

Pohjaveden tila - yhteenveto

Kalasataman keskus
SRV Rakennus Oy



Laatinut: Maiju Juntunen

Tarkistanut: Tuomas Lukkari

4.2.2017

S **SITO**

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO.....	3
2	AIEMMAT SUUNNITELMAT JA RAPORTIT.....	4
3	RAKENTAMISEN AIKAiset TARKKAILUT	4
4	POHJAVETEEN VAIKUTTAVAT RAKENTAMISTOIMENPITEET ALUEELLA	7
4.1	Työmaat	7
4.2	Pumppaus	7
4.3	Imeytys.....	8
5	KOHTEN GEOLOGIA JA POHJAVEDEN VIRTAUSSUUNTA.....	9
5.1	Kallion pinta ja pohjaveden virtausta rajoittavat rakenteet	10
5.2	Pohjaveden pinnantasot	13
5.3	Pohjaveden virtaussuunta	13
6	HAITTA-AINEET POHJAVEDESSÄ.....	15
7	TOIMENPITEET POHJAVESITILANTEEN PARANTAMISEKSI	16
8	YHTEENVETO	17

LIITTEET

Liite 1	Pohjaveden pinnantarkkailun havaintopisteet, vesitiiviiden rakenteiden sijainti
Liite 2	Haitta-aineseurannan havaintopisteet
Liite 3	Haitta-ainepitoisuuksien yhteenvetotaulukko

1 JOHDANTO

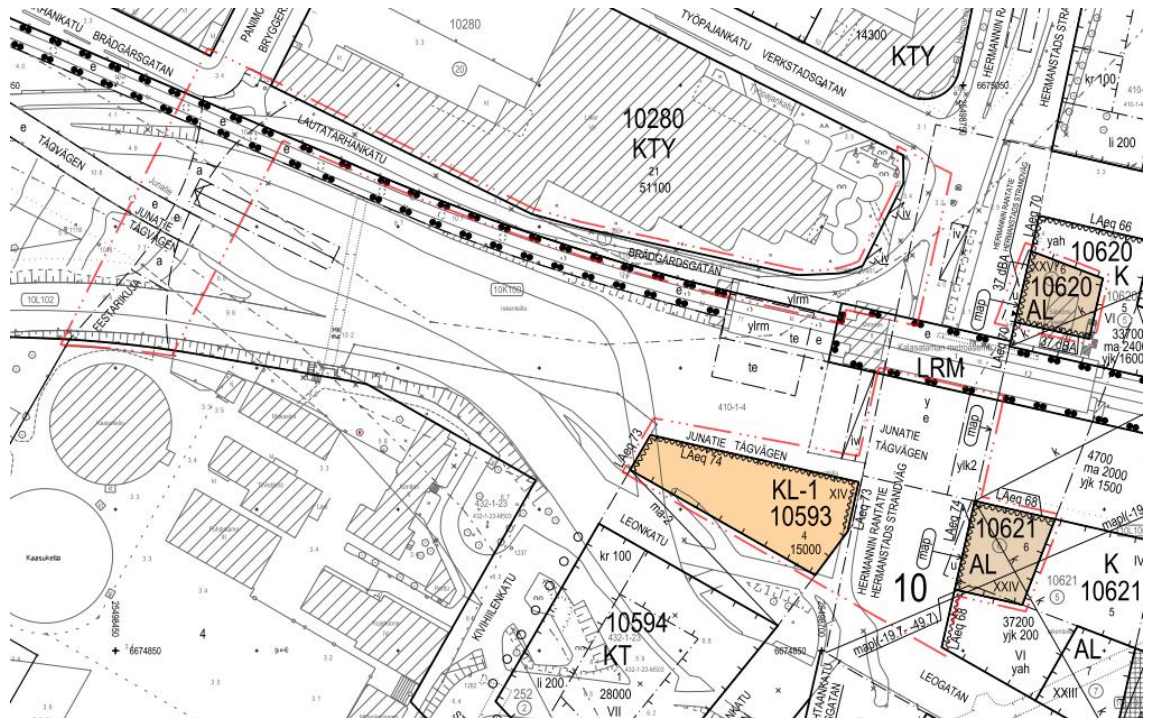
Tämä pohjavesiselvitys on laadittu Kalasataman keskus 2 asemakaavamuutosta varten. Kaavamuutos käsittää tornitalojen T7 ja T8 alueet, hotellikiinteistön 10593 alueen sekä katualueet Festarikujalle saakka (Kuva 1). Selvityksen tarkoituksena on koota yhteen Kalasataman alueen pohjaveteen ja sen tilaan liittyvä tieto. Selvitykseen on koottu lokakuun 2016 loppuun mennessä saatavilla ollut tarkkailutieto ja työmaiden tilanne lokakuussa 2016. Selvitys on laadittu SRV Rakennus Oy:n toimeksiannosta.

Kalasatamanalueen pohjaveden tilannetta on selvitetty useaan otteeseen. Ennen rakentamistoimenpiteiden alkua on laadittu raportti pohjaveden tilasta (Pohjaveden tila, raportti 1, Golder Associates Oy 11.8.2011). Raporttiin on koottu sen hetkinen tutkimustieto sekä arviot alueen geologiasta, pohjaveden pinnankorkeuksista, virtaussuunnasta sekä haitta-aineiden esiintymisestä pohjavedessä.

Kalasataman alueella on tällä hetkellä meneillään kaksi rakennushanketta, joissa kaivannot ulottuvat selvästi pohjaveden pinnan alapuolelle. Toinen on Kalasataman keskus (kauppa-keskus Redi) ja toinen Koy Rantatien kasvu niminen toimistotalokaivanto. Pohjaveden pinnantasoja ja haitta-ainepitoisuuksia on seurattu rakentamisen aikana. Rakentaminen on selvästi vaikuttanut pohjaveden pinnankorkeuteen. Merkittävää pinnan alenemista on havaittu sysystä 2014 lähtien.

Merkittävä pohjaveden pinnan aleneminen voi aiheuttaa katurakenteisiin sekä muihin maanalaisiin rakenteisiin liittyvää painumariskiä. Alueella on myös puupaaluin perustettuja rakennuksia. Pohjaveden pinnan aleneminen vaikuttaa alueen pohjaveden virtaussuuntaan. Aleneminen lisää riskiä virtaussuunnan kääntymisestä pilaantuneilta alueilta kohti puhtaita ja vähemmän pilaantuneita alueita.

Tässä raportissa huomioidaan ns. lähtötilanne ennen rakentamistoimia sekä rakentamisen aikana tapahtuneet muutokset pohjavedessä.



Kuva 1. Ote kaavaluonnoksesta Kalasataman keskus 2. Kaavamuutoksen aluerajaus merkitty punaisella. Kartta: Helsinki kaupunkisuunnitteluvirasto.

2 AIEMMAT SUUNNITELMAT JA RAPORTIT

Tämän selvityksen lähtötietoina on käytetty seuraavia raportteja ja aineistoja:

- Kalasataman keskus, Pohjaveden tila, raportti 1. Kalasataman keskus. Asemakaavan muutoksen nro 12070 selvitys 18. Golder Associates Oy, 11.8.2011
- Kalasataman keskus. Pohjavedenhallintasuunnitelma. Sito, 27.9.2011
- Kalasatama. Pohjaveden virtausmallinnus. Tulosten esittely 5.9.2016. Pöyry
- Kalasataman virtausmallisimulaatiot. Esitys, Pöyry.
- Kalasataman alueen pohjavesiselvitys, 21.11.2016
- Pohjavesiputkien seurannan tulokset vko 42 2016, Geotek Oy
- Pohjavesiseuranta yhteenvetotaulukko 2011-2016, FCG. Näytteenottotiedot syyskuu 2016 asti.
- Kalasataman alueen pohjavedet ja painumat, kokousmuistio 5.9.2016
- Kalasataman alueen pohjavedet ja painumat, kokousmuistio 6.10.2016
- Kaivantovesien tarkkailuraportti 20. Kalasataman keskus (Redi). FCG suunnittelu ja tekniikka Oy, 31.10.2016.
- Kalasataman keskus, Kallioperän ruhje- ja kalliolaatukartta 1:1000. Piirustus KAT 20471-3702, Sito Oy, 22.10.2013 ja piirustus KAT 20471-3702, Sito Oy, 23.11.2011.

3 RAKENTAMISEN AIKAiset TARKKAILUT

Pohjaveden pinnankorkeuksia alueella tarkkailevat Kalasataman keskus (mittaajana Geotek Oy), Rantatien kasvu (Pohjatekniikka Oy), Helsingin kaupungin kiinteistövirasto/tonttiosasto (FCG Suunnittelu ja Tekniikka Oy) ja Helsingin kaupungin geotekninen osasto (Stara). Kalasataman keskuksen tarkkailussa on mukana 16 pohjavesiputkea ja 6 orsivesiputkea. Tarkkailu aloitettiin rakentamistoimenpiteiden alkaessa ja sitä on jatkettu koko rakentamisvaiheen ajan. Seurantatiheys on ollut 2 viikon välein. Tietyissä putkissa seurantaa on tihennetty tapahtuvaksi 1 viikon välein. Mittausta suoritetaan Taulukko 1 esitetyistä putkista. Pohjavesiputkien sijaintikartta on esitetty liitteessä 1.

Taulukko 1. Pohjavedenpinnan tarkkailupisteet, Kalasataman keskus (Geotek Oy).

Näytepiste	Tarkkailu aloitettu	Wmax (19.10.2016 asti)	Wmin (19.10.2016 asti)	Huom.
GW1	2.9.2011	1,49	0,99	Putki kuiva kesästä 2014 lähtien
GW2	2.9.2011	2,56	0,12	
3B	2.9.2011	1,04	-2,15	Selvä pinnanlasku kesästä 2015 lähtien
GW4	2.9.2011	1,57	-2,18	Selvä pinnanlasku kesästä 2015 lähtien
GW5	2.9.2011	2,76	-3,68	Merkittävä lasku marraskuussa 2015, palautunut n. tasolle 0,8 keväällä 2016
GW6 -orsi	4.11.2011	2,32	-0,95	Kesällä 2016 putki kuiva
GW6	4.11.2011	2,73	-1,85	Merkittävä pinnanlasku huhtikuu 2016
230-orsi	12.1.2000	2,94	0,51	
230	12.1.2000	2,94	0,93	
260-orsi	8.11.1978	2,60	0,54	Pinnantasoa pysynyt tasaisena
260	12.1.2000	1,81	0,45	Merkittävä pinnanlasku kesä 2016
280-orsi	12.1.2000	1,84	0,22	
280	12.1.2000	1,71	-1,98	Merkittävä pinnanlasku huhtikuu 2016
460-orsi	12.1.2000	3,10	-0,62	Pinnanlasku marraskuusta 2015 lähtien
460	12.1.2000	3,10	-0,02	
472P-orsi	30.5.2000	1,48	0,38	
472P	24.4.2000	0,82	-2,02	Merkittävä pinnanlasku huhtikuu 2016
GW10	13.2.2012	0,94	0,30	
GW11	16.2.2012	2,39	-2,91	Selvä pinnanlasku huhtikuu 2016
GW12	20.2.2012	0,50	-0,82	Tilapäisesti työmaan alla kesäkuu 2015 ->
13	1.7.2015	1,09	-1,94	Selvä pinnanlasku huhtikuu 2016
14	30.6.2015	1,94	-0,21	Selvä pinnanlasku maaliskuu 2016

Helsingin kaupungin kiinteistöviraston tonttiosasto (FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy) tarkkailee pohjaveden pinnankorkeutta sekä pohjaveden haitta-ainepitoisuuksia Suvilahden alueella Taulukko 2 esitetyistä pisteistä. Mittaus- ja näytteenottotiheys vaihtelee. Näytepisteiden sijainti on esitetty liitteessä 1.

Taulukko 2. Pohjavesiputket, joista seurataan pohjaveden pinnankorkeutta sekä haitta-ainepitoisuuksia FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy:n toimesta.

Näytepiste	Tarkkailu aloitettu	Wmax (19.10.2016 asti)	Wmin (19.10.2016 asti)	Mittausstiheys (5.2016 alkaen)
FCG01	31.5.2012	0,34	-0,69	2 krt /kk
FCG03	31.5.2012	1,1	0,36	2 krt /kk
FCG04	31.5.2012	0,34	-0,2	2 krt /kk
FCG05	8.6.2012	0,40	-0,18	2 krt /kk
FCG06	31.5.2012	0,33	-0,21	2 krt /kk
GA1102	30.5.2012	0,13	-0,53	2 krt /kk
FCG4385	30.12.2015	0,37	-0,6	2 krt /kk
GA1002A (orsivesi)	22.5.2012	0,22	-0,46	Vuonna 2016 mitattu vain 2 kertaa (maalis- huhtikuu).
GA1002B	23.5.2012	0,21	-0,18	Vuonna 2016 mitattu vain kerran (maaliskuu)
GA1003A (orsivesi)	22.5.2012	0,55	0,15	Vuonna 2016 mitattu vain kerran (maaliskuu)
GA1003B	22.5.2012	0,28	-0,29	Vuonna 2016 mitattu vain kerran (maaliskuu)
GA1005	31.10.2012	0,33	-0,37	2krt / kk

Lisäksi FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy:n toimesta tarkkaillaan pohjaveden pinnankorkeuksia Junatien ja Hermannin rantatien alueella Taulukko 3 esitetyistä pisteistä. Samoista pohjavesiputkista seurataan pohjaveden haitta-ainepitoisuuksia. Mittaus- ja näytteenottotiheys vaihtelevat. Näytepisteiden sijainti on esitetty liitteessä 1.

Taulukko 3. Pohjavesiputket, joista seurataan pohjaveden pinnankorkeuksia sekä haitta-ainepitoisuuksia FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy:n toimesta.

Näytepiste	Tarkkailu aloitettu	Wmax (7.9.2016 asti)	Wmin (7.9.2016 asti)	Mittausstiheys (5.2016 alkaen)
FCG3073	8.6.2012	0,51	-2,09	2 krt/kk
FCG4385	30.12.2015	0,37	-0,71	2 krt/kk
GW4	26.11.2015	0,13	-2,00	2 krt/kk
GW6	27.11.2015	0,32	-1,46	2 krt/kk
GW11	13.5.2016	4,74	-2,07	Mitattu touko-kesäkuu 2016
GA2023	6.6.2012	1,12	-1,67	Ei mittauksia kesäkuun 2016 jälkeen
P2	keväät 2012	0,40	-1,38	2 krt/kk
P6	6.6.2012	0,66	-1,40	2-3 krt/kk

4 POHJAVETEEN VAIKUTTAVAT RAKENTAMISTOIMENPITEET ALUEELLA

4.1 Työmaat

Kalasataman alueella on tällä hetkellä meneillään kaksi rakennushanketta, joissa kaivannot ulottuvat selvästi pohjaveden pinnan alapuolelle. Toinen on Kalasataman keskus (kauppakeskus Redi) ja toinen Koy Rantatien kasvu -niminen toimistotalokaivanto. Kaavamuutokseen kuuluvat tornitalot T7 ja T8 sijaitsevat nykyisen kauppakeskus Redin työmaan alueella. Hotelliinteistä 10593 sijoittuu nykyisten kaivantojen länsipuolelle.

Kauppakeskus Redi käsittää varsinaisen kauppakeskuksen kaivannon sekä niihin liittyvät ajotunnelien kaivannot. Lisäksi kauppakeskuksen alapuolelle on louhittu kalliopysäköintilaitos. Kauppakeskus sijaitsee lähellä meren rantaa, etäisyys mereen on noin 300 metriä. Kaivannot on pääosin louhittu kallioon. Kauppakeskuksen kaivantoa ympäröi koko piiriltä meriveden tulvakorkeuteen ulotettu vesitiivis patoseinä, joka muodostuu maapeitteisillä osilla vesitiivistä porapaaluseinästä ja kallion pinnan ollessa ylhäällä betonipadosta. Patoseinälinjassa oleva kallio on lisäksi ympäriinsä verhoinjektoitu. Porapaaluseinät toimivat myös rakennusaisina tukina ja vesitiiviinä rakenteena.

Ajotunneleista kaksi, ajotunnelit 1 ja 3 (Hermannin rantatien ajotunneli ja Junatien ajotunneli) tuettiin työn aikana vesitiiviillä pontti- sekä osin porapaaluseinällä. Tukiseinän ja kallion juuret tiivistettiin suihkuinjektoimalla. Lopullinen rakenne on vesitiivis betonitunneli, joka on nyt valmis. Kauppakeskuksen alle louhittu pysäköintilaitos on tiivistetty injektoimalla vastaamaan normaalia tiivistä kalliotilaa. Jälki-injektointia on suoritettu lokakuussa 2016.

Vettä on kaivutöiden aikana pumpattu lähinnä Junatien ajotunnelinkaivannosta kevät-talven ja syyskuun 2016 välisenä aikana. Pumppaus lopetettiin vesitiiviiden betonirakenteiden valmistuttua. Pumppausta tapahtuu lähinnä jonkin verran kallioluolasta.

Koy Rantatien kasvun kaivanto on ympäröity vesitiiviillä ponttiseinillä. Kaivannossa suoritetaan pohjaveden alennusta, kunnes kellarikerroksen vesitiiviit rakenteet ovat valmiit. Rakenteista pohjalaatta ja seinärakenteet valmistuivat marraskuun 2016 loppuun mennessä. Pumppausta vähennettiin asteittain rakenteiden valmistuessa ja pumppaus lopetettiin kokonaan vuoden 2016 loppuun mennessä. Pumppaus tapahtui kaivannon sisältä hiekkakerroksesta.

4.2 Pumppaus

Pohjavettä on rakentamisen aikana pumpattu molemmilta työmailta. Pohjaveden pumppaamisesta rakennuskaivannoista pidetään kirjaa.

Kauppakeskus Redin työmaalla poispumpatun veden määrä on vuonna 2016 vaihdellut työvaiheittain. Pienimmillään pumppausmäärät ovat olleet huhtikuussa 47 m³/kk ja viikolla 25 suurimmillaan 6568 m³/vko. Kevään ja syyskuun 2016 välisenä aikana pumppausmäärät ovat olleet keskimäärin noin 400-500 m³/vrk. Yhteensä vuonna 2016 vettä on pumpattu pois viikon 41 loppuun mennessä noin 87 000 m³. Kaivantoon on tullut tänä aikana sadevettä noin 19 000 m³.

Lokakuu 2016 lopussa ajotunnelien 1 ja 3 osalta pumppaus on lopetettu ja täyttötöyt ovat lähes valmiit. Keskukseen kaivannon pumppaustarve on vähentynyt huomattavasti. Pääkaivannon osalta pumppaustarve on noin 250 m³/viikko (noin 35 m³/vrk, tilanne 6.10.2016). Mittausten perusteella keskuksen kalliotiloihin vuotaa vettä noin 200 l/min. Noin puolet vesiä tulee arviolta avoimien kuilujen kautta pinnalta ja noin puolet kalliooperästä. Kalliotilan salaojitukset ovat valmistumassa ja jälki-injektointityöt ovat käynnissä. Kalliotilan louhinnat

ovat valmistuneet, eikä näiden osalta ole tulossa toimenpiteitä, jotka lisäisivät vuotovesien määrää.

Kalliotiloista pumpatuissa vesissä ei ole havaittu merkittäviä pitoisuuksia haitta-aineita. Pysäköintiluolasta pumpatuissa vesissä on todettu laboratorion määritysrajat ylittäviä öljyhiilivetyjen, aromaattisten hiilivetyjen, PAH-yhdisteiden, metallien sekä kokonaistypen pitoisuuksia. Pitoisuudet kuitenkin ovat täyttäneet jätevesiviemäriin johdettaville vesille asetetut laatuvaatimukset. Vesien sähkönjohtavuusmittausten perusteella osa pumpatusta vedestä voi olla peräisin merestä.

Rantatien kasvun työmaalla toukokuun ja syyskuun 2016 välisenä aikana pumppausmäärät ovat olleet noin 500 m³/vrk. Lokakuussa 2016 pumppausmäärät vähenivät ja olivat 280-380 m³/vrk. Pumppausmäärissä saattaa olla epävarmuutta, sillä kalliotilan mittarit ovat olleet ajoittain toimimattomia. Pumppaustaso kaivannossa oli 6.10.2016 -3,3. YIT:n laatiman aikataulun mukaan työt kohteella etenevät siten, että pumppaustasoa voidaan nostaa lokamarraskuun 2016 vaihteessa tasoon -2,3 ja marraskuun puolivälissä tasoon -1,3. Tämän myötä kaivannon pumppaustarve vähenee. Pumppaustarpeen pitäisi loppua vuoden 2016 loppuun mennessä.

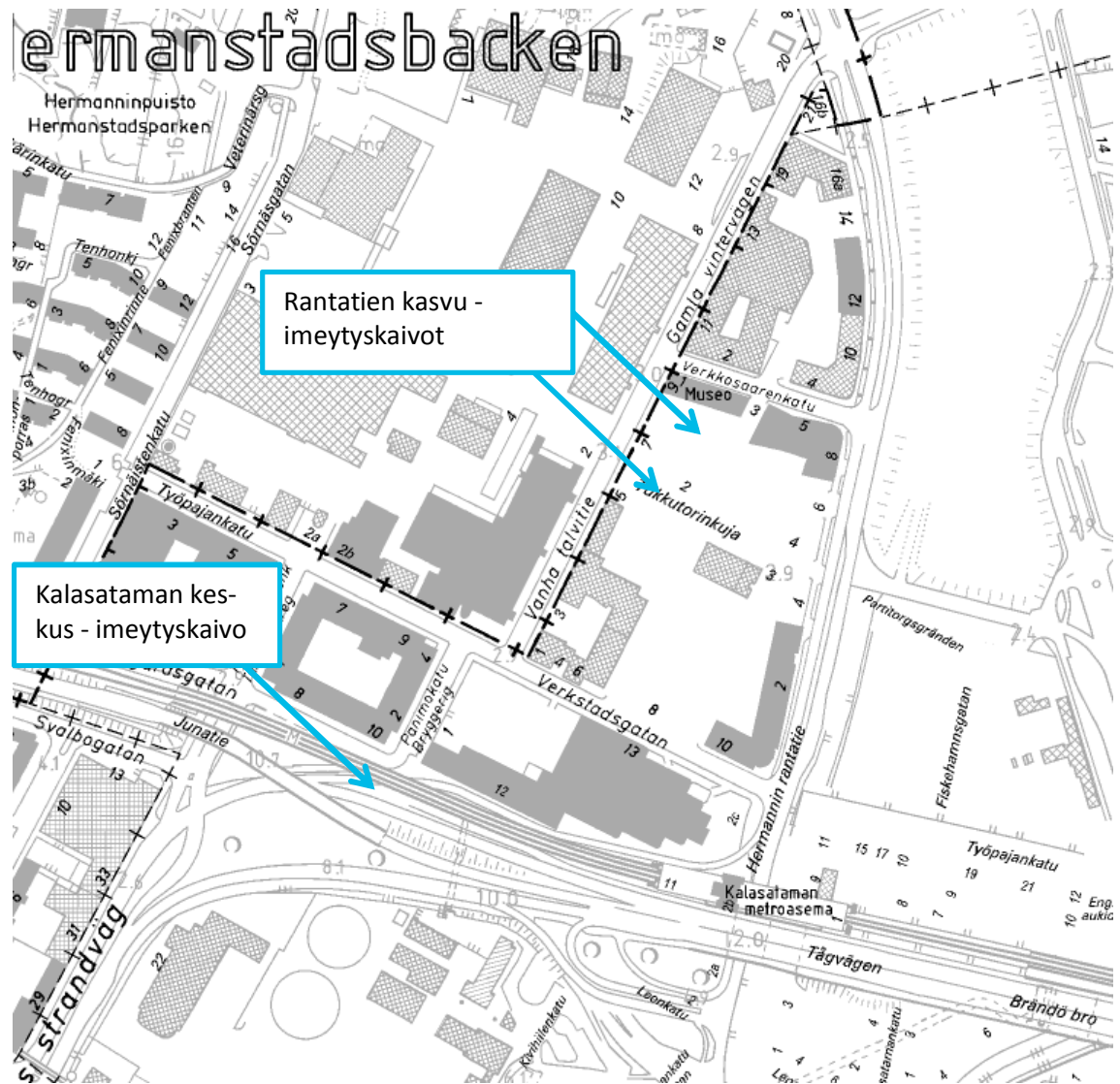
Lokakuussa 2016 Rantatien kasvun työmaalta pumpatusta vedestä otetussa vesinäytteessä todettiin laboratorion määritysrajat ylittäviä hiilivetyjakeiden C₅-C₁₀, bentseenin sekä joidenkin kloorattujen liuottimien ja metallien pitoisuuksia.

4.3 Imeytys

Alueella imeytetään pohjavettä tällä hetkellä kolmesta pisteestä (Kuva 2). Rantatien kasvun työmaalla on kaksi imeytyskaivoa ja Kalasataman keskuksen työmaalla yksi imeytyskaivo. Kalasataman keskuksen kohteessa imeytystä tapahtuu Junatien ajotunnelin länsipäässä Lautatarhankadun vieressä kaivosta, joka ulottuu hiekkakerroksiin asti. Rantatien kasvun kohteessa imeytys tapahtuu välittömästi ponttiseinän ulkopuolelta kahdesta kaivosta.

Kalasataman keskuksen imeytys alkoi 3.5.2016. Aluksi vettä imeytettiin 500-700 m³/vrk. Määriä kuitenkin vähennettiin, koska Suvilahden ja imeytyskohdan välissä todettiin olevan kalliopainanne, jonka kautta veden kulkeutuminen Suvilahden suuntaan on tietyillä pohjavedenpinnan korkeuksilla mahdollista. Suuret imeytysmäärät olisivat lisänneet riskiä haitta-aineiden kulkeutumiselle. Kesäkuusta 2016 lähtien vettä on imeytetty noin 200-350 m³/vrk. Yhteensä vettä on imeytetty viikon 41 loppuun mennessä noin 41 000 m³.

Rantatien kasvun työmaalla imeytysmäärät ovat olleet vaihdelleet huhtikuun ja marraskuun välisenä aikana viikkotasolla 150-570 m³/vrk. Keskimääriin imeytysmäärät ovat olleet noin 450 m³/vrk.



Kuva 2. Imeytyskaivojen sijainnit. Pohjakartta: Helsingin kaupungin karttapalvelu, 26.10.2016.

5 KOHTEN GEOLOGIA JA POHJAVEDEN VIRTAAUSSUUNTA

Kaava-alue sijoittuu osittain Englantilaiskallion alueelle. Kallion korkein kohta on ollut avokalliota ja noin tasolla +20. Kalliota on louhittu tulevan kauppakeskuksen alueella. Kauppakeskusalueen ympäristössä sen pohjoispuolella sekä Itäväylän eteläpuolella kallio on nykyisin melko lähellä maanpintaa. Kallion pinnantasot kaava-alueella on syvimmillään noin tasolla -15. Maanpinta Englantilaiskalliota ympäröivillä alueilla vaihtelee pääosin välillä +1,5...+10,0. Alueen pintamaa on tyypillisesti täyttömaata tai hiekkaa. Täyttömaakerroksen alapuolella on savikerros. Savikerroksen ja kallion pinnan välissä on pohjamoreenikerros. Paikoin maaperässä on myös todettu soraa tai hiekkaa. Täyttömaakerroksessa esiintyy orsivettä. Varsinainen pohjavesikerros on savikerroksen alapuolinen karkeamman maa-aineksen kerros.

Kohteen geologiaa on käsitelty tarkemmin raportissa "Pohjaveden tila 1, Golder Associates Oy, 11.8.2011".

Kalasataman alueen kaivantojen ympärillä oleva potentiaalinen pohjavesialue on noin 100 ha suuruinen. Itäpuolella aluetta rajaa meri, kauppakeskus Redin kaivannon etelä- ja lounaispuolella on kallioselänne, joka rajaa vaikutuksia Suvilahden suuntaan. Länsipuolella vedenjakajana toimii nouseva kalliopinta 300...500 metrin etäisyydellä rakennuskohteista. Pohjois-

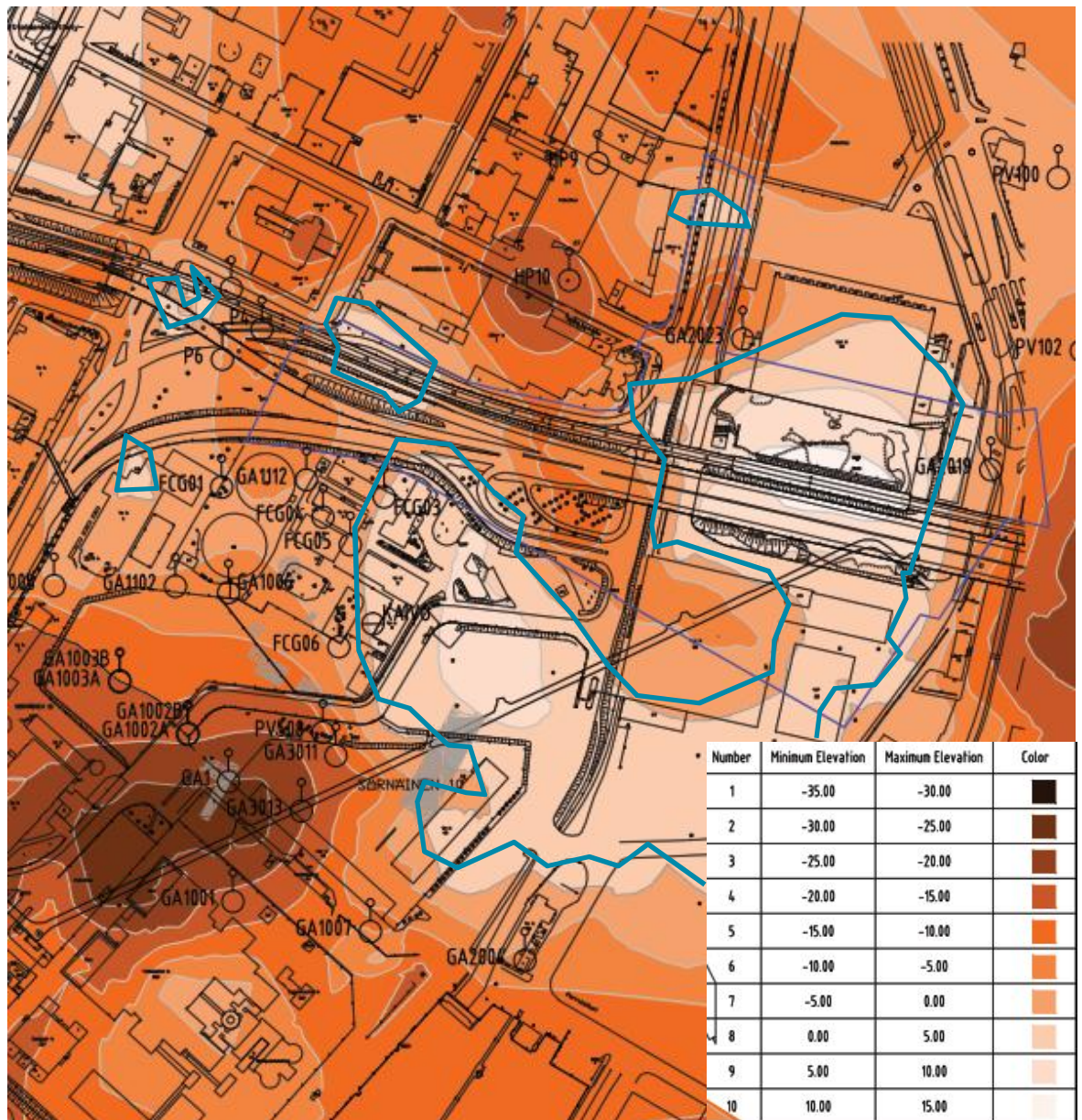
puolella käytännön vaikutukset loppunevat noin 500 metrin etäisyydelle vanhan Talvitien ja Hermannin rantatien risteyksen tasalle.

5.1 Kallion pinta ja pohjaveden virtausta rajoittavat rakenteet

Kallion pinta

Kallion pinnantaso vaihtelee Kalasataman alueella (kaava-alueella ja sen ympäristössä) runsaasti. Kalliopainanteet ovat syvimmillään tasolla -35. Ennen Kalasataman keskuksen louhintatöitä kallionpinta ulottui korkeimmillaan noin tasolle +20 Englantilaiskallion alueella. Englantilaiskallio sijaitsi kaava-alueen pohjoislaidassa, kauppakeskus Redin keskiosassa. Nykyisin kauppakeskuksen alueelta kalliokohouma on louhittu pois, ja pohjaveden virtausta rajoittavana tekijänä ovat rakennusalueelle asennetut patoseinät. Luonnollisessa, ennen louhintoja vallinneessa tilassa Englantilaiskallion alueen kalliokohouma on jatkunut yhtenäisenä pohjaveden virtausta rajoittavana kohoumana kaava-alueen eteläpuolelle ja sieltä kohti länttä Suvilahden voimalaitosalueen suuntaan. Koko tällä alueella kallio on merenpinnan tason yläpuolella. Lisäksi kaava-alueen länsireunassa sekä kaava-alueen pohjoispuolella Hermannin rantatien alueella on pienempiä kalliokohoumia, joissa kallion pinta nousee merenpinnantason yläpuolelle ja paikallisesti ohjaa pohjaveden virtausta (Kuva 3).

Kallionpinta laskee edellä kuvatun kalliokohouman alueen ulkopuolella paikoin jyrkästikin. Kalasataman keskuksen rakennuskaivannon lounais- ja koillisnurkissa kallionpinta painuu syvimmillään tasolle noin -6...-10. Kaava-alueen ympäristössä on kaksi suurempaa kalliopainannetta, joissa kallionpinta on noin tasolla -30. Toinen sijaitsee kaava-alueen itäpuolella, lähellä meren rantaa ja toinen Suvilahden eteläosassa. Lisäksi pienempi, noin tasolle -25 ulottuva painanne on kaava-alueen pohjoispuolella Työmiehenkadun alueella (Kuva 3).

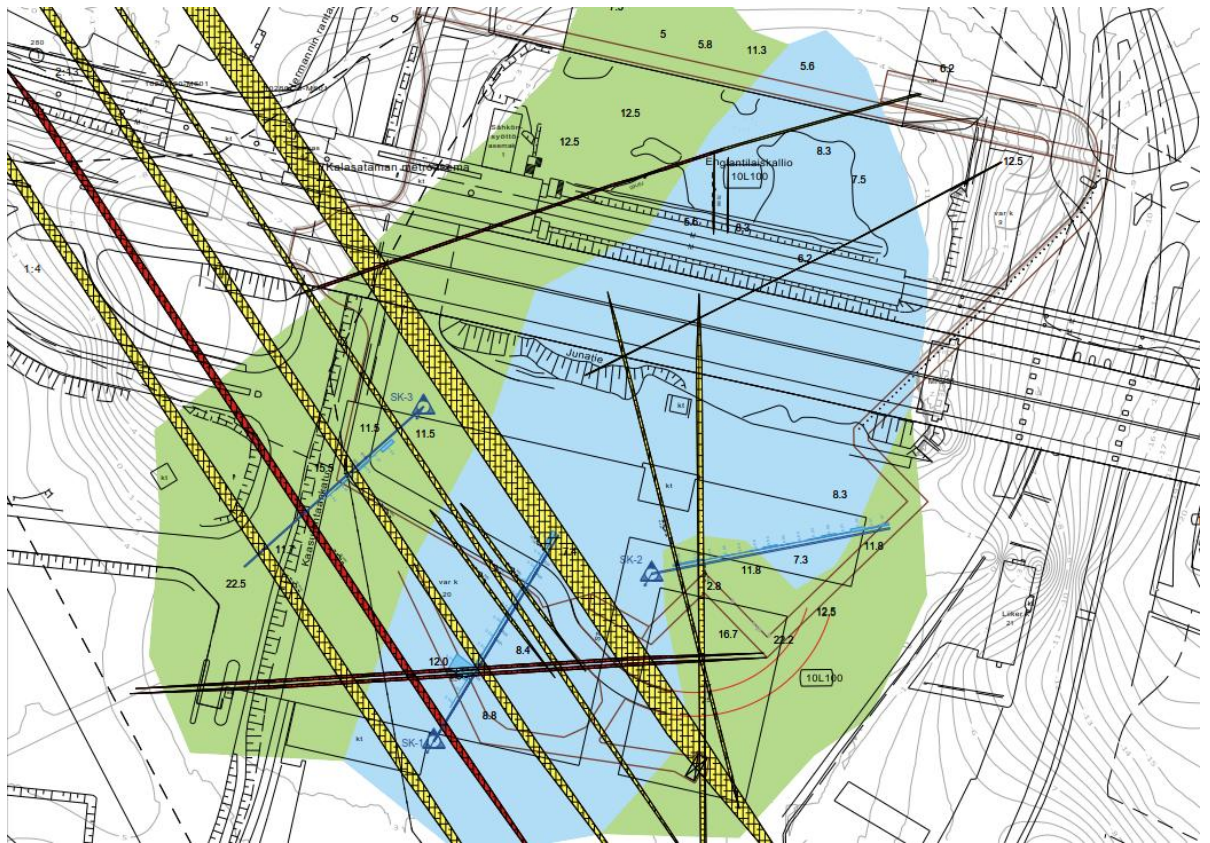


Kuva 3. Kallion pinnan taso ennen louhintatöitä. Ote liitteen G kuvasta raportista Pohjaveden tila 1, Golder Associates Oy. Vaaleilla alueilla kallion pinta on korkealla, tummissa kohdissa sijaitsee kalliopainanteita. Kuvaan on rajattu sinisellä alueet, joilla kallionpinta on merenpinnan tason yläpuolella.

Kallion heikkousvyöhykkeet

Kallioperäkarttaan on merkitty Hermannin rantatien länsipuolelle luode-kaakko -suuntainen alueellinen heikkousvyöhyke. Lisäksi Sörnäisten rantatien länsipuolella kulkee etelä-pohjoissuuntainen paikallinen heikkousvyöhyke.

Kalasataman keskuksen pysäköintilaitoksen rakentamiseen liittyvissä tutkimuksissa on kar-toitettu alueen kallioperän ruhjeisuutta ja kallion laatua (Sito 2013). Alueen poikki luode-kaakko -suunnassa kulkee kallioruhje / rikkoinaisen kiven vyöhyke (Kuva 4). Lisäksi alueella on jotain yksittäisiä pienempiä koillis-lounas, pohjois-etelä ja itä-länsisuunnassa. Aiemmissa kallioperän laadun tutkimuksissa kaava-alueen pohjoisosissa on todettu myös merkittäviä varsin heikon kiven koillis-lounas-suuntaisia vyöhykkeitä (Kuva 5).



Kuva 5. Kallioperän ruhjeisuus ja laatu. Laadultaan varsin heikon kallion alueet on merkitty punamustalla ja heikot keltaisella. Lähde: Sito, piirustus KAT20471-3702, 23.11.2011.

Pohjaveden virtausta rajoittavat rakenteet

Rakentamisen aikana asennetut patoseinät ja ponttiseinät estävät pohjaveden kulkua kaivantoihin, mutta samalla muuttavat pohjaveden luontaisia virtausreittejä. Kalasataman keskuksen kaivantoa ympäröi meriveden tulvakorkeuteen ulotettu vesitiivis patoseinä, joka muodostuu maapeitteisillä osilla vesitiiviistä porapaaluseinästä ja kallion pinnan ollessa ylhäällä betonipadosta. Ajotunnelit 1 ja 3 (Hermannin rantatien ajotunneli ja Junatien ajotunneli) tuettiin työn aikana vesitiiviillä pontti- sekä osin porapaaluseinällä. Lopullisena rakenteena on vesitiivis betonitunneli, joka on nyt valmis. Rantatien kasvun kaivanto on ympäröity vesitiiviillä ponttiseinällä työn ajaksi. Vesitiiviiden rakenteiden sijainnit näkyvät liitteenä 1 olevasta pohjaveden havaintopistekartasta.

5.2 Pohjaveden pinnantaso

Ennen Kalasataman keskuksen alueen rakentamisen aloittamista pohjaveden pinnantaso oli alueella yleisesti hieman merenpinnan tason yläpuolella. Orsi- ja pohjavedenpinta noudatteli suurimmalla osalla rakennushankkeen aluetta todennäköisesti merivedenpinnan tasoa pienellä viiveellä. Myös sadannassa tapahtuneet vaihtelut ovat vaikuttaneet pohjaveden pinnankorkeuksiin. Hermannin rantatien länsipuolella Itäväylän pohjoispuolisella osuudella vedenpinta on vaihdellut pitkällä aikavälillä Helsingin kaupungin tutkimustietojen mukaan tasovälillä noin -0,7...+1,0.

Meriveden pinnan tason arvioidaan vaikuttavan pohjaveden pinnantasoon rannan läheisyydessä. Pohjaveden pinnantason laskiessa merenpinnan tason alapuolelle pumppauksen seurauksena, saattaa mereinen vaikutus näkyä kauempana rannasta pumppausalueen suuntaan.

Pohjaveden pinnantasossa on havaittu laskua syksystä 2014 lähtien. Huhtikuussa 2016 pohjavedenpinta lähti voimakkaaseen laskuun. Pinnantaso on suurella osalla havaintopisteistä nykyisin alle 0-tason. Etenkin kaivantojen läheisyydessä pohjaveden pinta on laskenut merkittävästi. Kriittisillä alueilla, lähellä kaivantoja, pohjavedenpinta on laskenut tasolle -1...-2. Junatien suuntaisen ajotunnelin eteläpuolella oleva putki GW11 on ajoittain ollut täysin kuiva, putken alapään taso on noin -2,9. Myös Suvilahden alueen pohjavesiputkissa vedenpinnantasot ovat laskeneet, joskaan eivät yhtä voimakkaasti kuin Junatien pohjoispuolisella alueella.

Sadannasta aiheutuva imeytyminen alueella on melko vähäistä päällystettyjen pintojen vuoksi. Tehdyt imeytykset eivät ole riittäneet pohjavesitilanteen korjaamiseen. Syksy 2016 on ollut hyvin vähäsateinen ja merivedenpintakin on ollut pitkään alhaalla. Tästä johtuen pohjavedenpinnassa ei ole näkynyt vielä nousua, vaikka pumppaus kauppakeskus Redin ajotunneleiden kaivannoista lopetettiin kokonaan syyskuussa.

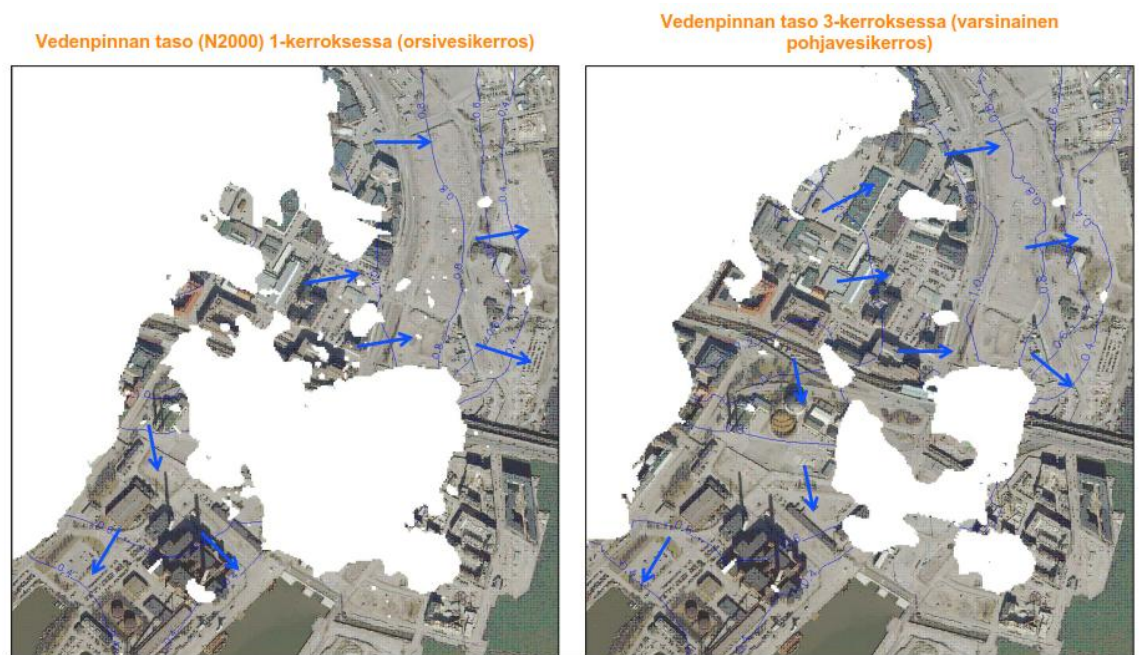
5.3 Pohjaveden virtaussuunta

Kalasataman keskuksen alueen voidaan ajatella jakautuvan orsi- ja pohjavesien osalta kahden eri osa-alueeseen. Ennen louhintatöitä Englantilaiskallio jakoi pohjavedet kallion etelä- ja pohjoispuolille. Nykyisin, kun kallio on louhittu pois, vastaava jako tapahtuu kaivannon patoseinien sijainnin mukaan. Pohjavesien kulkeutumista etelä- ja pohjoisosien välillä tapahtuu kaava-alueen länsiosissa sekä kaava-alueen länsipuolella olevaa pehmeikkölaaksoa pitkin. Kappaleessa 5.1 kuvattu kallioperän ruhjevöhyke saattaa toimia virtausreitteinä alueen halki lounaasta kohti kaakkoa.

Pohjaveden virtaussuunta alueella on pääpiirteissään luoteesta kaakkoon, eli kohti merta. Kallionpinnan korkeimmat kohdat sekä rakennetut vettä pidättävät rakenteet kuitenkin ohjaavat virtausta ja aiheuttavat paikallista vaihtelua. Kalliokynnykset toimivat vedenjakajina

muuttaen virtaussuuntia. Kaava-alueella ja sen eteläpuolella sijaitseva suurehko kalliokohouma on vaikuttanut kaava-alueen luoteispuolelta virtaavien vesien suuntaan. Pohjaveden virtaussuuntia mallinnettiin syksyllä 2016 (Pöyry). Mallinnusten perusteella ennen rakentamista vallinneessa tilassa pohjaveden virtaussuunta Itäväylän pohjoispuolisilla alueilla oli kohti itää tai itäkoillista. Kaava-alueen länsipuolella pohjaveden virtaus suuntautui kallioalueen länsipuolitse kohti etelää tai eteläkaakkoa (Kuva 6). Virtaussuunnat orsivesikerroksessa vastasivat kutakuinkin pohjavesikerroksen virtaussuuntia.

Suvilahden pohjoiselta alueelta pohjaveden arvioidaan virtaavan etelään-kaakkoon. Pohjavedentila 1 raportissa pohjaveden gradientti arvioitiin kuitenkin pieneksi ja virtaussuunnan muutokset (luonnollisista syistä ja/tai kaivu- ja louhintatöiden vuoksi) mahdolliseksi. Haitta-aineiden kulkeutumista rakennusalueelle pidettiin mahdollisena riskinä. Kauppakeskus Redin kaivannosta pumpatuissa vesissä ei kuitenkaan ole todettu merkittäviä haitta-ainepitoisuuksia.



Kuva 6. Pohjaveden virtausmalli kalibroitu ennen rakentamista vallinneeseen keskimääräiseen tilanteeseen. Kuva: Kalasatama, pohjaveden virtausmallinnus, tulosten esittely 5.9.2016, Pöyry)

Rakennusalueen paalutukset ja vesitiiviit rakenteet vaikuttavat osaltaan pohjaveden virtaukseen. Patorakenteiden kohdalla pohjaveden virtaus ohjautuu kyseisen alueen kallionpinnan muotojen perusteella patorakenteen sivuitse. Työmaa-alueen pohjoispuolelta virtaus ohjautuu kohti itää sekä työmaa-alueen länsipuolitse kohti etelää.

Pohjaveden pinnantason lasku on paikallisesti vaikuttanut pohjaveden virtaussuuntiin, virtauksen suuntautuessa kohti matalampana olevaa pohjaveden pintaa kaivantojen läheisyydessä. Pohjaveden virtaus Suvilahden alueelle on todennäköisesti vähentynyt, kun kaava-alueen luoteispuolelta virtaavasta pohjavedestä osa on suuntautunut kohti kaivantoja. Pohjaveden pinnantasot ovat Junatien pohjoispuolella alempana kuin Suvilahdessa.

6 HAITTA-AINEET POHJAVEDESSÄ

Alueen pohjavedessä on monin paikoin todettu haitta-aineita. Alueen pohjaveden haitta-ainepitoisuuksia on tarkasteltu eri tutkimusten yhteydessä vuodesta 2000 lähtien. Kaava-alueen suhteen merkittävimmät haitta-aineet sijaitsevat Suvilahden pohjoisella alueella, erityisesti kaasulaitosalueella. Haitta-aineet ovat peräisin alueella sijainneesta kaasulaitostoituksesta ja sen ohessa toimineista bentseenitehtaista. Merkittävimmät haitta-aineet ovat haihtuvat hiilivedyt, BTEX-yhdisteet sekä naftaleeni, jotka voivat kulkeutua helposti pohjaveden virtauksen mukana ja jotka voivat haihtua vedestä esimerkiksi kaivannoissa.

Itäväylän pohjoispuolella korttelin 10281 kohdalla on ollut tetrakloorieteenillä pilaantunut alue, jolla on tehty maaperän kunnostusta ja pohjaveden pumppausta vuosina 2001-2002. Tältä alueelta on arvioitu kulkeutuneen kloorattuja liuottimia Itäväylän eteläpuolelle. Lisäksi pumppauksen ollessa käynnissä on mahdollista, että pohjavettä on virrannut myös Suvilahden puolelta Itäväylän pohjoispuolelle. Klooratut liuottimet kulkeutuvat vettä raskaampina kallion pinnan tasolle tai kallioperän ruhjeisiin. On mahdollista, että liuottimia esiintyy omalla faasinaan esim. kallion pinnan tasolla taskuissa tai kallioperän ruhjeissa.

Muita Kalasataman kaava-alueen ympäristössä esiintyviä haitta-aineita ovat öljyhiilivedyt, PAH-yhdisteet, syanidi ja fenolit.

Vedenlaatua ja haitta-aineiden liikkumista pohjaveden mukana seurataan liitteen 2 kartassa esitetyistä pisteistä (FCG). Yhteenveto analyysituloksista on esitetty liitteessä 3. Analyysitietojen perusteella ei ole havaittavissa selvää haitta-aineiden leviämistä rakentamisen aikaisen pohjaveden pinnanmuutosten seurauksena. Kloorattuja liuottimia ei esimerkiksi ole levinnyt uusien havaintopisteiden alueelle. Pitoisuusvaihtelut putkissa ovat olleet melko suuria koko tarkkailun ajan (vuodesta 2012). Vedenlaatua ja kloorattujen liuottimien liikkumista seurataan edelleen.

Seurannan aikana todettavissa seuraavaa vaihtelua pitoisuuksissa:

- Suvilahden pohjoisosassa putkessa FCG01 bentseeni ja naftaleenipitoisuudet ovat hieman nousseet kesäkuussa 2016
- Naftaleenin pitoisuudet olivat huhtikuussa 2016 koholla putkissa ja FCG06
- Putkessa FA1002A bentseenin ja naftaleenipitoisuudet olivat tavallista korkeammat maaliskuussa 2016, mutta olivat huhtikuussa palautuneet aiemmalle tasolle.
- Putkessa FCG01 vinyylidikloridin ja dikloorieteenin pitoisuudet kävivät hieman tavallista korkeammalla kesäkuussa alussa 2016, mutta olivat jo kesäkuun lopulla 2016 palautuneet aikaisemmalle tasolle
- Putkessa FCG01 tri- ja tetrakloorieteenin pitoisuudet ovat vuoden 2016 aikana olleet laskussa
- Putkessa GA1005 vinyylidikloridin ja dikloorieteenin pitoisuudet olivat lievästi koholla huhtikuussa 2016
- Putkessa GA1102 vinyylidikloridin ja dikloorieteenin pitoisuudet ovat vuonna 2016 olleet aiempaa alhaisemmat.
- Putkissa P2 ja P6 ei ole tapahtunut merkittävää muutosta pitoisuuksissa. Putkessa P2 vinyylidikloridin ja dikloorieteenin pitoisuudet olivat aiempaa korkeammat marraskuussa 2015. Elokuussa 2016 pitoisuudet olivat aiemmalla tasolla, mutta tri- ja tetrakloorieteenin pitoisuudet olivat korkeammat.

Kaavamuutosalueella hotellin kiinteistöllä 10593 on aiemmin sijainnut pohjavesiputki FCG3072. Keväästä 2016 lähtien putki on ollut sepelin alla. Haitta-ainepitoisuudet pohjavedessä ovat olleet alhaisia. Putkessa FCG3072 on todettu pieniä pitoisuuksia kloorattuja liuotimia (dikloorieteenit, tri- ja tetrakloorieteenit), bentseeniä ja bensiinijakeita.

Pohjavesipinnan lasku on hankaloittanut pohjaveden kunnostustöitä Suvilahden alueella.

7 TOIMENPITEET POHJAVESITILANTEEN PARANTAMISEKSI

Kohteella suoritettu pohjaveden imeytys ei ole toiminut toivotulla tavalla, eivätkä pohjaveden pinnantasot ole imeytyksestä huolimatta lähteneet nousemaan. Tilanteen selvittämiseksi laadittiin pohjaveden virtausmallinnus (Kalasatama, pohjaveden virtausmallinnus, tulosten esittely 5.9.2016, Pöry).

Virtausmallinnuksella selvitettiin verifiointisimulaatioiden avulla, kuinka nykyisillä imeytysmäärillä pohjaveden pinnantasojen tulisi alueella nousta, mikäli imeytys toimisi toivotulla tavalla. Mallinnustulosten perusteella todettiin, ettei todellisuudessa mitatut pohjaveden pinnantasot vastaa simulaation tuloksia. Ero voi johtua seuraavista tekijöistä:

- 1) Irtomaapeitteen (pohjavesikerros) hydraulinen johtavuus imeytyskaivon läheisyydessä on todellisuudessa huomattavasti korkeampi kuin virtausmallin kalibroinnissa käytetty K-arvo (4,5 m/d)
- 2) Imeytettävä vesi virtaa imeytyskaivon välittömässä läheisyydessä sijaitsevaan kuivattavaan rakenteeseen (joka ei ole tiedossa)
- 3) Imeytys ei kohdistu savikerroksen alaiseen varsinaiseen pohjavesikerrokseen, vaan vesi "karkaa" orsivesikerrokseen.

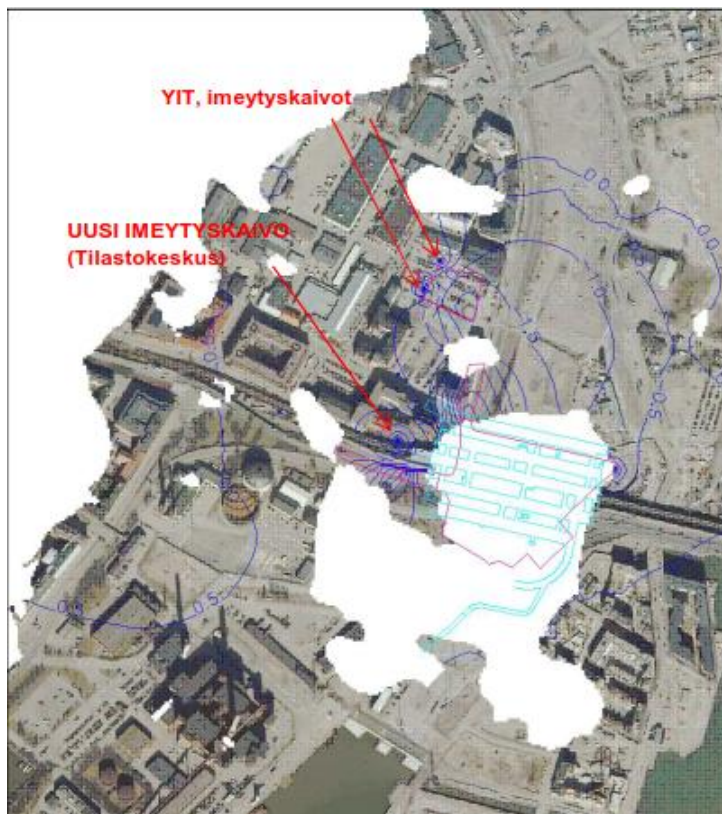
Lautatarhankadulla sijaitsevan Kalasataman keskuksen imeytyspisteen osalta todennäköisin vaihtoehto on imeytettävän veden karkaaminen orsivesikerrokseen. Mahdollisesti imeytyskaivo ei läpäise savikerrosta. Rantatien kasvun alueella imeytetyt vedet kulkeutuvat pääsääntöisesti takaisin kaivantoon.

Virtausmallisimulaatioiden perusteella pohjaveden pinnan tasoa ei voida ylläpitää nykyisellä imeytysjärjestelmällä, mikäli pohjaveden suotautuminen kaivantoihin jatkuu. Vaikka pääosa pohjaveden pumppauksesta on lopetettu vuoden 2016 loppuun mennessä, kestää pohjavedenpinnan nousu luonnollisen korvautumisen kautta kauan. Pohjaveden pinnantason ylläpitämiseksi/nostamiseksi rakentamista edeltäneelle tasolle olisi tehostettava savikerroksen alapuoliseen irtomaakerrokseen kohdistuvaa imeyttämistä.

Virtausmallinnuksen perusteella selvitettiin mahdollista uutta imeytyskaivon paikkaa Tilastokeskuksen kiinteistöllä sekä mahdollisia imeytettäviä vesimääriä (Pöry, 5.9.2016). Virtausmallinnuksen perusteella uuteen imeytyspisteeseen voidaan imeyttää vettä noin 200 m³/vkr (Kuva 7). Suuremmat imeytysmäärät muuttavat pohjaveden virtaussuuntaa alueella.

Vesijohtoveden imeyttäminen pohjaveteen on suunniteltu aloitettavaksi Tilastokeskuksen kiinteistön eteläpuolella Lautatarhankadun ja rakennuksen välisellä nurmialueella. Uudelleen ELY-keskukselle ja Helsingin kaupungin ympäristökeskukselle on laadittu selvitys Kalasataman pohjavesitilanteesta ja heiltä on pyydetty hyväksyntää imeytyssuunnitelmille. Sijoituslupaa on haettu tontin omistajalta. Imeytyskaivon asentaminen voidaan aloittaa heti kun luvat on saatu. Imeytystä on suunniteltu jatkettavaksi siihen asti, kunnes tilanne alueella korjaantuu myös orsiveden osalta. Tämän jälkeen harkitaan vuosittain imeytyksen jatkamistar-

vetta. Suunnitelman mukaan imeytyksen vaikutuksia tullaan seuraamaan nykyisen pohjaveden pinnan havaintoverkon avulla ja mittaamalla maahan syötettävä vesimäärä.



Kuva 7. Tasapainotilan simulaatio (steady-state) tilanteessa, jossa YIT:n imeytyskaivoista (Rantatien kasvu) imeytetään noin $430 \text{ m}^3/\text{vrk}$ ja uudesta imeytyskaivosta $200 \text{ m}^3/\text{vrk}$. (Kuva Pöyry)

8 YHTEENVETO

Tämä pohjavesiselvitys on laadittu Kalasataman keskus 2 (tornitalot T7 ja T8, kortteli 10593 ja katualueet) asemakaavamuutosta varten. Selvityksen tarkoituksena on koota yhteen Kalasataman alueen pohjaveteen ja sen tilaan liittyvä tieto.

Kalasataman alueella on meneillään kaksi rakennushanketta, joissa kaivannot ulottuvat selvästi pohjaveden pinnan alapuolelle. Toinen on Kalasataman keskuksen (kauppakeskus Redi) hanke ja toinen Rantatien kasvu -niminen toimistotalokaivanto. Kaivannoista on jouduttu rakennustöiden aikana pumppaamaan pois pohjavettä. Alueen pohjaveden pinnantasossa on havaittu laskua syksystä 2014 lähtien. Huhtikuussa 2016 pohjavedenpinta lähti voimakkaaseen laskuun. Pinnantasoli suurella osalla havaintopisteistä lokakuussa 2016 alle 0-tason. Etenkin kaivantojen läheisyydessä pohjaveden pinta on laskenut merkittävästi. Sadannasta aiheutuva imeytyminen alueella on melko vähäistä päällystettyjen pintojen vuoksi. Tähän asti tehdyt imeytykset eivät ole riittäneet pohjavesitilanteen korjaamiseen.

Rakennusalueen porapaaluseinät ja vesitiiviit rakenteet vaikuttavat osaltaan pohjaveden virtaukseen. Patorakenteiden kohdalla pohjaveden virtaus ohjautuu kyseisen alueen kallionpinnan muotojen perusteella patorakenteen sivuitse. Työmaa-alueen pohjoispuolelta virtaus ohjautuu kohti itää, työmaa-alueen länsipuolitse kohti etelää. Pohjaveden pinnantasolasku on paikallisesti vaikuttanut pohjaveden virtaussuuntaan, virtauksen suuntautuessa kohti matalampana olevaa pohjaveden pintaa kaivantojen läheisyydessä. Pohjaveden virtaus Suvilah-

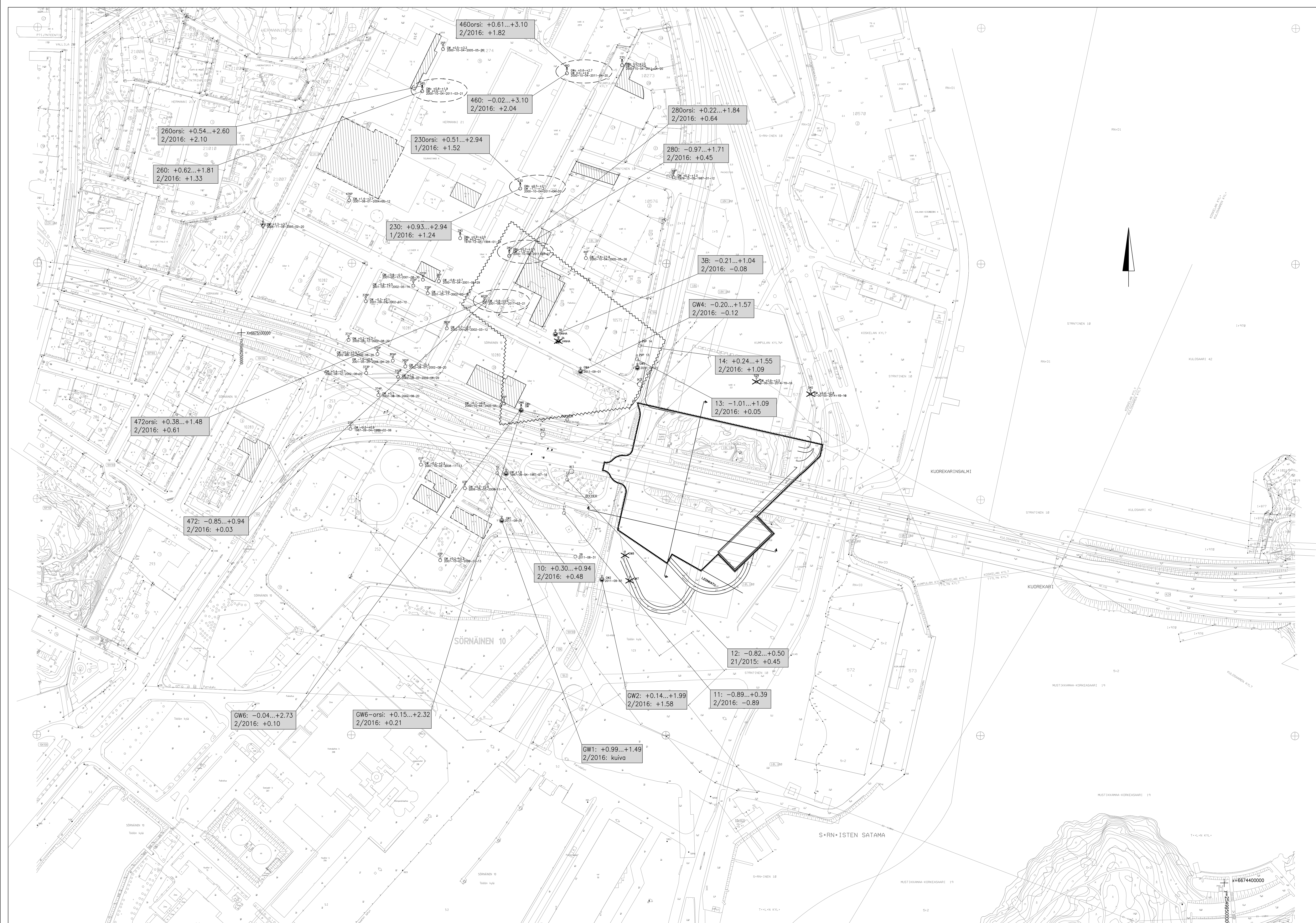
den alueelle on todennäköisesti vähentynyt. Pohjaveden pinnantasot ovat Junatien pohjoispuolella yleisesti alempana kuin Suvilahdessa.

Pohjaveden analyysitietojen perusteella ei ole havaittavissa selvää haitta-aineiden leviämistä rakentamisen aikaisten pohjaveden pinnanmuutosten seurauksena.

Alueella on suunniteltu aloitettavaksi vesijohtoveden imeyttäminen pohjaveteen uudesta imeytyskaivosta Tilastokeskuksen kiinteistöllä. Uudenmaan ELY-keskukselle ja Helsingin kaupungin ympäristökeskukselle on laadittu selvitys Kalasataman pohjavesitilanteesta ja heiltä on pyydetty hyväksyntää imeytyssuunnitelmille. Imeytystä on suunniteltu jatkettavaksi siihen saakka, kunnes tilanne pohja- ja orsiveden osalta alueella korjaantuu. Tämän jälkeen harkitaan vuosittain imeytyksen jatkamistarvetta. Suunnitelman mukaan imeytyksen vaikutuksia tullaan seuraamaan nykyisen pohjaveden pinnan havaintoverkon avulla ja mittaamalla maahan syötettävä vesimäärä.

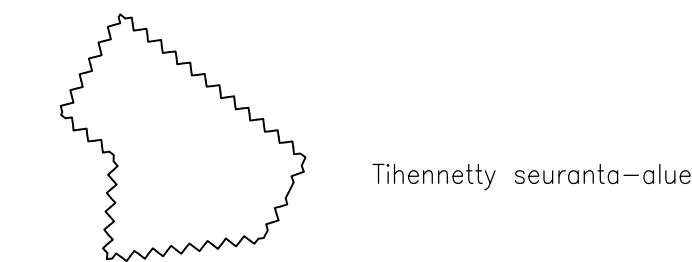
LIITE 1

POHJAVEDEN PINNANTARKKAILUN HAVAINTOPISTEET
(Geotek Oy, FCG Suunnittelu ja Tekniikka)
VESITIIVIIDEN RAKENTEIDEN SIJAINTI



14: -0.24...+1.55
2/2016: +1.09

Pv-putken 14 vesipinnan vaihtelu havaintojaksolla
Viimeisin mittaushavainto vko 2/2016



IK1
Imeytyskaivon sijainti

460
Gw0 +0.6...+2.7
GW 0.0...+2.6
2000-10-04-2011-04-20

Katkaviivalla ympäröity, havaintoja tänä vuonna 2011

Puupaalutettu rakennus Hki Geo karttojen mukaan
Mahdollisesti, puupaalutettu rakennus Hki Geo karttojen mukaan

Orsivesiputki
GW1...8 Uudet pohjajaveden tarkkailuputket ja lisäksi uudet putket S29 ja S40

1
Painumatarkkailupiste ja sen numero (ks. rev H)

Tuhoutunut pohjajaveden tarkkailuputki

I	Täydennetty havaintojakson mittaus tulokset kartalle.	26.01.2016	A.Keski-Opas	O.Arkima
H	Hermannin rantatien alitunnelin AT 1 rakentamiseen liittyen on laadittu enilliset Hermannin rantatien ja Työpaikakadun piirustukset 20.7.1991 ja 11.6.1991, joissa on esitetty painumatarkkailupisteet. Tästä kartasta on poistettu vanhat Työpaikakadun ja Verkkosaarenkadun seuranta-pisteet.	19.10.2015	A.Keski-Opas	O.Arkima
G	Tehyke putket S29 ja S40 tuhoutuneet	07.08.2015	A.Keski-Opas	O.Arkima
F	Lisätyt uudet putket PVP13 ja PVP14	18.06.2015	A.Keski-Opas	O.Arkima
E	Kartta päivitetty tuhoutuneilla pv-putkilla	16.06.2015	A.Keski-Opas	O.Arkima
D	Lisätyt GW10-GW12 ja painumatarkkailupisteille uudet paikat	14.02.2012	A.Keski-Opas	O.Arkima
C	Lisätyt GW7 ja GW8	11.01.2012	A.Keski-Opas	O.Arkima
B	Lisätyt lupatunnus ja painumatarkkailupisteet	28.11.2011	A.Keski-Opas	O.Arkima
A	Lisätyt GW6 ja tarkennettu puupaalutettuja rakennuksia	27.10.2011	A.Keski-Opas	R.Niinimäki

KAUPUNGIN KAUPUNKI
RAKENNUSVIRASTO

Katu- ja puisto-osasto
PL 1515, Kasarmikatu 21
00009 HELSINKI KAUPUNKI

p. (09) 310 1661 f. (09) 310 38328
www.hki.fi
geotekninen@hki.fi

KAUPUNGIN OSA-ALUE
10. Sörnäinen

LUPATUNNUS
10-2576-11-A

KALASATAMAN KESKUS

Pohjajavedenhallintasuunnitelma
Pohjavesiputket, kartta

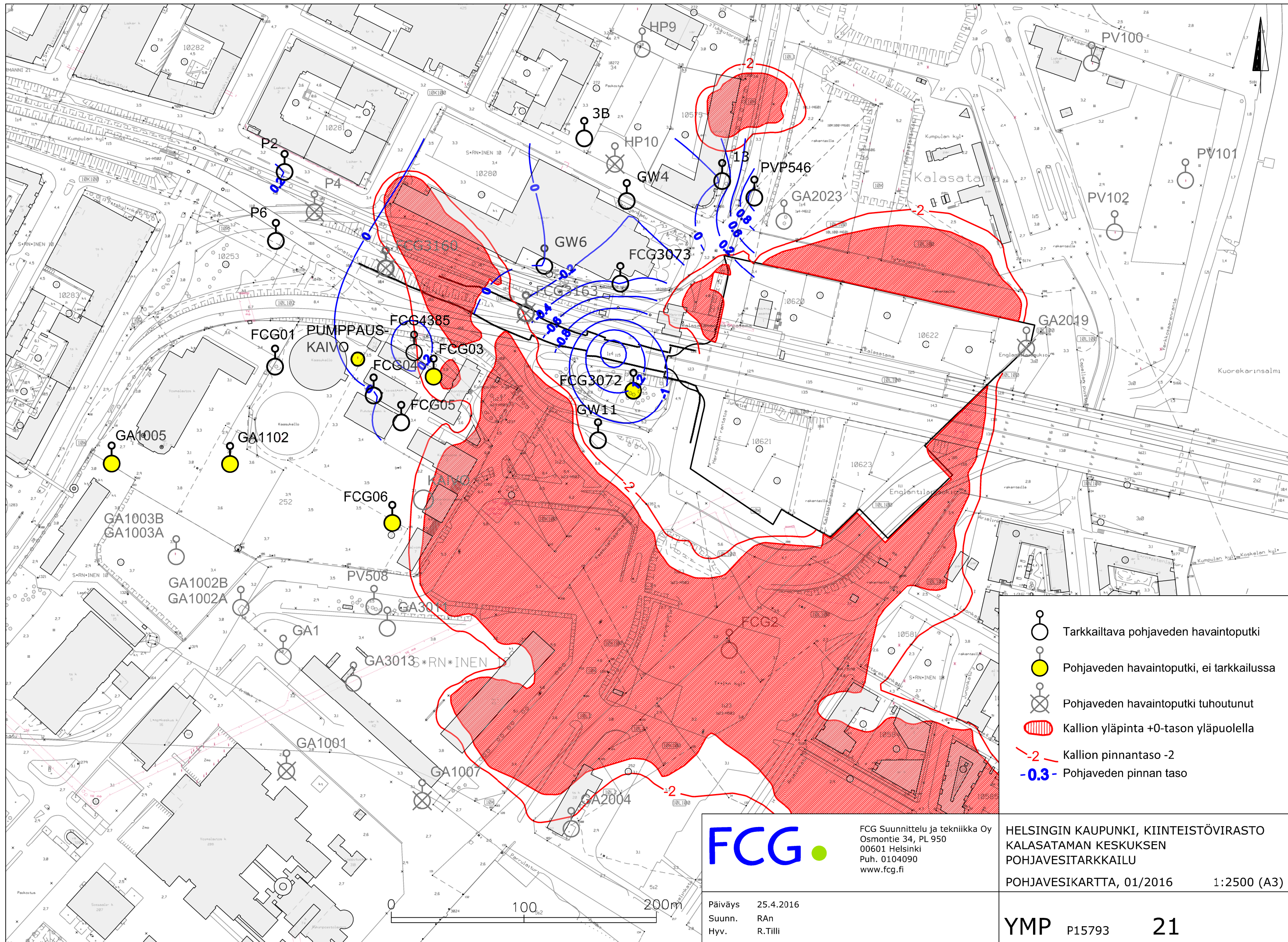
MK	LIITTYVÄ	NRO	KHS	
1:2000	KORVAA		YTLK	
KORVATTU	TASAKOORDINAATTO:		HYV.	
ASEMAKAAVA	ETRS-GK25		TARK.	
LIKENNES.	KORKEUSJÄRJESTELMÄ:		LAAT.	
	N2000			

HELSINGIN KAUPUNKI KINTEISTÖVIRASTO geotekninen	GEOTEKNINEN OSASTO PL 2000, KOKKONEN HELSINKI KAUPUNKI www.geotekninen.fi 01013010	GEON PROJEKTINUMERO 11666 / 532	TARK.
		PVM.	HYV.
		27.10.2011	Risto Niinimäki

SRV	Sito Oy Tietäjantie 14, 02130 ESPOO Puh. 020 747 6000, Fax 020 747 6001	HYV.	8.8.2011	O. Niemi	TYÖN JA PIIRUSTUKSEN NO
		TARK.	8.8.2011	O. Arkima	GEO 20471_1511
		LAAT.	8.8.2011	A. Keski-Opas	

Site_1_Pohjavesiputket_kartta.dwg

SITO_kalasatama_ka_1c.dwg



-  Tarkkailtava pohjaveden havaintoputki
-  Pohjaveden havaintoputki, ei tarkkailussa
-  Pohjaveden havaintoputki tuhoutunut
-  Kallion yläpinta +0-tason yläpuolella
-  -2 Kallion pinnantaso -2
-  -0.3 Pohjaveden pinnan taso

FCG

FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy
Osmontie 34, PL 950
00601 Helsinki
Puh. 0104090
www.fcg.fi

HELSINGIN KAUPUNKI, KIINTEISTÖVIRASTO
KALASATAMAN KESKUKSEN
POHJAVESITARKKAILU

POHJAVESIKARTTA, 01/2016 1:2500 (A3)

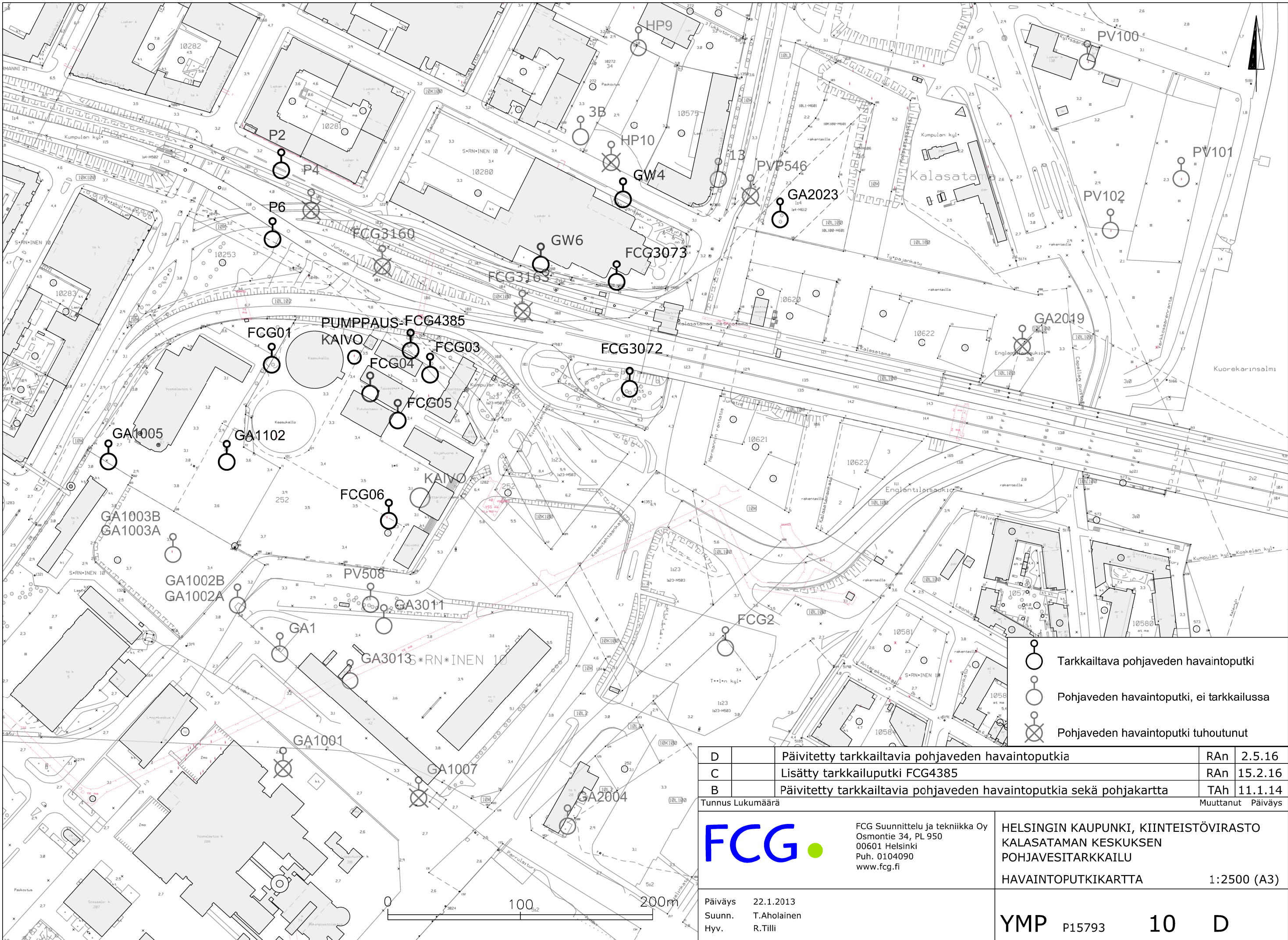
Päiväys 25.4.2016
Suunn. RAn
Hyv. R.Tilli

YMP P15793

21

LIITE 2

HAITTA-AINESEURANNAN HAVAINTOPISTEET (FCG Suunnittelu ja Tekniikka)



D	Päivitetty tarkkailtavia pohjaveden havaintoputkia	RAn	2.5.16
C	Lisätty tarkkailuputki FCG4385	RAn	15.2.16
B	Päivitetty tarkkailtavia pohjaveden havaintoputkia sekä pohjakartta	TAh	11.1.14
Tunnus Lukumäärä		Muuttanut Päiväys	
FCG FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy Osmontie 34, PL 950 00601 Helsinki Puh. 0104090 www.fcg.fi		HELSINGIN KAUPUNKI, KIINTEISTÖVIRASTO KALASATAMAN KESKUKSEN POHJAVESITARKKAILU HAVAINTOPUTKIKARTTA 1:2500 (A3)	
Päiväys 22.1.2013 Suunn. T.Aholainen Hyv. R.Tilli		YMP P15793 10 D	

LIITE 3

HAITTA-AINEPITOISUUKSIEN YHTEENVETOTAULUKKO (FCG Suunnittelu ja Tekniikka)

\\srfs16\Kaupunkiteknillika\Projektit\2011\KAU20471_Kalliasaman_keskus_ETRS_GK25\4_Suunnittelu\11_Ymparistoservitys\pohjavesien hallintasuunnitelma\Lahtsaineisto\Kopio P15793 Pohjavesiseuranta yhteenvetotaulukko 20112016

\\srfses16\Kaupunkiteknikka\Projektit\2011\KALU20471_Kalasataman_keskus_ETRS_GK25\4_Suunnitelu\11_Ymparistoseelvitys\pohjavesien hallintasuunnitelma\Lahdaaineisto\Kopio P15793 Pohjavesiseuranta-yhteenvetotaulukko 2011\2016

\\srfes16\Kaupunkitekniikka\Projektit\2011\KAU20471_Kaasataman_keskus_ETRS_GK25\4_Suunnittelu\11_Ymparistoservitys\pohjavesien hallintasuunnitelma\Lahtolaineisto\Kopio P15793 Pohjavesiseuranta_yhteenvetotaulukko_20112016