

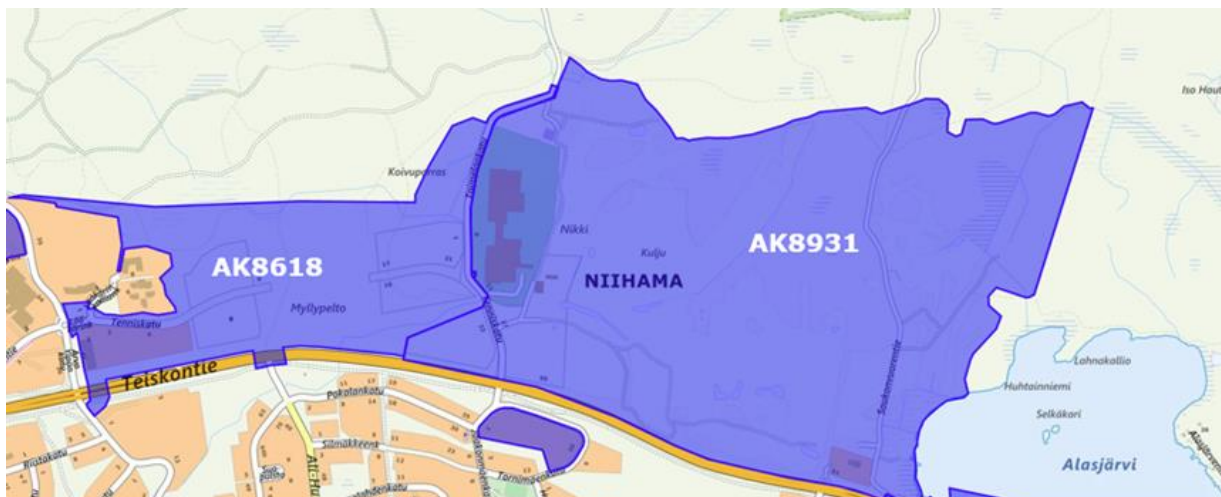
Asiakirjatyyppi  
**Tutkimusraportti**

Päivämäärä  
**11.3.2024**

Viite  
**1510080786**

# Alasjärven länsipuolen ympäristötutkimukset

Yhteenvedoraportti ja mahdollisten  
ympäristöriskien tarkastelu



# Alasjärven länsipuolen ympäristötutkimukset Yhteenvetoraportti ja mahdollisten ympäristöriskien tarkastelu

Projekti **Alasjärven länsipuolen tutkimusten yhteenvetoraportti**  
Projekti nro **1510080786**  
Vastaanottaja **Markku Kaila, Tampereen kaupunki**  
Asiakirjatyyppi **Raportti**  
Päivämäärä **5.12.2023**  
Laatija **Päivi Paavilainen, Johanna Kaarlampi, Jaana Sunell**  
Tarkastaja **Riikka Mäyränpää, Jaana Sunell**  
Hyväksyjä **Markku Kaila, Tampereen kaupunki**  
Kansikuva **Asemakaava-alueiden AK 8618 ja AK 8931 rajaukset**

Ramboll  
Kansikatu 5B  
33100 TAMPERE

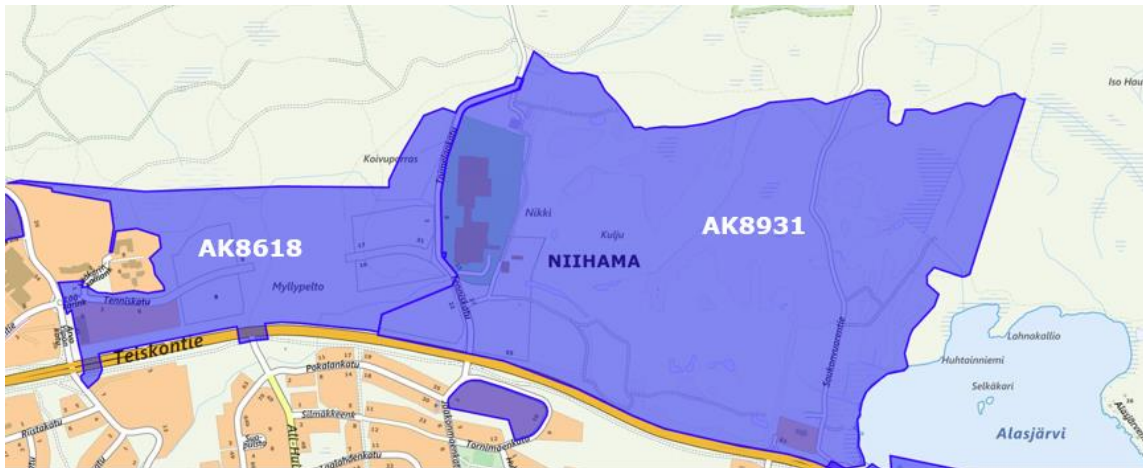
P +358 20 755 611  
F +358 20 755 6201  
<https://www.ramboll.com/fi-fi/>

# Sisältö

1.	Johdanto	2
2.	Lähtöaineisto	2
2.1	Pohjavedet	2
2.2	Maaperä	2
2.3	Kallioperä	3
2.4	Pintavedet	3
2.5	Muut aineistot	3
3.	Yhteenveto hankealueelle tehdyistä selvityksistä	3
3.1	Pohjavedet	3
3.2	Maaperä	5
3.3	Kallioperä	10
3.4	Pintavedet	11
3.5	Muut aineistot	14
4.	Johtopäätökset ja suositukset jatkosuunnitteluun	14
4.1	Pohjavedet	14
4.2	Maaperä	15
4.3	Kallioperä	15
4.4	Pintavedet ja maarakentaminen	15

# 1. Johdanto

Tehtävänä on asemakaava-alueilla AK 8618 (KAUPPI, Kaupin kampus, Medi-Park IV) ja AK 8931 (KAUPPI, NIIHAMA, Alasjärven länsipuoli) tehtyjen maa- ja kallioperätutkimusten sekä pinta- ja pohjavesitutkimusten tulosten yhteen kokoaminen. Tulosten perusteella tehdään riskinhallinta-tarpeiden tunnistaminen. Alueen mahdollisiksi riskeiksi on tunnistettu mm. rikkipitoisen maa- tai kallioperän esiintyminen ja niistä aiheutuvat ympäristövaikutukset. Kuvassa 1 on esitetty asemakaava-alueiden 8618 ja 8931 rajaukset.



Kuva 1-1. Asemakaava-alueiden AK 8618 ja AK 8931 rajaukset.

# 2. Lähtöaineisto

Seuraavien otsikoiden alla on kuvattu lyhyesti alueelle tehdyt selvitykset, joita tässä yhteenvedossa on hyödynnetty.

## 2.1 Pohjavedet

- Alasjärven länsipuolen asemakaava-alue, maaperän pilaantuneisuuden tutkimusraportti (Ramboll, 2023)
- Medi-Park IV hankkeen vaikutukset alueen lähteisiin: kooste pohjavesiselvityksistä (Ramboll, 2020–2022)

## 2.2 Maaperä

- Tammer-Golfin viljavuustutkimukset vuodelta 2016 (Tammer-Golf ry)
- Alasjärven länsipuolen asemakaava-alue. Maaperän pilaantuneisuuden tutkimusraportti (Sitowise, 2023)
- Ennakkonäytteet maa- ja kallioperästä, Medi-Park IV, AKA 8618. Lausunto /Ramboll 2023
- Analyysiraportti HL2301314, ALS Finland Oy (maaperän kokoomänäytteet golfkentän alueelta 2023)

## 2.3 Kallioperä

- Ennakkonäytteet maa- ja kallioperästä, Medi-Park IV, AKA 8618. Lausunto /Ramboll 2023
- NAG-tutkimusten tulokset (Ramboll 2023)

## 2.4 Pintavedet

- KVVY:n ottamat ja analysoimat vesinäytteet Ruotulan golfkentän ojista vv. 2010, 2011, 2017, 2018 ja 2019
- Yhteenveto Tammer-Golf Ruotulan golfkentän vesitarkkailuista vuonna 2017 (KVVY 2.11.2017)
- Tammer-Golf ry:n Ruotulan golfkentän kuormitustarkkailu vuonna 2018 (KVVY 18.3.2019)
- SYKE:n Hertta-palvelussa olevat tiedot Vuohenojan vedenlaadusta (poimittu 12/2023)
- Alasjärviselvitys 2015 (luonnos, Risto Palomäki 2015)
- Iidesjärven, Alasjärven ja Ahvenisjärven valuma-alue-tarkastelu (KVVY Tutkimus Oy, 2020, raportti nro 750/20)
- Alasjärven ja Iidesjärven vesistö- ja kalastotutkimukset vuonna 2018 (KVVY 2018, Hanna Alajoki ja Ari Westermark, raportti nro 1071/18)

## 2.5 Muut aineistot

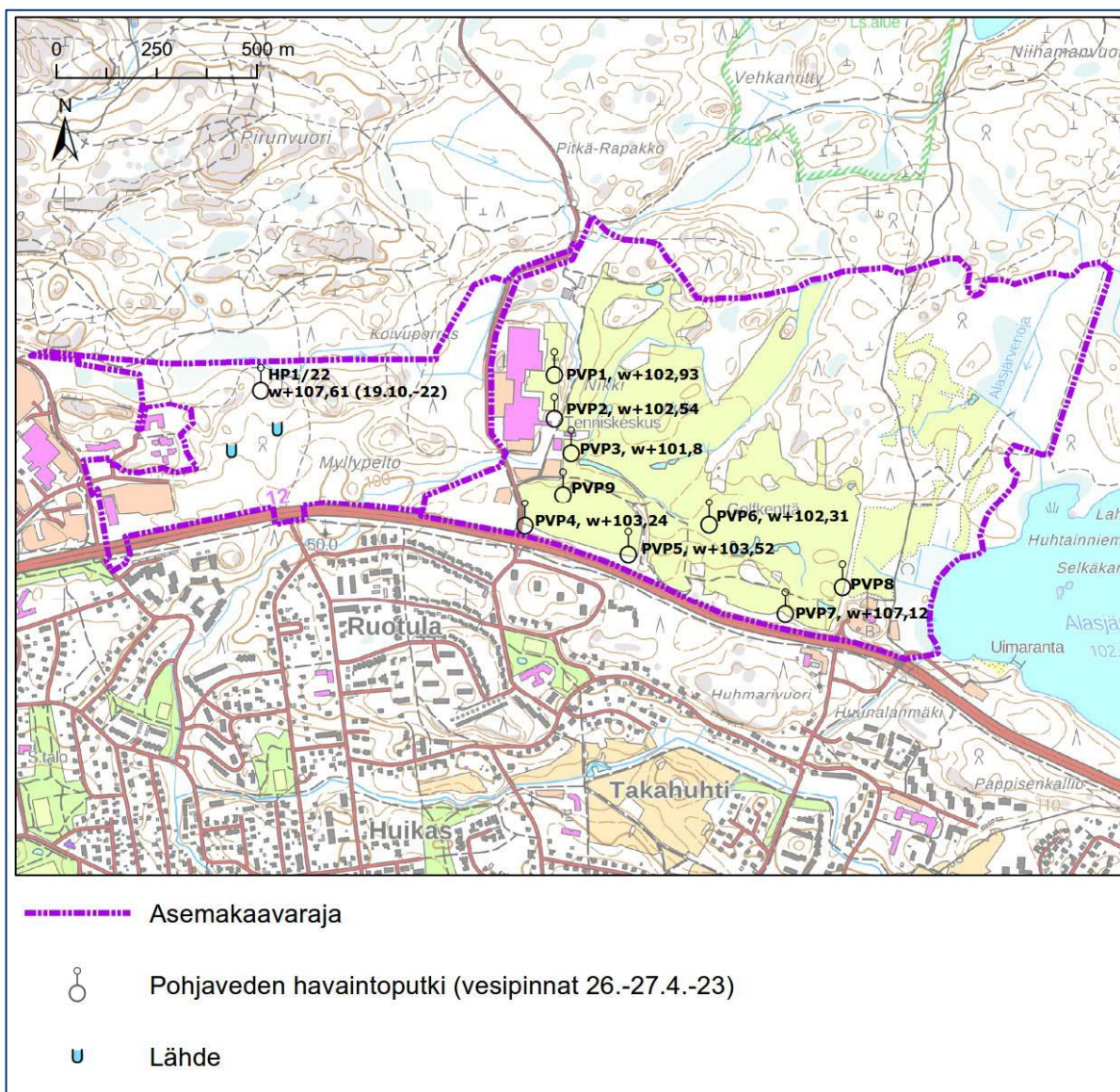
- Afryn 11/2023 laatimat luonnokset Alasjärven länsipuolen alueen täyttö- ja kaivualueista
- Rambollin 09/2023 laatimat luonnokset Medipark IV ja Alasjärven länsipuolen yleistasauksesta ja massatasapainosta

# 3. Yhteenveto hankealueelle tehdyistä selvityksistä

## 3.1 Pohjavedet

Medi-Park IV:n ja Alasjärven länsipuolen asemakaava-alueet eivät sijaitse luokitellulla pohjavesialueella. Lähin pohjavesialue, Aakkulanharju (0483701), sijaitsee noin kahden kilometrin etäisyydellä etelässä.

Medi-Park IV asemakaava-alueella muodostuvan pohjaveden määrä on vähäinen, johtuen alueen heikosti vettä johtavista pintamaalajista (savi/siltti) sekä avokallioista. Pohjaveden pinta on lähellä maanpintaa tai se leikkaa maanpintaa lähteinä tai tihkupintoina. Pohjaveden havaintoputkessa HP1/22 vedenpinta oli 2,3 metrin syvyydellä maanpinnasta, tasossa +107,61 m (19.10.2022) (kuva 3-1). Lokakuussa 2023 pohjaveden pinnankorkeus oli tasossa +109,19 m (26.10.2023), jolloin veden pinta oli vain 0,7 metrin syvyydellä maanpinnasta. Pohjaveden pinnankorkeuden voimakas vaihtelu kertoo pohjavesimuodostuman pienestä koosta; pinnankorkeus reagoi nopeasti sadannan vaihteluun. Alueella on kaksi pienikokoista lähdeä sekä useita tihkupintoja. Pohjavedet purkautuvat pääosin alueen eteläosaan, Teiskontien varteen sijoittuviin painanteisiin, joista vedet johdetaan Teiskontien alittavaa hulevesiviemäriä pitkin Iidesjärveen ja edelleen Pyhäjärveen. Alueen pohjoispuolelta pohjavesi purkautuu pohjoiseen kohti Niihamanjärveä ja sieltä edelleen Näsijärveen. Medi-Park IV alueen pohjaveden laadusta ei ole tietoa.



Kuva 3-1. Kartta pohjaveden havaintoputkista ja lähteistä.

Alasjärven länsipuolen asemakaava-alueella, Tenniskeskuksen läheisyydessä pohjaveden havaintoputkien PVP1, PVP2 ja PVP3 vedenpinnat olivat noin 1,6-3 metrin syvyydellä maanpinnasta, tasossa +101,80...+102,93 m (26.4.2023). Havaintoputkissa PVP1 ja PVP2 esiintyy paineellista pohjavettä. Teiskontien varressa pohjaveden havaintoputkien PVP4 ja PVP5 vedenpinnat olivat noin 2,7-3,8 metrin syvyydellä maanpinnasta, tasossa +103,24...+102,52 m (26.4.2023). Golfkentällä pohjaveden havaintoputken PVP6 vesipinta oli vain 0,3 m syvyydellä maanpinnasta, tasossa +102,31 m (27.4.2023). Teiskontien varressa, lähempänä Alasjärveä pohjaveden havaintoputken PVP7 vesipinta oli lähes maanpinnantasolla, syvyydessä 0,05 m maanpinnasta. Pohjaveden pinnantasotaso oli +107,12 m (27.4.2023). Pohjavesi esiintyy havaintoputkessa PVP7 paineellisena.

Pinnankorkeusmittaustulosten perusteella pohjavedet eivät todennäköisesti juurikaan virtaa pois alueelta, vaan ne kerääntyvät alueen keskiosaan purkautuen ojiin. Pohjaveden pinnantasot mukailevat alueen keskiosissa Alasjärven pinnankorkeutta, kuitenkin niin, että Teiskontien

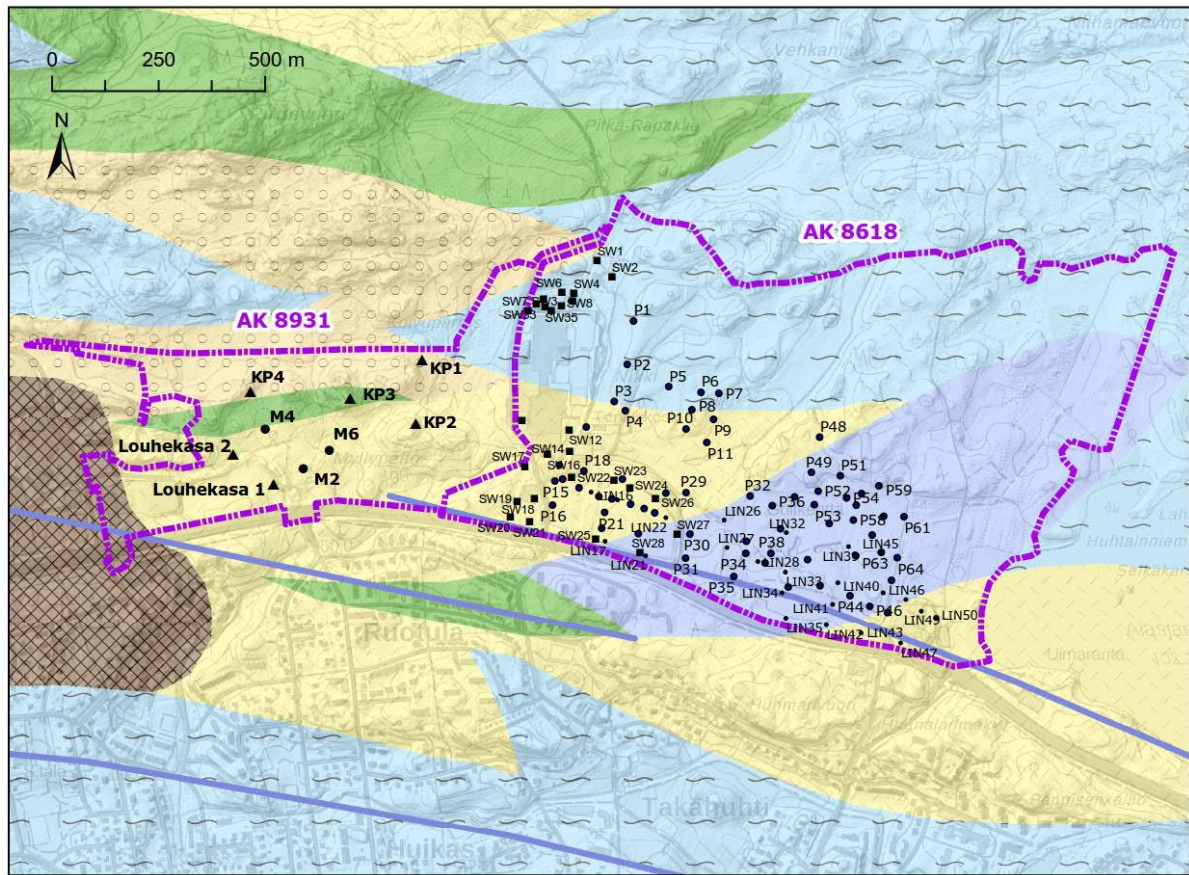
varressa pohjaveden pinnankorkeudet ovat selkeästi alueen muita pohjavesiputkia korkeammalla muodostaen kynnyksen.

Alasjärven länsipuolen asemakaava-alueella keväällä 2023 tehtyjen maaperän pilaantuneisuustutkimusten perusteella pohjavesi on lievästi hapanta (pH 6,4–6,8). Tenniskeskuksen pohjoispuolen havaintoputkessa PVP1 vedessä todettiin pohjaveden ympäristölaatunormin (Vna 341/2009) enimmäispitoisuudet ylittävät pitoisuudet arseenia, kobolttia ja nikkeliä. Tenniskeskuksen lähellä olevassa havaintoputkessa PVP2 todettiin ympäristölaatunormin enimmäispitoisuuden ylittävä pitoisuus kobolttia, mutta pitoisuus oli alhaisempi kuin havaintoputken PVP1 vedessä. Havaintoputken PVP2 vedessä todettiin ympäristölaatunormin enimmäispitoisuudet ylittävät pitoisuudet bentseeniä, naftaleenia ja bentso(a)pyreenia. PAH-yhdisteiden summapitoisuus ylitti myös ympäristölaatunormin enimmäispitoisuuden kuten Teiskontien varressa sijaitsevassa havaintoputkessa PVP4. Tenniskeskuksen eteläpuolen havaintoputken PVP9 vedessä todettiin ympäristölaatunormin enimmäispitoisuuden ylittävä pitoisuus sinkkiä. Teiskontien varressa sijaitsevan havaintoputken PVP5 vedessä todettiin ympäristölaatunormin enimmäispitoisuuden ylittävä pitoisuus kobolttia. Golfkentällä sijaitsevassa havaintoputken PVP6 vedessä todettiin ympäristölaatunormin enimmäispitoisuuden ylittävä pitoisuus arseenia. Lähimpänä Alasjärveä sijaitsevassa havaintoputken PVP8 vedessä todettiin myös ympäristölaatunormin enimmäispitoisuudet ylittävät pitoisuudet arseenia, kobolttia ja sinkkiä. Arseenin ja koboltin kohonneet pitoisuudet ovat todennäköisesti luontaisia ja liittyvät Pirkanmaan maaperän luontaisesti korkeampiin taustapitoisuuksiin. Kaiken kaikkiaan alueen pohjavesien haitta-ainepitoisuudet ovat alhaisia, eivätkä esimerkiksi pohjavesiputkessa PVP2 todetut korkeammat PAH-yhdisteiden pitoisuuksien vaikutukset näy alueen pohjavesissä laajemmin.

## **3.2 Maaperä**

### Maaperän haitta-ainepitoisuudet (pima)

Sitowise Oy:n vuonna 2023 suorittamissa Alasjärven länsipuolen asemakaava-alueella maaperä-, pohjavesi- ja huokosilmatutkimuksissa todettiin vaarallisen jätteen raja-arvon ylittävä pitoisuus sekä alemman ohjearvon ylittävä pitoisuus sinkkiä, VNa:n 214/2007 ylemmän ohjearvon ylittävä pitoisuus lyijyä sekä alemman ohjearvon ylittäviä pitoisuuksia PAH-yhdisteitä. Tutkittavan alueen maaperässä on todettu paikoin myös jätettä, ennen kaikkea tiilenpalasia. Sitowisen tutkimuksissa on tarkasteltu myös WSP:n vuoden 2022 maaperätutkimuksia, joissa rangealueella on todettu alemman ohjearvon ylittävä pitoisuus öljyhiilivetyjen raskaita jakeita C<sub>22</sub>-C<sub>40</sub> ja lyijyä sekä ylemmän ohjearvon ylittävä pitoisuus lindaania. Asemakaava-alueella AK 8931 (KAUPPI, NIIHAMA, Alasjärven länsipuoli) sijaitsevat tutkimuspisteet on esitetty kuvassa 3-2.



----- Asemakaavaraja

#### Näytteet

- ▲ Kallio
- Maaperä
- Koekuoppa

#### Kallioperän mustaliuske

— Tulkittu sähkömagneettiselta kartalta

#### Kallioperä © Haku-latauspalvelu (GTK)

- Emäksinen vulkaniitti, amfiboliitti
- Peridotiitti
- Kvartsidioriitti
- Porfyryinen granodioriitti
- Kiilleliuske
- Kiillegneissi

Kuva 3-2. Asemakaava-alueilla tehtyjen maa- ja kallioperätutkimusten tutkimuspisteet kallioperäkartalla esitettynä.

#### Maaperän ja turpeen rikkipitoisuudet

Maa-ainesten osalta happamaksi sulfaattimaaksi määritellään sellainen hienojakoinen maa-aines, jonka rikkipitoisuus on suurempi kuin 0,2 m-%, ja samanaikaisesti joko maastossa mitattu pH tai nk. inkubaatiokokeessa mitattu pH on alle 4,5. (Autiola ym. (2022), *Happamien sulfaattimaiden kansallinen opas rakennushankkeisiin: Opas happamien sulfaattimaiden huomioimiseen ja vaikutusten hallintaan*).



AK 8618 (KAUPPI, Kaupin kampus, Medi-Park IV)

Alueen maa- ja kallioperästä tehtyjen tutkimusten (Ramboll 2023) perusteella alueella esiintyvät metallipitoisuudet ovat pieniä. Myöskään maaperän hienoaineksen rikkipitoisuuksissa ei todettu kohonneita pitoisuuksia.

AK 8931 (KAUPPI, NIIHAMA, Alasjärven länsipuoli)

Alueella todetut maaperän rikkipitoisuudet on koottu taulukkoon 3-3. Tutkimuksissa todetut pitoisuudet ovat pieniä, eivätkä anna merkkejä mahdollisen mustaliuskealueen läheisyydestä. Alueelta tehdyissä tutkimuksissa ei todettu happamia sulfaattimaita. Suurin rikkipitoisuus 0,14 % on todettu tutkimuspisteen P36 (1–2 m) silttisessä perusmaanäytteessä, jossa on ollut turvetta mukana. Muissakin turvetta sisältävissä näytteissä rikkipitoisuudet ovat suurempia kuin pelkkää maa-ainesta sisältävissä näytteissä.

<b>Pistetunnus</b>	<b>Maalaji</b>	<b>Rikki (mg/kg)</b>	<b>Rikki (%)</b>
<b>P17 1-2 m</b>	<b>Sa, Sr (täyttömaa)</b>	<b>117</b>	<b>0,012</b>
<b>P17 5-6 m</b>	<b>Sa (perusmaa)</b>	<b>832</b>	<b>0,083</b>
<b>P20 3-4 m</b>	<b>Sa, Hk, Sr (täyttömaa)</b>	<b>154</b>	<b>0,015</b>
<b>P22 2-3 m</b>	<b>Sa, Hk (täyttömaa)</b>	<b>170</b>	<b>0,017</b>
<b>P22 9-10 m</b>	<b>Sa, Si (perusmaa)</b>	<b>172</b>	<b>0,017</b>
<b>P27 1-2 m</b>	<b>Sr, Sa (täyttömaa)</b>	<b>147</b>	<b>0,015</b>
<b>P27 6-7 m</b>	<b>Si (perusmaa)</b>	<b>245</b>	<b>0,025</b>
<b>P26 4-5 m</b>	<b>Si, Tu (perusmaa)</b>	<b>962</b>	<b>0,096</b>
<b>P36 1-2 m</b>	<b>Si, Tu (perusmaa)</b>	<b>1400</b>	<b>0,14</b>
<b>P37 2-3 m</b>	<b>Tu, Sa (perusmaa)</b>	<b>1050</b>	<b>0,105</b>
<b>P46 1-2 m</b>	<b>Sa (perusmaa)</b>	<b>76</b>	<b>0,008</b>
<b>P1 0,5-1 m</b>	<b>Hm, Hk, Sa (perusmaa)</b>	<b>42</b>	<b>0,004</b>
<b>P12 1-2 m</b>	<b>Sa, Hk (täyttömaa)</b>	<b>91</b>	<b>0,019</b>

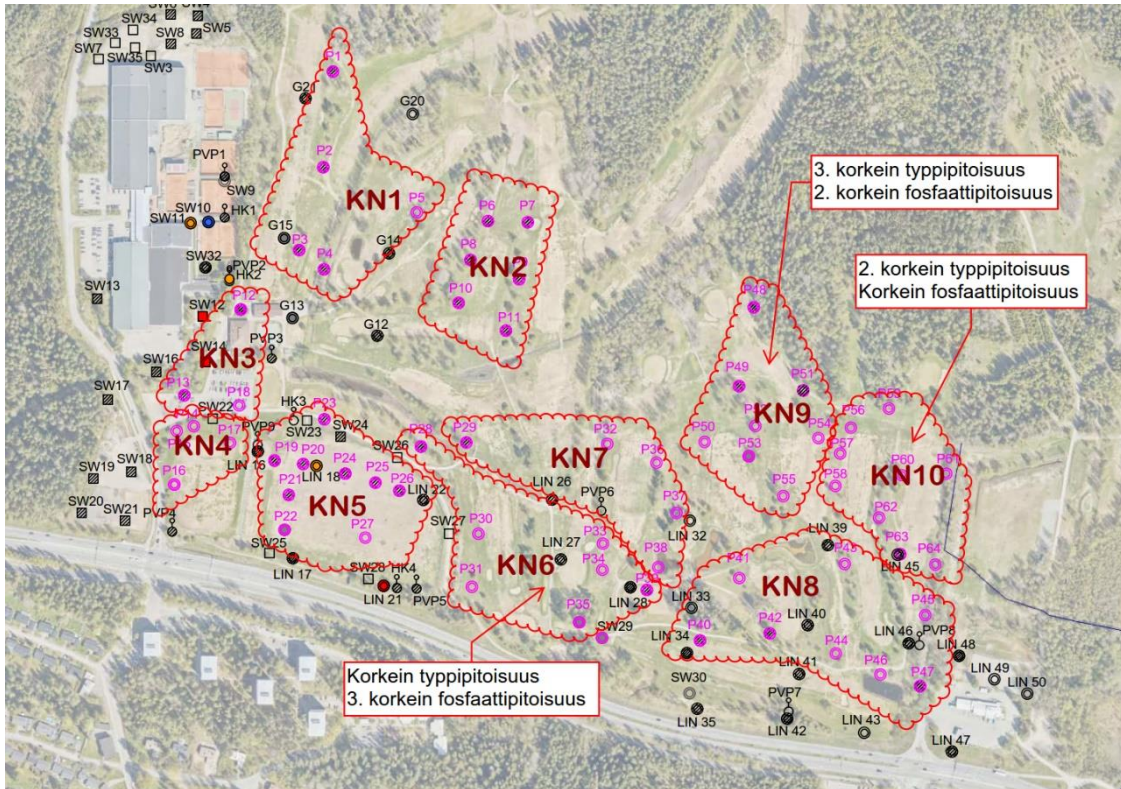
**Kuva 3-3. Alueella todetut maaperän rikkipitoisuudet (Sitowise 2023).**

#### Maaperän ravinnepitoisuudet

Golfkentän alueella on tehty maaperän viljavuustutkimuksia vuonna 2016. Lähes kaikissa tutkituissa pisteissä maaperä oli helppoliukoisen fosforipitoisuuden osalta viljavuusluokassa "hyvä" (keskiarvo noin 21 mg/l). Rikin osalta maaperä oli viljavuusluokassa "tyydyttävä" – "hyvä" (keskiarvo noin 14 mg/l). Happamuus oli luokassa "hyvä" (pH keskimäärin 6,0). Tyyppiä ei viljavuusanalyysissä ole tarkasteltu.

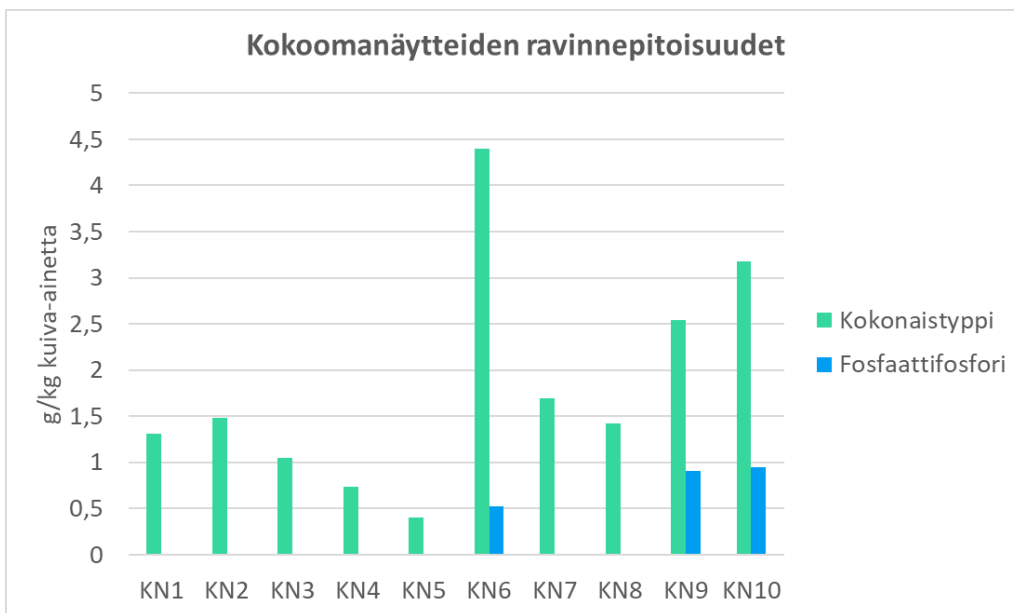
Sitowise on selvittänyt Tampereen kaupungin toimeksiannosta maaperän pH:ta, rikki-, kokonaistyyppi- ja fosfaattipitoisuutta sekä joidenkin metallien pitoisuuksia kokoomanäytteinä 2023. Näytteenoton tuloksista ei ole laadittu asiantuntijalausuntoa.

Kokoomanäytteitä oli kaikkiaan 10 kappaletta, ja ne oli tehty 64 erillisestä näytepisteestä sekoittamalla 0...50 cm syvyydeltä otetut maanäytteet alueittain. Kokoomanäytteisiin mukaan otettujen näytepisteiden sijainnit ja näytteet, joista havaittiin korkeimmat pitoisuudet, on esitetty kuvassa (Kuva 3-4).



**Kuva 3-4. Maaperän kokoomanytteitä edustavien pisteiden (violetilla merkityt ympyrät P1-P64) sijainnit. Huom. Fosfaattia havaittiin vain näistä kolmesta kokoomanytteestä, muualla fosfaattipitoisuus jäi alle määritysrajan.**

Kokoomanytteiden ravinnepitoisuudet on esitetty kuvassa (Kuva 3-5).



**Kuva 3-5. Kokoomanytteiden ravinnepitoisuudet. Huom. määritysraja fosfaattifosforille (P) 0,5 g/kg; valtaosassa näytteitä pitoisuus jäi alle määritysrajan.**

Maaperän typpipitoisuuksista on saatavilla tähän tarkasteluun käyttökelpoista vertailuaineistoa niukanlaisesti. Pääosin aineistot keskittyvät peltomaan typpimäärään yksikössä kg/ha, jolloin vertailua varten tarvittavaan yksikkömuunnokseen tarvittaisiin tieto alkuperäisen aineiston tilavuuspainosta. Tätä ei ole kuitenkaan analysoitu. Maaperän kuiva-aineen typpipitoisuuksia on tarkasteltu esimerkiksi Matkalan ym. (2020) tutkimuksessa *Soil total phosphorus and nitrogen explain vegetation community composition in a northern forest ecosystem near a phosphate massif* sekä Sointeen ym. (2021) tutkimuksessa *Soil organic carbon and clay content as deciding factors for net nitrogen mineralization and cereal yields in boreal mineral soils*. Näistä Matkalan ym. tutkimuksen kohdealueena oli Soklin fosfaattirikas alue ja näytesyvyys tyypin osalta kariki- ja humusmaa, käytännössä karkeasti 0–20 cm syvyys, ja Sointeen ym. tutkimuksessa suomalainen peltomaa useilta eri alueilta, näytesyvyys 0–20 cm. Tuloksia on vertailtu kaava-alueeseen alla (Taulukko 3-1).

**Taulukko 3-1. Maaperän kokonaistypen pitoisuus kaava-alueella sekä kahdessa kotimaisessa tutkimuksessa. Huomaa näytesyvyys.**

Kokonaistypen pitoisuudet kaava-alueella ja kirjallisuudessa (g/kg kuiva-ainetta)	min	keskiarvo	max
Kaava-alue, näytesyvyys 0–50 cm Yhteensä 10 kokoomanäytettä	0,4	1,8	4,4
Soinne ym.: Peltomaa, näytesyvyys 0–20 cm Yhteensä 15 kokoomanäytettä	1,9	3,6	6,9
Matkala ym.: Metsämaan karikkekerros, havupuuvaltainen alue.	12		14
Matkala ym.: Metsämaan karikkekerros, koivuvaltainen alue.	17		17
Matkala ym.: Metsämaan humuskerros, havupuuvaltainen alue.	6		12
Matkala ym.: Metsämaan humuskerros, koivuvaltainen alue.	12		15
Matkala ym.: Metsämaan karikkekerros, kaikki		13,3	
Matkala ym.: Metsämaan humuskerros, kaikki		9,9	

Kirjallisuuteen verrattuna kaava-alueen kokoomanäytteiden typpipitoisuus vaikuttaa siis matalalta. Tulosten vertailtavuutta heikentää kuitenkin huomattavasti kaava-alueelta otettujen kokoomanäytteiden näytteenotto-syvyys. Typpi on maaperässä lähes täysin sitoutuneena maaperän orgaaniseen ainekseen. Suurin osa maaperän tyyppistä on eloperäisessä tai elävässä aineksessa, ja vain pieni osa tyyppistä on kasveille (tai leville) suoraan käyttökelpoista, epäorgaanista ammoniumia tai nitraattia. Valtaosa maaperän typpivarannosta sijaitsee siten maan pintakerrosten karikkeessa ja humusmaassa olevassa elävässä tai eloperäisessä kuolleessa aineksessa. Syvemmissä kerroksissa tyyppiä on vain niukalti. Tämä näkyy myös Matkalan ym. tutkimuksessa, jossa karikkekerroksen pitoisuudet olivat selvästi humuskerroksen pitoisuuksia suurempia, ja vertailussa metsä- ja peltomaan välillä (peltomaasta tyypillisesti puuttuu monikymmenvuotinen karikkekerros). Kaava-alueen kokoomanäytteissä lienee mukana karkeasti arvioiden 50...80 % kivennäismaata, mikä "laimentaa" näytteiden typpipitoisuutta verrattuna vertailuaineistoon, jossa analyysit oli tehty pelkistä eloperäisistä kerroksista. On siten vaikea näytetulosten perusteella sanoa, miten alueen typpipitoisuus vertautuu esimerkiksi luonnonmaahan.

Myös fosforin osalta maaperän pitoisuutta koskeva kotimainen tutkimusaineisto on joko varsin vanhaa (lannoitekäytäntöjen muutos 1960-luvulta tähän päivään voi vaikuttaa tyypillisiin fosforipitoisuuksiin) tai keskittyy pelkkään maaperän pintakerrokseen. Fosfori lisäksi sitoutuu voimakkaasti maaperän partikkeleihin, joten maaperän partikkelikoko vaikuttaa maaperän fosforipitoisuuteen (hienojakoisessa maassa on enemmän sitoutumispaikkoja). Golfkentän

alueelta tehdyissä viljavuusanalyyseissa lähes kaikkien näytteiden maalajiksi on merkitty hieno hiekka, yksittäisissä näytteissä maalajina on hietamoreeni, eli golfkentän alueella maaperä on ainakin näytepisteiden kohdalla pintakerroksistaan karkeaa kivennäismaata. Viljavuusanalyysin näytepisteet on kuitenkin luonnollisesti kohdistettu golfkentän rata-alueille, joissa näytteisiin ei välttämättä ole päätynyt alkuperäistä pohjamaata vaan kentän pohjarakennetta. Peltovuori (2006) havaitsi väitöstutkimuksessaan *Phosphorus in agricultural soils of Finland – characterization of reserves and retention in mineral soil profiles* siltti- ja hietamailla sijaitsevalta pellolta kokonaisfosforipitoisuuden 0,5...0,7 g/kg (näytesyvyys 0...yli 140 cm). Kokoomanäytteiden osalta kaava-alueelta ainoat määritysrajan ylittäneet fosfaattifosforipitoisuudet ovat samaa suuruusluokkaa tämän yksittäisen peltoalueen kokonaisfosforipitoisuuden tulosten kanssa ja korkeampia kuin Matkalan ym. metsämaasta havaitsemat kokonaisfosforipitoisuudet. **On kuitenkin huomattava, että kaava-alueelta on analysoitu pelkkä fosfaattifosfori, ja maaperän kokonaisfosforin pitoisuus on aina tätä suurempi** riippuen fosforin esiintymismuodosta maaperässä.

Fosforin pitoisuudet kaava-alueella ja kirjallisuudessa (g/kg kuiva-ainetta)	min	keskiarvo	max
Kaava-alue, näytesyvyys 0-50 cm Yhteensä 10 kokoomanäytettä FOSFAATTIFOSFORI	< 0,5	?	0,95
Matkala ym.: Metsämaan karikekerros KOKONAISSFOSFORI		0,81	
Matkala ym.: Metsämaan humuskerros KOKONAISSFOSFORI		0,72	
Matkala ym.: Metsämaan mineraalimaa ylempi KOKONAISSFOSFORI		0,38	
Matkala ym.: Metsämaan mineraalimaa ylempi KOKONAISSFOSFORI		0,10	
Peltovuori: Peltomaan eri kerrokset 0...yli 140 cm KOKONAISSFOSFORI	0,5		0,7

### 3.3 Kallioperä

Lähtökohtaisesti Medi-Parkin kaava-alueella pääkivilajeina esiintyvät granodioriitti ja kvrstsidioriitti luokitellaan mineralogisten ja kemiallisten ominaisuuksien perusteella ns. pysyviksi kivilajeiksi, jotka harvoin sisältävät haitallisia määriä sulfidista rikkiä tai metallipitoisuuksia. Kaava-alueen eteläosaan Teiskontien läheisyyteen on merkitty kallioperäkartalle porfyryrisen granodioriitin alueelle ulottuvia magneettisten anomalioiden viivoja. Havaintojen lähtöaineistona on käytetty GTK:n vuosina 1972–2007 tekemää 3 kHz:n taajuuden sähkömagneettista ja magneettista matalalentomittausaineistoa ja niistä prosessoituja aineistoja. Todennäköisesti kalliassa on viivojen kohdalla sulfideja sisältäviä kapeita juonia tai pirotetta.

Rikkipitoisuuden riskirajana käytetään kaivannaisjäteasetuksen VNa 379/2008 mukaisesti 0,1 %. Pitoisuuksien vertailussa Vna:n mukaiseen arvoon täytyy huomioida, että kokonaisrikin pitoisuus ei välttämättä ole kokonaan sulfidista rikkiä. Osa rikkipitoisuudesta voi johtua muiden rikkipitoisten mineraalien, kuten kipsin tai muiden sulfaattimineraalien esiintymisestä, jolloin vertailtava pitoisuusarvo voi todellisuudessa olla pienempi.

Rikkipitoisuuksia on tutkittu Medi-Parkin kaava-alueen kallioperästä. Alueen rikkipitoisuudet olivat näytteiden perusteella pieniä ja suurimmat kokonaisrikkipitoisuudet olivat 0,1–0,2 % luokkaa. GTK:n anomaliahavaintojen ja riskirajan mahdollisen ylityksen vuoksi kaava-alueen tutkimuksia tarkennettiin kalliönäytteiden NAG-testeillä. NAG-testillä voidaan varmentaa kiviaineksen

luokittelua happoa tuottaviksi tai happoa tuottamattomiksi jätteiksi. Kiviaineksen luokittelu hapontuoton perusteella on esitetty taulukossa 3-2. Taulukossa 3-3 on esitetty NAG-testien tulokset.

**Taulukko 3-2. Kiviaineksen luokittelu NAG<sub>pH</sub>- sekä NAG-arvojen perusteella (AMIRA 2002, ARD Test Handbook,).**

NAG <sub>pH</sub>	NAG (kg H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> /t)	Luokittelu
4,5	0	Happoa tuottamaton, NAF
<4,5	0-5	Mahdollisesti happoa tuottava - alhainen kapasiteetti, PAF-LC *
<4,5	>5	Mahdollisesti happoa tuottava, PAF

\* PAF-LC -luokitus kuvaa materiaaleja, jotka voidaan käsitellä kalkilla tai sekoittamalla happoa tuottava materiaali happoa tuottamattoman (NAF) materiaalin tai happoa kuluttavan materiaalin kanssa.

**Taulukko 3-3. Medi-Parkin alueelta otettujen kallionäytteiden kokonaisrikkipitoisuudet sekä NAG-testin tulokset.**

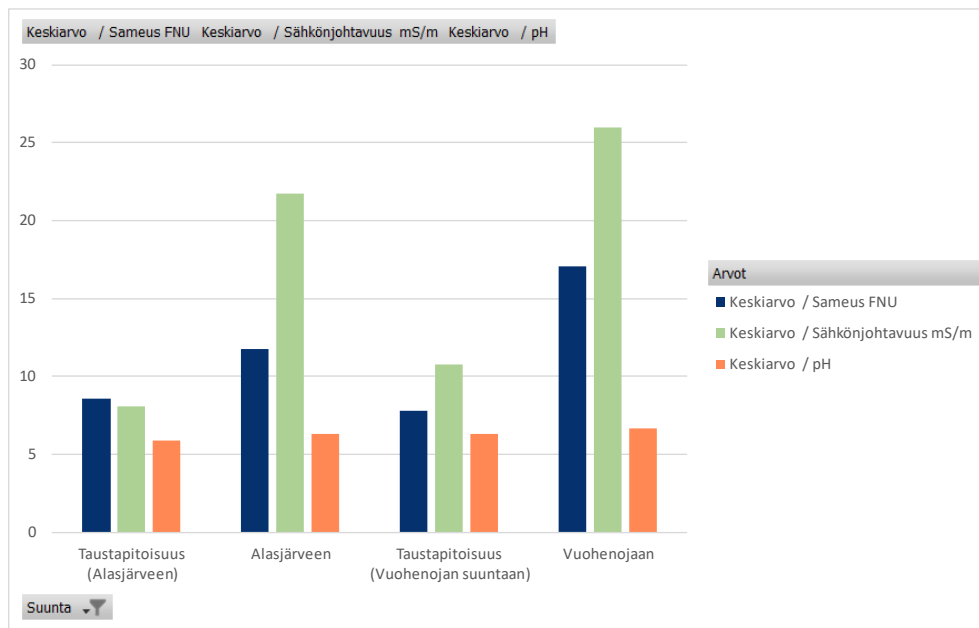
	Näyte KP1	Näyte KP4
Rikki %	0,12	0,077
NAG <sub>pH</sub>	5,21	8,10
NAG pH:seen 4.5, kg H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> /t	0	0
NAG pH:seen 7.0, kg H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> /t	0,4	0
Hapontuotto	Happoa tuottamaton, NAF	Happoa tuottamaton, NAF

Tutkitut kallionäytteet voitiin todeta NAG-testien perusteella happoa tuottamattomiksi.

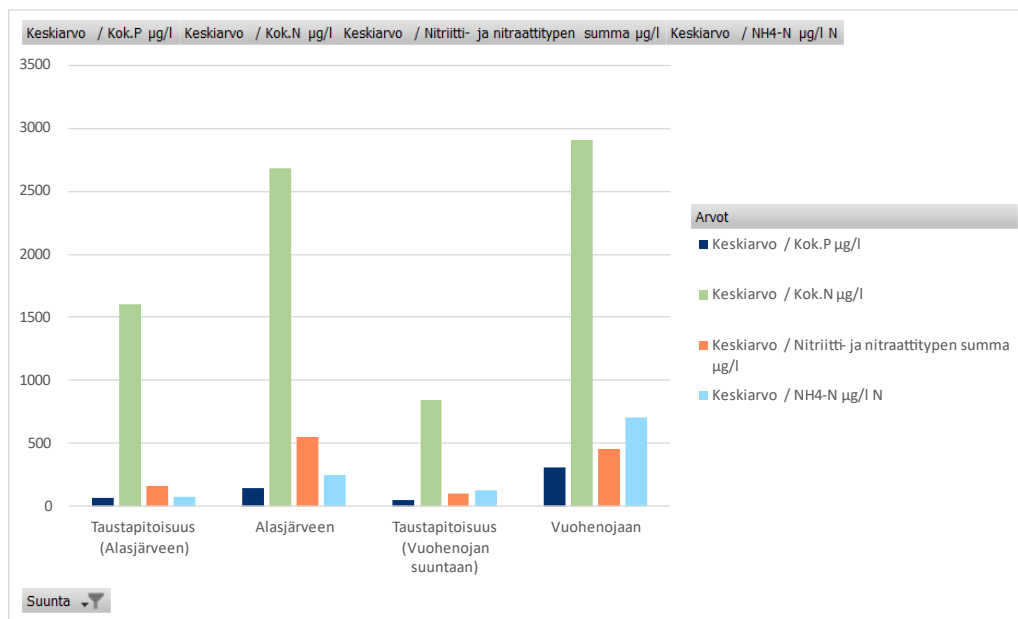
### 3.4 Pintavedet

Tammer-Golfin alueelta oli useista ojista vesinäytetuloksia, Myllypellonojan - Vuohenojan suuntaan 13 kappaletta ja Alasjärven suuntaan 14 kappaletta. Lisäksi samoista ojista on ennen golfkenttää muutamia taustapitoisuusnäytteitä (Alasjärven suuntaan laskevasta ojasta yksi näyte ja Myllypellonojan - Vuohenojan suuntaan laskevista ojista kolme näytettä).

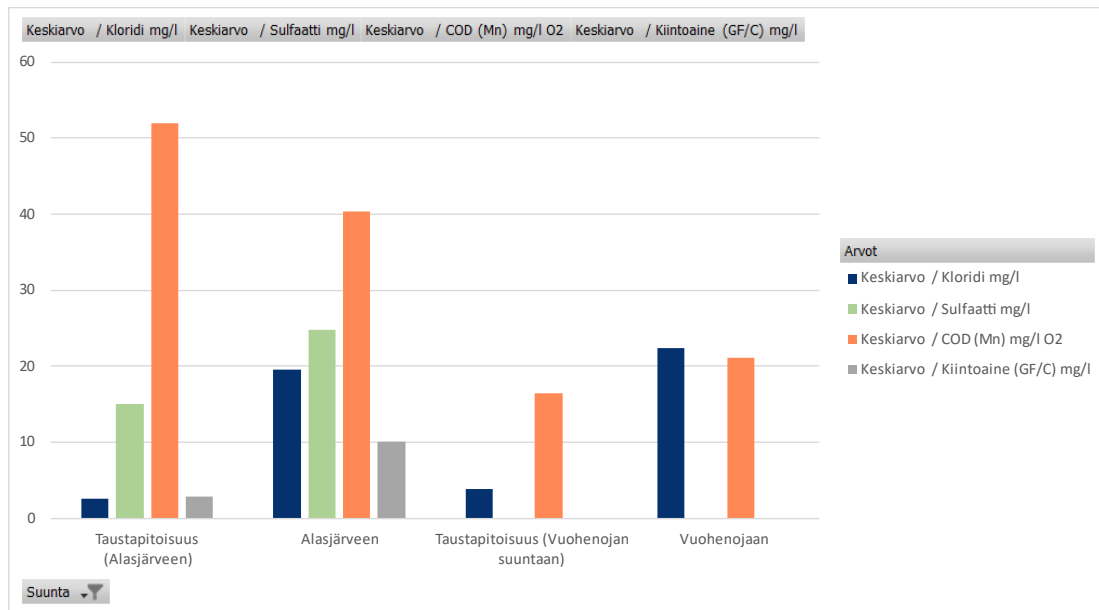
Alla on esitetty diagrammeissa (kuvat 3-6...3-8) Alasjärveen ja Myllypellonojaan - Vuohenojaan suuntautuvan valunnan laatuparametreja verrattuna taustapitoisuuteen. Vertailussa tulee kuitenkin huomioida, että taustapitoisuuksista on vain yksittäisiä näytteitä. Aineistoissa oli myös muita laatuparametreja, mutta alla on esitetty vain ne, joista oli tehty mittaukset lähes jokaisessa näytteessä.



**Kuva 3-6: Sameuden, sähkönjohtavuuden ja pH:n keskiarvot Alasjärven ja Vuohenojan (Myllypellonjojan) suuntaan johtavissa ojissa Ruotulan golfkentän alueella.**



**Kuva 3-7: Kokonaisfosforin ja typen eri muotojen keskiarvot Alasjärven ja Vuohenojan (Myllypellonjojan) suuntaan johtavissa ojissa Ruotulan golfkentän alueella.**



**Kuva 3-8: Kemiallisen hapenkulutuksen ja kloridin keskiarvot Alasjärven ja Vuohenojan (Myllypellonjojan) suuntaan johtavissa ojissa Ruotulan golfkentän alueella. Lisäksi on esitetty Alasjärven johtavista ojista mitattu sulfaatti- ja kiintoainepitoisuus.**

Kaikissa vesinäytteissä näkyy selvänä golfkentän alueen vaikutus ojavesien laatuun ja myös tiesuolauksen vaikutus. Sähkönjohtavuus nousee kummassakin valuntasuunnassa golfkentän alapuolella lähes 2,5-kertaiseksi verrattuna kentän yläpuoliseen taustapitoisuuteen. Kloridipitoisuus nousee tätäkin enemmän, jopa kertaluokalla. Ainoastaan kemiallisen hapenkulutuksen osalta golfkentän alapuolisessa ojavedessä näkyi laskua, mutta käytännössä tämä saattaa johtua sattumasta (taustapitoisuudesta on vain yksi havainto). KVVY:n raporttien (2017 ja 2018) mukaan golfkentältä Alasjärven suuntaan johtavissa ojissa virtaavat ovat heikkoja tai olemattomia, ja golfkentän kuormitus kohdistuisi siten käytännössä lähes kokonaisuudessaan Vuohenojan (Myllypellonjojan) suuntaan. KVVY:n 2017 raportin mukaan ravinnekuormitus Ruotulan golfkentältä on ajoittain voimakasta ja sillä saattaa olla huomattavaa rehevöittävää vaikutusta alapuoliseen vesistöön.

Mitatut kokonaisfosforipitoisuudet vastasivat sekä taustapitoisuuksien että golfkentän ojavesien pitoisuuden osalta huomattavan rehevän järven tasoa. Samoin typpipitoisuus alueelta purkautuvassa vedessä on luonnon järvivesiin verrattuna korkeahko. Helsingin kaupunkipurojen keskimääräisiin pitoisuuksiin (Tarvainen 2006) verrattuna alueelta purkautuvien vesien kokonaisfosforin pitoisuus on puolestaan 2...5 -kertainen ja kokonaistypen pitoisuus on noin 1,3-kertainen.

KVVY:n selvityksen (2020) mukaan Alasjärven kohdistuva kuormitus ei saisi fosforin osalta kasvaa lainkaan ja typen osalta tulisi laskea vähintään 12 %, jos järven nykyinen erinomainen ekologinen tila halutaan säilyttää. Vuohenojan osalta vastaavia arvioita ei ole saatavilla. Iidesjärven osalta, johon sekä Myllypellonjojan että Alasjärven valuntareitit johtavat Vuohenojaa pitkin, esitetään fosforinkuormituksen vähennystarpeeksi 43 % ja typpikuormituksen vähennystarpeeksi 11 %.

### 3.5 Muut aineistot

Suunnittelualueelle tehtyjen alustavien tasausten ja massalaskelmien perusteella kummallakin kaava-alueella tullaan siirtämään satojatuhansia kuutiometrejä maamassoja. Medi-Park IV leikkausmassat (sis. Tenniskatu) ovat suuruusluokkaa 150...200 000 m<sup>3</sup>ctr ja täytöt vain noin 10 000 m<sup>3</sup>ctr. Leikkaukset sisältävät todennäköisesti runsaasti kalliolouhintaa. Alasjärvi länsi leikkausmassat (sis. Tenniskatu) luokkaa 200...250 000 m<sup>3</sup>ctr ja täytöt luokkaa 100 000 m<sup>3</sup>ctr (ei sis. mahdollisia massanvaihtoja). Leikkaukset ovat pääsääntöisesti maaleikkausta.

Tässä vaiheessa suunnitelmat ovat vasta yleispiirteisiä, mutta arvioista voidaan todeta jo maansiirtotöiden suuruusluokka ja se, että alue on kokonaisuutena massatasapainoltaan ylijäämäinen eli osa massoista jouduttaneen kuljettamaan alueiden ulkopuolelle. Medi-Park IV massatase on erityisesti selvästi ylijäämäinen, joten alueiden suunnittelun ja rakentamisen vaiheistumisen sekä saatavan kiviaineksen laadun mukaan Medi-Park IV alueelta saatavia kiviaineksia käytetään alueen sisäisen käytön lisäksi mahdollisesti myös Alasjärven länsipuolen alueen täyttöihin ja rakenteisiin.

## 4. Johtopäätökset ja suositukset jatkosuunnitteluun

### 4.1 Pohjavedet

Alueen rakentamisessa tulee huomioida, että pohjaveden pinta on havaintoputkien mittaus tulosten perusteella vain 0–3 metrin syvyydellä maanpinnasta ja alueella esiintyy paineellista pohjavettä. Paineellisen pohjaveden alueella rakentaminen voi aiheuttaa pohjaveden haitallista purkautumista, jos vettä hyvin johtavien maakerrosten yläpuolinen vettä pidättävä maakerros puhkaistaan kaivamalla tai paaluttamalla. Paineellisen pohjaveden mahdollisuus tulee huomioida alueelle laadittavassa rakentamisen aikaisessa vesienhallintasuunnitelmassa.

Alasjärven länsiosan asemakaava-alueen länsiosassa pohjavedessä todettiin todennäköisesti luontaisesti kohonneiden arseeni- ja kobolttipitoisuuksien lisäksi kohonneita nikkelin ja sinkin sekä PAH-yhdisteiden pitoisuuksia. Kohonnut sinkkipitoisuus havaittiin myös alueen itäosan pohjaveden havaintoputkessa. Alueen pohjaveden havaintoputkista (PVP1-PVP9) on otettu vain yhdet vesinäytteet keväällä 2023, joten alueen pohjaveden laaduntarkkailua ehdotetaan jatkettavan niin, että pohjavesinäytteet otetaan kertaalleen kaksi kertaa vuodessa (keväällä ja syksyllä). Näytteenoton yhteydessä mitataan pohjaveden pinnankorkeus kaikista alueen havaintoputkista, myös Medi-Park IV alueen havaintoputkesta HP1/22. Lisäksi pohjaveden havaintoputkien PVP8 ja PVP9 putkien päiden korkeustasot tulee mitata. Tarkkailutulosten perusteella päätetään, onko tarkkailua tarpeen jatkaa. Alueen rakentamisen vesienhallintasuunnitelmassa tulee huomioida pohjaveden sisältämien haitta-aineiden mahdollinen vaikutus alueen vesistöön.

Medi-Park IV kaava-alueella pohjavedenpinta leikkaa maanpintaa lähteinä tai tihkupintoina. Medi-Park IV asemakaava-alueen lähteistä tai tihkupinnoista mikään ei alueelle laaditun luontoselvityksen johtopäätösten perusteella täytä vesilain tarkoittaman pienveden tunnusmerkkejä (vesilain 2 luvun 11 §). Medi-Park IV alueella ei siten ole lähteitä tai tihkupintoja, joiden muuttaminen edellyttää vesilain mukaisen luvan hakemista.



## 4.2 Maaperä

Alueella tehdyissä maaperän haitta-aineselvityksissä on todettu pistekohtaisia haitta-ainepitoisuuksia, jotka on poistettava rakentamisen laajuudessa. Vesien imeyttämistä ei saa tehdä pilaantuneen alueen läpi.

Mahdolliset maaperän, pohjaveden tai huokosilman haitta-aineet ja maaperän jätteisyys tulee ottaa huomioon asemakaavoituksen etenemisessä.

Maaperän rikkipitoisuudet olivat molemmilla alueilla pieniä. Turvetta sisältävissä näytteissä todettiin suurimmat rikkipitoisuudet. Vuoksi veden alta kaivetun tai ojitetun turpeen kuivamisen ja maatumisen nopeutumisen myötä turpeen sisältämä rikki vapautuu helposti liukenevaan sulfaattimuotoon. Vaikka pitoisuudet olivat tutkituissa näytteissä pieniä, sulfaattikuormituksen välttämiseksi tulee kiinnittää huomiota turpeiden käsittelyyn alueella. Sulfaattikuormituksesta ja sitä estävistä toimenpiteistä on kerrottu luvussa 4.4.

Maaperän ravinnepitoisuuksien vertailtavuudessa kirjallisuudesta saatavilla olevaan tietoon oli huomattavia puutteita. Maaperän fosforipitoisuus alueella saattaa kuitenkin olla korkea. Maaperän ravinnepitoisuutta, ravinnehuuhtouman riskiä ja huuhtoutumista estäviä toimenpiteitä on käsitelty luvussa 4.4.

## 4.3 Kallioperä

Mustaliuskeviivasta etäämmällä sijaitsevien kallioalueiden tutkimuksissa ei ole todettu rikkipitoisuuksia, joilla olisi vaikutusta kiviainesten käyttöön.

Mikäli alueille merkittyjen mustaliuskeviivojen alueilla on tarpeen tehdä louhintaa, josta irrotetaan suuria määriä kiviainesta, on kallion rikkipitoisuus ja tarvittaessa myös hapontuottopotentiali syytä tutkia ennakkoon. Korkeiden rikkipitoisuuksien vaikutuksesta voi pahimmassa tapauksessa muodostua happamia metallipitoisia valumavesiä.

## 4.4 Pintavedet ja maarakentaminen

Paikallisten massojen lisäksi alueelle tuotava täyttömaa saattaa sisältää sellaisia aineksia, joita ei alueella nykyisin esiinny, joten maanrakennustöiden vaikutusten yksityiskohtainen arviointi pintavesiin on vaikeaa. Käytännössä näin laaja maanrakennuskohde aiheuttaa kuitenkin lähes väistämättä kuormitusta pintavesiin. Kuormitusta aiheutuu erityisesti maaperän paljastuessa ja altistuessa sade- ja sulamisvesille, jotka huuhtovat häiriintynyttä, löyhtynyttä maapohjaa ja läjityksiä. Maaperän kiintoaineksen mukana pintavesiin huuhtoutuu ravinteita, minkä lisäksi rakennustyömaista saattaa aiheutua vesistöihin myös sulfaattikuormitusta.

### Fosfori, typpi ja kiintoaines

Pääosa aluetta koskevista tutkimustuloksista koskee golfkentän aluetta. Golfkentän alueelta otettujen maanäytteiden kokonaistyyppi- ja fosfaattifosforipitoisuudet vastasivat saatavilla olevaa niukan vertailuaineiston suuruusluokkaa tai olivat sen alapuolella, mutta tulosten vertailtavuudessa oli huomattavia puutteita. Koska typpi on sitoutuneena maaperässä valtaosaltaan karikkeeseen ja orgaaniseen ainekseen, voidaan kuitenkin jo pelkän maankäytön perusteella arvioida golfkentän alueella maaperän typpipitoisuuden todennäköisesti olevan luonnon metsämaata alhaisempi. Korkeampia typpipitoisuuksia löytynee Medi-Parkin metsäisiltä alueilta.

Fosforin osalta puolestaan maanäytteistä oli analysoitu ainoastaan fosfaattifosforin pitoisuus. Lisäksi 70 %:ssa näytteistä pitoisuus jäi alle määritysrajojen. Niissä pisteissä, joissa fosfaattifosforia havaittiin, sen pitoisuudet vastasivat vertailuaineiston silttimaalla sijaitsevan pellon kokonaisfosforipitoisuutta. Maa-aineksen kokonaisfosforipitoisuus on käytännössä kuitenkin vähintään yhtä korkea kuin fosfaattifosforipitoisuus, fosforin olomuodosta riippuen huomattavastikin korkeampi, joten golfkentän maaperän kokonaisfosforipitoisuus lienee vertailuaineistoa korkeampi. Ei ole kuitenkaan mahdollista todeta, miten paljon. Golfkentän ojavesissä sekä fosfori- että typpipitoisuudet on todettu korkeiksi, ja myös alueen pintamaan kasveille suoraan käyttökelpoinen fosforipitoisuus on viljavuusanalyysin termein ”hyvällä” tasolla. Lienee siis perusteltua olettaa, että vähintäänkin maaperän pintakerrokseen on kertynyt jonkin verran fosforia golfkentän toiminnan myötä.

Käytettävissä olevien aineistojen perusteella voidaan arvioida, että on olemassa riski, että Alasjärven länsipuolen kaava-alueen rakennustyöt aiheuttavat fosfori- ja typpikuormitusta vastaanottaviin vesistöihin. Medi-Park kaava-alueen louhintatöissä voi vapautua maaperän ravinteiden lisäksi myös räjähdäaineiden jäännöstyyppeä. Käytännössä nykyisten ja tulevien pinnanmuotojen vuoksi kuormitus kohdistuu valtaosin Myllypellonojaan ja sen alapuoliseen Vuohenojaan ja Iidesjärveen. Kuormitus jakautunee karkeasti siten, että golfkentän puolella painottuu fosforihuuhtouma ja Medi-Parkin puolella typpihuuhtouma.

Sekä golfkentän että metsäalueiden pintamaiden poistossa on syytä kiinnittää huomiota mm. massojen läjitys- ja varastoalueiden sijoitteluun riittävän etäälle valuntareiteistä. Jos kuorittuja pintamaita loppusijoitetaan kaava-alueelle, tulee suunnittelussa huomioida ravinnehuuhtouman riski. Toisaalta massat lienevät hyvää materiaalia viherrakentamisessa esimerkiksi kierrätyskasvualustojen tekemiseen.

Työmaan aiheuttamaa ravinne- ja kiintoainekuormitusta on mahdollista parhaiten hillitä estämällä kiintoaineen pääsy veteen. Käytännön toimenpiteinä ovat paljastuneen maaperän pinta-alan minimointi kaikissa työvaiheissa, pintojen rakentaminen nopeasti valmiiksi asti, luiskien tehokas eroosiosuojaus sekä huomion kiinnittäminen massojen varastoinnin vesienhallintaan. Louhintatöissä tyypin huuhtoutumista voidaan vähentää käyttämällä emulsioräjähteitä. Jos kiintoainesta ja siihen sitoutuneita ravinteita pääsee näistä toimenpiteistä huolimatta veteen, on kuormitusta vielä mahdollista hieman vähentää käsittelemällä työmaan valumavesiä. Yleisesti työmaille on käytössä useita vedenlaadun hallintakeinoja aina altaista geotuubeihin. Tehokkaimpia keinoja ovat monimuotoisia puhdistuskeinoja sisältävät hallinnan ratkaisut, kuten biosuodatus, jossa tapahtuu sekä kemiallisia, fysikaalisia ja mikrobiologisia reaktioita että kasvillisuuden toimintaa. Myös pintavalutus säilytettävän kasvillisuuden alueelle on käytännössä todettu toimivaksi ja käyttökelpoiseksi ratkaisuksi. Rakenteen tulee kuitenkin olla suunniteltu juuri työmaavesille ja esim. hyvin kiintoainepitoiset vedet tukkeuttavat helposti suodattimia, jolloin tarvitaan tehokas esikäsittely tai muita keinoja vedenlaadun hallintaan. Paras ja ensisijainen keino työmaavesien laadun parantamisessa on aina likaantumisen estäminen työmaan hyvillä toimintatavoilla. Kaavoituksen tulisi ohjata työmaavesien käsittelyä ennaltaehkäisevään suuntaan esimerkiksi edellyttämällä laajoilta työmailta työmaavesien hallintasuunnitelmaa, jossa esitetään työmaan eroosionhallinnan ja massojen varastoinnin menettelyt.

Mahdollisesti Alasjärven suuntaan valuvat vedet tulee ohjata käsittelyn jälkeen Alasjärven ohi alapuoliseen Rahjukoskenojaan, jotta Alasjärven erinomaiseksi luokiteltu ekologinen tila ei heikkenisi.

## Sulfaattikuormitus

Alasjärven länsipuolen alustavan kaivu- ja täyttösuunnitelman mukaan alue on pääsääntöisesti rakentumassa täytöille. Suunnitelmaluonnokset ovat vasta alustavia ja karkeita – esimerkiksi alueen keskeisen hulevesijärjestelmän kohdalle on tässä vaiheessa käytettävissä olevassa luonnoksessa esitetty täyttöä jopa 2,0 m. Käytettävissä ei ole tässä vaiheessa tietoa, onko tarkoitus käyttää alueen sisäisiä massoja vai onko alueelle tulossa merkittäviä määriä ulkopuolisia massoja. Todennäköisesti kuitenkin Alasjärven länsipuolen kaava-alueella tullaan tekemään jonkin verran massanvaihtoja pehmeikköalueilla ja tuomaan alueelle myös ulkopuolista kivennäismaata ja kiviainesta vähintäänkin rakennekerroksia varten. Medi-Park IV alue on puolestaan massaylijäämäinen ja poistettavat massat ovat suurelta osin kalliota, joten toteutuksessa tullaan todennäköisesti tavoittelemaan, että molemmilla kaava-alueilla käytettäisiin Medi-Park IV louhintatöistä saatavaa kiviainesta. Siten Medi-Park IV kallioperän laadulla voi olla merkitystä alueelta purkautuvien valumavesien laadulle. Vaikka kallioperä on todettu rikkipitoisuudeltaan pääsääntöisesti matalaksi, saattaa alueella kuitenkin olla sulfidipitoisia juonia.

Sulfidimineraalit voivat aiheuttaa valumavesien sulfaattipitoisuuksien nousua ja suurina määrinä myös happamoitumista. Tavallisia sulfidimineraaleja ovat mm. rikkikiisu ja magneettikiisu. Sulfaatin vapautumisen mekanismina on sulfidipitoisten mineraalien altistuminen ilman hapelle. Happi rapauttaa sulfaattia maa- ja kiviaineksen sulfidimineraaleista murskaus- ja kaivutöissä, ja maaperässä sulfaattia voi rapautua maapartikkeleista myös pohjaveden laskiessa. Pintavesien sulfaattipitoisuuden nousu on osoittautunut varsin tavalliseksi ilmiöksi työmaa-alueiden ympäristössä, ja sitä on erittäin vaikea estää. Lisäksi lopputilanteessa rakennetuilla alueilla maan pohjaveden pinnan yläpuolisiin, hapellisiin pintakerroksiin tulee tyypillisesti suuria määriä murskattua kiviainesta katu- ja pysäköintialueiden pohjarakenteissa, putkijohtokaivannoissa sekä rakennusten perustuksissa. Tästä murskatusta kiviaineksesta rapautunee joka tapauksessa vähäisiä määriä sulfaattia myös sellaisista kivistä, joissa rikkipitoisuus on matala. Kun suuria määriä kiviainesta altistuu rakennekerroksissa hapelle, voi vähärikkienkin aines aiheuttaa havaittavaa sulfaattipitoisuuden nousua pintavesissä.

Veteen huuhtoutuneen sulfaatin poistamisesta erilaisilla valumavesien hallintarakenteilla on vain niukalti tutkittua tietoa, ja siten sen poistuminen on vähintäänkin epävarmaa. Liukoisena aineena, jota kasvillisuus tai mikrobit eivät merkittävässä määrin käytä, sulfaatin poistaminen on kuitenkin varmasti hankalaa. Lisäksi vapautumismekanisminsa vuoksi sulfaatti voi helposti huuhtoutua myös suoraan maaperässä tapahtuvaan pintakerros- ja pohjavaluntaan, mistä vettä on hyvin hankalaa kerätä käsiteltäväksi. Laitosolosuhteissa sulfaattia on poistettu ioninvaihdon ja käänteisosmoosin keinoin, mutta tällaisten järjestelmien käyttäminen työmaaolosuhteissa on käytännössä täysin mahdotonta jo siksi, että laitteistojen toimintaperiaatteen vuoksi niitä voidaan käyttää vain hyvin vähän kiintoainetta sisältävälle vedelle.

Käytännön toimista sulfaattikuormituksen hallinnassa vaikuttavimpia lienevät menettelyt, joilla pyritään välttämään pohjaveden pinnan tason laskemista, pitkäaikaisten löyhästi läjitettyjen massavarastojen välttäminen ja mahdollisimman pieniä rikkipitoisuuksia sisältävän kiviaineksen käyttäminen murskerakenteissa. Maamassojen osalta olisi hyvä mahdollisuuksien mukaan suunnitella massojen käyttöä niin, että pohjaveden alapuolelta kaivetut massat säilyisivät lopputilanteessakin hapettomissa oloissa. Pohjavedenpinnan yläpuolisissa täytöissä olisi hyvä käyttää joko pieniä rikkipitoisuuksia sisältäviä massoja tai sellaisia maa-aineksia, jotka on kaivettu pohjavedenpinnan yläpuolisista kerroksista.

Mahdollisesti Alasjärven suuntaan valuvat vedet tulee ohjata käsittelyn jälkeen Alasjärven ohi alapuoliseen Rahjukoskenojaan, jotta Alasjärven erinomaiseksi luokiteltu ekologinen tila ei heikkenisi.