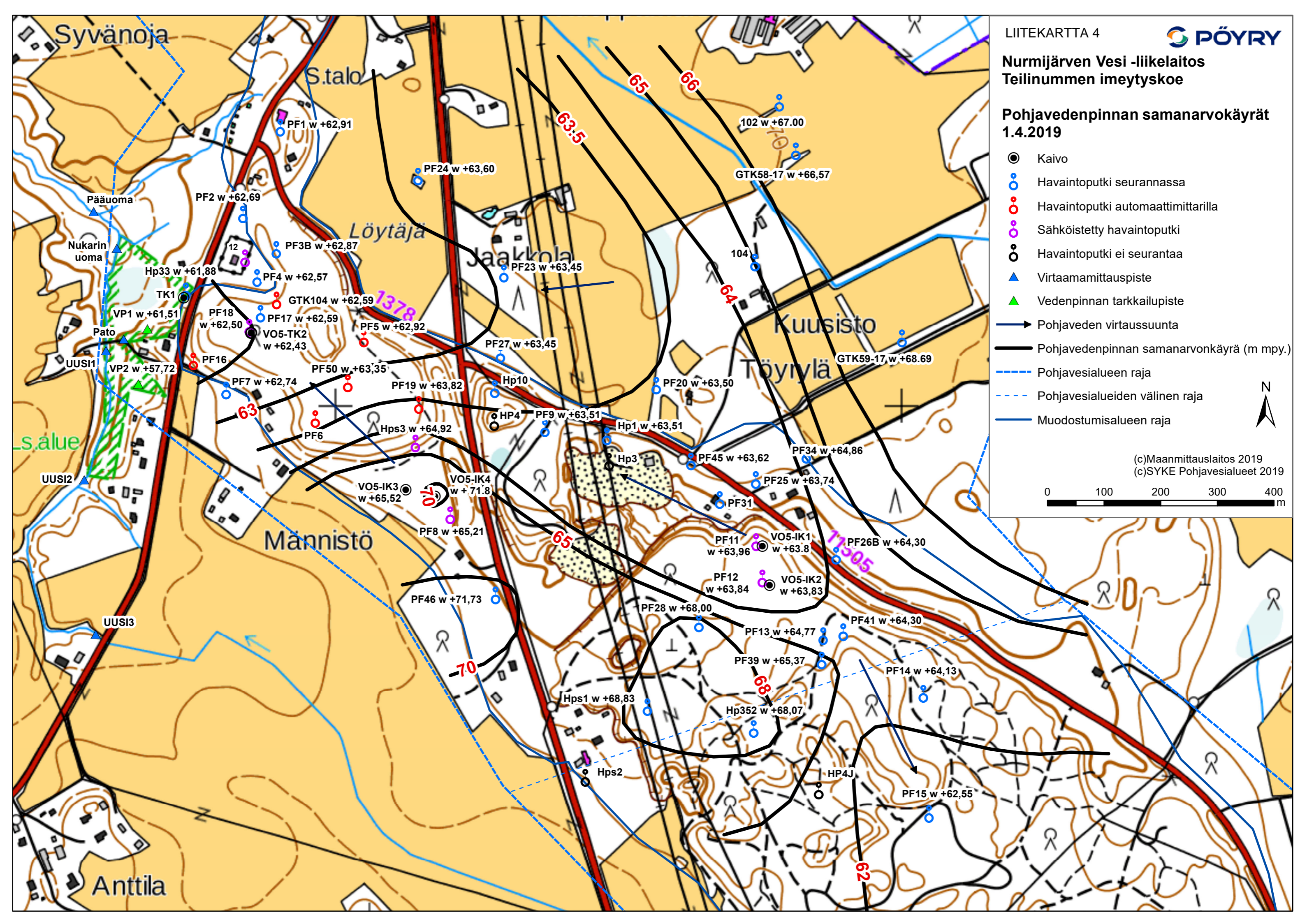
KARTTALIITE 4

Nurmijärven Vesi -liikelaitos
Teilinummen imeytyskoe

Pohjavedenpinnan samanarvokäyrät
1.4.2019

- Kaivo
- Havaintoputki seurannassa
- Havaintoputki automaattimittarilla
- Sähköistetty havaintoputki
- Havaintoputki ei seurantaa
- Virtaamamittauspiste
- Vedenpinnan tarkkailupiste
- Pohjaveden virtaussuunta
- Pohjavedenpinnan samanarvonkäyrä (m mpy.)
- Pohjavesialueen raja
- Pohjavesialueiden välinen raja
- Muodostumisalueen raja

(c)Maanmittauslaitos 2019
(c)SYKE Pohjavesialueet 2019



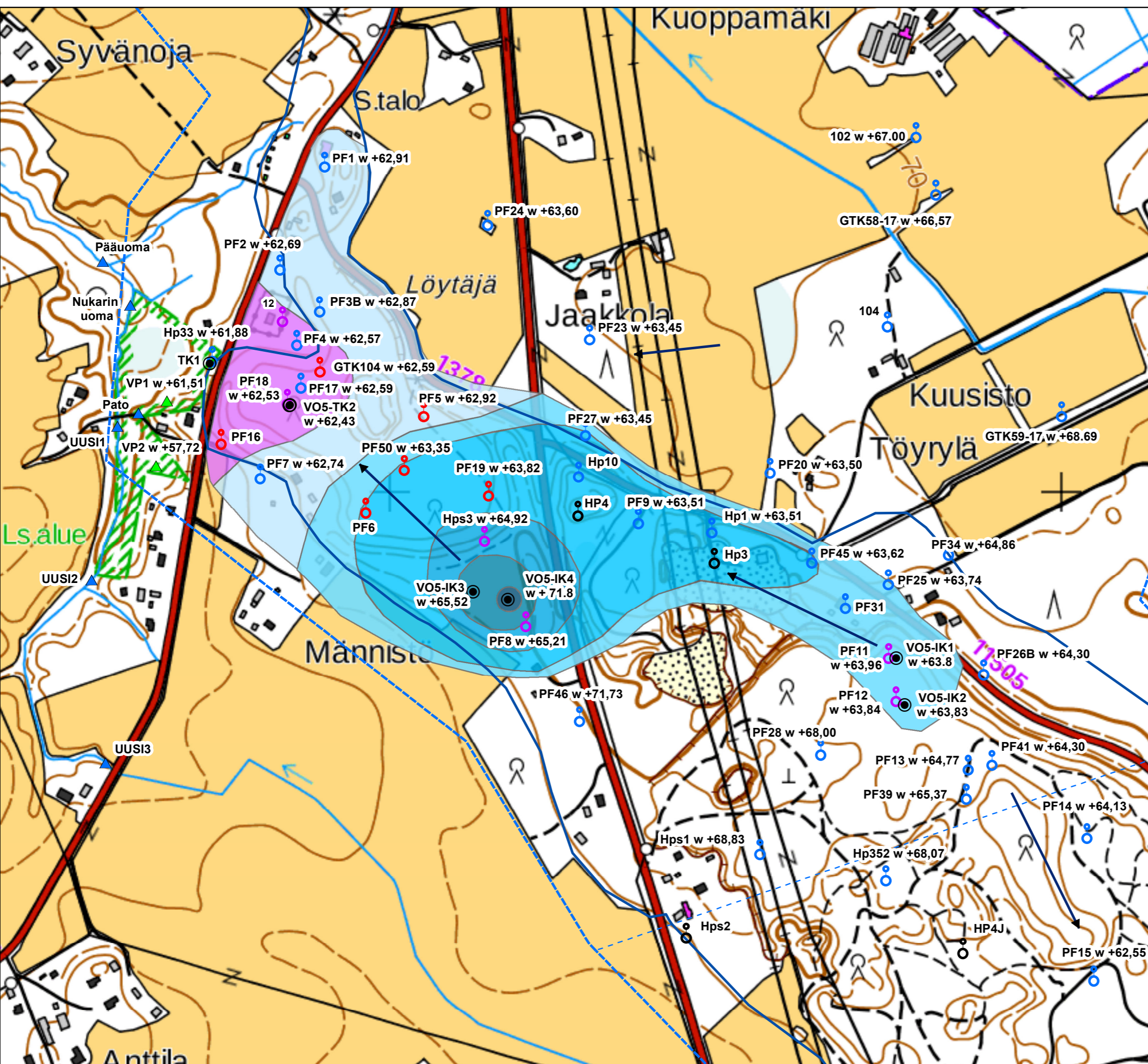
KARTTALIITE 5

Nurmijärven Vesi -liikelaitos
Teilinummen imeytyskoe

Pohjavedenpinnan ylenemät ja alenemat 1.4.2019

- Kaivo
- Havaintoputki seurannassa
- Havaintoputki automaattimittarilla
- Sähköistetty havaintoputki
- Havaintoputki ei seurantaa
- ▲ Virtaamamittauspiste
- ▲ Vedenpinnan tarkkailupiste
- Pohjaveden virtaussuunta
- - - Pohjavesialueen raja
- - - Pohjavesialueiden välinen raja
- Muodostumisalueen raja
- Alenema 0- -30 cm
- Ylenemä 0-30 cm
- Ylenemä 30-60 cm
- Ylenemä 60-150 cm
- Ylenemä 150-250 cm
- Ylenemä 250-500 cm
- Ylenemä >500 cm

(c)Maanmittauslaitos 2019
(c)SYKE Pohjavesialueet 2019



Syvänoja

Kuoppamäki

S.talo

Löytäjä

Jaakkola

Kuusisto

Töyrylä

Männistö

Ls alue

UUSI3

Pääuoma

Nukarin uoma

UUSI1

UUSI2

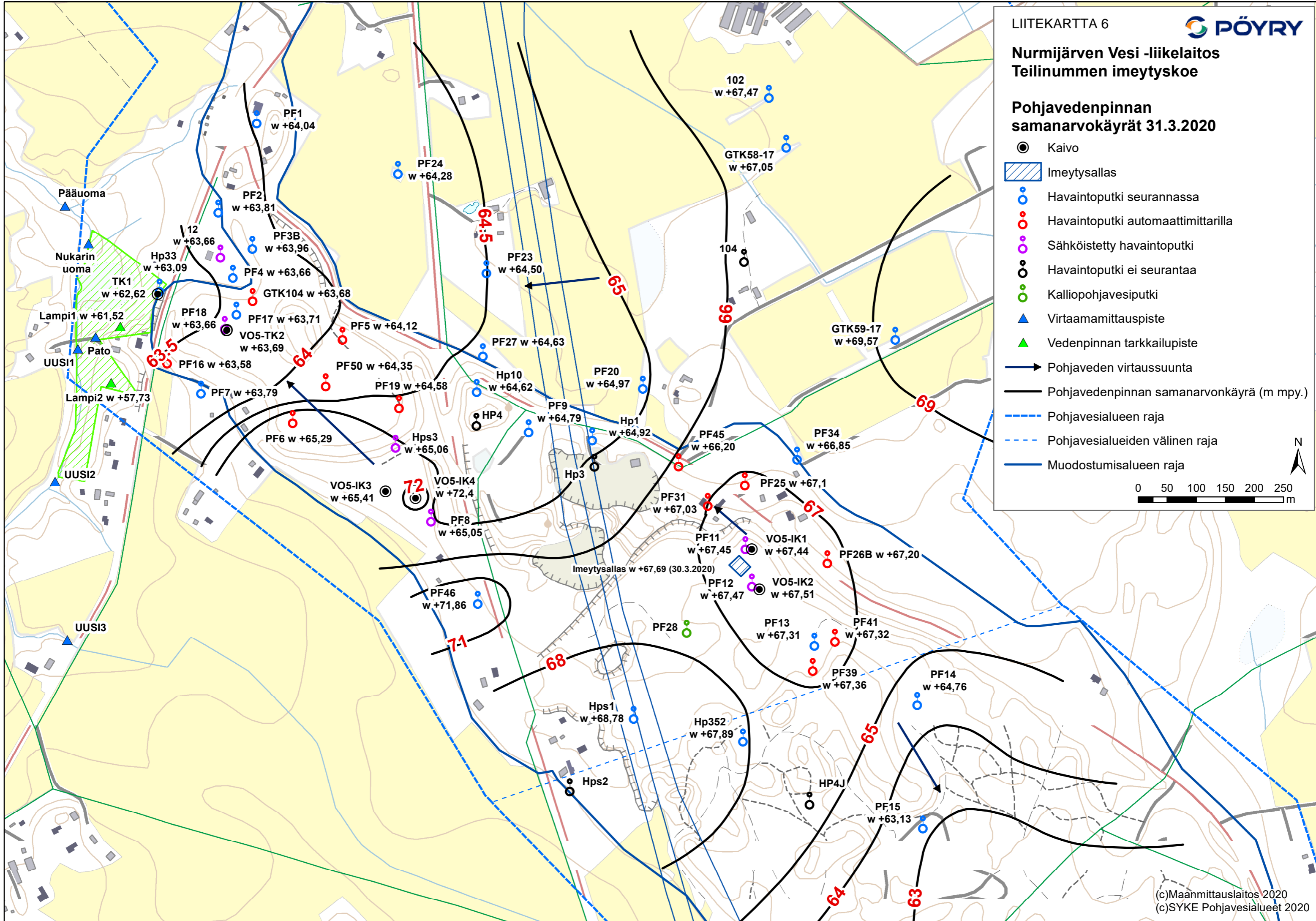
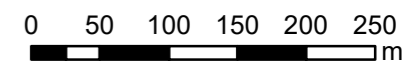
Anttila

KARTTALIITE 6

**Nurmijärven Vesi -liikelaitos
Teilinummen imeytyskoe**

**Pohjavedenpinnan
samanarvokäyrät 31.3.2020**

- Kaivo
- ▨ Imeytysallas
- Havaintoputki seurannassa
- Havaintoputki automaattimittarilla
- Sähköistetty havaintoputki
- Havaintoputki ei seurantaa
- Kalliopohjavesiputki
- ▲ Virtaamamittauspiste
- ▲ Vedenpinnan tarkkailupiste
- Pohjaveden virtaussuunta
- Pohjavedenpinnan samanarvonkäyrä (m mpy.)
- - - Pohjavesialueen raja
- - - Pohjavesialueiden välinen raja
- Muodostumisalueen raja



KARTTALIITE 7

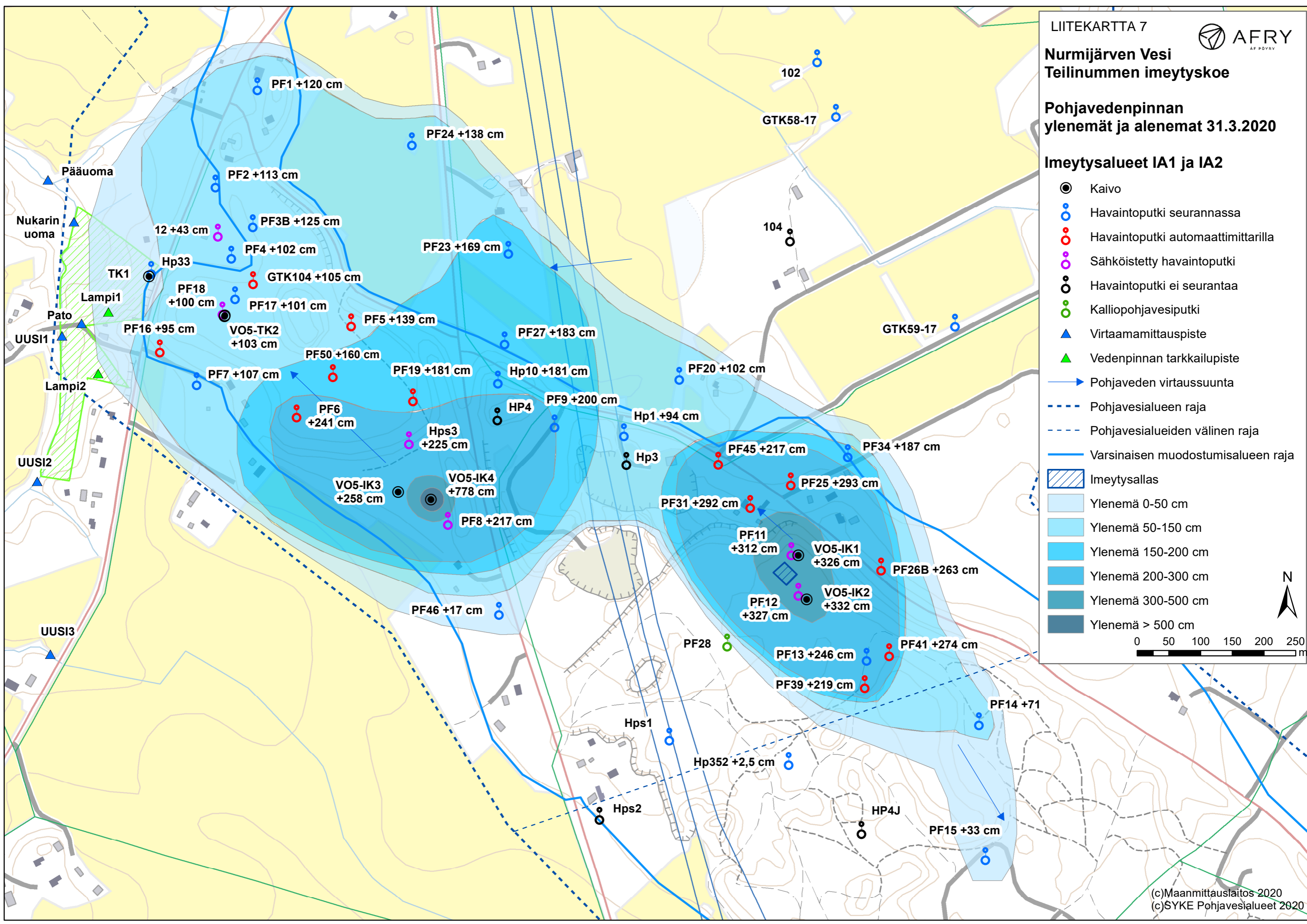
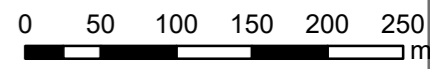
**Nurmijärven Vesi
Teilinummen imeytyskoe**

**Pohjavedenpinnan
ylenemät ja alenemat 31.3.2020**

Imeytysalueet IA1 ja IA2

- Kaivo
- Havaintoputki seurannassa
- Havaintoputki automaattimittarilla
- Sähköistetty havaintoputki
- Havaintoputki ei seuranta
- Kalliopohjavesiputki
- ▲ Virtaamamittauspiste
- ▲ Vedenpinnan tarkkailupiste

- Pohjaveden virtaussuunta
- - - Pohjavesialueen raja
- - - Pohjavesialueiden välinen raja
- Varsinaisen muodostumisalueen raja
- ▨ Imeytysallas
- Ylenemä 0-50 cm
- Ylenemä 50-150 cm
- Ylenemä 150-200 cm
- Ylenemä 200-300 cm
- Ylenemä 300-500 cm
- Ylenemä > 500 cm



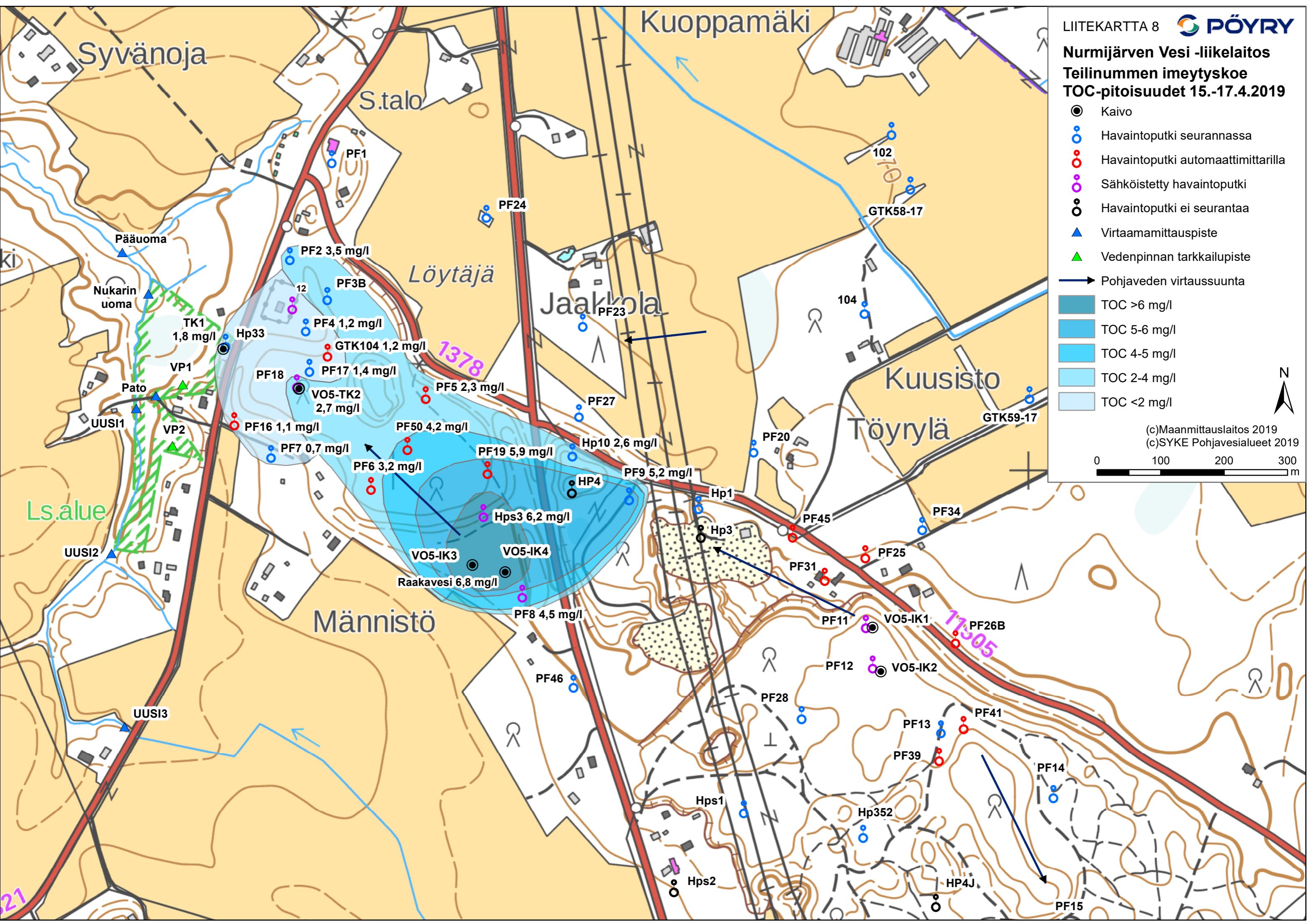
KARTTALINE 8

Nurmijärven Vesi -liikelaitos
Teilinummen imeytyskoe
TOC-pitoisuudet 15.-17.4.2019

- Kaivo
- Havaintoputki seurannassa
- Havaintoputki automaattimittarilla
- Sähköistetty havaintoputki
- Havaintoputki ei seurantaa
- ▲ Virtaamamittauspiste
- ▲ Vedenpinnan tarkkailupiste
- Pohjaveden virtaussuunta
- TOC >6 mg/l
- TOC 5-6 mg/l
- TOC 4-5 mg/l
- TOC 2-4 mg/l
- TOC <2 mg/l

(c)Maanmittauslaitos 2019
(c)SYKE Pohjavesialueet 2019

0 100 200 300 m

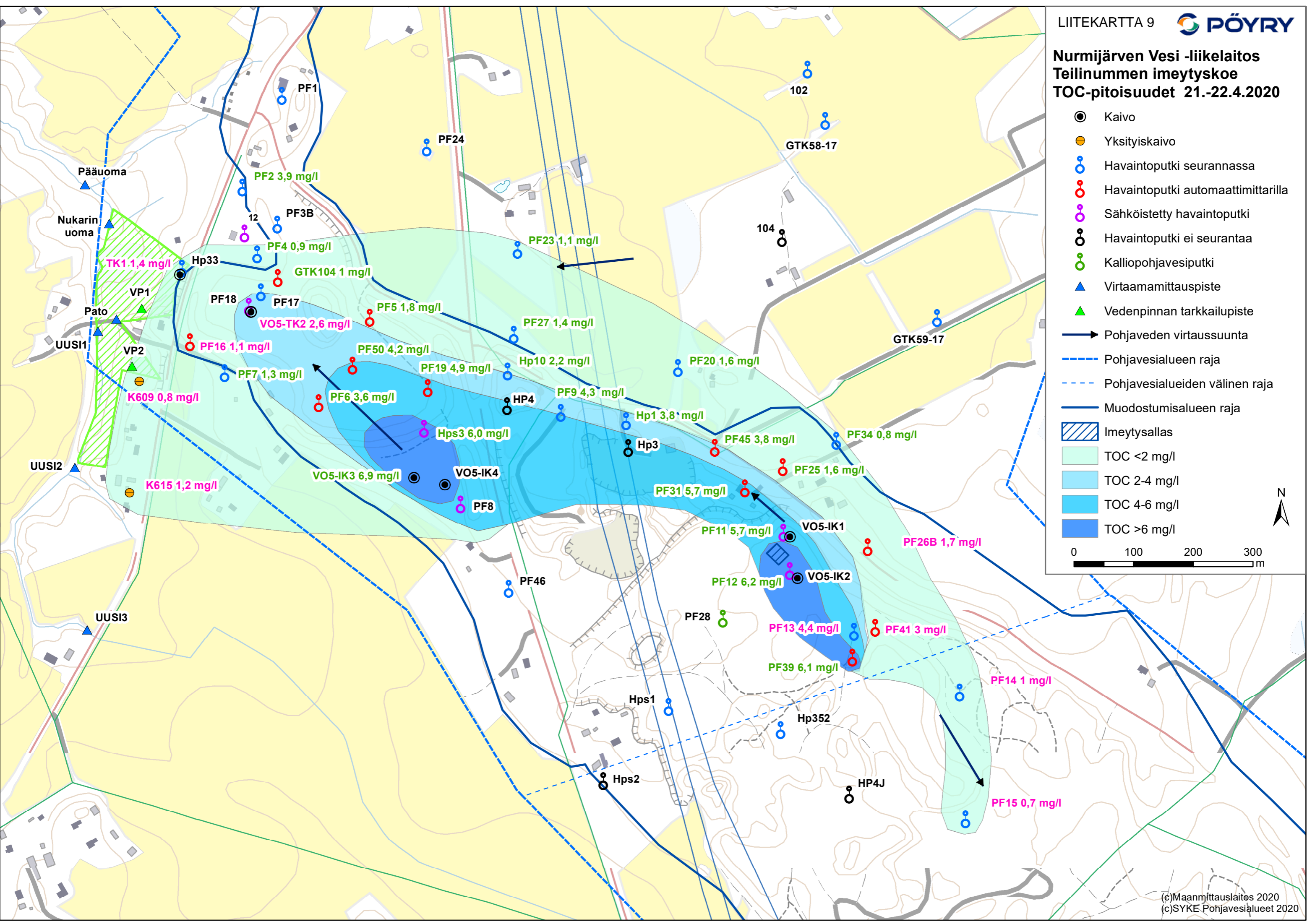


KARTTALIITE 9

**Nurmijärven Vesi -liikelaitos
Teillinummen imeytyskoe
TOC-pitoisuudet 21.-22.4.2020**

- Kaivo
- Yksityiskaivo
- Havaintoputki seurannassa
- Havaintoputki automaattimittarilla
- Sähköistetty havaintoputki
- Havaintoputki ei seurantaa
- Kalliopohjavesiputki
- ▲ Virtaamamittauspiste
- ▲ Vedenpinnan tarkkailupiste
- Pohjaveden virtaussuunta
- Pohjavesialueen raja
- Pohjavesialueiden välinen raja
- Muodostumisalueen raja
- ▨ Imeytysallas
- TOC <2 mg/l
- TOC 2-4 mg/l
- TOC 4-6 mg/l
- TOC >6 mg/l

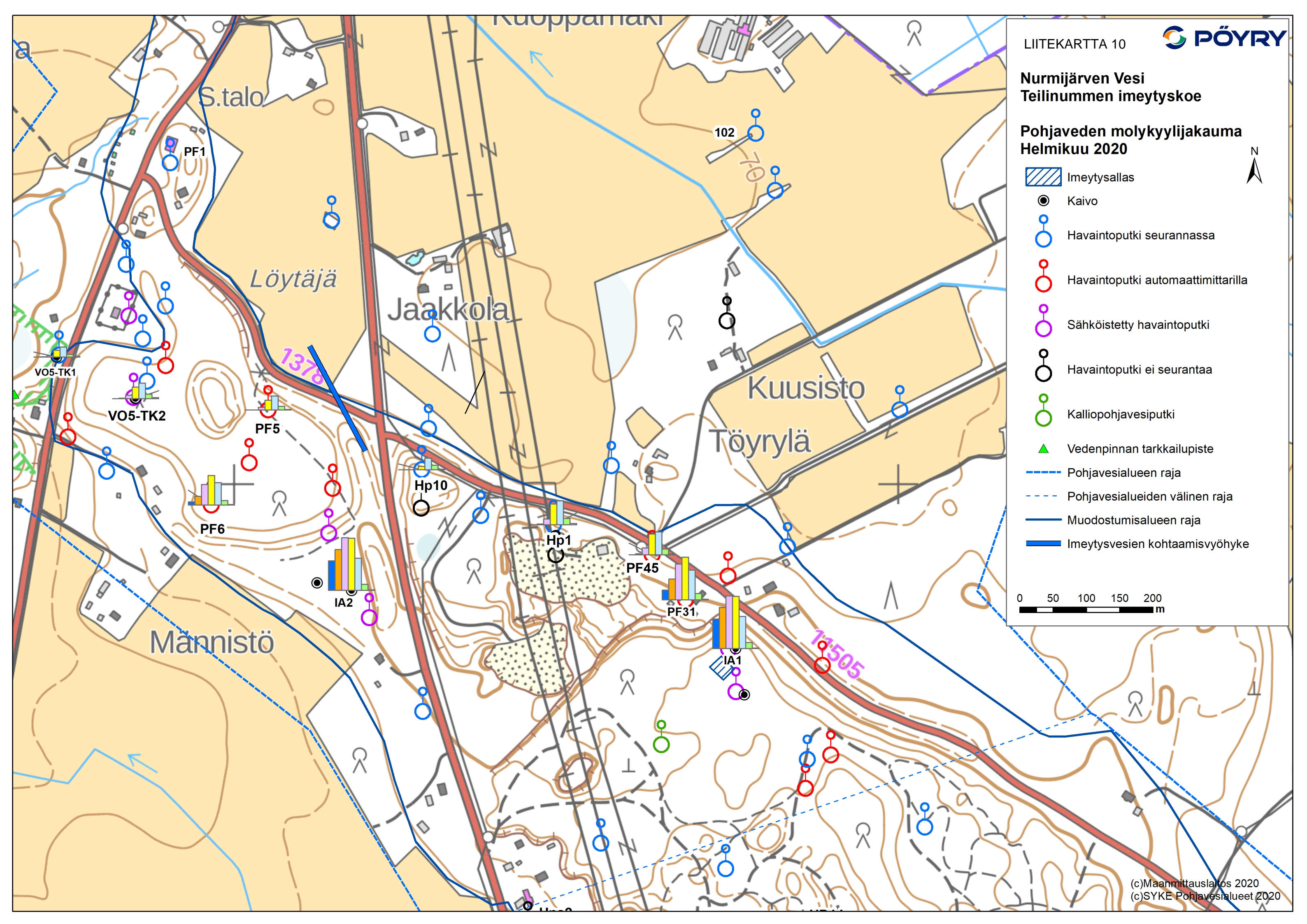
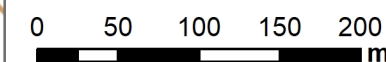
0 100 200 300 m



KARTTALIE 10

**Nurmijärven Vesi
Teilinummen imeytyskoe****Pohjaveden molykkylijakauma
Helmikuu 2020**













-  Imeytysallas
-  Kaivo
-  Havaintoputki seurannassa
-  Havaintoputki automaattimittarilla
-  Sähköistetty havaintoputki
-  Havaintoputki ei seurantaa
-  Kalliopohjavesiputki
-  Vedenpinnan tarkkailupiste
-  Pohjavesialueen raja
-  Pohjavesialueiden välinen raja
-  Muodostumisalueen raja
-  Imeytysvesien kohtaamisvyöhyke




KARTTALIITE 11

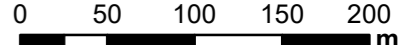
Nurmijärven Vesi -liikelaitos
Teilinummen imeytyskoe

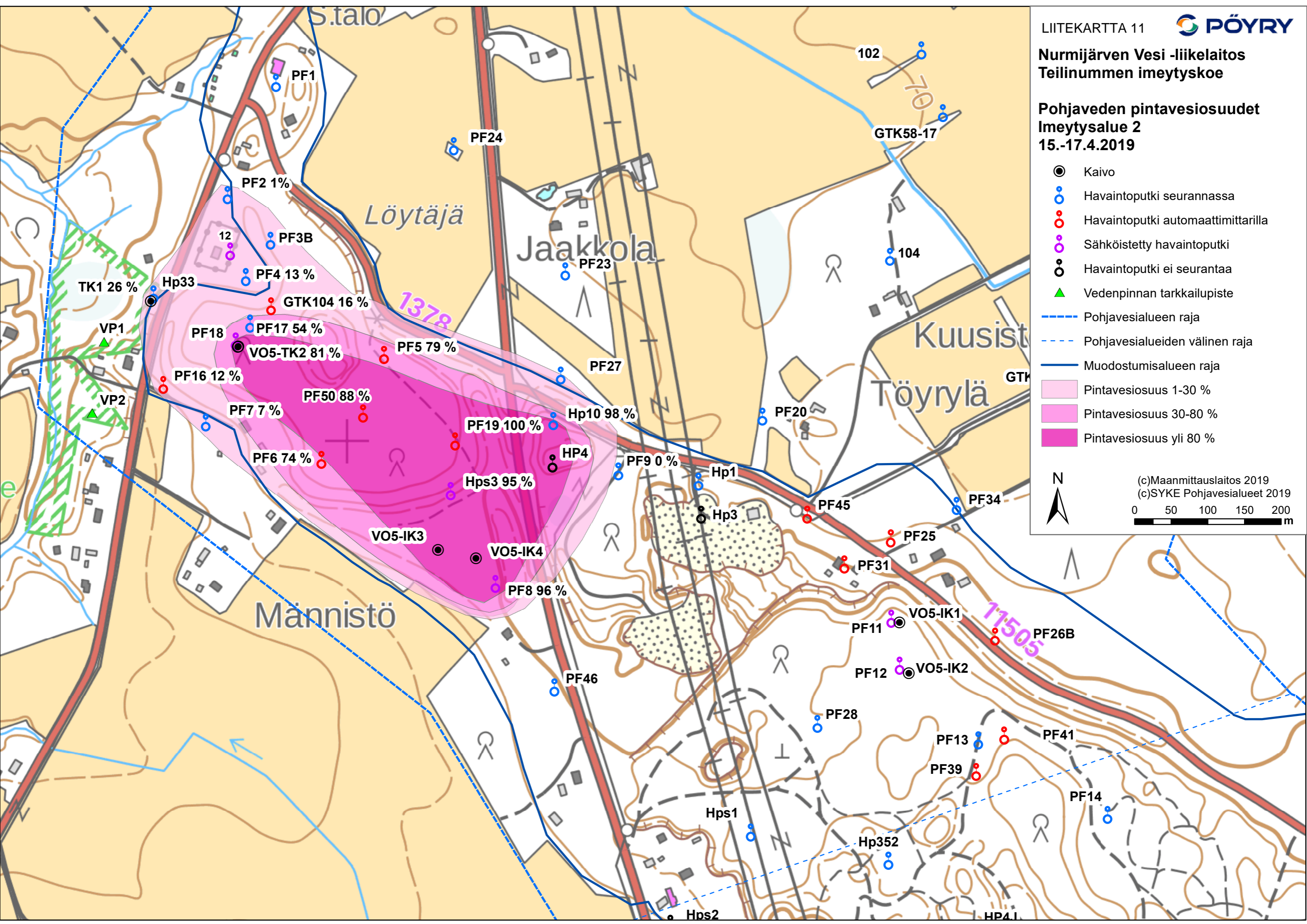
Pohjaveden pintavesiosuudet
Imeytysalue 2
15.-17.4.2019

-  Kaivo
-  Havaintoputki seurannassa
-  Havaintoputki automaattimittarilla
-  Sähköistetty havaintoputki
-  Havaintoputki ei seurantaa
-  Vedenpinnan tarkkailupiste
-  Pohjavesialueen raja
-  Pohjavesialueiden välinen raja
-  Muodostumisalueen raja
-  Pintavesiosuus 1-30 %
-  Pintavesiosuus 30-80 %
-  Pintavesiosuus yli 80 %

N


(c)Maanmittauslaitos 2019
(c)SYKE Pohjavesialueet 2019

0 50 100 150 200 m




KARTTALIITE 12

**Nurmijärven Vesi -liikelaitos
Teilinummen imeytyskoe**

**Pohjaveden pintavesiosuudet
Imeytysalueet IA1 ja IA2
21.-22.4.2020**

● Kaivo
▨ Imeytysallas
○ Havaintoputki seurannassa
○ Havaintoputki automaattimittarilla
○ Sähköistetty havaintoputki
○ Havaintoputki ei seurantaa
○ Kalliopohjavesiputki
▲ Vedenpinnan tarkkailupiste
--- Pohjavesialueen raja
--- Pohjavesialueiden välinen raja
--- Muodostumisalueen raja
□ Pintavesiosuus 1-40 %
□ Pintavesiosuus 40-100 %

0 50 100 150 200 m

