

Vastaanottaja

**Senaatti-kiinteistöt**

**Laura Schrey**

Päivämäärä

**18.12.2023, päivitetty 29.5.2024**

# **SENAATTI-KIINTEISTÖT**

**OULUN VANHA VANKILA,**

**SULFAATTIMAASELVITYS**

# SENAATTI-KIINTEISTÖT OULUN VANHA VANKILA, SULFAATTIMAASELVITYS

Asiakirjatyyppi **Sulfaattimaaselvitys**  
Laatija **Nina Kasurinen, Ramboll Finland Oy**  
Tarkastaja **Sanna Vienonen, Ramboll Finland Oy**

Ramboll  
Kiviharjunlenkki 1 A  
90220 OULU

P +358 20 755 611  
<https://fi.ramboll.com>

## SISÄLTÖ

<b>1.</b>	Johdanto	4
2.	Happamat sulfaattimaat	4
2.1	Tausta	4
2.2	Luokittelu	5
2.3	Sulfaattimaiden tunnistaminen	6
2.4	Vaikutukset	6
2.4.1	Korroosio	6
2.4.2	Vesistövaikutukset	7
3.	Kohde	8
4.	Näytteenotto ja kenttähavainnot	9
5.	Tulokset	9
6.	Yhteenveto	11

### LIITTEET

1. Tutkimuspistekartta

# 1. JOHDANTO

Oulun vankilatoiminta on siirtymässä uuteen sijaintiin ja vanhan vankilakiinteistön käyttötarkoitus tulee muuttumaan. Senaatti-kiinteistöjen toimeksiannosta Ramboll Finland Oy suoritti vanhan vankilakiinteistön alueelle sulfaattimaaselvityksen muiden alueelle tehtyjen selvitysten yhteydessä. Selvitykseen toteutettiin ennalta laaditun tutkimussuunnitelman (Oulun vankilan rakennettavuus, sulfaattimaa- ja PIMA-selvitys, 17.10.2023, sekä päivitys 30.4.2024) mukaisesti. Selvitykseen liittyvät maastotyöt suoritettiin 1.-2.11.2023 ja 6.5.2024.

Tilaaajan edustajina hankkeessa on toiminut Senaatti-kiinteistöiltä Laura Schrey. Rambollissa projektipäällikkönä toimi Sanna Vienonen. Tässä raportissa esitetään tehtyjen sulfaattimaaselvitysten tulokset.

# 2. HAPPAMAT SULFAATTIMAAT

## 2.1 TAUSTA

Happamilla sulfaattimailla tarkoitetaan maaperässä luontaisesti esiintyviä rikkipitoisia sedimenttejä, joista vapautuu hapettumisen seurauksena haitallisia määriä happamuutta maaperään ja vesistöihin. Hapettuminen tapahtuu, kun maaperä pääsee kosketuksiin ilman hapen kanssa. Happamoitumisen seurauksena liukenee maaperästä myös haitallisia metalleja (esim. Al, Cd, Co, Cu, Ni, Zn), jotka kulkeutuvat edelleen vesistöihin. Happamista sulfaattimaista on Suomessa arvioitu huuhtoutuvan vesistöihin jopa enemmän haitallisia metalleja, kuten mangaania, sinkkiä, alumiinia, kuin yhteensä kaikista Suomen teollisuuden jätevesistä.

Maaperän happamoitumiseen on syynä rautasulfidien hapettuminen sedimenttien joutuessa pohjavedenpinnan yläpuolelle maankohoamisen ja maankäyttöön liittyvän kuivatustoiminnan seurauksena. Hapettumisen seurauksena sulfideista muodostuu maaperässä rikkihappoa, joka alentaa maan pH-tasoa. Rikkipitoiset sedimentit ovat pääasiassa veteen kerrostuneita sedimenttejä, jotka ovat syntyneet ympäristössä, jossa sulfaattipitoiseen veteen, pääasiassa meriveteen, on kerrostunut orgaanista ainesta ja sekoittunut mantereelta kulkeutuneita sedimenttien rautaoksidaa. Hapettomissa olosuhteissa bakteerit hajottavat orgaanista ainesta pohjan sedimentissä pelkistäen sulfaatin sulfidiksi, joka saostuu edelleen raudan kanssa rautasulfideiksi.

Sulfidisedimentit ovat tyypillisesti liejuista silttiä tai savea ja esiintyvät rannikkoseudun alavilla mailla. Ne ovat usein väriltään mustia tai tumman harmaita. Paikoin rikkiä saattaa esiintyä kuitenkin haitallisia määriä myös karkeammissa maalajeissa kuten hiekassa ja hiekkaisessa siltissä. Näille maalajeille on tyypillistä heikko puskurikyky happamoitumista vastaan, jolloin jo pienikin määrä hapettuvaa sulfidia voi alentaa maaperän pH:ta voimakkaasti.

Suomessa sulfidisedimentit ovat kerrostuneet pääasiassa viime jääkauden jälkeisten meri- ja järvi- vaiheiden aikana ja esiintymien arvioidaan olevan Euroopan laajimmat. Ongelmallisimpia ovat

Litorina-merivaiheessa ja sen jälkeen kerrostuneet sedimentit, koska tällöin ympäristöolot ovat olleet suotuisimmat rikkipitoisten kerrostumien muodostumiselle. Litorina-meri on ulottunut noin 9800 vuotta sitten ylimmillään Perämeren seudulla yli 100 metrin, Pohjanmaalla hieman alle 100 metrin ja Etelä-Suomessa noin 50 metrin korkeudelle nykyisen merenpinnan yläpuolelle.

## 2.2 LUOKITTELU

Happamalla sulfaattimaalla tarkoitetaan sulfidirikkipitoista maaperää, jossa on sekä hapettunut hapan maakerros, että hapettumaton sulfidirikkipitoinen maakerros, tai vain toinen näistä. Happamat sulfaattimaat ovat yleisesti liejuisia ja hienorakeisia maalajeja (savi ja siltti), mutta myös karkearakeiset maalajit (silttinen hiekka ja hiekka) voivat hapettuessaan tuottaa happamuutta huonon puskurikapasiteetin takia.

GTK:n ohjeistuksissa koheesiomaat luokittelevat happamiksi sulfaattimaiksi, kun niiden kokonaisrikkipitoisuus ylittää 2000 mg/kg (0,2 m-%). Kitkamaalajit luokittelevat happamiksi sulfaattimaiksi, jos niiden rikkipitoisuus ylittää 600 mg/kg (0,06 m-%). Liejut ja turpeet luokittelevat happoa tuottavaksi, jos niiden kokonaisrikkipitoisuus ylittää 10 000 mg/kg (1,0 m-%).

Happamat sulfaattimaat voidaan luokitella kahteen ryhmään: 1. Todelliset happamat sulfaattimaat (THS) ja 2. Potentiaaliset happamat sulfidimaat (PHS).

### 1. Todellinen hapan sulfaattimaa (THS)

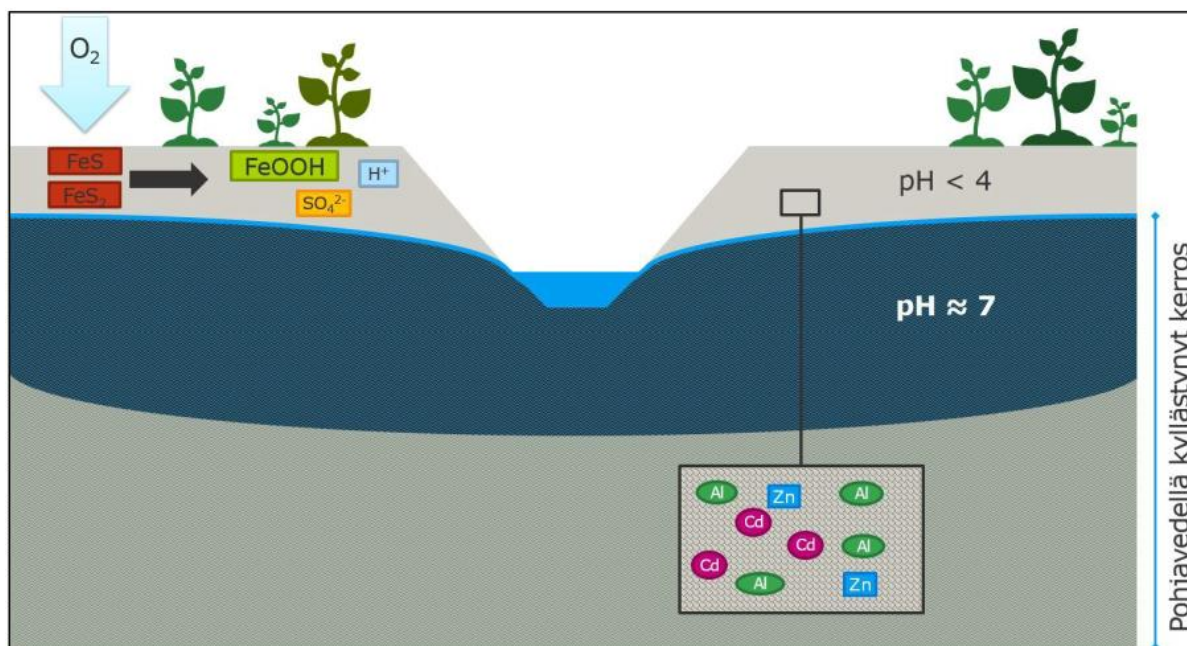
- pH < 4,0 maastossa suoraan näytteestä mitattuna hapettuneessa mineraalimaassa tai liejuissa (ei turpeessa) sulfidien hapettumisen seurauksena.
- mikäli savi-/silttinäytteen maastossa mitattu pH on 4,0 – 4,4 eikä alemmasta maakerroksesta ole tehty sulfidisavihavaintoja, jatkotutkimukset ovat tarpeen.

Happaman maakerroksen ja sulfidirikkipitoisen maakerroksen välillä on tyypillisesti kapea vaihtumisvyöhyke (noin 0–50 cm) missä pH:n vaihtelu voi olla erittäin suurta (noin 4,0–7,0).

### 2. Potentiaalinen hapan sulfidimaa (PHS)

Potentiaalisella happamalla sulfidimaalla tarkoitetaan sulfidirikkipitoista maaperää, jolla on potentiaalia muuttua todelliseksi happamaksi sulfaattimaaksi, mikäli maaperä pääsee hapettumaan. Sulfidirikkipitoisen maakerroksen pääpiirteet ovat:

- rikki esiintyy sulfidimuodossa (pelkistyneenä, ei hapettuneena)
- yleensä pH > 6.0
- rikin pitoisuus,  $S_{\text{tot}} \geq 0,2 \%$
- inkuboidun näytteen pH < 4,0 (vetyperoksidihapetetun) ja pH:n muutos on yli 0,5 yksikköä verrattuna maastossa mitattuun pH-tulokseen



Kuva 1. Ylin harmaa maakerros kuvaa jo hapettuneessa tilassa olevaa hapanta sulfaattimaata, joka on vallitsevan pohjavesipinnan yläpuolella. Musta kerros kuvaa pelkistyneessä tilassa pohjavesipinnan alapuolella olevaa sulfidimaata. Sulfidimaahan on sitoutuneena metalleja, jotka hapettuneessa sulfaattimaassa pääsevät liukenemaan ja kulkeutumaan vesistöön.

## 2.3 SULFAATTIMOIDEN TUNNISTAMINEN

Potentiaaliset happamat sulfidimaat tunnistetaan kenttähavaintojen ja laboratorioanalyysien perusteella. Kentällä tehdään havaintoja maalajista, maaperän kosteudesta, pohjavedenpinnan tasosta sekä mitataan maaperän alkupH näytteistä. Kenttänäytteenottajan on oltava perehdytetty sulfaattimaa-näytteenottoon ja osattava tarkastella halutut asiat kentällä. Laboratoriossa analysoidaan:

- Happaman sulfaattimaan tunnistamiseksi kokonaisrikki sekä happamoitumispotentiaali (NAG-pH / TPA pH) ja potentiaalinen asiditeetti.
- Lisäksi tehdään tarpeen mukaan tarkempi maalajimääritys pesuseulonnalla sekä vesipitoisuus ja hehketushäviö maaperän happamoitumislukituksen täsmentämiseksi.
- Jos halutaan varmistaa maaperän hapettumisnopeus hallintatoimien suunnittelua varten, suoritetaan inkubointi.
- Korroosio-ominaisuudet selviävät tarvittaessa sulfaatti- ja kloridianalyysillä.

## 2.4 VAIKUTUKSET

### 2.4.1 Korroosio

Todellinen hapan sulfaattimaa (THS) on hapettunut ympäristö, jonka pH on laskenut hapettumisen myötä alle 4,0. Hapan ympäristö lisää merkittävästi korroosionopeutta useilla metalleilla – myös teräksillä. Todellisilla happamilla sulfaattimailla maanalaisten rakenteiden korroosio aiheutuukin suurelta osin matalan pH:n ja paikallisten happikonsentraatioerojen seurauksena. Korroosionopeutta lisää sähköjohtavuus, jonka edellytyksiä ovat riittävä vesipitoisuus ja liukoisten ionien määrä.

Potentiaalinen hapan sulfidimaa (PHS) on anaerobisessa tilassa oleva, happamuudeltaan neutraali, rikkipitoinen ympäristö, joka hapettuessaan tuottaa rikkihappoa muuttuen todelliseksi happamaksi sulfaattimaaaksi. Korroosioympäristönä potentiaalisesti hapan sulfaattimaa on ongelmallinen metalleilla, etenkin teräkselle, sulfaatinpelkistäjäbakteerien mahdollisen vaikutuksen vuoksi. SRB mikrobit käyttävät hengittämiseen hapen sijaan sulfaattia tuottaen muun muassa sulfideja ja rikkivetyä (H<sub>2</sub>S), vettä ja hiilidioksidia. Raudan ja orgaanisen aineksen läsnäolo (myös ihmisen rakentamat teräsrakenteet) lisäävät SRB mikrobin aktiivisuutta.

Kahden erilaisen korroosioympäristön rajavyöhyke on yleisesti ottaen voimakkaammin syövyttävä kuin kumpikaan korroosioympäristö yksin. Veden pinnan muutokset rajavyöhykkeellä voivat aiheuttaa aikaisempaa syövyttävämmät olosuhteet mm. hapontuoton sekä elektrolyysiveden läsnäolon seurauksesta.

#### **2.4.2 Vesistövaikutukset**

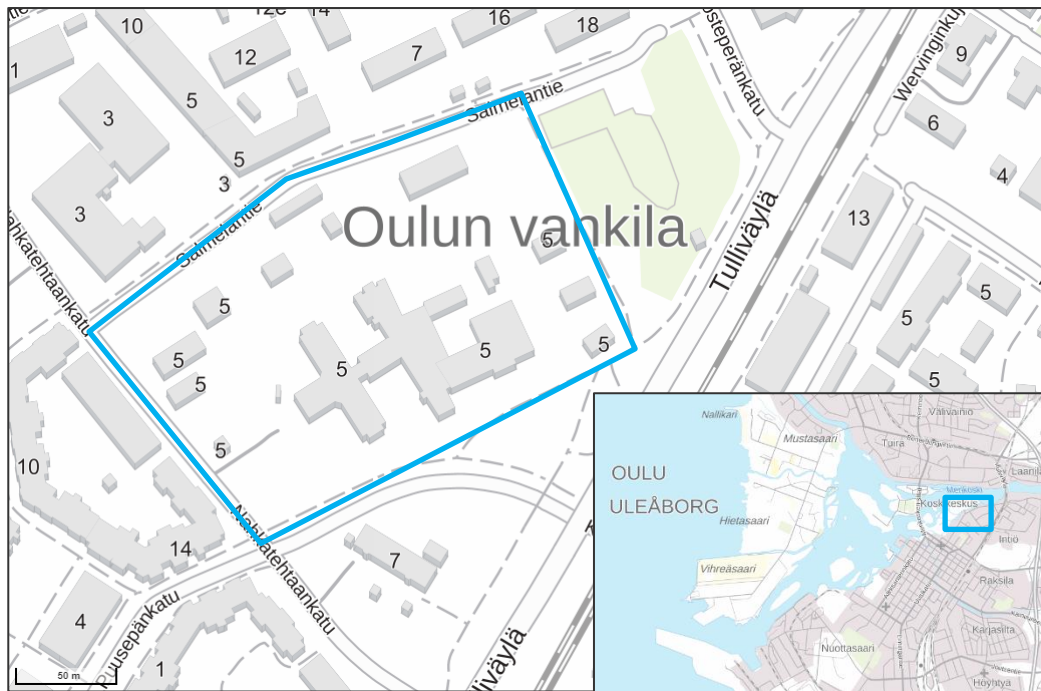
Kuivana ajanjaksona happamoitumisen seurauksena liuenneet happosuolat ja metallit pidättäytyvät maaperään. Sateiden tai sulamisvesien mukana sulfaattimaiden vedet huuhtoutuvat vesistöihin ja valumien pH voi olla alle 3. Happamilta sulfaattimailta syntyvä valumavesi sisältää yleensä runsaasti sulfidimineraalien hapettumisesta peräisin olevia sulfaatteja sekä liukoisia metalleja, jotka nostavat veden sähkönjohtavuutta. Happamista sulfaattimaista on Suomessa arvioitu huuhtoutuvan vesistöihin jopa enemmän haitallisia metalleja, kuten mangaania, sinkkiä, alumiinia, kuin yhteensä kaikista Suomen teollisuuden jätevesistä. Veden happamuuden laskiessa alle 5,5 voidaan vesistön happamuustilaa pitää kriittisenä.

Vesielióstölle ja useimmille kalalajeille erityisen haitallisia vaikutuksia syntyy silloin, jos happamien sulfaattimaiden esiintymisalueilla tehdään maankäsittelyä, esimerkiksi ojitusta, kuivan kauden aikana. Kuivan kauden jälkeen esimerkiksi syyssateiden aiheuttama runsas huuhtoutuminen aiheuttaa happaman ja metallirikkaan pulssin vastaanottavaan vesistöön. Hapan pulssi voi aiheuttaa laajoja kalakuolemia, joita on raportoitu rannikkoalueiden vesistöissä ympäri Suomen. Veden laadun seurannassa on tärkeää huomioida vuositasolla mitatut alimmat pH-tasot eikä seurata pelkästään veden keskimääräistä pH:ta.

Happamien sulfaattimaiden synnyttämä happaman valunnan vaikutus on erityisen voimakasta pahimpien sulfaattimaa-alueiden pienissä puroissa ja joissa, joissa veden virtaus on hidasta. Hitaan virtaaman vuoksi pienten purojen veden pH voi pysyä matalana pitkään, toisin kuin isommissa joissa, joissa happamuus pääsee laimenemaan suureen vesimäärään. Happamissa vesissä sekä eliöstön että kasvillisuuden monimuotoisuus vähenee voimakkaasti, koska harvat lajit pystyvät elämään ja lisääntymään happamoituneissa vesissä. Herkimmät kalat voivat kuolla, jos vesistön pH laskee tason 5,5 alle; happaman veden liuottama alumiini saostuu vesistöissä kalan kiduksissa aiheuttaen kalojen tukehtumista.

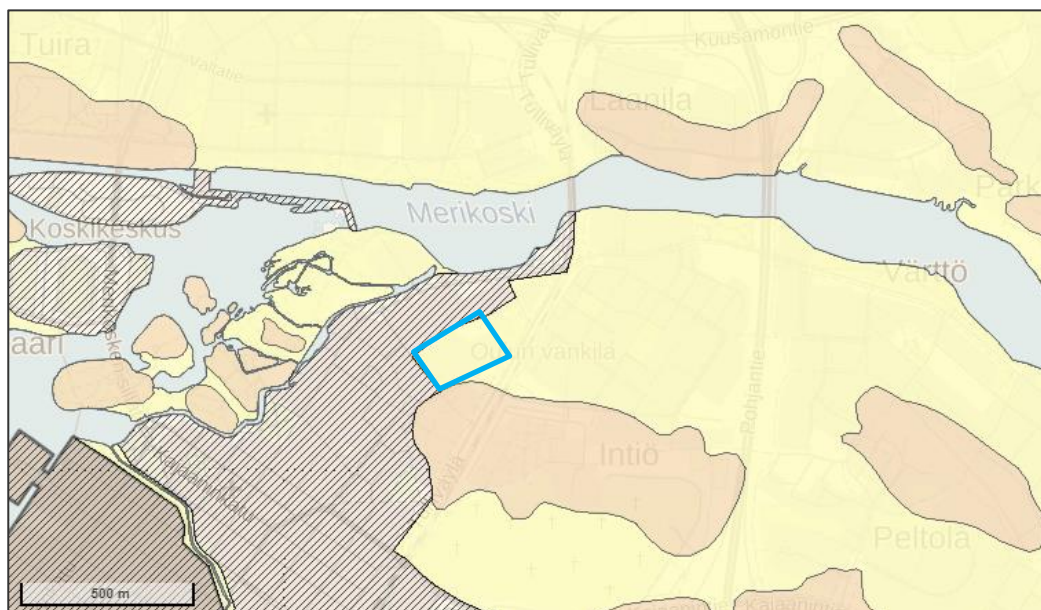
### 3. KOHDE

Selvityskohde sijaitsee Oulun keskustan koillispuolella osoitteessa Nahkatehtaankatu 5. Kiinteistön kiinteistörekisterinumero on 564-407-1-3. Selvitysalueen sijainti ja rajaus on esitetty kuvassa 2.



Kuva 2. Selvitysalueen sijainti ja rajaus yleiskartalla.

Geologian tutkimuskeskuksen maaperäkartan (kuva 3) mukaan alueen maaperä on karkeaa hietaa (RT-luokitus) / hienoa hiekkaa (GEO-luokitus). Selvitysalueen eteläpuolella on hiekkamoreenia ja pohjois- ja länsipuoli on merkitty täyttömaan alueeksi.



Kuva 3. Maaperäkartta (GTK, 1:20 000). Karkea hietta merkitty keltaisella, hiekkamoreeni oranssilla ja täyttömaa alueet mustalla vinoviivalla. Selvitysalue rajattu sinisellä.



## 4. NÄYTTEENOTTO JA KENTTÄHAVAINNOT

Näytteenottoa suoritettiin keskiraskaalla kairakoneella pohjatutkimusten yhteydessä 1.-2.11.2023 sekä erillisenä käyntinä 6.5.2024. Näytteitä otettiin ensimmäisellä kerralla yhteensä kolmesta tutkimuspisteestä (TP4, TP9 ja TP12, ks. liite 1) 3 metrin syvyyteen asti ja toisella käynnillä pisteistä TP9 ja TP12 syvyydeltä 3-6 metriä. Näytteitä otettiin pisteestä TP4 3 metrin ja pisteistä TP9 ja TP12 6 metrin syvyyteen saakka 0,5 m kerrospaksuutta edustavina kokoomanäytteinä. Kaikista otetuista näytteistä mitattiin kentällä pH sedimenttimittarilla sekä tehtiin aistinvarainen maalajimääritys ja havainnot hapettuneisuudesta (kosteus, haju, ulkonäkö). Näytteenoton sekä kenttämittaukset suoritti Ramboll Finland Oy:n näytteenottaja.

Näytteenoton yhteydessä pisteessä TP4 ei havaittu pohjaveden pintaa 3 metrin syvyyteen ulottuneissa kairauksissa. Pisteessä TP9 pohjaveden pinta havaittiin syvyydellä 3 metriä maanpinnasta ja pisteessä TP12 näytteet olivat märkiä alkaen 5 metrin syvyydellä maanpinnasta. Muiden alueelle selvitysten yhteydessä tutkimuspisteeseen TP12 asennettiin pohjavesiputki, jossa vedenpinta oli syvyydellä 3,1 metriä maanpinnasta noin tasolla +10 m (N2000).

Kenttähavaintojen perusteella maaperä on pääasiassa hienoa tai silttistä hiekkaa 3 metrin syvyyteen saakka, paitsi pisteessä TP12, jossa maaperä oli pääasiassa hiekkamoreenia 3 metrin syvyydelle asti. Syvyyksillä 3-6 m maanpinnasta maaperä oli pääasiassa silttiä tai hiekkaista silttiä. Aistinvarainen maalajiarvio kustakin näytteestä on esitetty kappaleen 5 taulukossa 1.

Kenttä-pH oli näytteissä välillä 6,8...7,7. Pisteessä TP9 havaittiin syvyydellä 2-3 m lievää hapanta hajua ja näytteissä "TP4 2,5-3", "TP12 1,5-2" ja "TP12 4,5-4" ruosteista väriä.

## 5. TULOKSET

Kaikista aistinvaraisen arvion mukaan luonnonmaata edustavista näytteistä tutkittiin laboratoriossa polttomenetelmällä kokonaisriikki, joka vaihteli välillä <0,01...0,04 m-%.

Aistinvaraisen arvion sekä Geologian tutkimuskeskuksen maaperäkartan perusteella lähes kaikki analysoidut näytteet lasketaan kitkamaalajiksi, joka luokituisi happamiksi sulfaattimaiksi, jos rikkipitoisuus ylittäisi 600 mg/kg (0,06 m-%). Koheesiomaaksi luokitellaan pisteen TP9 näytteet syvyyksiltä 3,5-6 metriä. Nämä luokituisivat happamiksi sulfaattimaiksi, jos niiden kokonaisrikkipitoisuus ylittäisi 2000 mg/kg (0,2 m-%).

Kenttähavaintojen ja kokonaisriikin perusteella ei nähty tarpeelliseksi suorittaa muita analyysyjä. Tulokset ja kenttähavainnot on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. Yhteenveto tutkimustuloksista.

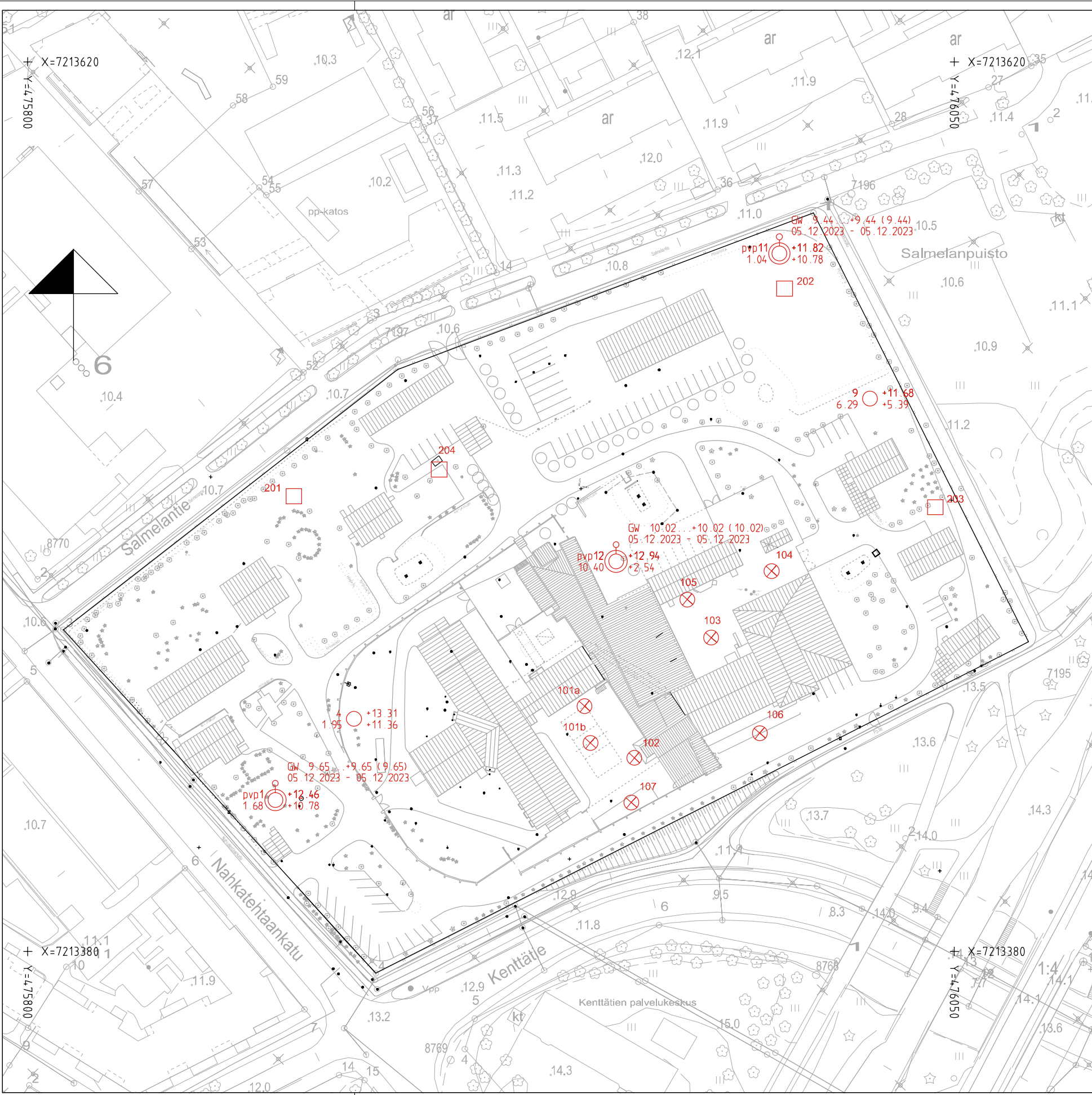
Piste	Näytteenotto- kerroksen syvyys maanpinnasta (m)	Maastohavainnot					Laboratorio
		Maalaji	Kosteus	Väri	Maasto- pH	Huomiot	Koko- naisriikki (m-%)
TP4	1-1,5	HkMr	1	ru	7,0		<0,01
	1,5-2	hHk	1	ru	6,9	harmahtava	<0,01
	2-2,5	hHk	2	ha	7,3	tasavärinen ja - laatuinen	<0,01
	2,5-3	hHk	2	ha	7,1	hieman ruosteisuutta	<0,01
TP9	0,5-1	Hk	1	ru	7,1		<0,01
	1-1,5	hHk	1	ha	7,1	ruskehtava	0,01
	1,5-2	hHk	1	ha	7,1	seassa hienompia raitoja	0,02
	2-2,5	siHk	2	ha	6,8	lievä hapan haju, tasavärinen	0,03
	2,5-3	siHk	2	ha	7,0	lievä hapan haju, tasavärinen	0,02
	3-3,5	hkSi	3	ha	7,18	hieman kiviä	0,02
	3,5-4	Si	3	ha	7,13	kivinen	0,02
	4-4,5	Si	3	ha	7,10	hieman ruskeaa väriä	0,01
	4,5-5	Si	3	ha	7,13		0,02
	5-5,5	Si	3	ha	7,11		0,02
	5,5-6	Si	3	ha	7,51		0,01
TP12	0,5-1	Hk	1	ru	7,1		0,01
	1-1,5	HkMr	1	ha	6,8	kivinen, ruskehtava	<0,01
	1,5-2	HkMr	1	ha	6,9	hieman ruosteinen	<0,01
	2-2,5	siHk	1	ha	6,9	kuiva, mureneva, tasavärinen	0,04
	2,5-3	HkMr	1	ha	7,0	kivinen, lopussa isompia kiviä	<0,01
	3-3,5	Hk	1	ru	7,54		<0,01
	3,5-4	Hk	2	ru	7,41		<0,01
	4-4,5	hkSi	2	ha	7,28	hieman tummaa	<0,01
	4,5-5	hkSi	2	ha	7,48	hieman ruosteista raitaa, melko kivinen	0,01
	5-5,5	hkSi	3	ha	7,61	hieman kiviä	0,01
	5,5-6	hkSi	3	ha	7,76	kivinen	<0,01





## 6. YHTEENVETO

Oulun vanhan vankilan kiinteistöllä toteutettiin sulfidiselvitys kairakoneella muiden kiinteistölle toteutettujen selvitysten yhteydessä. Alueelta otettiin maanäytteitä yhteensä kolmesta tutkimuspisteestä, joista yhdestä pisteestä kolmen metrin syvyyteen saakka ja kahdesta kuuden metrin syvyyteen nykyisestä maanpinnasta. Kaikista näytteistä mitattiin kentällä pH sekä luonnonmaata edustavista näytteistä määritettiin kokonaisrikki laboratorioissa. Kenttähavaintojen ja rikkitulosten perusteella ei todettu tarvetta lisäanalyysille.

Aistinvaraisen arvion sekä Geologian tutkimuskeskuksen maaperäkartan perusteella analysoidut näytteet lasketaan kitkamaalajiksi, joka luokituisi happamiksi sulfaattimaiksi, jos rikkipitoisuus ylittäisi 600 mg/kg (0,06 m-%) tai 2000 mg/kg (0,2 m-%) pisteen TP9 osalta syvyyksiltä 3,5-6 metriä.

Analyysitulosten perusteella yksikään analysoitu näyte ei luokitu potentiaalisesti happamiksi sulfaattimaiksi. Selvitysalueella ei siten todettu potentiaalisesti happamia sulfaattimaita eikä tutkittujen alueiden ja syvyyksien osalta ole tarvetta jatkotoimille happamien sulfaattimaiden osalta suunnittelun tai rakentamisen osalta.



-  PIMA-tutkimus, porakonekairaus
-  PIMA-tutkimus, koekuoppa
-  HASU-tutkimus
-  Pohjavesiputki

Oulun vankilan rakennettavuus-, sulfaattimaa- ja PIMA-selvitys

Senaatti-kiinteistöt

Mittakaava 1:500

PIMA- ja HASU-tutkimuspisteiden toteutuneet sijainnit

