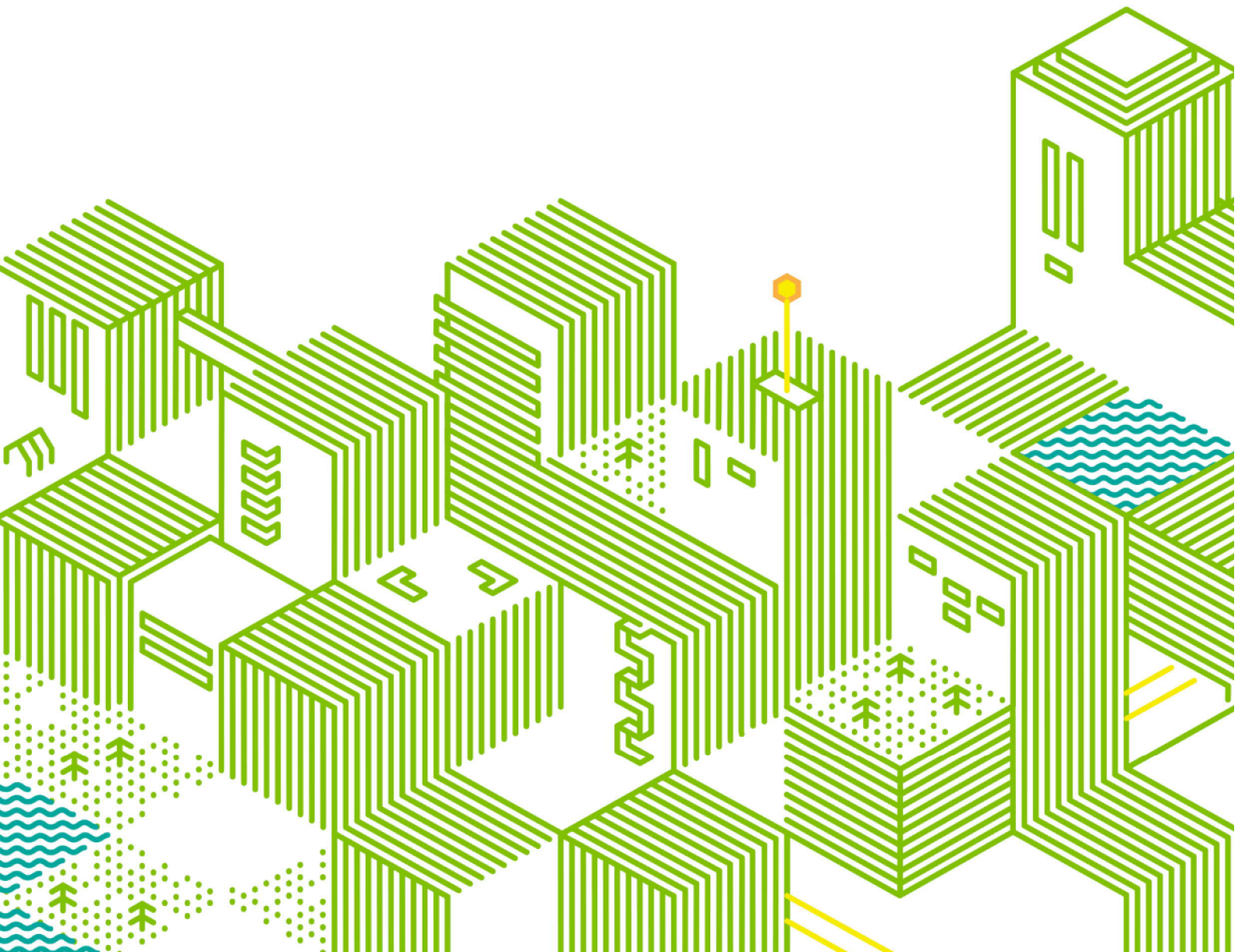


# SITOWISE

HELSINKI  
*garden*

Päiväys 11.2.2019 (Rev 1)  
Projekti Helsinki Garden

Alustava selvitys: pohjaveden hallinta ja pohjaveden huomioon ottaminen suunnitelmaratkaisuissa



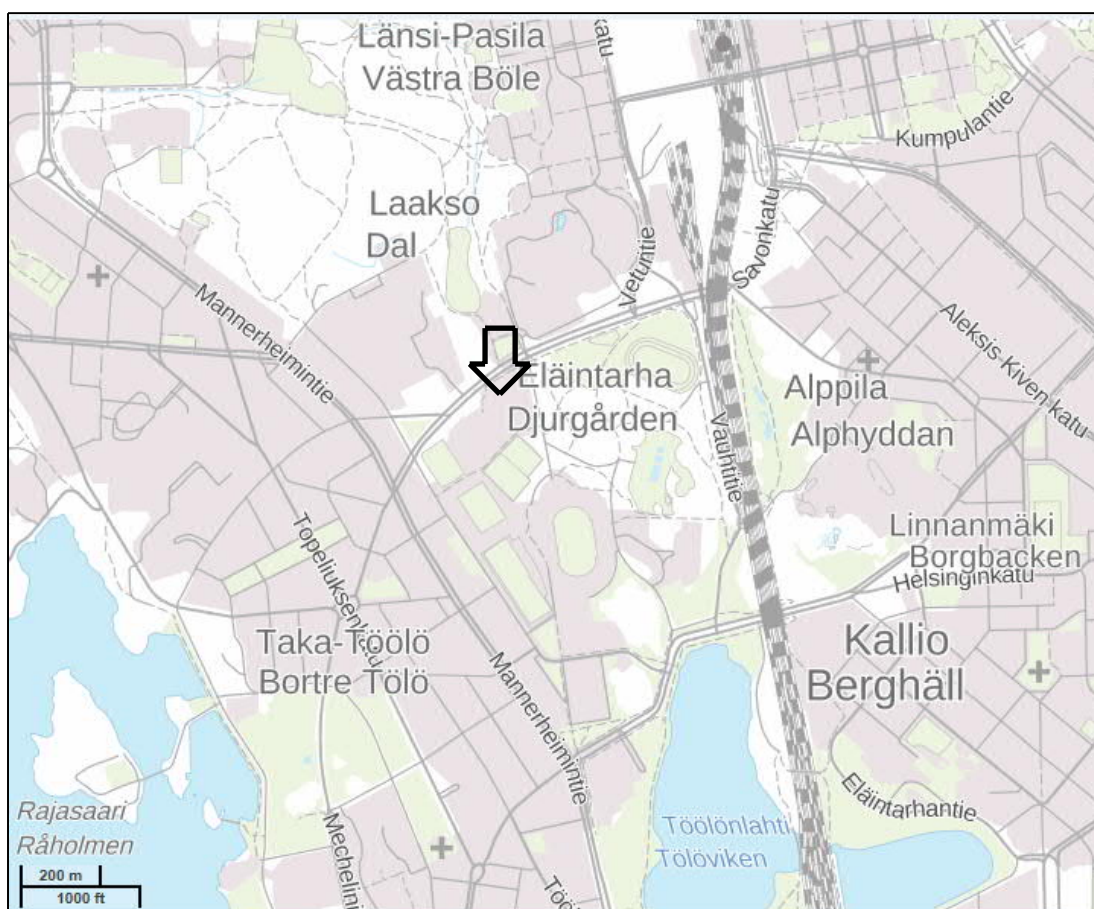
## Sisällys

1	Taustaa .....	2
2	Suunniteltu maanalainen rakentaminen.....	3
3	Pohjavedenhallinnan tausta ja tavoitteet .....	4
4	Pohjaveden hallintaa tukeva aineisto .....	5
4.1	Lähtötiedot.....	5
5	Nykytilanne pohjavedenhallinnan näkökulmasta .....	5
5.1	Maaperä.....	5
5.2	Kallioperä .....	6
5.3	Pohjavesi .....	8
5.3.1	Pohjaveden virtaussuunta ja pinnantasot .....	8
5.3.2	Orsivesi.....	11
5.3.3	Pohjaveden muodostuminen.....	12
5.4	Kalliokaivot.....	13
5.5	Olemassa olevat maanalaiset kalliotilat .....	13
6	Ympäröivä rakennuskanta .....	15
7	Toimenpiteet haitallisten pohjavesivaikutusten ehkäisemiseksi suunnittelualueella .....	18
8	Pohjavedenhallinnan suunnittelu ja jatkotoimenpiteet .....	18
8.1	Pohjaveden hallinnan suunnittelu .....	18
8.1.1	Pohjavesien seurantaohjelman suunnittelu .....	19
8.2	Jatkotoimenpiteet.....	19
8.2.1	Uudet havaintoputket ja kaivonpaikkatutkimukset.....	19
8.2.2	Pohjavesitarkkailu .....	19
8.2.3	Pohjaveden virtausmalli.....	19
9	Alustava vaikutusarvio.....	19
9.1	Toiminnan aikaiset vaikutukset .....	19
10	Yhteenveto .....	23
Liite 1	Kallionpinnan korkeustasot	
Liite 2	Pohjaveden pinnantasohavainnot	
Liite 3	Tutkimusohjelma	
Liite 4	Esi-injektioinnin havainnekuva	

## 1 Taustaa

Helsingin nykyisen jäähallin ympäristöön on suunnitteilla Helsinki Garden -kiinteistökokonaisuus, jonka on suunniteltu muodostuvan tapahtuma-areenoista, liike- ja palvelutiloista, asunnoista, toimistoista ja pysäköintihalleista. Kohteen sijainti on esitetty kuvassa 1. Kokonaisuudesta yli puolet on arvioitu sijoitettavan maanpinnan alapuolelle. Kohteelle laadittiin pohjatutkimusraportti (Sito Oy, 9.2.2017) osana Helsinki Garden -hankkeen hankesuunnitelmaa.

Tämä yleissuunnitelmavaiheen ja -tason pohjavesiselvitys on toteutettu Sitowise oy:ssä Projektilla GH oy:n toimeksiannosta. Sitowise oy:ssä selvityksestä vastasivat Esa Kallio ja Maiju Juntunen. Suunnittelutyöryhmään kuuluivat myös Jannis Mikkola ja Tuomas Jokela (kalliotilat), Petteri Kronqvist ja Mikko Riikonen (geotekniikka) sekä Timo Nikulainen (hulevedet).



Kuva 1. Helsinki Garden hankealueen sijainti Helsingin Taka-Töölön kaupunginosassa (karttapohja: [www.paikkatietoikkuna.fi](http://www.paikkatietoikkuna.fi), viitattu 22.1.2018).

Suunnittelualue ei sijoitu ympäristöhallinnon luokittlemalla pohjavesialueella. Lähin luokiteltu pohjavesialue (Santahamina, pohjavesialueen tunnus 0109103) sijaitsee lähes 8 kilometrin etäisyydellä suunnittelualueen kaakkoispuolella.

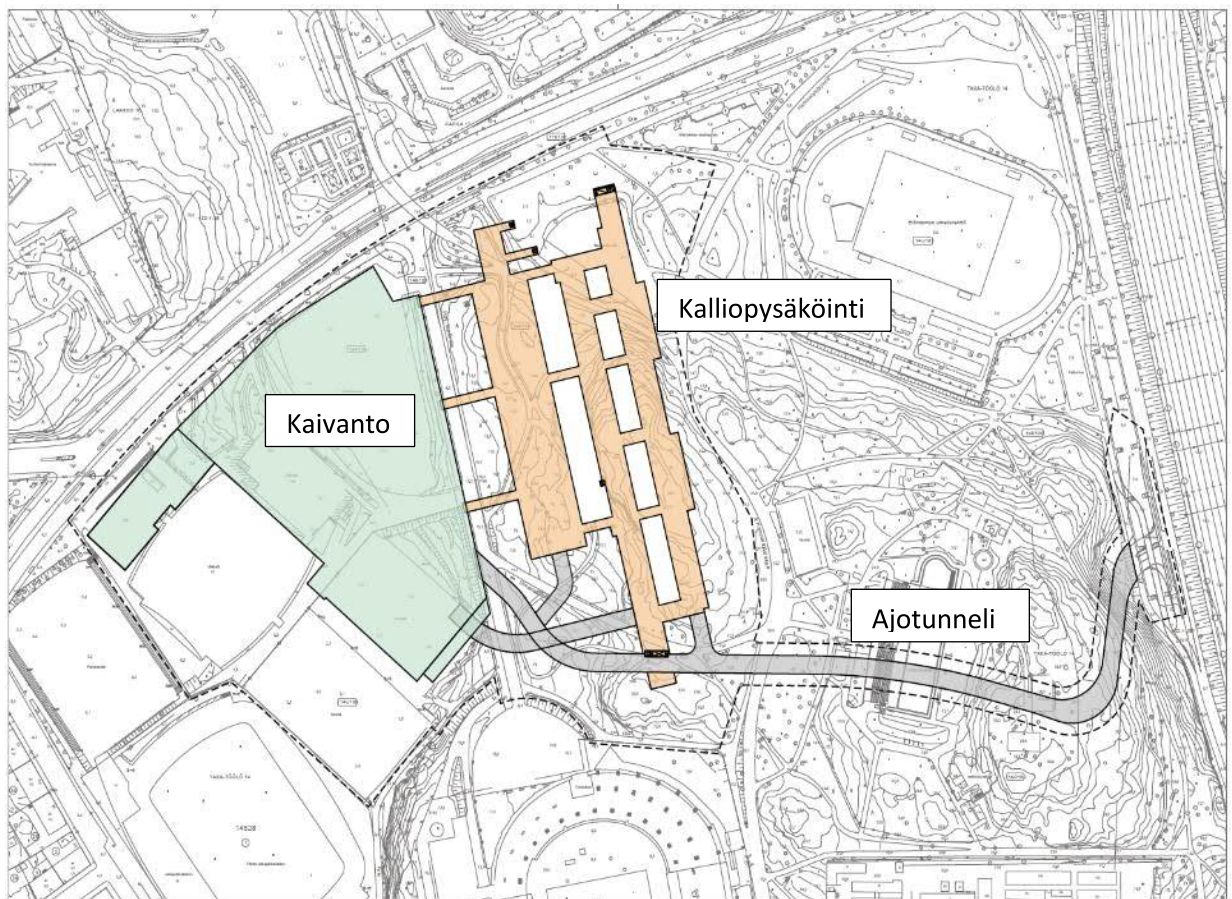
Kaikki tässä raportissa mainitut korkeustasot ovat N2000-järjestelmän mukaisia korkeustasoja.



## 2 Suunniteltu maanalainen rakentaminen

Hankealueelle on suunniteltu laajasti maanalaisia tiloja (kuva 11). Hankealueen länsiosaan on suunniteltu varsinainen Areenan alue ("Kaivanto"). Maanpinnan korkeustaso on +5...-10 m ja maakerrosten paksuus suurimmillaan n. 15-20 m. Kallioavolouhintaa tehdään tasolle n. -22,4 saakka. Kaivannon itäpuolelle on suunniteltu maanalainen kalliotila, joka koostuu pysäköintihalleista ja harjoitushallista. Pohjan louhintataso on n. -23,7. Kalliopysäköintialueelle ja Kaivantoon johtaa ajotunneli, jonka kokonaispituus on noin 665 m. Ajotunnelin pohjan louhintataso vaihtelee välillä +7...-22,4.

Suunniteltujen tilojen sijainnit on esitetty alla olevassa kuvassa (Kuva 1) ja tilavuus ym. tietoja seuraavassa taulukossa (Taulukko 1).



Kuva 2. Suunniteltujen maanalaisten tilojen sijainti.



Taulukko 1. Suunnitellun maanalaisen rakentamisen tietoja.

Tila	Pinta-ala	Tilavuus	Muita tietoja
Kaivanto	n. 32 500 m <sup>2</sup>	n. 0,9 Mm <sup>3</sup>	
Kalliopysäköinti	n. 21 500 m <sup>2</sup>	n. 230 000 m <sup>3</sup>	<u>Pysäköintihallit:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>- pituus 283 ja 256 m</li> <li>- leveys 17,4-22,9 m</li> <li>- korkeus 12,9-13,7</li> </ul>
			<u>Harjoitushalli:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>- pituus 181 m</li> <li>- leveys n. 38,4 m</li> </ul>
Ajotunnelit			Pituus yhteensä n. 665m

### 3 Pohjavedenhallinnan tausta ja tavoitteet

Pohjaveden hallinnan tärkein tavoite on estää sekä rakentamisen, että käytön aikaiset pohjaveden pinnan alenemat. Suunnittelualueelta ei ole ollut käytettävissä riittävät kattavaa ja pitkiä aikasarjoja pohjavesihavainnoista, että alueen pohjavesienhallinnan suunnittelussa olisi pystytty huomioimaan eurokoodien SFS-EN 1997-2 liitteen C vaatimukset.

Pohjaveden hallintatoimenpiteiden ensisijaisena tavoitteena on estää sekä kohteen rakentamisen että käytön aikaiset pohjaveden pinnan tasoon tai painetasoon kohdistuvat vaikutukset. Vaikutuksella tarkoitetaan sellaista pohjaveden pinnan tason tai painetason muutosta toisin sanoen laskua tai nousua, josta joko suoraan tai välillisesti saattaa aiheutua haittavaikutuksia.

Hyvin usein kalliorakentamisen yhteydessä kalliopohjavesi saattaa yksittäisessä tarkkailupisteessä laskea jopa pysyvästi. Hyvin harvoin tästä kuitenkaan aiheutuu minkäänlaisia haittavaikutuksia. Haittavaikutuksia saattaa sen sijaan aiheutua, mikäli kalliopohjaveden pinnan tason laskun seurauksena myös maapohjaveden pinnan taso laskee. Ensisijaisesti siis maapohjaveden pinnan tason laskusta saattaa aiheutua haitallisia vaikutuksia.

Rakennetussa ympäristössä tapahtuvasta maapohjaveden pinnan tason laskusta aiheutuvista haittavaikutuksista yleisin on piha- ja tiealueiden, maanvaraisina perustettujen rakennusten tai rakenteiden painumariskin kasvaminen. Lisäksi puupaalujen varaan perustettujen rakennusten tai rakenteiden osalta riskinä on puupaalujen kuivuminen ja lahoaminen pohjaveden pinnan tason laskiessa.

Pohjaveden pinnan tason noususta saattaa aiheutua vaurioita sellaisille rakenteille, joita ei ole suunniteltu märkiin olosuhteisiin. Lisäksi pohjaveden pinnan tason nousu saattaa aiheuttaa kuivatusjärjestelmien kuormittumista ja pahimmassa, tosin lähinnä teoreettisessa tapauksessa veden tulvimista.

Pohjaveden laskun suhteen herkkiä ovat ensisijaisesti sellaiset alueet, joilla irtomaapeite sisältää merkittävässä määrin koheesiomaalajeja, kuten savea tai silttiä. Lisäksi irtomaapeitteen tulee olla

osittain tai kokonaan pohjaveden kyllästämä, muussa tapauksessa alue ei ole nimenomaisesti pohjaveden pinnan tason laskun suhteen herkkä. Tällaisten hydrogeologisilta olosuhteiltaan herkkien alueiden tunnistaminen ja rajaaminen on ollut pohjaveden hallinnan suunnittelun lähtökohtana.

Hydrogeologisilta olosuhteiltaan herkkien alueiden tunnistaminen ja rajaaminen on perustunut lähinnä pohjaveden pinnan havaintoihin, sekä maa- ja kallioperäkairauksiin. Pohjaveden pinnan tason laskeminen hydrogeologisilta olosuhteiltaan herkällä alueella ei välttämättä sinänsä ole haitallista, vaan ainoastaan siinä tapauksessa, että alueella sijaitsee rakennuksia tai rakenteita jotka ovat nk. riskiperusteisia (esim. puupaalut, maanvaraiset perustukset).

Pohjaveden pinnan tason muutosten todentaminen ja pohjaveden välityksellä tapahtuvien haitallisten vaikutusten ehkäiseminen edellyttää, että käytettävissä on alueellisesti kattava pohjaveden pinnan tason havaintoverkosto. Lisäksi pohjaveden pinnan tason ajallisen tarkkailutiheyden tulee olla riittävä, jotta mahdolliset muutokset havaitaan ajoissa.

## 4 Pohjaveden hallintaa tukeva aineisto

Pohjaveden hallintaa tukevalla aineistoilla tarkoitetaan kaikkea sitä joko olemassa olevaa lähtöaineistoa tai suunnittelutyön edetessä kertynyttä tutkimustietoa, jota on käytetty pohjavesiolosuhteiden nykytilan selvittämiseksi ja pohjaveteen kohdistuvien vaikutusten tai pohjaveden välityksellä tapahtuvien haittavaikutusten selvittämiseksi. Pohjaveden hallintaa tukevista aineistoista kaikkein tärkeimpiä ovat olemassa olevat pohjavedenpinnan aikasarjat, maanpinnan korkeusmalli ja kairaustiedot. Näiden tietojen avulla kyetään määrittämään mm. irtomaapeitteen paksuus, maalajit, kalliopinnan taso ja pohjaveden kyllästämisen irtomaapeitteen paksuus.

Tässä työssä käytiin läpi olemassa oleva tieto suunnittelualueen pohjavedestä ja maa- ja kallioperästä sekä alustavat rakennussuunnitelmat. Tietojen perusteella määritettiin pohjaveden nykyinen virtauskuva sekä tunnistettiin virtauskuvaan vaikuttavat tekijät. Lähtötietojen perusteella pyrittiin tunnistamaan Garden-hankkeen mahdollisia pohjavesivaikutuksia, määriteltiin toimenpiteet pohjaveden hallintatoimenpiteiksi sekä tunnistettiin jatkoselvitystarpeita. Työn tarkastelutaso vastaa yleissuunnitelmatasoa.

### 4.1 Lähtötiedot

Alueen maaperä-, kallioperä- ja pohjavesitietoja haettiin julkisesti saatavilla olevista lähteistä, mm. Helsingin kaupungin karttapalvelusta, Soili-palvelusta ja Hertta-tietokannasta. Lähtötietoina käytettiin myös hankkeelle aiemmin laadittua Pohjatutkimusraporttia (Sito Oy, 9.2.2017).

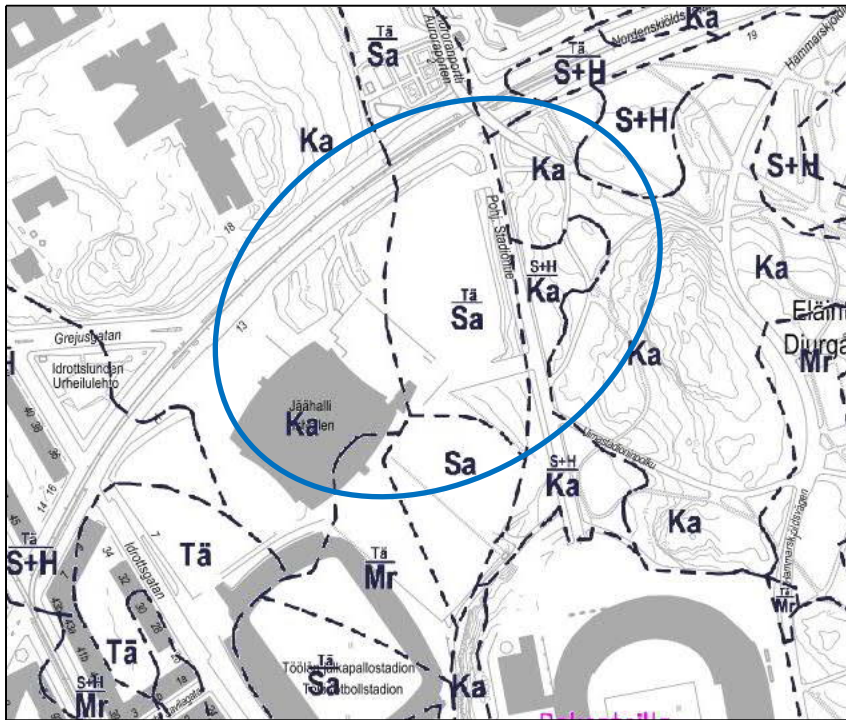
Pohjavesivaikutusten arvioinnissa on käytetty hanketietoina joulukuussa 2017 tiedossa ollutta suunnittelutilannetta. Suunnittelun edetessä suunnitelmat tulevat tarkentumaan ja muutoksia hankealueessa saattaa tapahtua. Tehtävillä muutoksilla voi olla vaikutusta tässä selvityksessä arvioituihin pohjavesivaikutuksiin. Lähtötietoina käytetyt hankesuunnitelmat on kuvattu luvussa 6.

## 5 Nykytilanne pohjaveden hallinnan näkökulmasta

### 5.1 Maaperä

Helsingin kaupungin geoteknisen kartan perusteella hankealue sijaitsee pääosin kallioalueella (Kuva 3). Hankealueen länsiosassa (nykyisen jäähallin alue) ja itäosassa (suunniteltu pysäköintihallin alue) kallionpinta on lähellä maanpintaa. Alueen halki kulkee pohjois-eteläsuuntainen laaksopainanne, jossa maaperä on pääosin savea. Monin paikoin saven päällä on täyttömaakerros. Hankealueella

tehtyjen pohjatutkimusten perusteella nykyisen jäähallin pysäköintialueella (laaksopainanteen alueella) maaperän pintaosassa on noin 1,5...4 metrin paksuinen kitkamaista rakennettu täyttökerros, jonka alla on noin 2...9 metrin kerros savea (pääosin liejuista lihavaa / laihaa savea). Savikerroksen ja kallionpinnan välissä on tiivistettään ja paksuudeltaan vaihteleva noin 0,5...8,5 metrin paksuinen kerros hiekkamoreenia / soraista hiekkamoreenia. Pysäköintialue on tasaista asfalttipintaista aluetta, jossa maanpinnan korkeus vaihtelee noin tasoilla +6...+7,5.



Kuva 3. Geotekninen maaperäkarta (www.kartta.hel.fi, viitattu 16.1.2018). Hankealueen likimääräinen sijainti merkitty karttaan sinisellä ympyrällä.

Pysäköintialueen eteläpuolella sijaitsevan suunnittelualan osa on nykyisin viher- ja urheilukenttääluetta. Maanpinnan korkeus nousee melko jyrkästi itään päin noin tasolta +3 tasolle +10,6. Täyttökerroksen alla on noin 8-10 metrin paksuinen savikerros, jonka alla on noin 3...6 m pohjamoreenia ennen kallionpintaa.

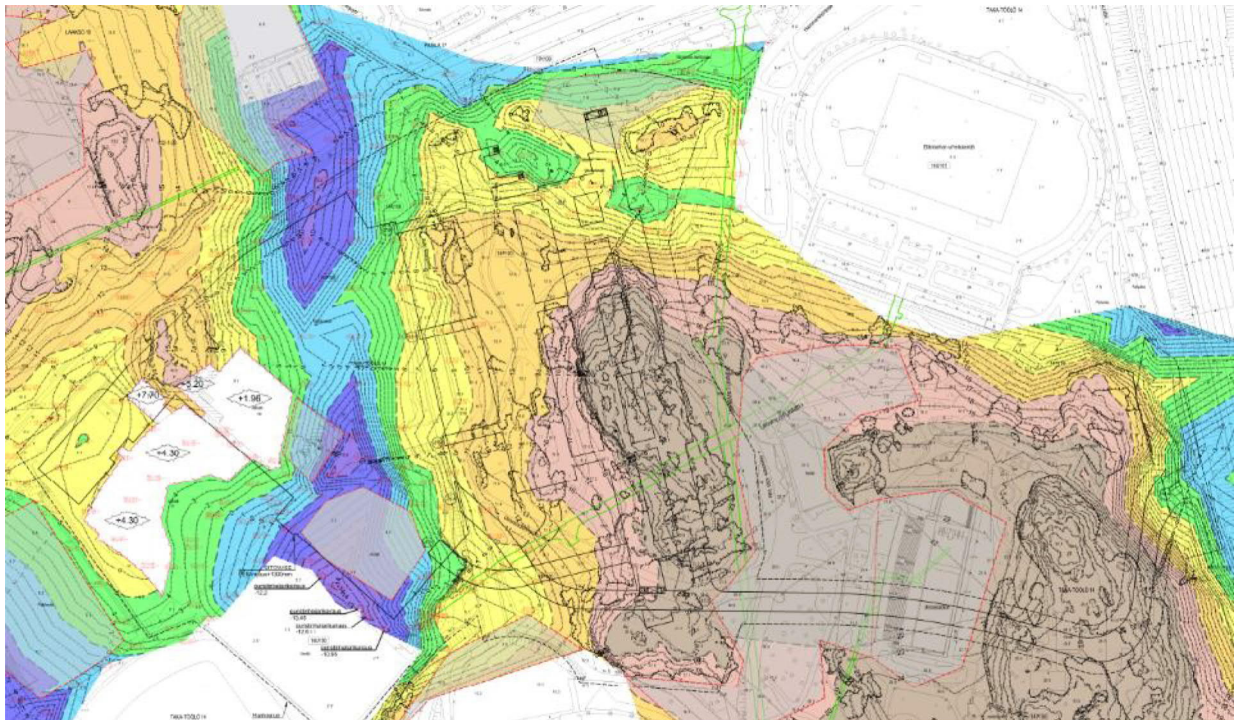
## 5.2 Kallioperä

Kaivantoalueen kallioperän korkeusasema vaihtelee tämän hetkisten tietojen perusteella välillä -11...+27 (Kuva 3 ja liite 1). Korkeimmillaan kalliopinta on Eläintarhan puoleisella mäellä, josta kalliopinta lähtee osittain laskemaan portaittaisesti kohti jäähallia. Mäki on suurimmaksi osaksi avokalliota tai vain hyvin ohuen maakerroksen peittämää. Kalliopinta laskee hyvin jyrkästi Pohjoisen Stadiontien länsipuolella olevan paikoitusalueen ja pallokentän kohdalla ainakin tasolle -13,5 (todellinen korkeusasema osittain epävarma), kohoten taas hieman loivemmin jäähallia päin mentäessä. Kalliopinnan topografiaan muodostuu edellä mainitussa kohtaa pohjois-eteläsuuntainen kallionotkelma.

Nykyinen jäähalli on rakennettu "kallioniemekkeeseen", joka työntyy Laakson sairaalan alueelta. Jäähallin alueella luonnollisen kallionpinnan korkein kohta (n. +15) sijoittuu jäähallin ja Nordenskiöld-



dinkadun välissä olevalle avokalliolle. Nykyisen jäähallin ja myöhemmin rakennettujen lisärakennusten kohdilla on tehty tasauslouhintoja joiden tasot vaihtelevat +1,9...+7,7 välillä. Suunnittelualueen länsi-lounaispuolella kallionpinta laskee uudelleen. Jäähallin ja Urheilukadun välissä kallionpinnan korkeusasema on epävarma. Urheilukadulle tultaessa kallionpinta laskee ainakin tasolle -9. Kalliopintaan muodostuu Urheilukadun suuntainen painanne, joka ei näyttäisi olevan yhtä tarkasti rajautuva kuin Pohjoisen Stadionintien viereinen painanne. Tutkimusten perusteella mallinnettu kalliopinnan topografia on esitetty värianomaliakarttana seuraavassa kuvassa (Kuva 4) ja liitteessä 1.

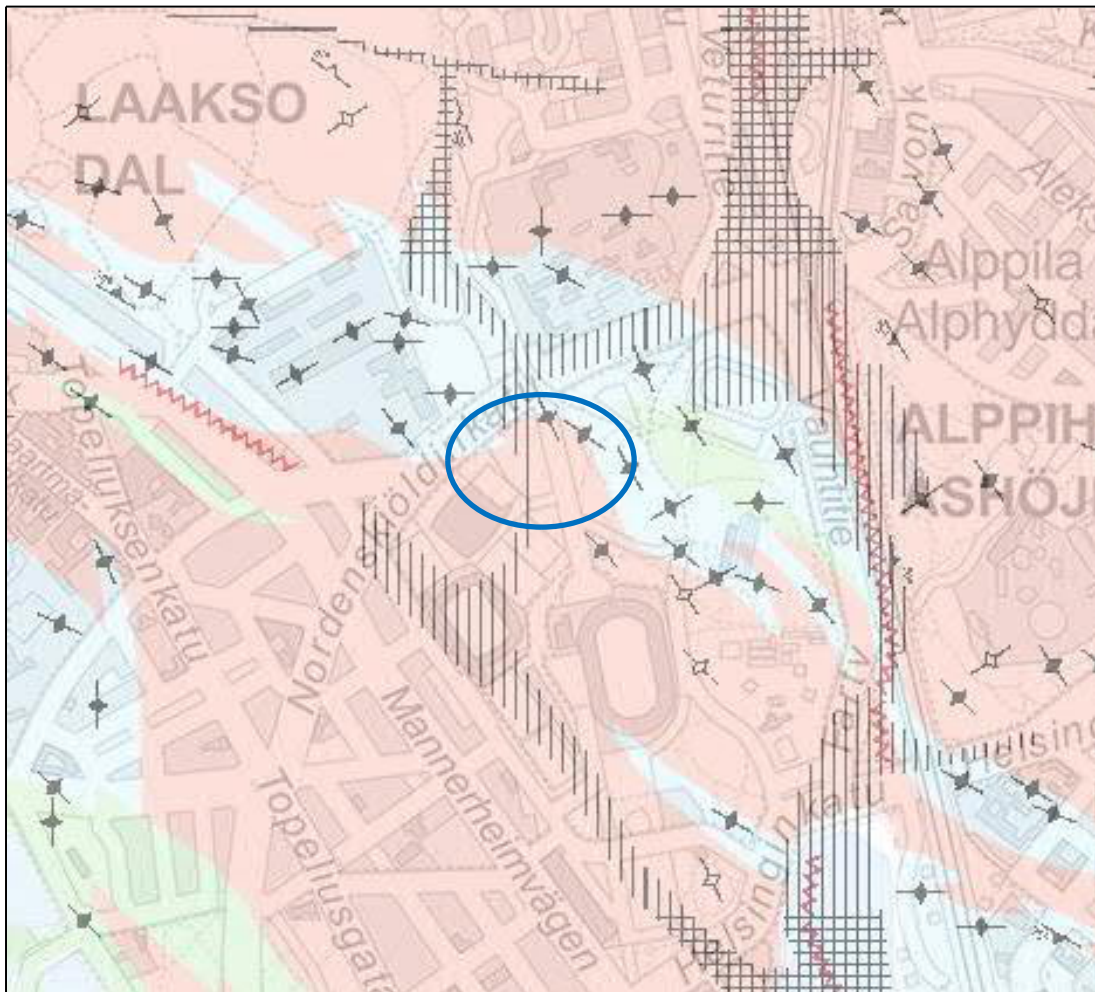


Kuva 4. Kallionpinnan mallinnettu topografia.

Edellä kuvatut painanteet on merkitty geoteknisillä kartoilla ruhjevyöhykkeiksi (Kuva 5). Hankealueen halki kulkeva etelä-pohjoissuuntainen ruhjevyöhyke kulkee Keskuspuistoa pitkin Laakson alueelta jäähallin ja Eläintarhanmäen välissä olevaa aluetta etelään, kaartuen hieman Olympiastadionin luoteispuolelle. Toinen, luode-koillissuuntainen ruhje kulkee pääosin Urheilukadun suuntaisesti, osittain mm. Saharan kentän alitse. Arvio ruhjevyöhykkeen leveydestä vaihtelevat välillä 30...100 m. Ruhjevyöhykkeet on tulkittu yhdistyvän toisiinsa Töölön jalkapallostadionin kohdalla. Ruhjeiden vedenjohtavuudesta ei ole mitattua tietoa.

Edellä esitettyjen ruhjevyöhykkeiden lisäksi suunnittelualueella tai sen läheisyydessä on tiedossa vain muutamia paikallisia kapeampia (leveys 1-5 m) kallioperän heikkousvyöhykkeitä. Näitä on mm. Olympiastadionin alueella, nykyisen Jäähallin kohdalla sekä Eläintarhan puoleisella mäellä.

Suunnittelualueen itäpuolella, Pasilan ratapihan alueelta etelään Vauhtitien suuntaisesti kulkee geoteknisiin karttoihin merkitty ruhjevyöhyke. Lähtötietojen perusteella tämä ruhjevyöhyke saattaa haaraantua Nordenskiöldinkadun kohdalla ja sillä voi olla hydraulinen yhteys hankealueen halki kulkevaan pohjois-etelä -suuntaiseen ruhjeeseen.



Kuva 5. Kallioperän ruhjevyöhykkeet merkitty vinoviivitukselle / -ruudutuksella (www.kartta.hel.fi, viitattu 16.1.2018). Hankealue merkitty sinisellä ympyrällä.

## 5.3 Pohjavesi

### 5.3.1 Pohjaveden virtaussuunta ja pinnantasot

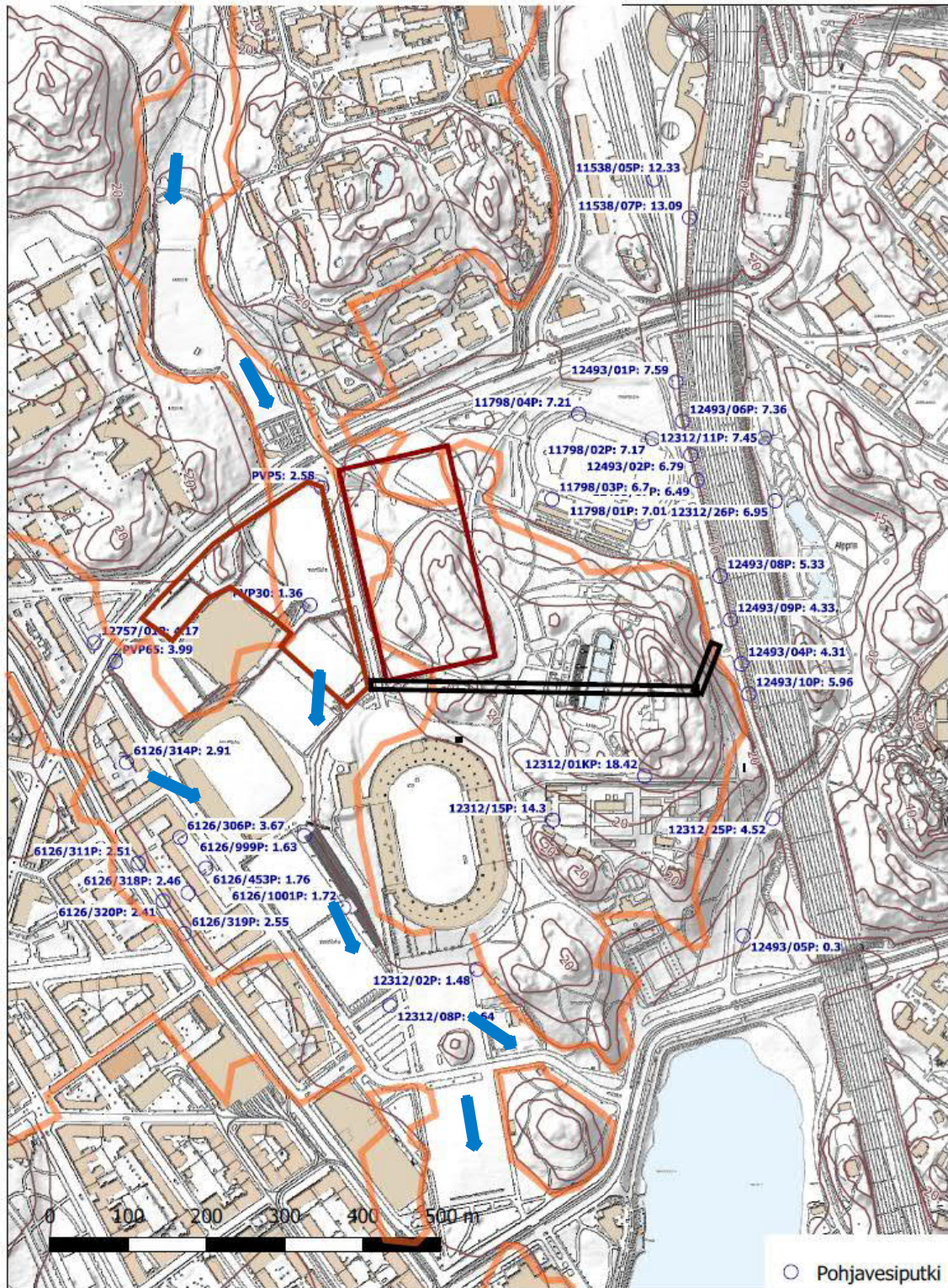
Edellä kuvatut kallioalueet ja laaksopainanteet (ks. kohta 5.2) ohjaavat pohjaveden virtausta alueella. Pohja-vesi hankealueella virtaa pääpiirteissään pohjoisesta etelään/lounaaseen laaksopainanteen suuntaisesti. Laaksopainannetta ympäröiviltä kallioalueilta pohjavesi virtaa kohti laaksopainannetta. Pohjavesi virtaa pääasiassa laaksopainanteissa kallion pinnalla olevassa moreenikerroksessa. Savikerroksen alapuolella pohjavesi on paineellista. Savikerroksen yläpuolisessa täyttömaakerroksessa on paikoin todettu orsivettä.

Pohjavesiolosuhteiden tarkentamiseksi suunnittelualueelta ja se ympäristöstä on kerätty 32 pohjavesiputkesta pohjaveden pinnan havaintosarjat 4 – 5 viimeiseltä vuodelta. Pisteet ovat kuuluneet Helsingin kaupungin mittausohjelmaan. Tämän lisäksi tarkasteltavana on ollut pohjatutkimusraportissa (Sito Oy, 9.2.2017) esitetyt havaintoputket PVP5, PVP30 ja PVP65, jotka sijaitsevat suunnitte-

lualueella. Pohjavedenpinnan mitatut korkeustiedot (aikasarjat) on kerätty joulukuulta 2016. Korkeustietojen perusteella on laadittu kohteen maaperä- ja kallio-olosuhteet huomioiden pohjaveden yleispiirteinen virtauskuva, joka on esitetty seuraavassa kuvassa (Kuva 6).

Geoteknisten karttojen ([www.kartta.hel.fi](http://www.kartta.hel.fi)) perusteella hankealueen itäpuolinen kallioalue olisi yhtenäinen. Nordenskiöldinkadun kohdalla kalliokannas on kuitenkin merkitty kapeaksi. Tämän hetkisten tietojen perusteella ei ole varmuutta, onko hankealueen itäpuolelta virtausyhteyttä hankealueelle.

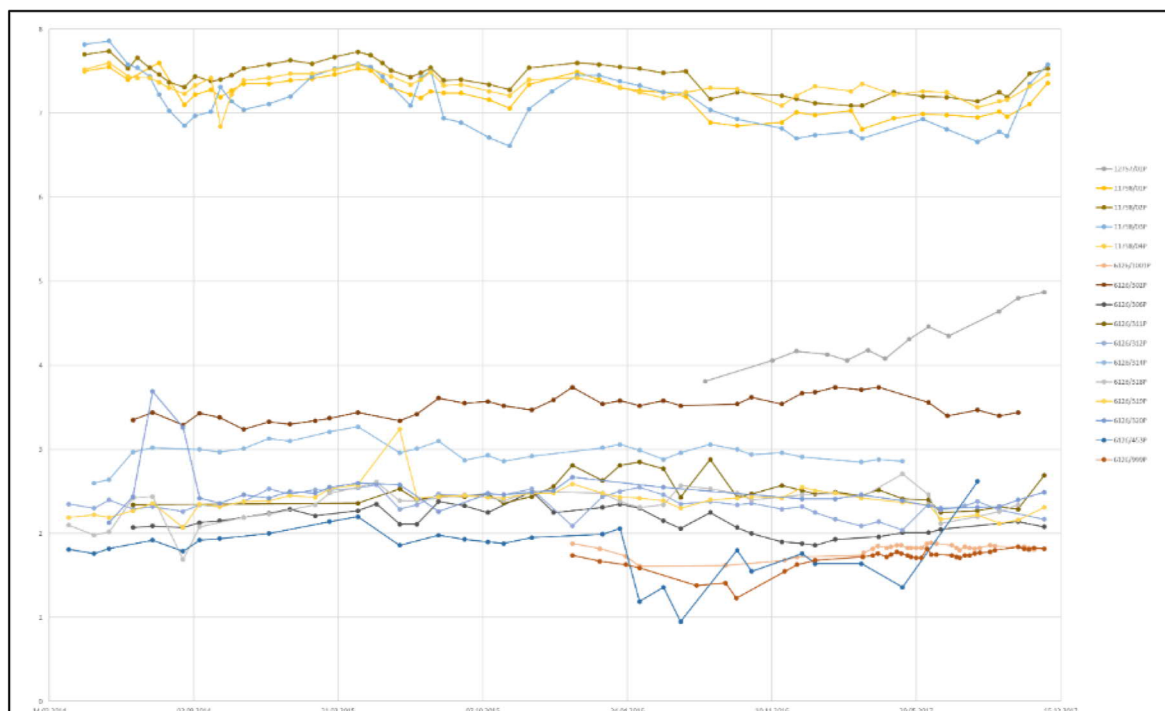




Kuva 6. Pohjaveden virtaussuunta alueella esitettyä sinisillä nuolilla. Alueet, joilla kalliopinta on pohjaveden pinnan yläpuolella, on rajattu oranssilla viivalla. Hankealueen likimääräinen sijainti on merkitty punaisella. Kuvaan merkityt havaintoputkien pohjaveden pinnantasot ovat joulukuulta 2016.



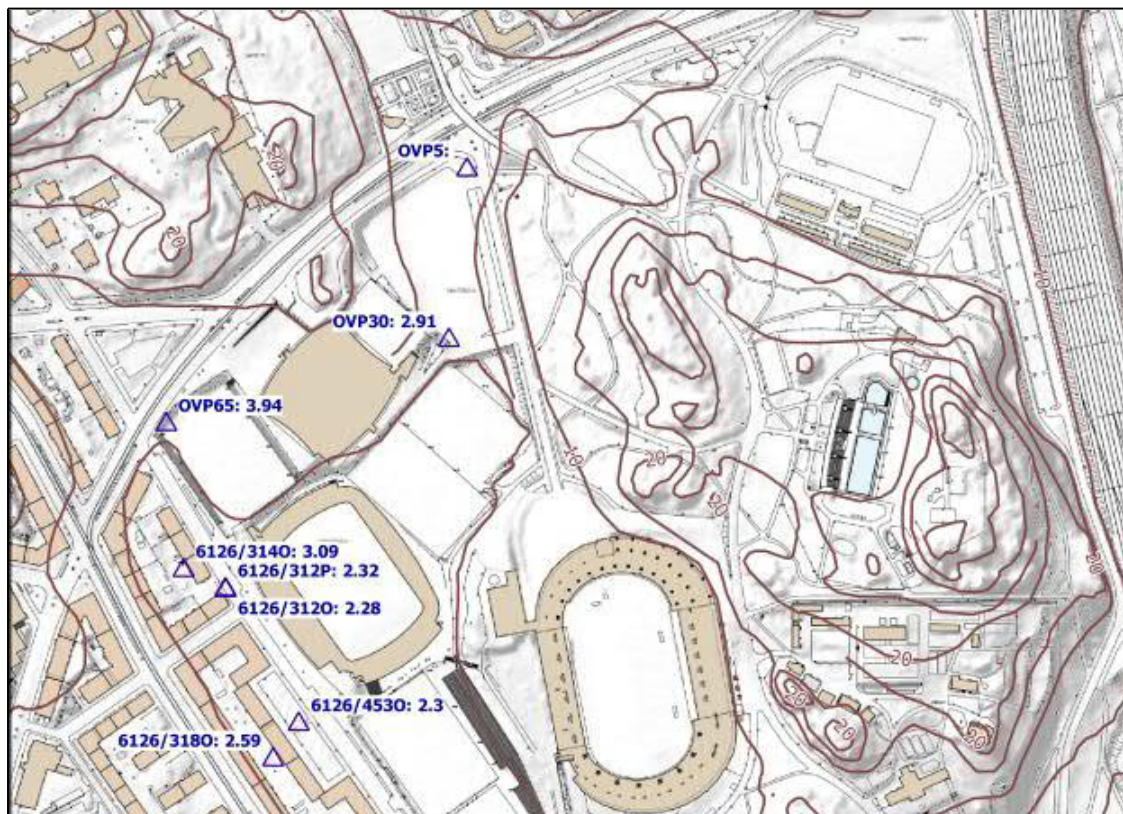
Havainnot pohjaveden pinnanvaihteluista aikasarjana suunnittelualueen läheisissä pohjavesiputkissa on esitetty seuraavassa kuvassa (Kuva 7) ja liitteessä 2. Pohjaveden pinnan luonnollinen vaihtelu alueella on havaintosarjojen perusteella ollut pientä ja se on noudattanut vuodenaikoihin liittyvää luonnollista vaihtelua eikä merkittäviä alueellisia muutoksia ole havaittavissa. Poikkeuksena mainittakoon suunnittelualueen lounaispuolinen havaintopiste 6126/453P, jossa vaihtelua on kevään 2016 jälkeen tapahtunut n. 1,5 m (tasoväli +1...+2,5). Havaintopiste sijaitsee Urheilukatu 28:n tontilla, jossa olevan rakennuksen syvin lattiataso on [talokortin K 14 K 522 t 28](#) mukaan +2,26.



Kuva 7. Pohjavedenpinnan havaintojen aikasarjat suunnittelualueella.

### 5.3.2 Orsivesi

Alueella on monin paikoin havaintoja orsivedestä (Kuva 8). Orsivesikerros on varsinaista pohjavesikerrosta ylempänä, tiiviin, hienoaineksesta koostuvan maalajikerroksen päällä yläpuolella oleva vesikerros. Orsiveden esiintymiseen ja virtaussuuntiin vaikuttavat hienoaineskerroksen yläpinnan taso sekä hienoaineskerroksen päällä olevan täyttömaakerroksen ominaisuudet. Orsiveden painetaso on varsin lähellä pohjaveden painetasoa.



Kuva 8. Orsivesiputket suunnittelualueella ja sen läheisyydessä. Putken tunnuksen perässä on merkittynä orsiveden pinnantaso joulukuussa 2016.

### 5.3.3 Pohjaveden muodostuminen

Sadannan suuruus on ollut noin 650 mm/a Helsingin Kaisaniemen mittausasemalla, joka on hankealuetta lähin mittausasema, josta on saatavilla mittaustietoa.

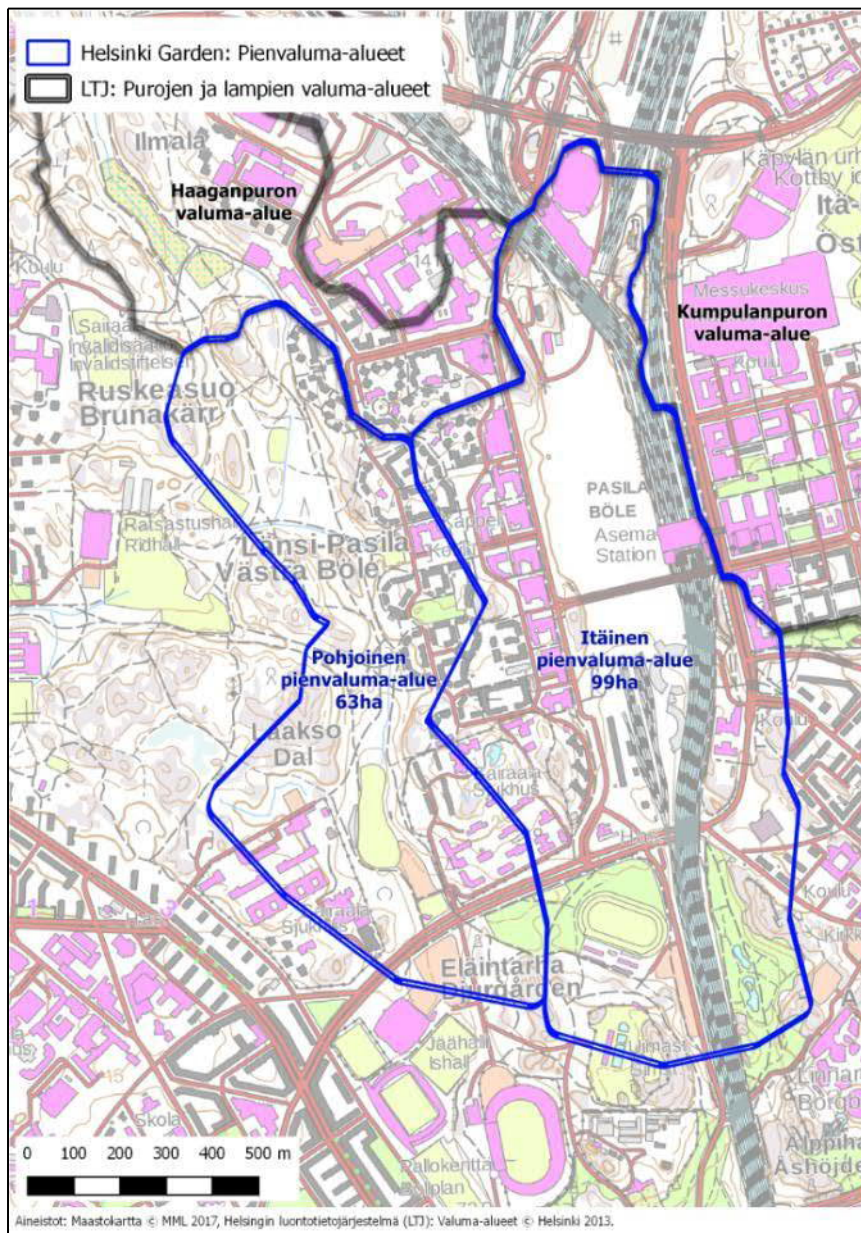
Karttatarkastelun perusteella arvioitu hankealueen pohjoispuolisen pohjaveden valuma-alueen suuruus on noin 63 ha (Kuva 8). Käytettäessä valuma-alueelle imeytymiskerrointa 0,4 (alue pääosin päällystämätöntä viheraluetta), saadaan muodostuvaksi ja suunnittelualueen kautta kulkeväksi vesimääräksi noin 450 m<sup>3</sup>/d.

Hankealueen itäpuolisen, ns. Pasilan haaran pohjaveden valuma-alueen suuruus on arviolta noin 99 ha (Kuva 8). Lähtötietojen perusteella ei ole varmuutta, onko itäiseltä valuma-alueelta yhteyttä suunnittelualueelle. Alustavasti arvioituna itäiseltä valuma-alueelta virtaa suunnittelualueelle 1/3 valuma-alueella muodostuvista pohjavesistä. Valuma-alue on suurelta osin rakennettua aluetta. Käytettäessä valuma-alueelle imeytymiskerrointa 0,2, saadaan suunnittelualueelle kulkeutuvan pohjaveden määräksi noin 110 m<sup>3</sup>/d.

Lisäksi suunnittelualueelle virtaa kalliopohjavettä kallioperän ruhjevyöhykkeissä. Suunnittelualueen pohjoispuolisesta kalliuruhjeesta arvioidaan kertyvän kalliopohjavettä noin 50... 100 m<sup>3</sup>/d. Itäisen ns. Pasilan alueen kalliuruhjeen alueelta arvioidaan kertyvän kalliopohjavettä n. 100 m<sup>3</sup>/d.

Kokonaisuudessaan suunnittelualueen kautta kulkevan pohjavesivirtaaman suuruudeksi arvioidaan em. laskelmien perusteella n. 600...700 m<sup>3</sup>/d.





Kuva 9. Pintaveden valuma-alueet. Pohjaveden valuma-alueet noudattelevat pääpiirteissään pintaveden valuma-alueita.

#### 5.4 Kalliokaivot

Hankealueella ei ole tiedossa olevia kalliokaivoja. Lähimmät tiedossa olevat kalliokaivot (maalämpö) sijaitsevat osoitteessa Mannerheimintie 54.

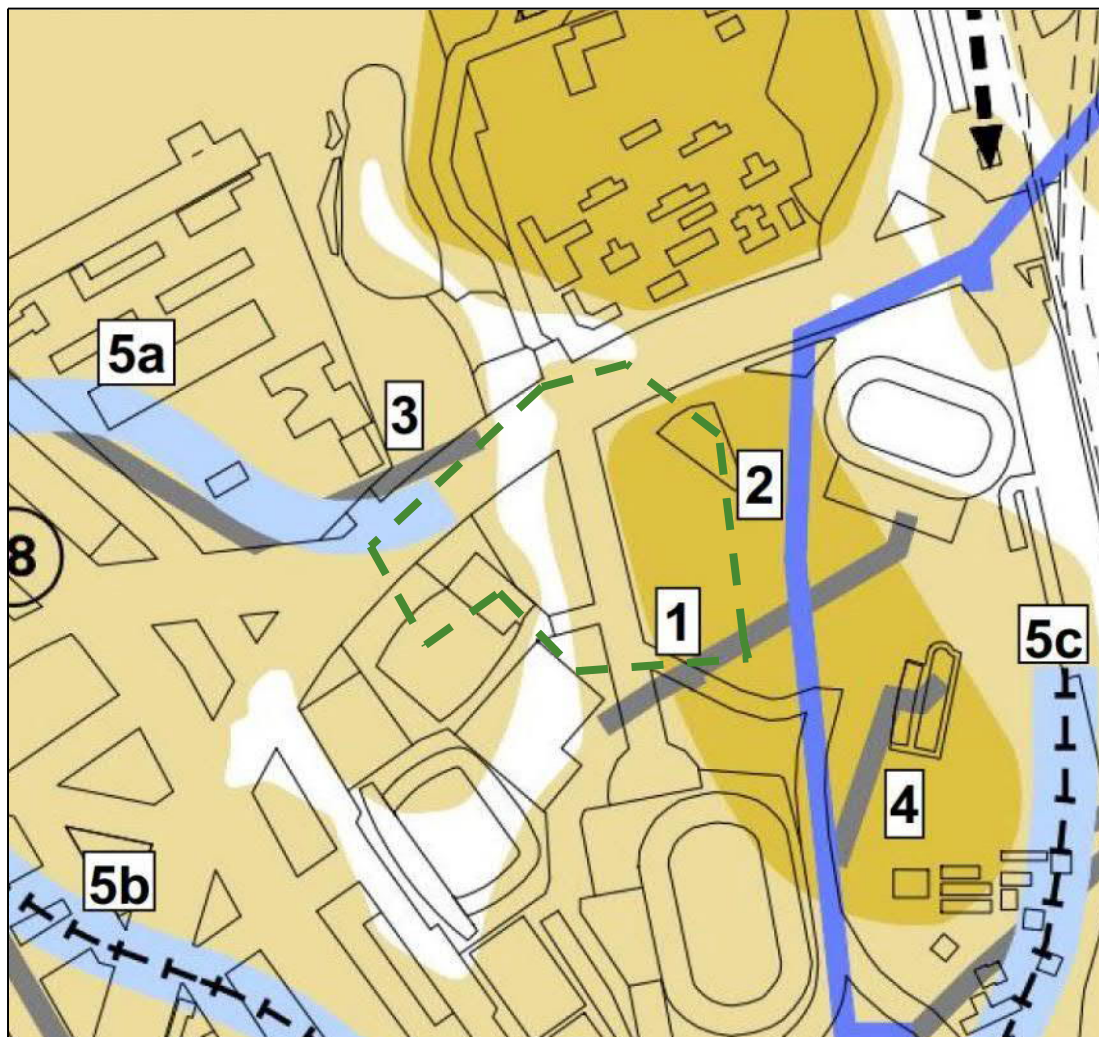
#### 5.5 Olemassa olevat maanalaiset kalliotilat

Jo olemassa olevien maanalaisen kalliotilojen rakentaminen on vaikuttanut alueen paikalliseen tasoon. Alueen olemassa olevat maanalaiset kalliotilat ovat Mäntymäki-Vallila-viemäritunnelia lukuun ottamatta varsin iäkkäitä. Olemassa olevien kalliotilojen vuotovesimääristä ei ole tietoa,

mutta niiden ei oleteta olevan täysin tiiviitä, jolloin osan hankealueen läpi virtaavista pohjavesistä voidaan olettaa johtavan em. tiloihin.

Hankealueella tai sen läheisyydessä olemassa olevat maanalaiset kalliotilat on esitetty seuraavassa kuvassa (Kuva 10), jossa esitetyt maanalaiset kalliotilat ovat seuraavasti:

1. Olympiastadionin urheilutunneli. Tunnelin pohjatason korkeusvaihtelu +5,2...-5,7 välillä, ollen pääosin tasossa -3
2. Mäntymäki-Pasila-Vallila viemäritunneli. Hankealueen kohdalla tunnelin pohjataso vaihtelee välillä -9,3...-10,6
3. Nordenskiöldinkadun pohjoispuolella oleva viemäritunneli. Tunnelin pohjan taso n. +3,1
4. Uimastadionin johtotunneli. Tunnelin pohjataso vaihtelee välillä +11,3...+16
5. Suunniteltuja liikennetunneleita:
  - a. Paciuksenkatu–Nordenskiöldinkatu (tilantarve, poistumassa)
  - b. metrolinja Kamppi-Pasila (tarvesuunnitelma)
  - c. Pissarakatunneli (tarvesuunnitelma).



Kuva 10. Hankealueella olemassa olevat julkiset maanalaiset kalliotilat ja suunnitellut maanalaiset kalliotilat. 1: urheilutunneli (olemassa oleva), 2: Mäntymäki-Vallila viemäritunneli (olemassa oleva), 3: jätevesitunneli (olemassa oleva), 4: yhteiskäyttötunneli (olemassa oleva), 5a-c: suunniteltu liikennetunneli, 5a: Paciuksenkatu–Nordenskiöldinkatu (tilantarve, poistumassa), 5b: Metro-linja Kamppi-Pasila (tarvesuunnitelma), 5c: Pisara-rata (tarvesuunnitelma). Hanke-alueen likimääräinen sijainti esitetty vihreällä katkoviivalla (karttalähde: Helsingin kaupunki, maanalainen yleiskaava vuodelta 2011, kartta 2).

## 6 Ympäröivä rakennuskanta

Hankealueella sijaitseva vuonna 1966 valmistunut nykyinen jäähalli on perustettu pääosin kallion varaan. Kallionpinta rakennuksen kohdalla laskee kohti kaakkoa ja hallin kaakkoissivun runkopilarit on perustettu kallion pintaan ulotetuin kaivinpaaluin.

Hankealueen ja Urheilukadun välissä sijaitseva vuonna 2000 valmistunut Töölön jalkapallostadion on perustettu teräsbetonisin lyöntipaaluin.



Nordenskiöldinkadun pohjoispuolella likimain nykyistä jäähallia vastapäätä osoitteessa Nordenskiöldinkatu 18 sijaitsevan 2000-luvun alussa rakennetun Kuntoutuskeskuksen rakennukset on perustettu kallionvaraisesti.

Hankealueen pohjoispuolella osoitteessa Nordenskiöldinkatu 20 sijaitsevan Auroran sairaalan rakennuskanta koostuu yli kymmenestä erillisestä rakennuksesta, joita on rakennettu eri aikoihin, vanhimmat ovat vuodelta 1914. Alue on pääosin pohjoisesta etelää kohti viettävää kalliorinnettä. Rakennusten perustamistavoista ei ole käytettävissä tarkkoja tietoja. Sairaala-alueelle johtavan portin suulle vuonna 2001 rakennettu uusi valvomorakennus on perustettu teräsraudoituilla.

Hankealueen ja Laakson ratsastuskentän välissä Nordenskiöldinkadun pohjoispuolella osoitteessa Auroranportti 2 sijaitsevan Lasten liikennepuiston vuonna 2004 rakennettu huolto- ja koulutusrakennus on perustettu teräsbetoniraudoituilla.

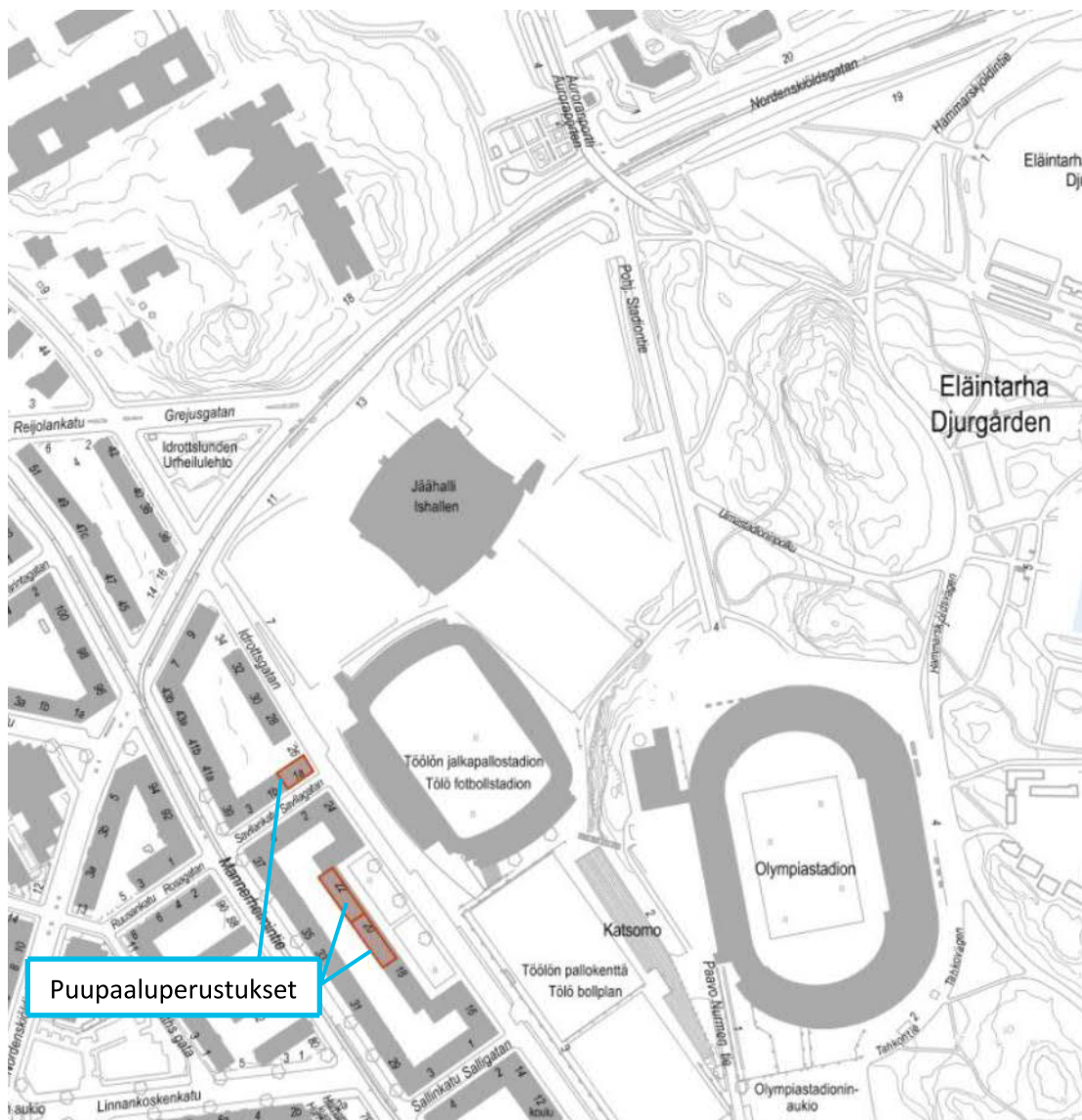
Hankealueen läheisyydessä lounaan suunnassa sijaitsevan Urheilukadun varren rakennuskanta koostuu 6- ja 7-kerroksisista asuinkerrostaloista, jotka on rakennettu vuosien 1928 ... 1939 välisenä aikana. Alla lueteltuna Urheilukadun varren rakennusten perustamistavat Sallinkadun ja Reijolankadun välillä:

- [Urheilukatu 16](#): perustettu kallion- tai maanvaraisesti
- [Urheilukatu 18](#): perustettu teräsbetoniraudoituilla
- [Urheilukatu 20](#): sekaperustuksia, myös puuraudoituksia
- [Urheilukatu 22](#): sekaperustuksia, myös puuraudoituksia
- [Urheilukatu 24](#): perustettu teräsbetoniraudoituilla. Rakennuksen luoteinen rajaseinälinja tonttirajalla ja lounaiskulmat ovat perustettu betonisilla peruspilareilla kallion varaan.
- [Savilankatu 1a / Urheilukatu 26](#): perustettu puuraudoituksilla
- [Savilankatu 1 b](#): perustettu betonisilla pilareilla kallioon
- [Urheilukatu 28](#): perustettu teräsbetoniraudoituilla. Rakennuksen ulkopuolelta kellariin menevän portaan ulkoreunassa on käytetty yhtä puuraudoitusta.
- [Urheilukatu 30](#): perustettu teräsbetoniraudoituilla
- [Urheilukatu 32](#): perustettu teräsbetoniraudoituilla
- Nordenskiöldinkatu 9 (Urheilukatu 34): perustettu teräsbetoniraudoituilla
- Urheilukatu 36: perustettu kallion- tai maanvaraisesti
- Urheilukatu 38: perustettu kallion- tai maanvaraisesti
- Urheilukatu 40: perustettu kallion- tai maanvaraisesti
- Urheilukatu 42: perustettu kallion- tai maanvaraisesti

Puuraudoituksilla perustettuja rakennuksia hankealueen ympäristössä on kolme (3):

- [Urheilukatu 20](#): 6-kerroksinen asuinkerrostalo, rakennusvuosi 1928, paaluanturan alapinnan taso ylimmillään +1,46, puupaalujen yläpää tasolla +1,61 ja kellarin maanvaraiset lattiat tasolla +3,41 ja +3,61.
- [Urheilukatu 22](#): 6-kerroksinen asuinkerrostalo, rakennusvuosi 1928, paaluanturan alapinnan taso ylimmillään +1,51, puupaalujen yläpää tasolla +1,66 ja kellarin maanvaraiset lattiat tasolla +3,41 ja +3,61
- [Savilankatu 1a / Urheilukatu 26](#): 6-kerroksinen asuinkerrostalo, rakennusvuosi 1938, paaluanturan alapinnan taso ylimmillään +1,56, puupaalujen yläpää tasolla +1,76 ja kellarin maanvarainen lattia tasolla +3,41.

Lisäksi [Urheilukatu 28](#):n osalta on talokorteissa mainittu seuraavaa: Rakennuksen ulkopuolelta kellarin menevän portaan ulkoreunassa on käytetty yhtä puupaalua.



Kuva 11. Suunnittelualan ympäristön puupaaluperusteiset rakennukset.

## 7 Toimenpiteet haitallisten pohjavesivaikutusten ehkäisemiseksi suunnittelualueella

Periaatteena on ehkäistä pohjaveden pinnan tasoon kohdistuvien haittavaikutuksien syntyminen ennakolta. Lähtökohtaisesti tehdään sellaiset toimenpiteet, joilla estetään pohjaveden suotautuminen kallioperään louhittaviin tiloihin, työnaikaisiin kaivantoihin ja muihin mahdollisesti pohjaveden pinnan tason alapuolelle ulottuviin rakenteisiin.

Ensisijaisina menetelminä haitallisten pohjavesivaikutuksien ehkäisemiseksi ovat kallioperän esi- ja jälki-injektoinnit. Pohjaveden pinnan tason alapuolelle ulottuvien kaivantojen pohjavesivaikutuksien pääasiallinen ehkäisymenetelmä on kaivannon tekeminen vesitiiviiksi patoseiniksi SSAB:n RD-porapaaluseinä. Paalut porataan ja injektoidaan kallioon. Rakennuskaivannon kallioseinälinjat tiivistetään kauttaaltaan esi-injektoimalla ja samoin rakennuskaivannon pohja tiivistetään tarvittaessa osin injektoimalla. Periaatekuva on esitetty liitteessä 4.

Kaivannon ympärille rakennetaan porapaalut. Joka toisen porapaalun läpi suoritetaan esi-injektointi jätettävien varausputkien kautta. Esi-injektointireikien taso ulotetaan vähintään 4 m alle porapaalun alimman tason. Näin saadaan tiivistettyä kallion pintaosa porapaaluseinän välittömässä läheisyydessä. Porapaaluseinän valmistuttua päästään tekemään kaivuutyöt kallion pintaan asti. Rakennuskaivantoa ympäröivä kalliomassa esi-injektoidaan porapaalujen vierestä kallion pinnalta pitkillä, vinoilla rei'illä. Porapaaluseinän juurella tulee olemaan juuripalkki, joka toimii samalla myös louhinnan tukipalkkina. Porapaaluseinän juuripalkin vierellä louhinta toteutetaan varoivaisesti suoritettavalla tarkkuuslouhinnalla.

Rakennuskaivannon seinämät vahvistetaan kalliopulteilla ja ruiskubetonoinnilla. Rakennuskaivantoa louhitaan vaiheittain louhinnan ja lujituksen vaiheistussuunnitelman mukaisesti, kunnes saavutetaan rakennuskaivannon pohjan taso. Rakennuskaivannon pohjalta suoritetaan verhoinjektointi, jolla pyritään estämään veden virtaus kaivannon pohjasta. Tarkempi louhinnan ja lujituksen vaiheistussuunnittelu tehdään seuraavassa suunnitteluvaiheissa (työjärjestyksen tarkempi suunnittelu). Seuraavassa suunnitteluvaiheessa laaditaan myös lujitussuunnitelmat, jotka perustuvat mitoituslaskelmiin.

Pohjaveden siirtoputkisto tulee suunnitella. Putkien sijainti on alustavasti rakennuskaivannon Pohjoisen Stadiontien reunalla.

Alueen länsireunan puupaaluperusteisten rakennusten osalta on rakentamisen aikaisen tarkan havainnoinnin avulla ennakoitava lisätiivistystarpeita ja suunniteltava valmiiksi pohjaveden lisäämetykset, jotta ne voidaan ottaa viipymättä käyttöön, mikäli tälle ilmenee tarve.

Ennalta arvioiden, pohjaveden pinnan tasoon kohdistuvat rakentamisen aikaiset ja pysyvän tilanteen haittavaikutukset voidaan esitetyillä toimenpiteillä eliminoida.

## 8 Pohjavedenhallinnan suunnittelu ja jatkotoimenpiteet

### 8.1 Pohjaveden hallinnan suunnittelu

Yksityiskohtaiset pohjaveden hallintasuunnitelmat laaditaan seuraavissa suunnitteluvaiheissa. Olemassa olevien pitkien havaintosarjojen avulla laaditaan kartat pohjavedenpinnan luontaiselle vaihteluvälille erikseen orsivedelle ja paineelliselle pohjavedelle.



### 8.1.1 Pohjavesien seurantaohjelman suunnittelu

Olemassa oleville ja uusille havaintoputkille laaditaan seurantaohjelma sekä rakentamisen aikaiselle että rakentamisen jälkeiselle tilanteelle.

## 8.2 Jatkotoimenpiteet

### 8.2.1 Uudet havaintoputket ja kaivonpaikkatutkimukset

Pohjaveden seurantapisteitä lisätään. Pohjavesiolosuhteiden ja imeytymismahdollisuuksien tarkentamiseksi alueelle ehdotetaan asennettavaksi lisää pohjavesiputkia. Uusilla havaintoputkilla tarkennetaan pohjavesiolosuhteita myös suunnitellun kallioon louhittavan pysäköintilaitoksen alueella sekä itäisen valuma-alueen haaran osalta. Tämän hetkisten tietojen perusteella ei ole varmuutta siitä, onko valuma-alueelta virtausyhteys suunnittelualueelle. Selvittämällä mahdollinen virtausyhteys tai sen puuttuminen, voidaan tarkentaa suunnittelualueelle virtaavan pohjaveden määrää ja mahdollisesti rajata vaikutusalueita. Asennettavien kalliopohjavesiputkien kallioreikiin tehdään vesimenekikokeet reiän vedenjohtokyvyn selvittämiseksi. Tulosten perusteella arvioidaan kallion hydraulista johtavuutta. Jatkosuunnittelu yhteydessä tullaan myös tekemään kallionäytekairauksia ja vesimenekkimittauksia, joiden tuloksia voidaan hyödyntää pohjavesivaikutusten arvioinnissa. Ehdotus tutkimusohjelmaksi on esitetty liitteessä 3.

### 8.2.2 Pohjavesitarkkailu

Alueella jo olemassa olevat, pohjatutkimusraportissa esitetty havaintoputket liitetään Helsingin kaupungin mittausohjelmaan.

Alueelle tulee laatia pohjaveden ennakkoseurantaohjelma. Ennakkoseurantaan kuuluu pohjaveden pinnantasojen mittauksen lisäksi myös veden laadun seuranta. Pohjaveden laatu heijastaa alueen käyttöhistoriaa, mikä on syytä tuntea. Toisaalta veden laatu voi vaikuttaa käytettävien rakennusmateriaalien käyttöikänsä. Ennakkoseurannassa tulee kiinnittää huomiota kalliooperän- ja kalliopohjaveden ominaisuuksiin Mäntymäki-Pasila -jätevesitunnelin läheisyydessä sekä arvioida jätevesitunnelista aiheutuvaa laaturiskiä. Ennakkoseurannan myötä tulee kohteelle laatia täydentävien selvitysten jälkeen rakennusaikainen pohjaveden hallintasuunnitelma.

### 8.2.3 Pohjaveden virtausmalli

Rakennussuunnitteluvaiheessa alueelle on tarpeen laatia numeerinen pohjaveden virtausmalli. Numeeristen mallien avulla laaditaan arviot sallituille vuotovesimäärille niin, että rakennuskohteen vuotojen aiheuttamat alenemat pysyvät luontaisen pohjavedenpinnanvaihtelun rajoissa. Virtausmallin perusteella laaditaan kartat rakentamisen aikaisista tilapäisistä pohjaveden ja orsiveden alenemista ja verrataan alenemia luontaisiin vaihtelurajoihin.

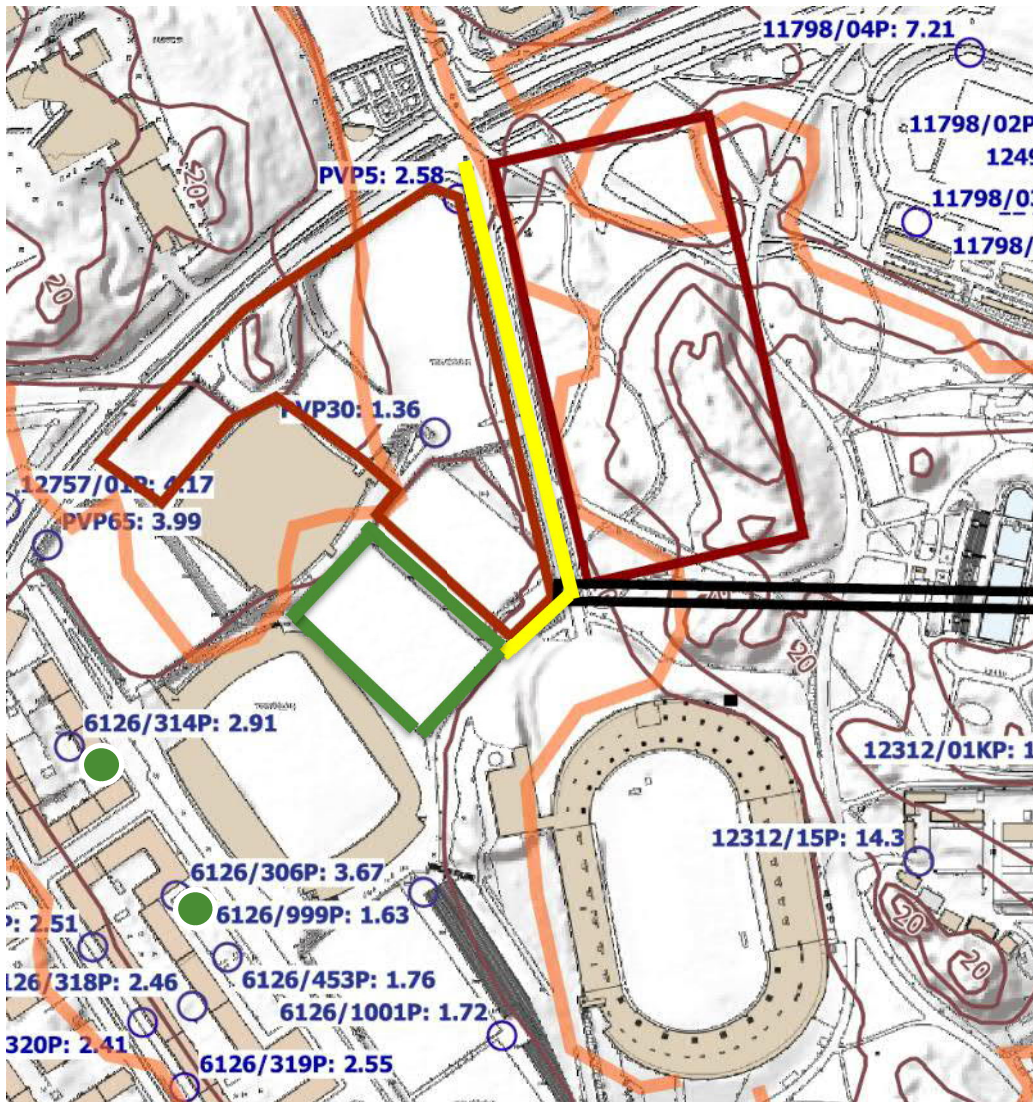
## 9 Alustava vaikutusarvio

### 9.1 Toiminnan aikaiset vaikutukset

Pysyvässä tilanteessa alueen läpi virtaavan pohjaveden määräksi on arvioitu 600... 700 m<sup>3</sup>/d. Kaivantoon ja pysäköintitalaan tulee pysyvässä tilanteessa syntymään vuotovesiä. Vuotovesimääriä on kaivannon osalta arvioitu kaivannon pinta-alan ja muiden vastaavien kohteiden perusteella. Pysä-

köintitilan vuotovesimäärän arvioinnissa lähtökohtana on 10l/min/100 tunnelimetriä. Tehdyn arvion mukaan kaivantoon tulee vuotovesiä noin 250 m<sup>3</sup>/d ja kallioon louhittavaan pysäköintitilaan 160 m<sup>3</sup>/d. Arviodulla vuotovesimäärillä vesitase tulisi ilman imeyttämistä muuttumaan noin 410 m<sup>3</sup>/d..

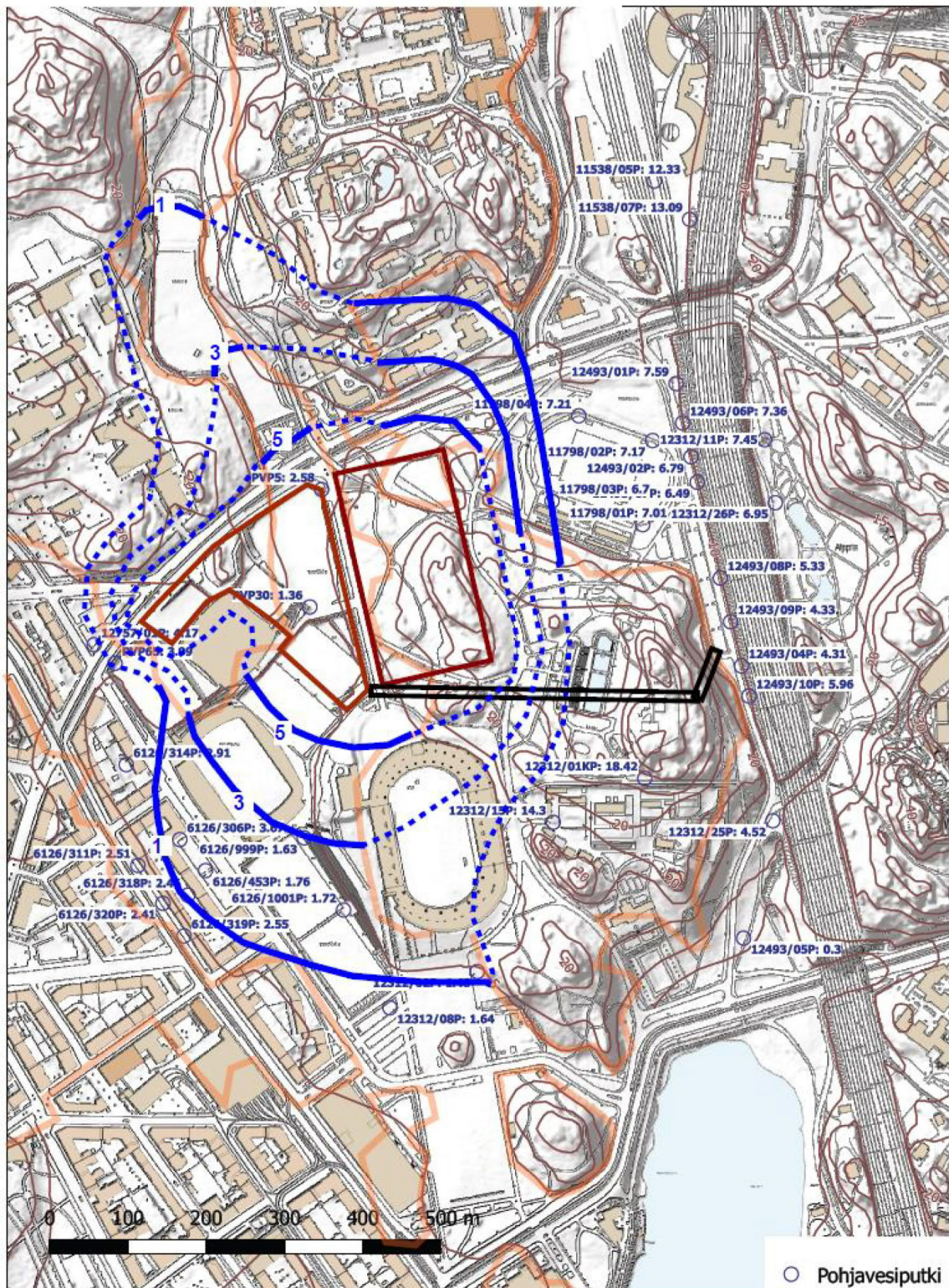
Esitetty arvio on karkea ja perustuu moniin oletuksiin. Arviossa ei ole mukana imeytysratkaisujen vaikutusta. Kohteen rakentaminen kaivantoon voi tulpata olemassa olevaa vesijohdetta. Tämän vuoksi toteutetaan, pohjaveden siirtoputkisto rakentamisen aikaansaaman ”tulpan” läpi pohjoisesta etelään. Siirtoputkisto toteutetaan ensimmäisten työvaiheiden aikana. Sen avulla voidaan turvata luontainen pohjavesivirtaus ja ehkäistä haitallisia alenemia kohteen eteläpuolisella osalla sekä rakentamisvaiheessa että lopputilanteessa. Putken alustava sijainti on rakennuskaivannon Pohjoisen Stadiontien reunalla (Kuva 12). Vesitaseen ylläpitämiseksi varaudutaan kaivannosta ja pysäköintitilasta pumpattavien vuotovesien imeytykseen. Imeytysaluevaraukset sekä pistemäiset imeytyspaikat puupaalutettujen rakennusten läheisyydessä on esitetty alla olevassa kuvassa (Kuva 12).



Kuva 12. Pohjaveden siirtoputkiston aluevarus on merkitty keltaisella, imeytysaluevarus ja piste-mäiset imeytyskohteet vihreällä.

Vuotoveden määrä tai painetaso aleneminen ei vaikuta kallioalueiden puustoon tai muuhun kasvillisuuteen. Puusto ja muu kasvillisuus saa vetensä sateesta, niiden juuret eivät ulotu pohjavesiväylöihin.





Kuva 13. Arvioitu maaperässä esiintyvän pohjavedenpinnan alenema rakennustöiden aikana ilman erillistoimenpiteitä. Alueilla, joilla kalliopinta on pohjavedenpinnan yläpuolella (ns. normaalitilanteessa), on arvioidut alenemakäyrät merkitty katkoviivalla. Arvio perustuu 10l/100 metriä tunnelivuotavuuteen. Arviossa ei ole imeyttämISRatkaisut eivätkä tiivistämistoimenpiteet mukana.



## 10 Yhteenveto

Helsingin nykyisen jäähallin ympäristöön on suunnitteilla Helsinki Garden -kiinteistökokonaisuus. Hankealueelle on suunniteltu runsaasti maanalaisia tiloja. Tässä selvityksessä kerättiin olemassa olevaa tietoa alueen maaperä-, kallioperä- ja pohjavesiolosuhteista sekä tehtiin niiden perusteella alustava arvio rakennustyön vaikutuksista alueen pohjavesiolosuhteisiin.

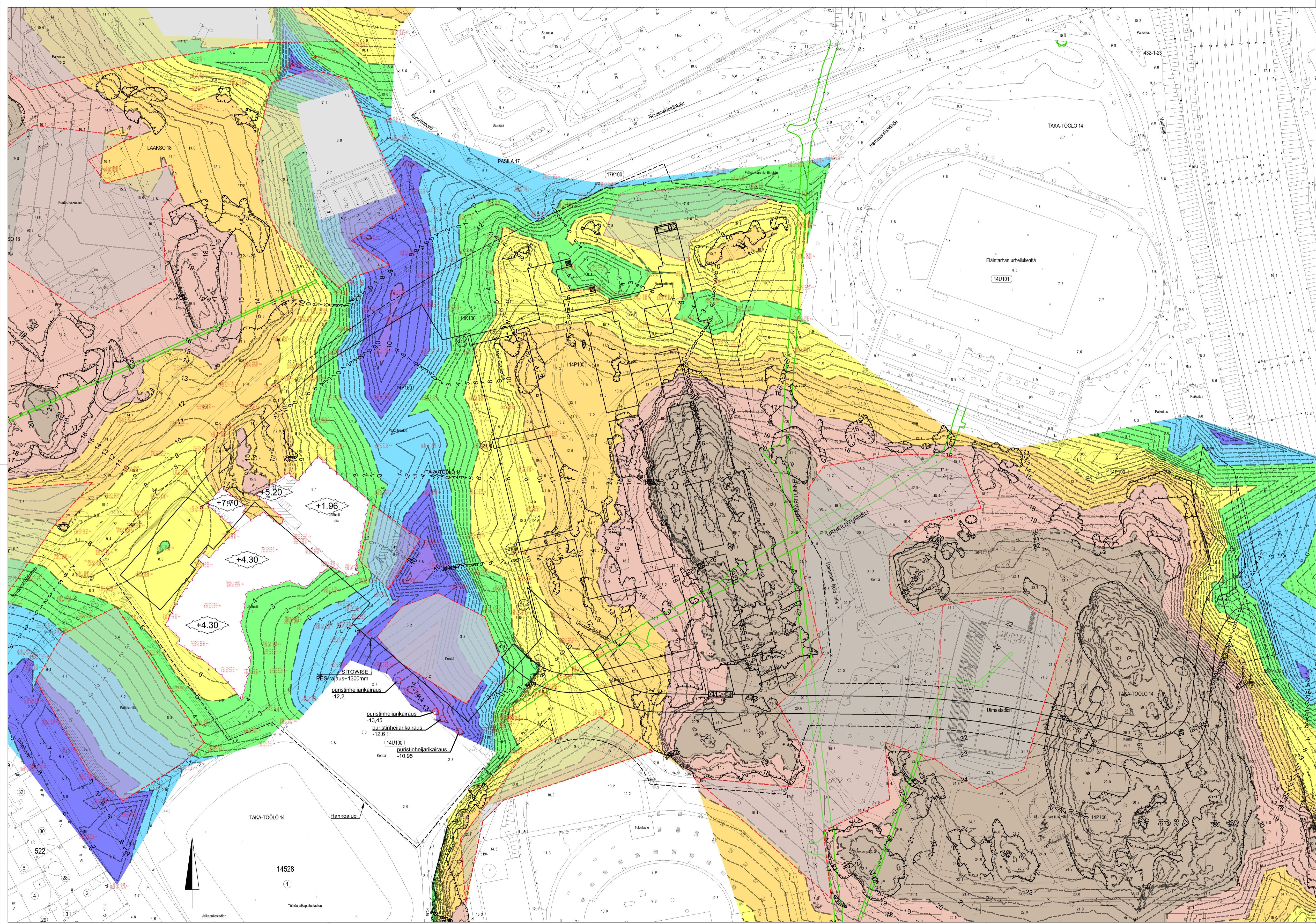
Hankealueen länsiosan varsinainen Areenan alue ("Kaivanto") sijoittuu pohjois-etelä -suuntaiseen kallioperän ruhjevyyhykkeeseen. Maaperän paksuus on suurimmillaan 15-20 metrin luokkaa. Kallioulouhintaa tehdään 12 metriä tasolle -22,4 saakka. Kaivannon itäpuolelle on suunniteltu kallio-pysäköintialue, joka koostuu pysäköintihalleista ja harjoitushallista. Pohjan louhintataso on -23,7. Kallio-pysäköintialueelle ja Kaivantoon johtaa ajotunneli, jonka kokonaispituus on noin 665 m. Ajotunnelin louhintataso vaihtelee +7...-22,4 välillä.

Pohjavesi sijaitsee hankealueella +1,5...+2,6 metrin tasolla. Hankealueella ja hankealueen ympäristössä olevat kallioalueet ja laaksopainanteet ohjaavat pohjaveden virtausta. Pohjaveden virtaus-suunta on pääpiirteissään pohjoisesta etelään/lounaaseen laaksopainanteen suuntaisesti. Savikerroksen alapuolella pohjavesi on paineellista.

Hankealueen pohjoispuoliselta valuma-alueelta muodostuvan pohjaveden määrän arvioitiin olevan noin 450 m<sup>3</sup>/d. Lähtötietojen perusteella ei ole varmuutta, onko hankealueen koillispuolelta pohjaveden virtausyhteyttä hankealueelle. Mahdollisesti itäpuoliselta pohjaveden valuma-alueelta hankealueelle virtaavan pohjaveden määräksi arvioitiin noin 110 m<sup>3</sup>/d. Lisäksi hankealueelle virtaa kallio-pohjavettä kallioperän ruhjevyyhykkeessä. Pohjoispuolisesta kallioruhjeesta arvioitiin kertyvän kallio-pohjavettä hankealueelle 50-100 m<sup>3</sup>/d.

Haitallisten pohjavesivaikutusten ehkäiseminen suunnittelualueella tehdään toimenpiteillä, joilla estetään pohjaveden suotautuminen kallioperään louhittaviin tiloihin sekä kaivantoihin. Tällaisia toimenpiteitä ovat kallioperän injektointitoimet sekä kaivannon tekeminen vesitiiviiksi. Ennalta arvioiden pohjaveden pinnan tasoon kohdistuvat rakentamisen aikaiset ja pysyvän tilanteen haittavaikutukset voidaan esitetyillä toimenpiteillä eliminoida.





### Kalliopinnan korkeus merenpinnasta

Number	Tasovälin alaraja	Tasovälin yläraja	Väritys
1	-150	-10	<span style="color: blue;">■</span>
2	-10	-5	<span style="color: blue;">■</span>
3	-5	0	<span style="color: cyan;">■</span>
4	0	5	<span style="color: green;">■</span>
5	5	10	<span style="color: yellow;">■</span>
6	10	15	<span style="color: orange;">■</span>
7	15	20	<span style="color: red;">■</span>
8	20	150	<span style="color: brown;">■</span>

Kalliopintamallin lähtöaineistona on käytetty laserkeilausaineistoa ja kantakartan avokalliotietoja sekä pohjatutkimustietoja. Jäähallin louhintasot tulkittu Helsingin kaupungin rakennusvalvontavirastosta hankittujen suunnitelmapirustusten perusteella.

-  Puutteelliset tiedot kallioinnin tasosta
-  Olemassaoleva kalliotila
-  Avokallioraja
-  Kalliovarmistettu porakonekairauspiste
-  Olemassa olevan rakennuksen louhinnan reuna ja alin tiedossa oleva louhintataso

**HELSINKI**  
*garden*

Piirustuksen nimi:  
HG-GEO-KAT-009

Piirustuksen sisältö:  
Kalliopinnan korkeusmalli ja maanalaisten tilojen tila-annot

Koordinaattijärjestelmä: Korkuusjärjestelmä  
ETRS-GCS23

  
LUONNOS

Päivämäärä:  
15.11.2018

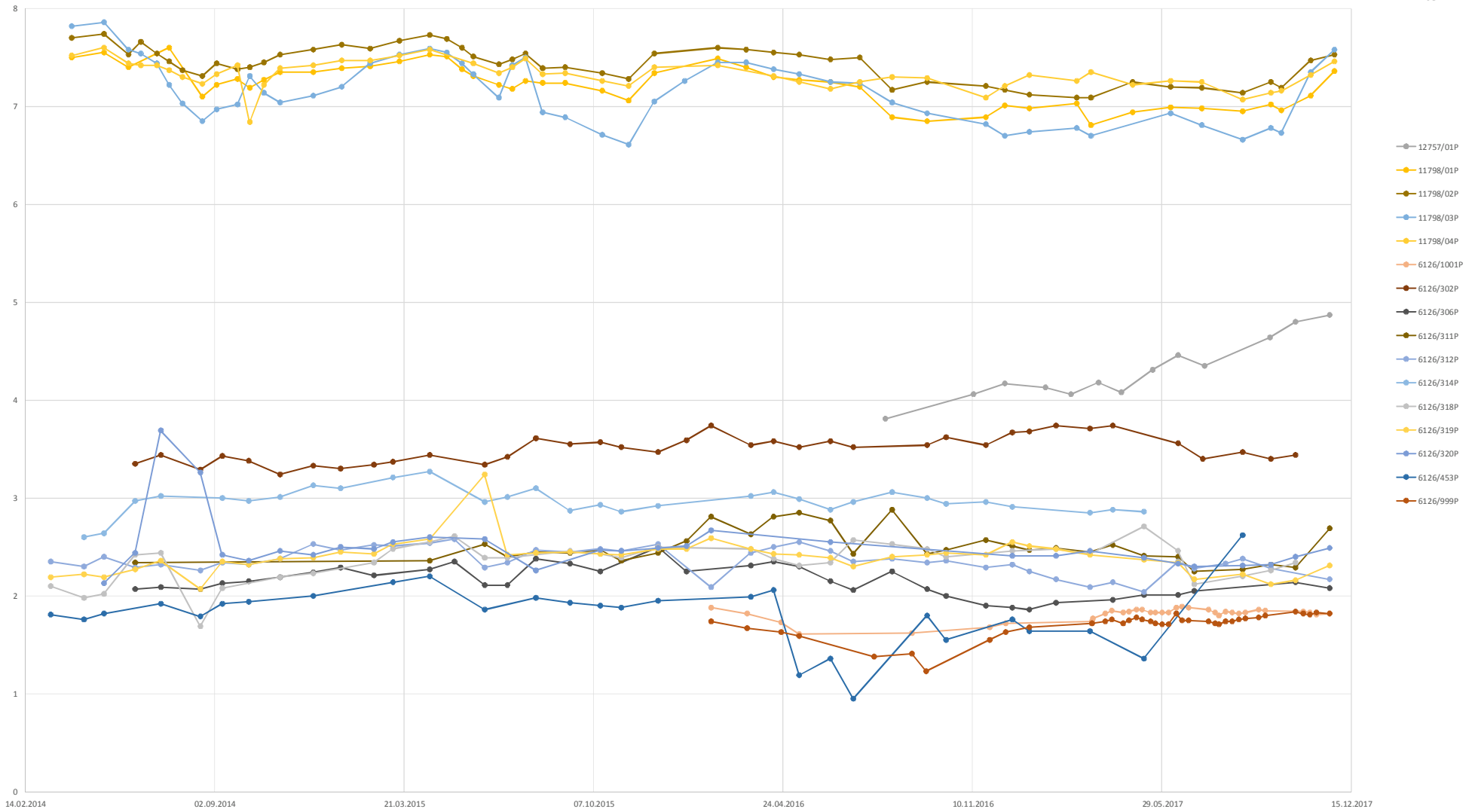
Mittakaava: 1:1000

**SITOWISE**



### Pohjaveden pinnantason muutokset hankealueen ympäristössä

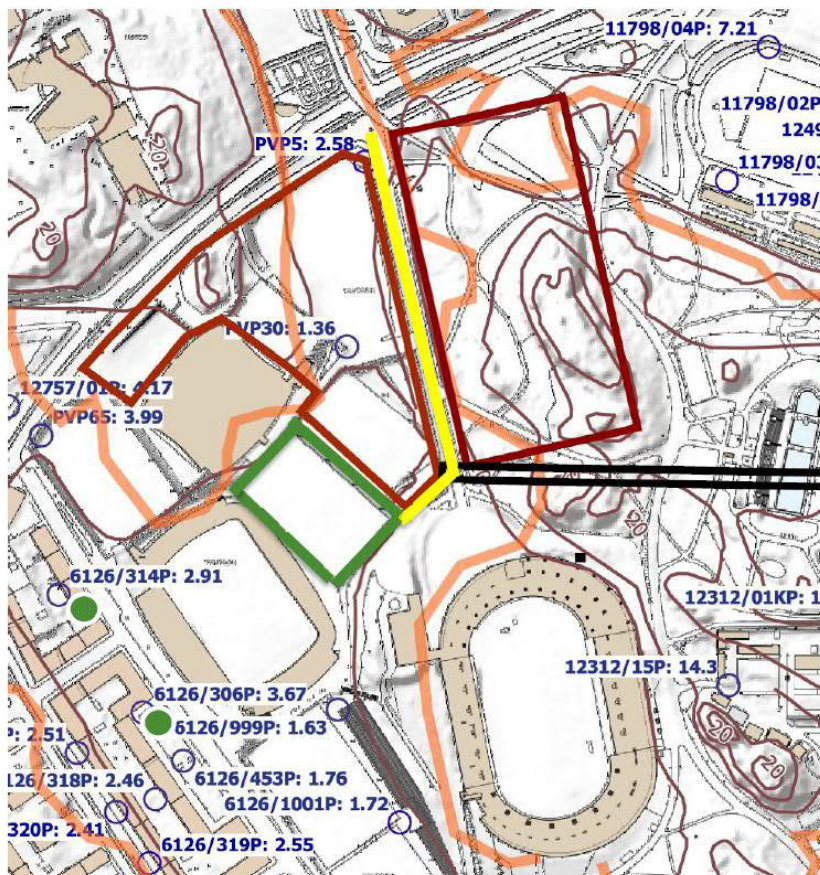
Helsinki GARDEN  
Liite 2



## Tutkimusohjelma

### Kaivonpaikkatutkimukset suunnitelluilla imeytysalueilla sekä pohjaveden siirtoputkistoon liittyvät selvitykset

Suunnitelluilla imeytysalueilla tulee tehdä kairauksia, maanäytteiden analysointia, vesimenekki-kohteita ja kaivosuunnittelua imeytettävien vesimäärien maksimoimiseksi olosuhteisiin nähden.



Kuva 12. Pohjaveden siirtoputkiston aluevarus on merkitty keltaisella, imeytysaluevarus ja piste-mäiset imeytyskohteet vihreällä.

Pohjaveden siirtoputkiston osalta tulee selvittää putken pohjoispäässä vedenottoratkaisu (pumpaus kaivorakentein / vapaa virtaus)

### Uusien havaintoputkien asentaminen

Hankealueelle ja hankealueen ympäristöön asennetaan 5 pohjavesiputkea (maaperäpohjavesi) ja 7 kpl kalliopohjavesiputkia. Havaintoputkien alustavat sijoituspaikat on esitetty alla olevassa kuvassa. Olemassa olevien havaintoputkien toimivuus selvitetään ennen uusien putkien asennusta. Putkien lopullisten sijoituspaikkojen valinnassa huomioidaan mm. maanalaiset rakenteet.

Maaperäpohjaveden havaintoputket asennetaan seuraavasti:

- Putki asennetaan kallion pinnan tasoon, tehdään 3 metrin kalliovarmistus
- Putkimateriaalina käytetään PEH Ø52mm (sisähalkaisija)
- Putken rakosiiviläosuus asennetaan savikerroksen alapuoliseen maaperään. Savikerroksen kohdalle ja täyttömaakerrokseen asennetaan umpinaista putkea. Kairauksen aikana ollaan yhteydessä suunnittelijaan. Suunnittelija päättää siivilän sijainnin.
- Pohjavesiputken sijainti, maanpinnan korkeus ja putken pään korkeus mitataan. Putkesta tehdään pohjavesiputkikortti, jossa näkyy putken kokonaispituus, siiviläosan pituus, maalajit ja vedenpinta.

Kalliopohjaveden havaintoputket asennetaan seuraavasti:

- Putken pohja ulotetaan noin tasoon -25
- Pisteiden sijainti tarkennetaan ennen asennusta suunniteltujen kalliotilojen sijainnin perusteella.
- Maaperäkerroksen putkimateriaalina käytetään PEH Ø52mm (umpiputki)
- Pohjavesiputken sijainti, maanpinnan korkeus ja putken pään korkeus mitataan. Putkesta tehdään pohjavesiputkikortti, jossa näkyy putken kokonaispituus, siiviläosan pituus, maalajit, kallioperähavainnot ja vedenpinta.

## Kallion ruhjeisuus ja vesimenekikokeet

Uusista asennettavista kalliopohjavesiputkista suoritetaan vesimenekikokeet, joiden tulosten perusteella voidaan arvioida kallion ruhjeisuutta ja kalliopohjaveden virtausmäärää. Vesimenekikokeita tehdään yhteensä 7 kpl.

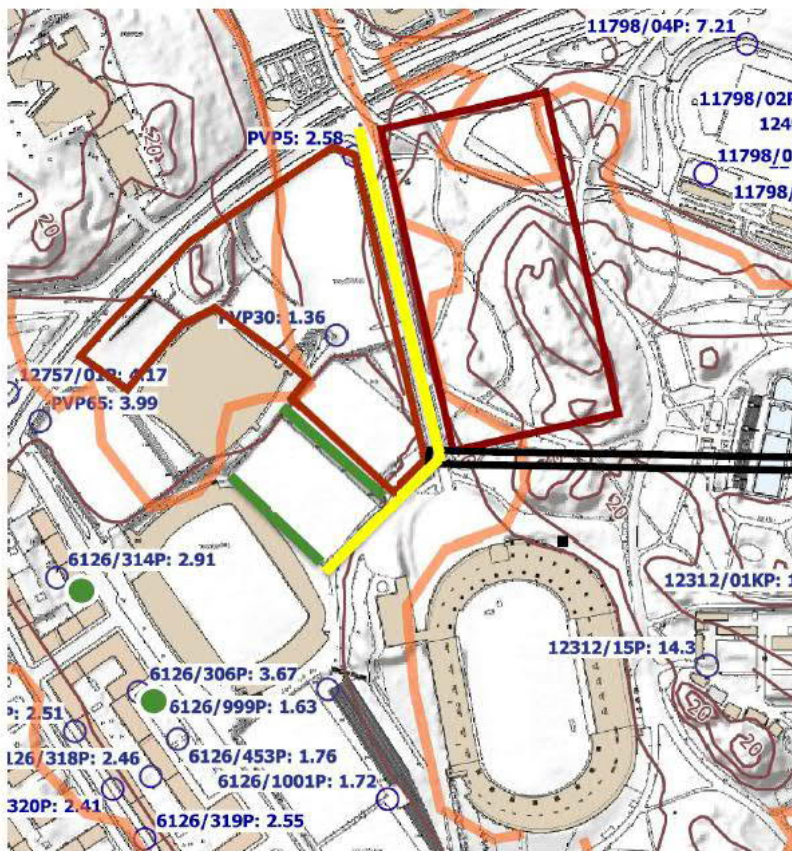
Hankkeen geoteknisen suunnittelun yhteydessä tullaan todennäköisesti seuraavassa vaiheessa tekemään kalliokairauksia, joista saatavaa ruhjeisuus- ja vesimenekkitietoa voidaan hyödyntää myös pohjavesiarvion tekemisessä.



## Tutkimusohjelma

### Kaivonpaikkatutkimukset suunnitelluilla imeytysalueilla sekä pohjaveden siirtoputkistoon liittyvät selvitykset

Suunnitelluilla imeytysalueilla tulee tehdä kairauksia, maanäytteiden analysointia, vesimenekki-kohteita ja kaivosuunnittelua imeytettävien vesimäärien maksimoimiseksi olosuhteisiin nähden.



Kuva 12. Pohjaveden siirtoputkiston aluevarus on merkitty keltaisella, imeytysaluevaraus ja piste-mäiset imeytyskohteet vihreällä.

Pohjaveden siirtoputkiston osalta tulee selvittää putken pohjoispäässä vedenottoratkaisu (pumpaus kaivorakentein / vapaa virtaus)

### Uusien havaintoputkien asentaminen

Hankealueelle ja hankealueen ympäristöön asennetaan 5 pohjavesiputkea (maaperäpohjavesi) ja 7 kpl kalliopohjavesiputkia. Havaintoputkien alustavat sijoituspaikat on esitetty alla olevassa kuvassa. Olemassa olevien havaintoputkien toimivuus selvitetään ennen uusien putkien asennusta. Putkien lopullisten sijoituspaikkojen valinnassa huomioidaan mm. maanalaiset rakenteet.

Maaperäpohjaveden havaintoputket asennetaan seuraavasti:

- Putki asennetaan kallion pinnan tasoon, tehdään 3 metrin kalliovarmistus
- Putkimateriaalina käytetään PEH Ø52mm (sisähalkaisija)
- Putken rakosiiviläosuus asennetaan savikerroksen alapuoliseen maaperään. Savikerroksen kohdalle ja täyttömaakerrokseen asennetaan umpinaista putkea. Kairauksen aikana ollaan yhteydessä suunnittelijaan. Suunnittelija päättää siivilän sijainnin.
- Pohjavesiputken sijainti, maanpinnan korkeus ja putken pään korkeus mitataan. Putkesta tehdään pohjavesiputkikortti, jossa näkyy putken kokonaispituus, siiviläosan pituus, maalajit ja vedenpinta.

Kalliopohjaveden havaintoputket asennetaan seuraavasti:

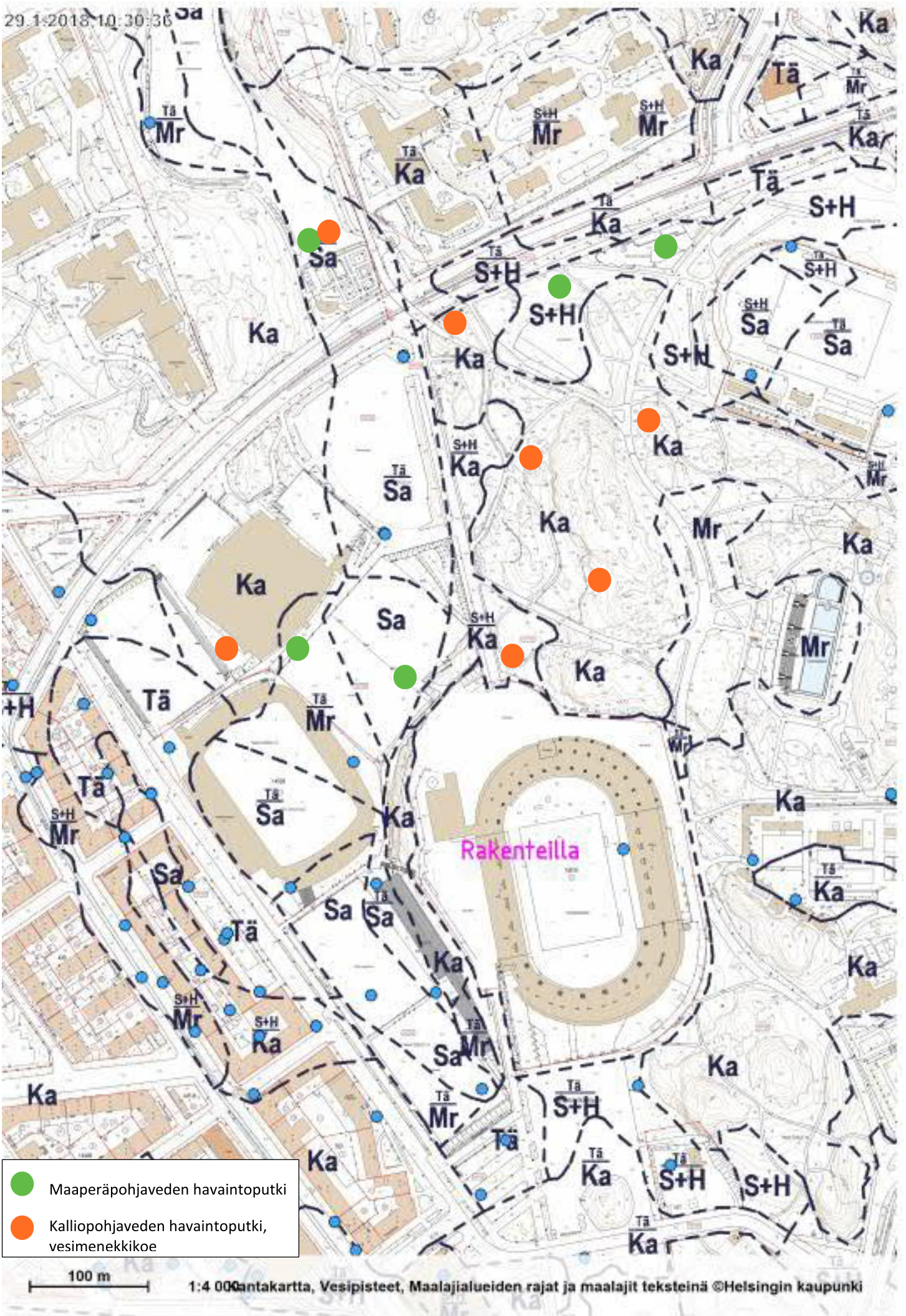
- Putken pohja ulotetaan noin tasoon -25
- Pisteiden sijainti tarkennetaan ennen asennusta suunniteltujen kalliotilojen sijainnin perusteella.
- Maaperäkerroksen putkimateriaalina käytetään PEH Ø52mm (umpiputki)
- Pohjavesiputken sijainti, maanpinnan korkeus ja putken pään korkeus mitataan. Putkesta tehdään pohjavesiputkikortti, jossa näkyy putken kokonaispituus, siiviläosan pituus, maalajit, kallioperähavainnot ja vedenpinta.

## Kallion ruhjeisuus ja vesimenekikokeet

Uusista asennettavista kalliopohjavesiputkista suoritetaan vesimenekikokeet, joiden tulosten perusteella voidaan arvioida kallion ruhjeisuutta ja kalliopohjaveden virtausmäärää. Vesimenekikokeita tehdään yhteensä 7 kpl.

Hankkeen geoteknisen suunnittelun yhteydessä tullaan todennäköisesti seuraavassa vaiheessa tekemään kalliokairauksia, joista saatavaa ruhjeisuus- ja vesimenekkitietoa voidaan hyödyntää myös pohjavesiarvion tekemisessä.



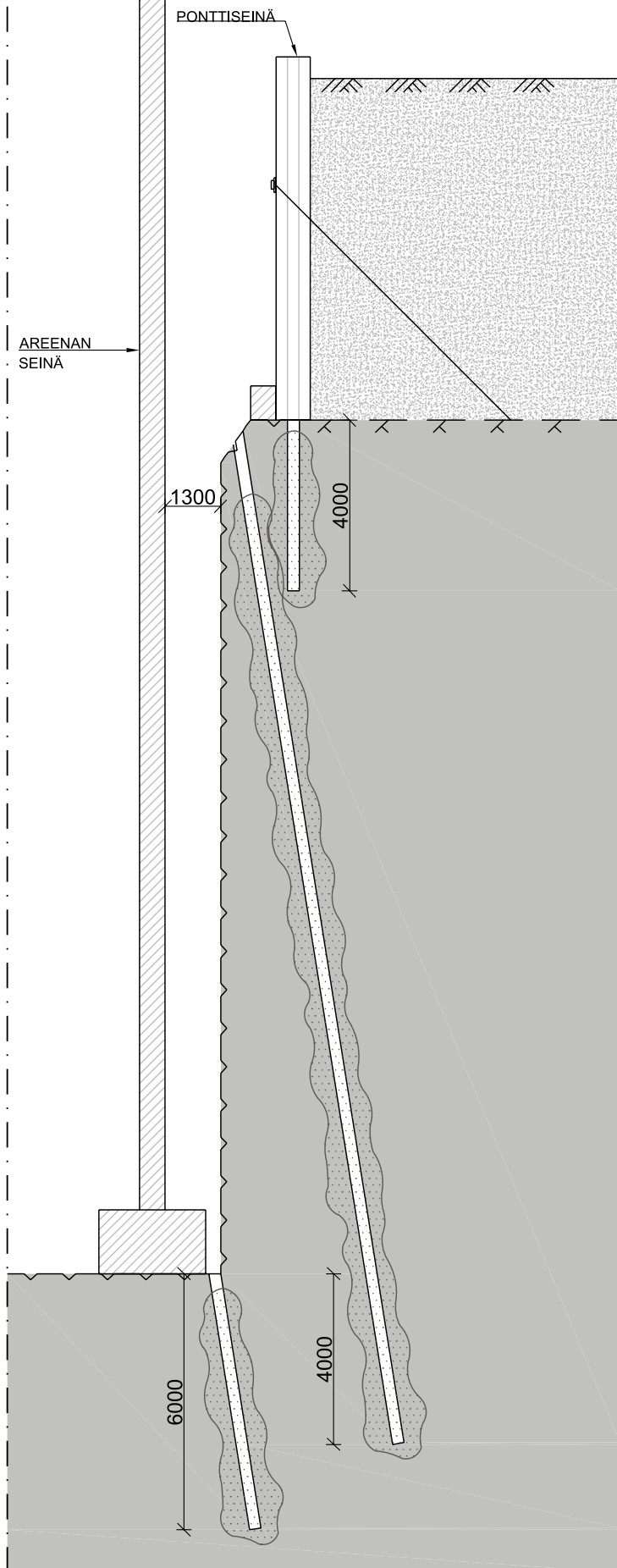


- Maaperäpohjaveden havaintoputki
- Kalliopohjaveden havaintoputki, vesimenekkie

100 m



Leikkaus A-A  
1:150

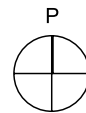
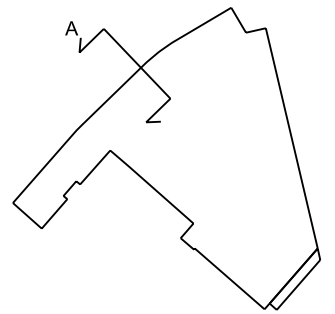


HELSINKI  
*garden*

Piirustuksen tunnus:  
**HG-GEO-KAT-**

Piirustuksen sisältö:  
Rakennuskaivannon  
tyyppipoikkileikkaus

Esi-injektoinnin  
havainnekuva



LUONNOS

Päivämäärä  
**16.01.2019**

Mittakaava Tulostus  
**1:150 A4**

**SITOWISE**

Tuulikuja 2  
02100 Espoo  
020 747 6000  
www.sitowise.com