

Ilmakuva selvitysalueesta, Oulun kaupungin karttapaikka

Pajala Pohjois-Suomi Oy

Kauppurienkatu 33, Oulu

Rakennettavuusselvitys, sulfaattimaaselvitys,  
pohjaveden rautasaostumaselvitys, pilaantuneisuusselvitys, rev. A

101022997-001



**AFRY**  
AF PÖYRY



# Rakennettavuusselvitys, sulfaattimaaselvitys, rautasaostumaselvitys, pilaantuneisuusselvitys

Yhteyshenkilö  
Heikki Hekkala

Pvm.  
03/11/2023  
Rev. A 20/12/2023

Puhelin  
050 412 3030  
Sähköposti  
heikki.hekkala@afry.com

Projektiviite  
101022997-001

Raportin numero

Asiakas  
Pajala Pohjois-Suomi Oy

Kauppurienkatu 33, Oulu

Rev. A (20.12.2023); kappale 3.3, lisätty inkuboinnin tulokset

AFRY Finland Oy  
Infrapalvelut, Oulu  
Elektroniikkatie 13  
FI-90590 Oulu  
Tel. +358 10 3311  
E-mail: etunimi.sukunimi@afry.com  
[www.afry.fi](http://www.afry.fi)

Heikki Hekkala  
DI, osastopäällikkö

Maiju Asiala  
DI, projekti-insinööri

Jonne Pihlajajarju  
Ins. (AMK) ympäristösuun-  
nittelija

Anu Kivistö-Rahnasto  
FM, ympäristökonsultti



## Sisältö

1	Toimeksianto .....	1
2	Tehdyt pohjatutkimukset .....	1
3	Sulfaattimaaselvitys .....	2
3.1	Yleistä .....	2
3.2	Tehdyt tutkimukset .....	2
3.3	Tutkimustulokset ja johtopäätökset .....	3
3.4	Jatkotoimenpiteet .....	5
3.5	Lähteet .....	5
4	Rautasaostumaselvitys .....	6
5	Pilaantuneisuusselvitys .....	7
5.1	Yleistä .....	7
5.2	Maasto- ja laboratoriotutkimukset 2023 .....	7
5.3	Analyysitulokset .....	8
5.3.1	Maaperä .....	8
5.3.2	Pohjavesi .....	10
5.4	Kunnostustarve ja riskinarviointi .....	10
5.5	Käsitteellinen malli .....	11
5.5.1	Kulkeutumisen arviointi .....	11
5.5.2	Altistuksen arviointi .....	11
5.5.3	Vaikutusten arviointi .....	11
5.5.4	Riskin luonnehtiminen .....	11
5.6	Epävarmuustekijät .....	12
5.7	Jatkotoimenpiteet .....	12
6	Maasto- ja ympäristöolosuhteet selvitysalueella .....	12
6.1	Ympäristöolosuhteet .....	12
6.2	Pohjasuhteet .....	12
7	Pohjarakennustapa .....	13
7.1	Tiedot suunnitelluista rakennuksista .....	13
7.2	Rakennusten ja rakenteiden perustaminen .....	13
7.3	Routasuojaus .....	15
7.4	Salaojitus .....	15
7.5	Radon .....	15
7.6	Piha- ja liikennealueet .....	15
7.7	Kunnallistekniikka .....	16
7.8	Kuivatus .....	16
8	Pohjarakennustyön suoritusohjeet .....	16
8.1	Maarakennus- ja tiivistystyöt, yleistä .....	16



8.2	Pohjaveden alentaminen .....	17
8.3	Kaivannon tuenta.....	17
9	Jatkotoimet .....	18
9.1	Rakennettavuus.....	18
9.2	Sulfaattimaaselvitys .....	18
9.3	Rautasaostumaselvitys .....	18
9.4	Pilaantuneisuusselvitys .....	18

## Liitteet

Pohjatutkimusmerkinnät	Liite 1
Piha- ja liikennealueen päällysrakennekerrosten kiviainesten rakeisuuden	Liite 2
Putkijohtokaivannon siirtymäkiilat	Liite 3
Kylmän rakennuksen siirtymäkiilaus	Liite 4
Salaojasoran rakeisuuden ohjealueet / RIL 126-2020	Liite 5
Sulfaattimaiden analyysitulokset	Liite 6
Pohjaveden rautasaostuma-analyysitulokset	Liite 7
Pilaantuneisuustutkimusten analyysitulokset, maa- ja vesinäytteet	Liite 8

## Piirustukset

Pohjatutkimuskartta	1:500	101022997/GEO-1
Pohjatutkimusleikkaus A-A	1:200/1:100	101022997/GEO-2
Pohjatutkimusleikkaus B-B	1:200/1:100	101022997/GEO-3

## 1 Toimeksianto

Pajala Pohjois-Suomi Oy:n toimeksiannosta AFRY Finland Oy on tehnyt Kauppurienkatu 33 - hankkeen rakennettavuusselvityksen ja siihen liittyvät tutkimukset asemakaavamuutoshanketta varten. Kenttätutkimukset on tehty syys-lokakuussa 2023.

Selvityskohde sijaitsee Oulussa, Vaaran kaupunginosassa (2), korttelissa 23, tontilla 162, katuosoitteessa Kauppurienkatu 33.

Tutkimukset ohjelmoitiin tilaajan toimittaman kaavaluonnoksen sijaintitiedon perusteella. Tutkimuksen tavoitteena on selvittää rakennuspaikan rakennettavuus, perustusolosuhteet, maaperän pilaantuneisuus, maaperän sulfaattipitoisuus, sekä pohjaveden rautasaostumariski.

## 2 Tehdyt pohjatutkimukset

Maastotutkimuksina selvitysalueella on tehty:

- kaapeli- ja putkijohtoselvitykset
- pintavaaitus
- puristinheijarikairauksia 5 tutkimuspisteessä
- häiriintyneiden maanäytteiden otto 3 tutkimuspisteessä
- pohjavedenpinnan havainto 2 tutkimuspisteessä
- sulfaattimaanäytteiden otto 2 tutkimuspisteessä
- pima-näytteiden otto 4 tutkimuspisteessä
- maanäytteiden peruskäsittely 10 kpl
- vesipitoisuus 4 kpl ja rakeisuusmääritykset 4 kpl

Pohjatutkimuspisteet on sidottu koordinaattijärjestelmään ETRS-GK26. Korkeudet on sidottu korkeusjärjestelmään N2000.

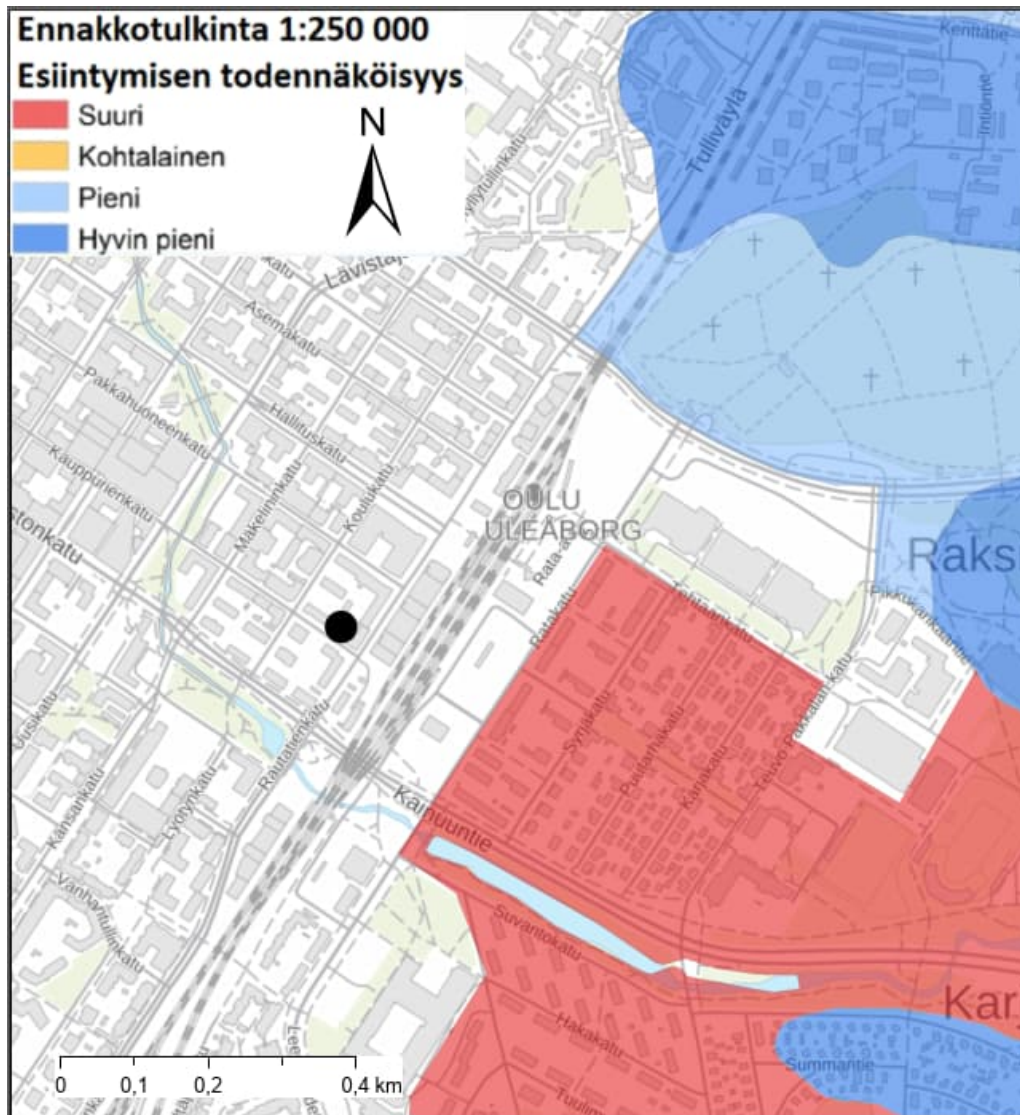
Maanäytteet on tutkittu silmämääräisesti ja edustaville maanäytteille on tehty rakeisuusmääritys ja vesipitoisuuden määritys maalajien, maalajiominaisuuksien ja maakerrosjaon selvittämiseksi.

Pohjatutkimuskartassa on esitetty myös alueelle aiemmin tehtyjä tutkimuksia.

## 3 Sulfaattimaaselvitys

### 3.1 Yleistä

Kauppurienkatu 33 hanke sijoittuu alueelle, jota GTK:n sulfaattimaiden esiintymistodennäköisyyden arvio ei kata (Kuva 1). Hankealueen lähellä on kuitenkin tulkittu esiintymisen todennäköisyyden vaihtelevan suuresta pieneen. Ennakkotulkinta ei kuitenkaan sovellu yksittäisen hankekohteen happamoitumisriskin määrittämiseen.



Kuva 1. GTK:n ennakkotulkinta happamien sulfaattimaiden esiintymisen todennäköisyydestä Oulun alueella. Kauppurienkatu 33 tutkimusalueen sijainti on merkitty mustalla pisteellä. (Geologian tutkimuskeskus 2023). Sisältää Maanmittauslaitoksen kartta-aineistoa.

### 3.2 Tehdyt tutkimukset

Kauppurienkatu 33 rakennushankealueelta on otettu 8 sulfaattimaanäytettä näytepisteistä NP1 ja NP5. Tutkimuspisteiden sijainti on esitetty liitteenä olevassa tutkimuskartassa.

Kaikista näytteistä mitattiin alku-pH, ja näytteet NP1/ 3,5-4 m ja NP5/ 5-5,5 m lähetettiin laboratorioon, jossa niistä määritettiin kokonaisrikkipitoisuus, hapontuottoriski NAG-testillä, sulfaattipitoisuus sekä sähkönjohtavuus. Nettohapontuottokyky (NAG) ja NAG-pH mitataan hapettamalla näyte vetyperoksidilla. Tämän jälkeen näyte titrataan emäksellä pisteeseen, jossa pH on 4,5 tai 6,5. Emäksen (NaOH) kulutuksesta lasketaan nettohapontuotto. NAG-pH on teoreettinen arvo, johon päädyttäisiin, mikäli näytteen kaikki sulfidinen rikki hapettuisi kerralla.

Analysitulokset on esitetty liitteessä 6.

### 3.3 Tutkimustulokset ja johtopäätökset

Silmämääräisesti tarkasteltuna kummassakaan laboratorioon lähetetyssä näytteessä ei havaittu tummaa ainesta, joka viittaisi mahdollisesti sulfidiseen materiaaliin. Molemmat laboratorioon lähetetyt näytteet olivat harmaanruskeaa hiekkaa (NP1/ 3,5-4 m ja NP5/ 5-5,5 m).

Taulukossa 1 on esitetty maanäytteiden hapontuottopotentialiriski karkeasti NAG:n, NAG-pH:n ja kokonaisrikkipitoisuuden perusteella arvioituna. Lisäksi voidaan pitää rajana, että yli 0,2 % kokonaisrikkipitoisuus näytteessä korreloi hyvin happamoitumisen kanssa erityisesti hienorakeisissa mineraalimaalajeissa (Auri ym. 2018).

*Taulukko 1. Maan hapontuottoriski karkeasti arvioituna NAG ja kokonaisrikkipitoisuuden perusteella.*

	NAG pH	Hapontuottopotentiali (mmol H <sup>+</sup> / kg, pH 6,5)	NAG [kg H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> /t]	Rikkipitoisuus (%)	
		< 20	6,5 pH	< 0,1%	
Hienorakeiset materiaalit (≤ 0,06 mm)	> 4,5 < 4,5	< 20 20-100 > 100	< 1 1-4,9 > 4,9	< 0,1% > 0,1...1,0 % < 1,0 %	maalla pieni hapontuottopotentiali maalla kohtalainen hapontuottopotentiali maalla suuri hapontuottopotentiali
Karkearakeiset materiaalit (> 0,06 mm)	> 4,5 < 4,5	< 6 6-20 > 20	< 0,3 0,3-1 > 1	< 0,03 % > 0,03 % -	maalla pieni hapontuottopotentiali maalla kohtalainen hapontuottopotentiali maalla suuri hapontuottopotentiali

Lähde: Ympäristöministeriö 2022. Happamien sulfaattimaiden kansallinen opas rakennushankkeisiin. Ympäristöministeriön julkaisuja 2022: 3.

Taulukossa

Taulukko 2 on esitetty näytteiden tulokset. Molempien maanäytteiden kokonaisrikkipitoisuus oli alle 0,2 %, eli maanäytteitä ei luokitella niiden perusteella potentiaalisesti happamiksi sulfaattimaiksi. Kummankaan näytteen NAG-testin pH ei laskenut happamaksi, eikä nettohapontuoton määrä ollut koholla. Myös molempien näytteiden rikkipitoisuus ja sähkönjohtavuus oli matala. Näiden tulosten perusteella pisteiden NP1/ 3,5-4 m ja NP5/ 5-5,5 m maanäytteillä on pieni hapontuottopotentiali.

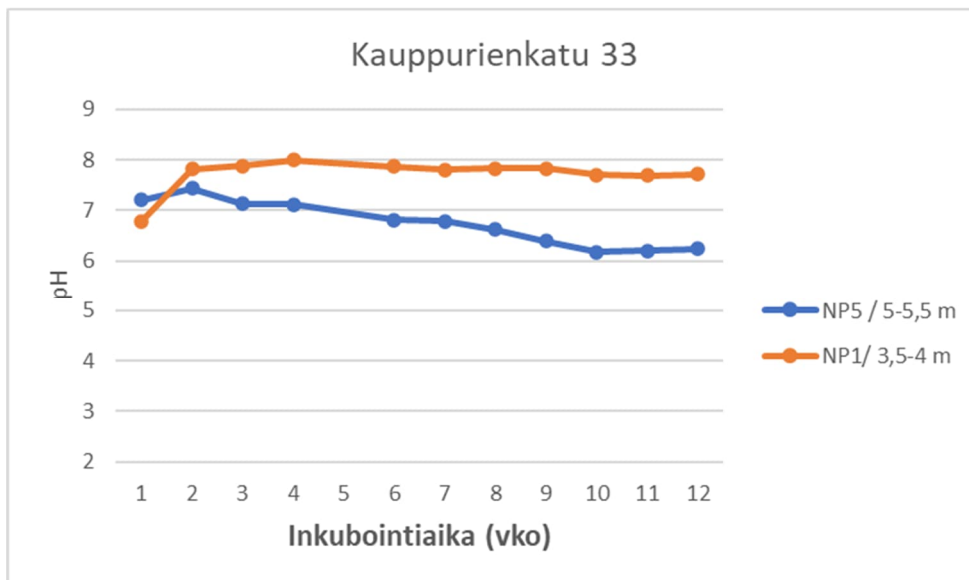
Nyt tarkasteltujen näytepisteiden NP1/ 3,5-4 m ja NP5/ 5-5,5 m maa-ainesten ei arvioida aiheuttavan merkittävää happamoitumista. Kummankaan näytepisteen maa-aineksen ei arvioida aiheuttavan happamoitumista matalien rikkipitoisuuksien perusteella.

Taulukko 2. NAG, NAG pH, kokonaisrikkipitoisuus ja sähkönjohtavuus maanäytteissä.

Näyte	Alku pH	NAG pH	NAG (pH 4,5) [kg H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> /t]	NAG (pH 6,5) [kg H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> /t]	Rikki-pitoisuus mg/kg (%)	Sulfaatti-pitoisuus mg/kg	Sähkönjohtavuus mS/m
NP1 / 3,5-4 m	6,8	5,6	0,0	1,9	55 (0,006)	<250	4,8
NP5 / 5-5,5 m	7,2	5,5	0,0	1,3	88 (0,009)	<250	6,0
NP1 / 1-1,5 m	7,1						
NP1 / 2,5-3 m	7,9						
NP1 / 5-5,5 m	7,8						
NP5 / 1-1,5 m	6,2						
NP5 / 2,5-3 m	6,6						
NP5 / 4-4,5 m	7,1						

Näytteille NP1/3,5-4 m ja NP5/5-5,5 m tehtiin laboratorioanalyysien lisäksi pH-inkubaatio (Kuva 2). Näytteiden annettiin hapettua huoneilmassa 12 viikkoa 29.9.–12.12.2023 välisenä aikana. Näytteiden pH:t inkubaation alussa on esitetty yllä olevassa taulukossa. 12 viikon hapettumisen aikana kummankaan näytteen pH ei laskenut alle 4. Inkuboinnin jälkeen näytteen NP1/3,5-4 m pH oli 7,7 ja näytteen NP5/5-5,5 m pH oli 6,2.

NAG-testien tulosten ja kokonaisrikkipitoisuuden perusteella todettiin, että kummankaan näytteen maa-ainesten ei arvioida aiheuttavan merkittävää happamoitumista. Inkuboinnin tulokset vahvistavat, että näytteitä ei luokitella happamiksi sulfaattimaiksi.



Kuva 2 Kauppurienkadun sulfaattimaanäytteiden pH-inkuboinnin tulokset.

### 3.4 Jatkoimenpiteet

Jos rakentamisen aikana kaivujen yhteydessä havaitaan sulfidisia maita, täytyy alueella tehdä lisätutkimuksia happamoitumisriskin selvittämiseksi.

Mahdolliset sulfidiset maat eivät estä rakentamista alueelle, mutta sulfidimaiden käsittelyyn on kiinnitettävä huomiota. Paras keino hallita happamuuden syntymistä on estää potentiaalisten happamien sulfaattimaiden altistuminen ilmakehän hapelle. Hapan valunta voi syntyä, mikäli maaperää kuivatetaan sulfidikerrokseen asti tai mikäli maaperä pääsee hapettumaan esimerkiksi putkikaivantojen yhteydessä. Tällöin mahdollisten happamien kuivatusvesien käsittelyyn ja johtamiseen ympäristöön on kiinnitettävä huomiota. Mikäli maaperää joudutaan kuivattamaan sulfidikerrokseen asti, tulisi kuivatusvesien pH:ta seurata ja neutraloida, mikäli kuivatusvesien pH laskee alhaiseksi.

Maaperä voi päästä myös hapettumaan, mikäli sulfidisia maita joudutaan vaihtamaan rakennuspaikalla. Tällöin sulfidisten maiden läjitykseen on kiinnitettävä huomiota, jotta happamia valuntoja ei pääsisi valumaan ympäristöön. Yksinkertaisimmillaan poiskaivettujen sulfidisten massojen hapettuminen voidaan estää läjittämällä maamassat vedellä kyllästyneeseen tilaan, mikäli tällaiseen läjitykseen sopiva kohde on tiedossa. Läjitettäessä sulfidisia maita kuivalle maalle tulee sulfidimaat peittää ja eristää, jotta ilmakehän happi ei pääse hapettamaan sulfidia. Tarvittaessa kaivumaat on käsiteltävä esimerkiksi kalkilla. Läjitettäessä kuivalle maalle valumavesien pH:n seuranta on suositeltavaa, jotta tiedetään, toimiiko peittorakenne vai kulkeutuuko läjityksen seurauksena happamia vesiä ympäristöön.

Happamien valuntojen lisäksi potentiaalisesti happamat sulfaattimaat voivat sisältää metalleja, jotka voivat kulkeutuvat happamien valuntojen mukana ympäristöön.

Tämän lausunnon tulokset perustuvat otettuihin näytteisiin ja tehtyihin testeihin. On huomioitavaa, että potentiaalisesti happamat sulfaattimaat esiintyvät usein laikuittaisina/linssimäisinä alueina. Rakentamistöiden yhteydessä maa-ainesta on havainnointava ja tarpeen mukaan tehtävä lisämäärytyksiä mahdollisista sulfidimaakerroksista, jotta mahdollisten sulfidimaiden laajuus rakentamisalueella pystytään paremmin arvioimaan.

### 3.5 Lähteet

AMIRA international. (2002). ARD TEST HANDBOOK, Melbourne

Auri, J., Boman, A., Hadzic, M. ja Nystrand, M. 2018. Opas happamien sulfaattimaiden kartoitukseen turvetuotantoalueilla. Sulfa II-hanke.

GTK (2015) Mine Closure WIKI: net acid generation

Ympäristöministeriö 2022. Happamien sulfaattimaiden kansallinen opas rakennushankkeisiin. Ympäristöministeriön julkaisu 2022: 3.

## 4 Rautasaostumaselvitys

Pohjaveden laatua Kauppurienkadun rakennushankkeen kohteessa tutkittiin yhdestä pohjavesiputkesta (PVP5) kertaanäytteenotolla lokakuussa 2023. Pohjaveden pinnankorkeus oli +6,2. Pohjavedestä analysoitiin raudan, mangaanin, kalsiumin ja alumiinin kokonais- sekä liukoinen pitoisuus sekä kahdenarvoisen raudan pitoisuus. Lisäksi näytteestä analysoitiin hiilidioksidin ja bikarbonaatin pitoisuudet sekä haihtumattoman orgaanisen hiilen kokonais- ja liuenut pitoisuus. Näytteenoton yhteydessä putkesta mitattiin myös veden pH, redox-potentiaali, happipitoisuus sekä sähkönjohtavuus.

Taulukossa 3 on koottuna pohjavesinäytteen analyysitulokset. Tulokset on esitetty myös liitteessä 7. Metallipitoisuuksista pohjaveden raudan kokonaispitoisuus oli 230 mg/l, kalsiumin 90 mg/l, alumiinin 190 mg/l ja mangaanin 3,1 mg/l. Kaikista metalleista vain pieni osa esiintyi liukoisessa muodossa kokonaispitoisuuteen verrattuna. Metallien liukoiset pitoisuudet olivat seuraavat: rauta (<0,01 mg/l), kalsium (1,2 mg/l), alumiini (<0,01 mg/l) ja mangaani (0,006 mg/l). Veden pH oli näytteenottohetkellä 7,6 ja hapen kyllästyneisyysaste oli 58 %. Vedessä oli melko runsaasti happea, ja veden redox-potentiaali oli näytteenottohetkellä positiivinen, 43 mV, eli olosuhteet kemiallisesti katsottuna olivat hapettavat. Raudasta vain pieni osa esiintyi näytteenottohetkellä pohjavedessä ferrorautana ( $Fe^{2+}$ ).

Taulukko 3. Pohjavesinäytteen analyysitulokset.

Näyte	Happi %	Happi mg/l	Redox mV	pH	Sähk. joht mS/m	Bikarbonaatti ( $HCO_3^-$ ) mg/l	Haihtumaton org. hiili (NPOC) mg/l	Liuenut haihtumaton orgaaninen hiili (D-NPOC) mg/l	CO <sub>2</sub> mg/l
PVP5	58,2	6,7	43,1	7,6	1,9	21	1,5	3,1	<1,0
Näyte	Fe (kok.) mg/l	Fe (liuk.) mg/l	Fe <sup>2+</sup> mg/l	Ca (kok.) mg/l	Ca (liuk.) mg/l	Al (kok.) mg/l	Al (liuk.) mg/l	Mn (kok.) mg/l	Mn (liuk.) mg/l
PVP5	230	<0,01	5,2	90	1,2	190	<0,01	3,1	0,006

Tutkimus toteutettiin, jotta voitiin arvioida metallien saostumista alueelle rakennettaviin salaojaverkostoihin. Metallien saostuminen on riippuvainen yleisesti veden happamuudesta (pH) sekä hapetus-pelkistysolosuhteista (redox). Tämän lisäksi alumiini ja ferrirauta ( $Fe^{3+}$ ) muodostavat vedessä organometallikolloideja, jotka voivat myös saostua salaojakerrokseen aggregaattien koon kasvaessa riittävästi.

Tulosten perusteella vedessä jo saostuneena olevat rauta ja kalsium voivat aiheuttaa saostumishaittaa. Myös mangaani voi kerasaostua rautasaostumiin. Myös vedessä jo saostuneena oleva alumiini voi lisätä saostumishaittaa kevyen alumiinisaostuman kertyessä rauta- ja kalsiumsaostumiin.

Näytteenottokerralla mitatuilla pitoisuustasoilla ferrirautaa saostuu sekä orgaanisen aineksen mukana että niukkaliukoisina hydrokseina ( $Me(OH)_x$ ) salaojaputkistoon. Saostumista tapahtuu erityisesti hapellisissa hapettavissa ja lievästi happamissa (pH yli 4,5) tai neutraaleissa olosuhteissa. Lisäksi näytteenottohetkellä ferrorautana esiintyvä osuus raudasta todennäköisesti hapettuu ferriraudaksi, mikäli salaojitus lisää hapen saatavuutta ojitusalueella. Ferroraudan pienen pitoisuuden vuoksi vaikutusta kokonaisuuteen voidaan pitää vähäisenä. Metallien saostumisesta aiheutuu mahdollisesti aikaa myöten myös

salaojaputkia ympäröivän salaojituskerroksen tukkeutuminen, jolloin koko järjestelmän toiminta vaarantuu.

Salaojat on suositeltavaa suunnitella sijoitettavaksi nykyisen mitatun pohjavedenpinnan yläpuolelle, jotta vältetään metallipitoisen pohjaveden kulkeutuminen ja sakkautuminen salaojajärjestelmään.

Mikäli rakentamisen yhteydessä pohjavedenpintaa joudutaan laskemaan pysyvästi salaojituksella, suositellaan käytettäväksi ns. upposalaojitusta, jolloin salaojalinja on koko ajan pohjaveden alapuolella, eikä hapettumisen aiheuttamaa metallien sakkautumista pääse tapahtuma putkistossa.

Vaikka salaojajärjestelmä toteutettaisiin pohjaveden pinnan alapuolisena, hapettuu vesi pumpattaessa tehokkaasti, mikä lisää raudan ja muiden aineiden saostumista pumpaamalla ja sen jälkeisessä putkistossa ja siten tämän osuuden puhdistustarvetta. Tämä tulee ottaa huomioon suurempina putkidimensioina ja pumpun huoltomahdollisuutena.

Toisena vaihtoehtona on käyttää suurempaa putkikokoa, esim. 160 mm, jotta salaojien huuhtelu mahdollisten sakkautumisen ilmetessä olisi helpompaa. Myös välikaivoja on suositeltavaa asentaa 15...20 m välein salaojien huuhtomisen helpottamiseksi. Salaojatäyttömateriaalien laatuun on kiinnitettävä erityistä huomiota, jottei täyttömateriaalista aiheudu lisäriskiä tukkeutumiselle.

## 5 Pilaantuneisuusselvitys

### 5.1 Yleistä

Kohde sijaitsee Oulun kaupungin keskusta-alueella osoitteessa Kauppurienkatu 33. Kohde on ollut asuinalue käytössä tiettävästi jo ainakin 1900-luvun alkupuolelta asti. Kohteesta ei ole merkintää ympäristöhallinnon maaperän tilan tietojärjestelmässä (MATTI), mutta kiinteistön lähialueilla on useampi merkintä rekisterissä.

### 5.2 Maasto- ja laboratoriotutkimukset 2023

Kohteessa suoritettiin pilaantuneisuustutkimuksen näytteenotto neljästä tutkimuspisteestä (P1, P3, P4 ja P5) monitoimikairalla ns. auger-tekniikalla, jolloin maaperästä saadaan jatkuva näytesarja. Maanäytteet otettiin ohjeellisesti seuraavilta tasoilta; 0-0,5 m, 0,5-1 m, 1-1,5 m, 1,5-2 m, 2-3 m ja 3,0-4,0 m jne. Kairauksen yhteydessä suoritettiin silmämääräinen maaperän laadun määrittäminen. Pisteeseen P1, P4 ja P5 asennettiin pohjavesiputket.

Kairauspisteissä ei havaittu poikkeavaa hajua tai esim. täyttöjä. Maaperän laadun kuvaus on kappaleessa 6.2. Tutkimuspisteiden sijainti ilmenee pohjatutkimuskartalta 101022997/GEO-1.

Maanäytteistä tehtiin laboratorioissa seuraavat analyysit:

- |  |       |
|--|-------|
| - öljyhiilivedyt (sis. liuottimet, VOC)                | 4 kpl |
| - PAH-yhdisteet  | 2 kpl |
| - metallit (As, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Sb, V, Zn) | 4 kpl |

Vesinäytteille tehtiin laboratorioissa seuraavat analyysit:

- |   |       |
|---|-------|
| - öljyhiilivedyt (sis. liuottimet, VOC) | 1 kpl |
|---|-------|

Näytteet analysoitiin SGS Oy:n laboratorioissa. Laboratorio on akkreditoitu laboratorio. Analyysitodistukset ovat liitteessä 8.

## 5.3 Analyysitulokset

### 5.3.1 Maaperä

Havaittuja pitoisuuksia on verrattu valtioneuvoston asetuksen 214/2007 mukaisiin viitearvoihin, joita käytetään maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnissa.

#### 5.3.1.1 Öljyhiilivedyt

Maanäytteiden haihtuvien hiilivetyjen (benssiini) kokonaispitoisuudet olivat kaikissa näytteissä alle analyysitarkkuusrajojen. Myös yksittäisten parametrien (27 kpl) pitoisuudet olivat alle analyysitarkkuusrajojen. Pitoisuudet alittivat kaikilta osin asuinalueilla sovellettavat alemmat ohjearvot (Taulukko 4).

Keskittisleiden (polttoöljy, diesel), raskaiden öljyhiilivetyjen ja öljyhiilivetyjen C<sub>10</sub>-C<sub>40</sub> kokonaispitoisuudet alittavat laboratorion määrittämissä rajat. Pitoisuudet alittavat kaikilta osin valtioneuvoston asetuksen mukaiset kynnsarvot ja asuinalueilla sovellettavat alemmat ohjearvot.

*Taulukko 4. Maanäytteiden öljyhiilivetyjen ja PAH-yhdisteiden analyysitulokset. Tulokset ovat kokonaisuuksissaan liitteessä 8.*

Laboratorioanalyysitulokset (ote)							
Tunnus	Bentseeni	Tolueneeni	Etyyli-bentseeni	Ksyleenit	Haihtuvat hiilivedyt C <sub>5</sub> -C <sub>10</sub>	Keskittisleet C <sub>11</sub> -C <sub>21</sub>	Raskaat hiilivedyt C <sub>22</sub> -C <sub>40</sub>
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
Kynnsarvo (VNA)	0,02	-	-	-	-	-	-
Alempi ohjearvo (VNA)	0,2	5	10	10	100	300	600
Ylempi ohjearvo (VNA)	1	25	50	50	500	1000	2000
NP1 / 2-3	<0,02	<0,02	<0,02	<0,06	<5	<20	<20
NP3 / 1-1,5	<0,02	<0,02	<0,02	<0,06	<5	<20	<20
NP4 / 3-4	<0,02	<0,02	<0,02	<0,06	<5	<20	<20
NP5 / 0,5-1	<0,02	<0,02	<0,02	<0,06	<5	<20	<20

#### 5.3.1.2 PAH-yhdisteet

Polyaromaattisten hiilivetyjen eli PAH-yhdisteiden kokonaispitoisuus oli näytteissä alle analyysitarkkuusrajan (<3,0 mg/kg). Myös yksittäisten parametrien pitoisuudet alittivat määrittämissä rajat ja siten myös VNa 214/2007 mukaiset kynnsarvot.

PAH-yhdisteitä havaitaan yleisesti esimerkiksi jäteöljyissä, kreosoottiöljyissä ja tuhkissa. PAH-yhdisteitä muodostuu aina epätäydellisessä palamisessa, joten niitä esiintyy ympäristössä myös luonnostaan (esim. metsäpalot). PAH-yhdisteet ovat heikosti kulkeutuvia ja hitaasti hajoavia.

## 5.3.1.3 Metallit

Kaikille pilaantuneisuustutkimuksen yhteydessä otetuille maanäytteille tehtiin kenttämittaus XRF-analysaattorilla. Kenttämittauksissa näytteessä NP3/0-0,5 havaittiin arseenia 5,6 mg/kg ja näytteessä NP4/0-0,5 13,5 mg/kg, kyseiset pitoisuudet ylittävät arseenin kynnysarvorajan 5 mg/kg. Kenttämittarin mittaustarkkuus arseenin osalta on heikko. NP4/0-0,5 näytteessä mitattiin kromia 508 mg/kg, mikä ylittää kromin ylempään ohjearvon 300 mg/kg. Näytteessä NP4/0,5-1 havaittu kromipitoisuus 106 mg/kg ylittää kynnysarvon 100 mg/kg. Kenttämittauksien tulokset esitetty taulukossa 5.

Taulukko 5. Pima-näytteiden XRF-analysaattorilla tehtyjen mittauksien tulokset

	Sb	As	Hg	Cd	Cr	Pb	Cu	Zn	V	Ni
Kynnysarvo, Vna	2	5	0,5	1	100	60	100	200	100	50
Alempi ohjearvo, Vna	10	50	2	10	200	200	150	250	150	100
Ylempi ohjearvo, Vna	50	100	20	20	300	750	200	400	250	150
Näyte	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
NP1/0-0,5	ND	ND	ND	ND	26	15,6	ND	36	41	ND
NP1/0,5-1	ND	ND	ND	ND	27	9,1	ND	21,5	39	ND
NP1/1-1,5	ND	ND	ND	ND	29	7,7	ND	18,6	38	ND
NP1/1-,5-2	ND	ND	ND	ND	33	9,3	ND	19,8	37	ND
NP1/2-3	ND	ND	ND	ND	32	8,8	ND	17,3	39	ND
NP1/3-4	ND	ND	ND	ND	33	6,7	ND	17,2	29,6	ND
NP3/0-0,5	ND	5,6	ND	ND	35	7,5	15	36	36	13
NP3/0,5-1	ND	ND	ND	ND	29	14,2	13	31	42	16
NP3/1-1,5	ND	ND	ND	ND	30	15,7	10	34	37	ND
NP3/1,5-2	ND	4,3	ND	ND	30	9	ND	22,2	42	ND
NP3/2-3	ND	4,6	ND	ND	29	7,1	ND	21,9	39	ND
NP3/3-4	ND	ND	ND	ND	34	7,5	ND	18,4	33,8	13
NP4/0-0,5	ND	13,5	ND	ND	508	15,4	28	62	51	29
NP4/0,5-1	ND	6,4	ND	ND	106	37,5	10	68	40	14
NP4/1-1,5	ND	ND	ND	ND	71	12,1	ND	41	39	15
NP4/1,5-2	ND	4,6	ND	ND	56	12,8	14	38	41	20
NP4/2-3	ND	4,5	ND	ND	41	7,6	ND	26,2	40	14
NP4/3-4	ND	ND	7	ND	52	10,2	13	22,9	55	20
NP5/0-0,5	ND	ND	ND	ND	30	10	ND	29,3	35,8	11
NP5/0,5-1	ND	ND	ND	ND	26	12,6	10	67	36	ND
NP5/1-1,5	ND	ND	ND	ND	34	9,3	ND	41	40	16
NP5/1,5-2	ND	ND	ND	ND	38	7,1	9	21,9	42	15
NP5/2-3	ND	ND	ND	ND	34	9,4	12	19,2	42	12
NP5/3-4	ND	ND	ND	ND	32	7,9	ND	22,7	35	15

Vna = Valtioneuvoston asetus 214/2007, ND = pitoisuus alle määritysrajan

Laboratorion metallianalyseissa todettiin kynnysarvon ylittävä pitoisuus arseenia näytteessä NP4/0–0,5 m. Muiden näytteiden osalta pitoisuudet alittavat Vna 214/2007 asetetut kynnysarvorajat. Metallianalysien tulokset on esitetty taulukossa

Taulukko 6 ja analyysitodistukset kokonaisuudessaan liitteessä 8.

Taulukko 6. Maanäytteiden metallien laboratoriotulokset

Tunnus	Metallit										
	As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Sb	V	Zn
Maanäytteet	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
Kynnysarvo (VNA)	5	1	20	100	100	0,5	50	60	2	100	200
Alempi ohjearvo (VNA)	50	10	100	200	150	2	100	200	10	150	250
Ylempi ohjearvo (VNA)	100	20	250	300	200	5	150	750	50	250	400
NP1 / 2-3	0,8	<0,3	2,5	11,3	2,9	<0,2	2,9	1,6	<1	14,7	7
NP3 / 1-1,5	1,1	<0,3	2,5	8,8	4,9	<0,2	3,8	6,4	<1	13,1	18,4
NP4 / 0-0,5	8,8	<0,3	6,9	55,9	15,8	<0,2	14,2	8,4	<1	31,1	40,4
NP5 / 0-0,5	1	<0,3	2,4	11	4,4	<0,2	4,5	1,4	<1	15,3	14,4

### 5.3.2 Pohjavesi

Kohteeseen asennetusta pohjavesiputkesta PVP1 otettiin pohjavesinäyte 5.10.2023. Pohjaveden pinnankorkeus näytteenottohetkellä oli -4,71 m maanpinnasta (+5,69 N2000). Näytteestä analysoitiin öljyhiilivedyt (sis. liuottimet ja TVOC). Laboratoriotulosten lyhyt yhteenveto esitetty taulukossa 7 ja analyysitodistukset liitteessä 8. Kaikki tutkitut parametrit alittivat laboratorion määrittämisrajat.

Taulukko 7. Vesinäytteen hiilivety pitoisuudet.

	Bentseeni	TEX	MTBE	TAME	C <sub>5</sub> -C <sub>10</sub> bensini-jakeet	C <sub>10</sub> -C <sub>21</sub> keskittiseet	C <sub>21</sub> -C <sub>40</sub> raskaat tiseet	C <sub>10</sub> -C <sub>40</sub> summa
Näyte	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
PVP1	<1	<5	<1	<1	<200	<25	<25	<50

## 5.4 Kunnostustarve ja riskinarviointi

Valtioneuvoston asetuksen 3 §:n mukaan maaperän pilaantuneisuus ja puhdistustarve on arvioitava, jos yhden tai useamman haitallisen aineen pitoisuus maaperässä ylittää asetuksen (214/2007) liitteessä säädetyn kynnysarvon. Kiinteistön alueella todettiin kynnysarvon ylittävä pitoisuus arseenia. Kynnysarvo edustaa haitatonta pitoisuustasoa tai taustapitoisuutta. Ylemmän ohjearvon ylittävä pitoisuus edustaa yleensä pilaantunutta maata, kun kyseessä on teollisuus-, varasto-, tai liikennealue. Muilla kuin em. alueilla (esim. toimisto-, asuin-, puisto- ja virkistysalueet) maaperää pidetään yleensä pilaantuneena, jos alempi ohjearvo ylittyy, ellei kohdekohtaisella riskinarvioinnilla toisin todeta. Kunnostustavoite on mahdollista määrittää joko ohjearvojen perusteella tai riskinarviooperusteisesti.

Riskinarvioinnissa huomioidaan haitallisten aineiden pitoisuuksien lisäksi muun muassa kohteen maaperä- ja pohjavesiolosuhteet, alueen käyttötarkoitus, mahdollisuus altistumiseen lyhyen ja pitkän ajan kuluessa sekä altistumisen seurauksena aiheutuvan haitan vakavuus. Koska arviointi on kohdekohtaista, voidaan sama haitta-aineen pitoisuustaso määrittellä toisaalla pilaantuneeksi ja toisaalla pilaantumattomaksi riippuen esimerkiksi alueen tulevasta käyttötarkoituksesta (Järvinen ja Pöry, 2016).

Maaperässä ja pohjavedessä olevista yhdisteistä saattaa aiheutua merkittävä ympäristöhaitta, mikäli ne voivat kulkeutua ja siten pilata maaperää, pohjavettä, ulko- tai sisäilmaa taikka pintavesiä laajemmin. Ekologinen haitta on mahdollinen, mikäli kasveille tai eläimille aiheutuu haittavaikutuksia altistuksesta suoraan pilaantuneisuuteen tai siitä levinneeseen pitoisuuteen. Vastaavasti, jotta yhdisteistä aiheutuisi merkittävä terveyshaitta, tulee ihmisten altistua haitta-aineille suoraan pilaantuneen maan tai siitä pintaveteen, pohjaveteen tai hengitysilmään päätyneille pitoisuuksille siinä määrin, että se voi olla terveydelle haitallista.

Kohde ei sijaitse pohjavesialueella. Lähin pohjavesialue (Kempeleenharju, 11244001) sijaitsee noin 7,6 km päässä kohteesta etelään. Kohteessa ei ole herkkää maankäyttöä tai erityistä suojelua vaativia eliölajeja tai luontoarvoja. Siten kohteessa maaperän pilaantuneisuuden perusarviointi voidaan suorittaa vertaamalla todettuja pitoisuuksia VN:n 214/2007 mukaisiin ohjearvoihin. Kohde sijaitsee asuin- ja liikekiinteistöjen alueella, siten alemmat ohjearvot soveltuvat käytettäväksi kohteen maaperän pilaantuneisuuden viitearvoina.

## 5.5 Käsitteellinen malli

### 5.5.1 Kulkeutumisen arviointi

Arseeni on luonnossa yleinen, tavallisimmin sulfidimineraalien kanssa esiintyvä puolimetalli. Arseeni on erittäin myrkyllistä vesiliöille. Arseeni sitoutuu tavallisesti maaperän oksideihin, orgaaniseen ainekseen ja savimineraaleihin. Karkearakeisissa maalajeissa arseeni voi olla helposti liikkuvaa ja kulkeutua pohjaveteen. Arseenin kulkeutuminen pintavalunnan tai suotovesien mukana kohteessa on teoreettisesti mahdollista, mutta kohteessa havaittu alhainen pitoisuustaso huomioon ottaen hyvin epätodennäköistä. Pintavalunnan tai suotovesien mukana kulkeutumista ei arvioida tapahtuvan haitallisina pitoisuuksina. Kulkeutumista maan pölyämisen ja tuulieroosion mukana ei arvioida tapahtuvan arseenin sitoutuessa maaperään. Kulkeutumista voi tapahtua pölyämisen yhteydessä ainoastaan silloin, kun alueella toteutetaan maarakennustöitä. Kulkeutumista haihtamalla ulkoilmaan ei voi tapahtua.

### 5.5.2 Altistuksen arviointi

Arseenille voi teoriassa altistua ihokosketuksen tai ruuansulatuselimistön välityksellä, koska lievästi kohonneita pitoisuuksia havaittiin pintamaassa. Haitta-ainepitoiset maat sijaitsevat alueella, missä ei tapahdu pitkäkestoista oleskelua.

Kulkeutuminen suotovesien mukana pohjaveteen havaitulla maaperän pitoisuustasolla ei ole merkittävää. Alueen pohjavettä ei myöskään hyödynnetä missään muodossa.

Todetut haitta-aineet ovat haihtumattomia, jolloin niiden johtuminen haihtamalla sisäilmaan ei ole mahdollista. Alueella ei viljellä ravintokasveja, joten niiden välityksellä ei voi altistua.

### 5.5.3 Vaikutusten arviointi

Yllä mainituista seikoista johtuen arseenille ei voi altistua siinä määrin, että ympäristö- tai terveyshaittoja voisi aiheutua.

### 5.5.4 Riskin luonnehtiminen

Maaperässä havaitut haitta-ainepitoisuudet (arseeni) ovat suurimmillaan Valtioneuvoston asetuksen (214/2007) mukaisen kynnsarvon ylittävä.

Alueella ei ole herkkiä luontoarvoja eikä elämistöä, joten pilaantuneisuudesta ei aiheudu ympäristöriskiä. Näin ollen ympäristöriskien tarkempaan tarkasteluun ei ole tarvetta.

## 5.6 Epävarmuustekijät

Haitta-ainepitoisen maa-aineksen esiintymislaajuutta ei ole tarkkaan rajattu. Todennäköistä on, että kohonneen pitoisuuden alue on hyvin pienialainen.

## 5.7 Jatkotoimenpiteet

Pitoisuustasoltaan kynnysarvon, mutta alemman ohjearvon ylittäviä haitta-ainepitoisia massoja voidaan sijoittaa uudelleen kiinteistön (564-2-23-162) alueella. Kestävän kunnostuksen suositukseen mukaisesti (Ympäristöhallinnon ohjeita 6/2014) uudisrakennuskohteissa asuintonttien ja lasten leikkipaikkojen kohdalla pintamaan (0,5–1,0 m) haitta-ainepitoisuuksien suositellaan alittavan kynnysarvon. Mikäli massat toimitetaan hyötykäyttäväksi kiinteistön ulkopuolelle, tulee massojen sijoittamisesta tehdä erillinen riskinarvio, jossa tarkastellaan ko. massojen soveltuvuus hyödyntämiskohteeseen. Massat voidaan rajoituksetta toimittaa esimerkiksi ylijäämämaan vastaanottoalueelle, mikäli ko. vastaanottoaikan ympäristölupa mahdollistaa pitoisuudeltaan kynnysarvotason ylittävien massojen vastaanottamisen.

Alueella ei ole nyt tehtyjen pilaantuneisuustutkimuksien perusteella varsinaista maaperän kunnostustarvetta. Tutkimuspisteen NP4 ympäristön pitoisuustaso olisi hyvä varmistaa kohteen maarakennustöiden yhteydessä ympäristöteknisen asiantuntijan toimesta.

# 6 Maasto- ja ympäristöolosuhteet selvitysalueella

## 6.1 Ympäristöolosuhteet

Selvitysalueen ympäristö on rakennettua Oulun keskusta-alueetta. Tutkittavilla tonteilla sijaitsee asuinkerros-, liike- ja toimistorakennuksia.

Voimassa olevassa asemakaavassa selvitysalue on merkitty asuinkerros- ja liikerakennusten korttelialueeksi (ALK). Alue ei sijoitu luokitellulle pohjavesialueelle. Selvitysalueella ympäröi lounaasta Kauppurienkatu, kaakosta, koillisesta ja luoteesta saman korttelin kerrostalorakennuksia. Selvitysalueella ympäröi joka suunnalta katujen toisella puolen asuin- ja liikerakennuksia.

Selvitysalueella maanpinta on yleisesti tasaista, tasovälillä +10,0...+11,5. Kauppurienkadulla maanpinta sijaitsee tasovälillä +9,7...+10,2.

Tutkimusaikana (5.10.2023) pohjavesi oli selvitysalueella tasovälillä +5,7...+6,2 eli 4,4...5,3 m syvyydessä maanpinnasta. Sadannasta ja vuodenajasta riippuen pohjavedenpinta vaihtelee yleensä ±0,3...0,5 m.

## 6.2 Pohjasuhteet

Maakerrosjako on selvitysalueella yleispiirteissään seuraava:

- keskitiivis, routiva täyttö; murske, hiekka 0,8...1,0 m
- löyhä, routiva hiekka 0,4...1,1 m
- tiivis, routiva silttinen hiekka, hiekka ja hiekkamoreeni 4,0...5,8 m
- tiivis pohjamaa
- kallio

Selvitysalueella asfaltin alla olevat täytöt koostuvat murskeesta ja hiekasta. Täytöt ovat tiiveydeltään löyhiä tai keskitiiviitä.

Selvitysalueen täyttöjen alla yläosan hiekka on alueella yleisesti löyhää hiekkaa. Näytteiden perusteella pohjamaassa on havaittu ruskeaa hiekkaa. Näytteiden sisältämä tumma aines voi viitata sulfidiseen materiaaliin, ks. kappale 4.

Täyttöjen ja löyhän hiekkakerrostuman alla, alkaen 1,4...2,1 m syvyydessä maanpinnasta, sijaitsee tiivistä, rakeisuuden perusteella routivaa silttistä hiekkaa, hiekkaa ja hiekkamoreenia. Hiekan hienoainespitoisuus ( $\# < 0,06$  mm) on kohteeseen tehtyjen tutkimusten mukaan 15...25 paino-%. Kerrostumasta otettujen näytteiden vesipitoisuus on tehtyjen tutkimusten mukaan 5...15 paino-% (näytteessä olevan veden massan suhde kuivan maa-aineksen massaan).

Rakeisuuden perusteella arvioituna tiiviin hiekkakerroksen vedenläpäisevyyden suuruusluokka on noin  $k = 2,5 \times 10^{-9} \dots 10^{-7}$  m/s, eli hiekkakerros on huonosti vettä läpäisevää.

Pohjamaan hienoainespitoisuudesta johtuen se häiriintyy erittäin helposti märkänä tärinästä ja veden virtauksesta.

Selvitysalueella ei ole varmistettu porakonekairauksella kallion pinnan tasoa. Selvitysalueen ympäristöön aiemmin tehtyjen porakonekairausten perusteella kallion pinta arvioidaan olevan tasovälillä +0,7...+2,3.

Puristinheijarikairaukset ovat päättyneet tiiviissä maakerroksessa olevaan kiveen tai kallioon 6,0...8,0 m maanpinnasta. Häiriintyneiden maanäytteiden otto on ulottunut 5,5 m määräsyyvyteen maanpinnasta.

## 7 Pohjarakennustapa

### 7.1 Tiedot suunnitelluista rakennuksista

Selvitysalueelle on suunnitteilla rakentaa 6-kerroksinen kerrostalo, sekä pysäköintihalli. Kerrostalorakennuksien katutasossa sijaitsee liiketiloja, ylemmät kerroksiset tulevat asuinkäyttöön. Kerrostalorakennukseen tulee maanalainen kellarikerros, jossa sijaitsee autopaikoitusta sekä varastotiloja. Maanalaisen tilan lattiataso on noin tasolla +7,5, jolloin perustamistaso on alustavasti tasolla +6...+6,5.

Yleisperiaatteena on, että lattiataason tulee sijaita vähintään 0,3 m lopullisen maanpinnan ja vähintään 0,7 m kadun pinnan yläpuolella sekä vähintään 1 m pohjavesipinnan yläpuolella siten, että perustustaso on pohjavesipinnan yläpuolella. Mikäli lattiataso jää alemmaksi, kuin 0,3 m maanpinnasta, on suunnittelussa kiinnitettävä erityistä huomiota rakenteen kosteustekniseen toimivuuteen (Ympäristöministeriön asetus rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta 782/2017).

### 7.2 Rakennusten ja rakenteiden perustaminen

Tutkimusalueella esiintyy pinnassa löyhempiä täyttö- ja hiekkakerrostumia. Löyhät kerrokset tulevat poistetuksi tulevan rakennuksen alueelta kokonaisuudessaan perustamistasolle +6...+6,5, jonka jälkeen pohjamaa on tiivistä.

Rakennukset ja rakenteet voidaan perustaa tutkimusalueen maanvaraisesti. Maanvarainen perustaminen edellyttää rakenteiden painumatarkastelua.

Maanvaraisessa perustamisessa rakennusten anturaperustukset voidaan suunnitella alustavasti käyttörajatilassa  $p_{sall}=300 \text{ kN/m}^2$  sallitulle pohjapaineelle anturan toimivalla osalla, kun perustussyvyys on vähintään 1,0 m alapohjasta / lattiatasosta / ympäröivästä maanpinnasta mitattuna. Perustaminen tarkennetaan vielä lisätutkimuksilla.

Oulun kaupungin rakennusvalvonnan vaatimukset perustamissyvyydestä, ks. Oulun kaupunki / Rakennusvalvonta / Pohjarakenteet / Perustamissyvyys [[www.ouka.fi/oulu/rakennusvalvonta/pohjarakenteet](http://www.ouka.fi/oulu/rakennusvalvonta/pohjarakenteet)].

Anturoiden alle tehdään vähintään 0,5 m paksu alustäyttö kalliomurskeesta. Alustäyttö erotetaan pohjamaasta käyttöluokan N3 suodatinkankaalla. Alustäytön paksuudesta tulee olla vähintään 0,3 m mursketta, josta on hienoaines poistettu. Ko. osa alustäytöstä toimii samalla kapillaarisen vedennousun katkaisevana salaojituserroksena. Kapillaarisen vedennousun katkaiseminen perustuksessa voidaan tehdä vaihtoehtoisesti anturan yläpintaan mekaanisesti eristämällä.

Jatkuvien anturoiden minimileveys on 0,4 m ja pilarianturoiden minimisivumitta 0,5 m.

Euronormien mukaisessa kantokestävyyden laskennassa voidaan pohjamaalle (Hk/siHK) perustamistasossa käyttää seuraavia maaparametreja:

- |  |                             |
|--|-----------------------------|
| - kitkakulma                           | $\varphi=36^\circ$          |
| - koheesio                             | $c=0 \text{ kN/m}^2$        |
| - tilavuuspaino pohjaveden yläpuolella | $\gamma=19 \text{ kN/m}^3$  |
| - tilavuuspaino pohjaveden alapuolella | $\gamma'=11 \text{ kN/m}^3$ |
| - muodonmuutosmoduuli                  | $E_d=20 \text{ kN/m}^2$     |

Maanvaraisten rakennusten alapohjat voidaan tehdä maanvaraisena rakenteena. Maanpäällisissä tiloissa alapohjien lämmöneristysten alle tehdään vähintään 0,3 m ja maanalaisissa tiloissa vähintään 0,4 m paksu pohjaveden kapillaarisen nousun katkaiseva salaojituserros. Maanalaisissa tiloissa salaojituserroksen alle tehdään 0,3 m paksu työalusta murskeesta, jonka alle asennetaan suodatinkangas luokka N3.

Maanalaisissa tiloissa ulko- ja maanpainesiniä vasten tehtävä salaojituserroksen paksuuden tulee olla vähintään 0,3 m.

Kapillaarisen vedennousun katkaisevassa salaojituserroksessa käytettävän kiviaineksen tulee täyttää julkaisun Rakennuspohjan ja tonttialueen kuivatus RIL 126-2020, kuvan 5.5a rakeisuusohjealueen RIL1a vaatimukset, ks. liite 5. Salaojituserroksesta tulee olla esteetön yhteys salaojiin, ks. kohta 7.4.

Muut alustäytöt ja vierustäytöt tehdään hiekasta tai vastaavasta, jonka kapillaarinen nousukorkeus on pienempi kuin 0,3 m.

Perusmuurin ja alapohjan liittymässä on suositeltavaa käyttää tiivistyskaistaa / radonhuopaa. Tiivistyskaistan tarpeellisuus korostuu, kun taloissa tavoitellaan erittäin hyvää ilmatiiveyttä. Tiivistyskaistalla estetään lattian alla mahdollisesti olevien kaasumolekyylien pääsyn huonetilaan, joita ovat radon, mikrobit ja tavanomainen maan haju.

Perustustason alapuolella täytöt tiivistetään tiiveyteen  $D>95 \%$ , kantavuusarvo  $E_2>125 \text{ MN/m}^2$  ja suhde  $E_2/E_1<2,2$ . Lattia-alueella tiiveysvaatimus on  $D>92 \%$ , kantavuusarvo  $E_2>100 \text{ MN/m}^2$  ja suhde  $E_2/E_1<2,2$ . Rakennuksen vierellä tiiveysvaatimus on  $D>90 \%$ .

Täyttöjen tiivistys, ks. kohta 8.1, taulukko Taulukko 8.

### 7.3 Routasuojaus

Täytöt ja pintamaakerrokset selvitysalueella ovat routasyvyudessa rakeisuuden perusteella routivaa hiekkaa.

Julkaisun RIL 261-2013 "Routasuojaus" mukaan kerran 50 vuodessa esiintyvää mitoituspakkasmäärää,  $F_{50} = 50\ 000\ \text{Kh}$ , vastaava roudaton perustussyvyys mitattuna maanpinnasta anturan alapintaan tai anturan alapuolisen routimattoman alustäytön alapintaan on seinälinjalla 1,6 m ja nurkissa 2,1 m, kun alapohjarakenne on maanvarainen. Ryömintätalallisessa, ulkoilmasta tuulettuvassa alapohjarakenteessa roudaton perustussyvyys on vastaavasti seinälinjalla 2,1 m ja nurkissa 2,4 m. Kylmien rakenteiden osalla roudaton perustussyvyys on 2,5 m.

### 7.4 Salaojitus

Salaojitus, ks. Rakennuspohjan ja tonttialueen kuivatus RIL 126-2020, kohta 3 Rakennuspohjan kuivatuksen rakenteet ja järjestelmät.

Tutkimusaikana (5.10.2023) pohjavesi oli selvitysalueella tasovälillä +5,7...+6,2 eli 4,4...5,3 m syvyudessa maanpinnasta. Sadannasta ja vuodenaajasta riippuen pohjavedenpinta vaihtelee yleensä  $\pm 0,3...0,5\ \text{m}$ .

Perustusten, kaikkien maanalaisten rakenteiden ja eristeiden kuivana pysyminen varmistetaan salaojituksella. Salaojat sijoitetaan vähintään 0,4 m alapohjan eristeen alapuolelle ja suositeltavaa, että vähintään 0,2 m perustusten alapuolelle. Mikäli salaojitus taso jää perustustason yläpuolelle, perustusten kapillaarikatko tehdään anturan yläpintaan mekaanisesti.

Salaojien ympärille tehdään vähintään 0,2 m paksu ympärystäyttö salaojasorasta, jonka ympärille asennetaan suodatinkangas, käyttöluokka N2. Salaojitussoran tai sepelin tulee täyttää julkaisun RIL 126-2020 "Rakennuspohjan ja tonttialueen kuivatus" kuvan 5.5a rakeisuusohjealueen, ks. liite 5.

Kapillaarisen veden nousun katkaiseva salaojituskerros tehdään kiviaineksesta, joka täyttää julkaisun Rakennuspohjan ja tonttialueen kuivatus RIL 126-2009, kuvan 3.6 rakeisuusohjealueen 1a vaatimukset, ks. liite 5.

Pohjaveden raudan sakkautumisriski, ks. kappale 0.

### 7.5 Radon

Säteilyturvakeskuksen radontutkimusten perusteella Oulun alueella radonpitoisuus alittaa asunnoissa enimmäispitoisuuden ( $200\ \text{Bq/m}^3$ ) säännönmukaisesti. Suunnittelussa ja rakentamisessa on kuitenkin suositeltavaa tehdä ainakin paksujen karkeiden alustäytöiden yhteydessä alapohjan liittyvät rakenteet (perusmuuri, lattia, läpiviennit) ilmatiiviiksi (RT 81-10791, Rakennustieto Oy), tiivistyskaista, ks. 7.2.

### 7.6 Piha- ja liikennealueet

Ks. RIL 234-2007 Pihojen pohja- ja päällysrakenteet, Suunnittelu- ja rakentamisohjeet.

Liikennealueen tavoitekantavuutena voidaan käyttää esim. Oulun kaupungin käyttämää katurakenteiden suunnitteluohjeen katuluokan 5 mukaista  $170\ \text{MN/m}^2$  kantavuutta päällysteen päältä ja kantavuutta  $135\ \text{MN/m}^2$  kantavan kerroksen päältä.

Pohjamaa on selvitysalueella siirtymäkiilasyvyyteen (1,9 m) asti routivaa hiekkaa, kelpoisuusluokka H3. Ohjeen "Routasuojaus – rakennukset ja infrarakenteet RIL 261-2013" pohjamaan alusrakenneluokka on uH, jolloin routaturpoama  $t=12\%$  (märkä) ja E-moduuli  $20\text{ MN/m}^2$  (märkä).

Rakennekerrokset laatuvaatimuksineen ja tiiveysvaatimuksineen tehdään InfraRYL 2017 osa 1 Väylät ja alueet ja RIL 132-2000 "Talonrakennuksen maarakenteet" mukaisesti.

## 7.7 Kunnallistekniikka

Vesijohto- ja viemäri liittymät suunnitellaan kunnallisteknisten määräysten ja ohjeiden mukaisesti.

## 7.8 Kuivatus

Kattovedet ohjataan kattovesijärjestelmällä pintavesiviemäriin.

Rakennusalueen kuivatus ja tasaus suunnitellaan erikseen.

# 8 Pohjarakennustyön suoritusohjeet

## 8.1 Maarakennus- ja tiivistystyöt, yleistä

Kaikki humukset ja hienorakeiset maa-ainekset, vanhat rakenteet ja täytöt, yms., sekä kaivun yhteydessä häiriintyneet ja löytyneet maa-ainekset poistetaan rakennusalueelta, sekä piha- ja liikennealueelta.

Rakentamiseen liittyvät kaivut tehdään luonnollisen pohjavesipinnan yläpuolella kaltevuudella 1:1,5 ja luonnollisen pohjavesipinnan alapuolella kaltevuudella 1:2. Paikallisesti kaivut tehdään pohjavesipinnan yläpuolella kaltevuudella 2:1 ja pohjavesipinnan alapuolella kaltevuudella 1:1 työturvallisuusnäkökohdat huomioiden. Yli 2 m syvät kaivannot ja kaivantojen kuivatus suunnitellaan erikseen tapauskohtaisesti.

Kaivutyöt tehdään työturvallisuusmääräyksiä ja ohjetta RIL 263-2014 Kaivanto-ohje noudattaen.

Täytöt tehdään suunnitelmissa esitetystä materiaaleista. Muut erittelemättömät täytöt ja rakennekerrokset tehdään julkaisussa RIL 132 - 2000 "Talonrakennuksen maarakenteet – yleinen rakennusselostus ja laatuvaatimukset" esitetyt laatuvaatimukset täyttävistä materiaaleista, ja tiivistetään tiiviysluokkaan 1. Liikennealueiden osalta noudatetaan lisäksi Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset InfraRYL 2010 annettu ohjeita.

Täytöt tiivistetään kerroksittain vähintään taulukon 8 mukaisiin tiiviyssasteisiin tai kantavuusarvoihin, ellei suunnitelmissa ole muuta esitettyä.

Taulukko 8. Eri täyttökohteiden ohjeelliset tiivisy- ja kantavuusvaatimukset.

Kohde	Tiivistysluokka	Tiivisyaste <sup>1)</sup> D <sub>vaad</sub>	Kantavuusarvot E <sub>1,2</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	Kantavuussuhde E <sub>2</sub> /E <sub>1</sub>
Maanvaraisten perustusten alustäyttö	1	≥ 95	E <sub>1</sub> ≥ 60	< 2,2
Maanvaraisten lattioiden alustäyttö	1 ja 2	≥ 92	E <sub>1</sub> ≥ 50	< 2,2
Perustusten, seinien ja muurien vierustäyttö	2	≥ 90	-	-
Putkijohtojen arina, tasauskerros ja ympäristäyttö	2	≥ 90	-	-
Pengertäyte	2	≥ 90	-	-
Suodatinkerros	1	≥ 90	-	-
Jakava kerros	1	≥ 92	E <sub>2</sub> ≥ 95	< 2,2
Kantava kerros	1	≥ 95	E <sub>2</sub> ≥ 160	< 2,2
Kulutuserkerros	1	≥ 92	-	-
Puisto-, maisema- yms. täytöt	3 ja 4	-	-	-

<sup>1)</sup> Mikäli täyttemateriaali on niin karkeaa, että Proctor-kokeen suoritus on vaikeaa, käytetään kantavuusarvoja.

## 8.2 Pohjaveden alentaminen

Pohjaveden pinnan alapuolelle kaivettaessa kaivantojen kuivanapito tehdään pumppauskuopista ja -kaivoista pumppaamalla, tai tarvittaessa imukärjillä / tyhjiömenetelmällä.

Hienojakoinen pohjamaa häiriintyy erittäin herkästi märkänä kaivun, tärinän ja suotoveden vaikutuksesta, joten pohjaveden pinta tulee alentaa ennen kaivu- ja täyttötöitä. Kaivannon kuivatustaso tulee olla vähintään 1 m kaivutasoa syvemmällä.

Työnaikaista pohjaveden alenemista seurataan esim. pohjavesiputkista ennen kaivuvaihetta.

## 8.3 Kaivannon tuenta

Suunnitellut maanalaisten tilojen perustustasot sijaitsevat noin 5 m viereisten katujen alapuolella. Rakennusaikainen kaivanto joudutaan tekemään tuettuna kaivantona.

Tuenta voidaan tehdä teräsponttiseinillä, jotka tuetaan esim. kallioankkureilla. Pontit lyödään uriinsa vesitiiveyden varmistamiseksi. Ankkurit tehdään pihojen, katujen ja rakennusten alla siten, että maaosuudella porausreiän tyhjättila täytetään sementti-injektioinnilla (-laastilla). Tällä estetään maan löytyminen ja siitä aiheutuvat mahdolliset painumat rakenteille.



## 9 Jatkotoimet

### 9.1 Rakennettavuus

Rakennusten ja rakenteiden lopullinen perustamistapa, yms. määritetään täydentävien pohjatutkimustulosten perusteella ja valinnan tekee aina ao. hankkeen pohjarakennussuunnittelija.

Rakennus- ja putkikaivannoissa kaivuluiskat, tarvittava pohjaveden alentaminen, sekä kaivannon tukeminen varmistetaan lisätutkimuksilla ja mitoituskalkemilla rakennussuunnittelun yhteydessä.

### 9.2 Sulfaattimaaselvitys

Ks. kappale 3.

### 9.3 Rautasaostumaselvitys

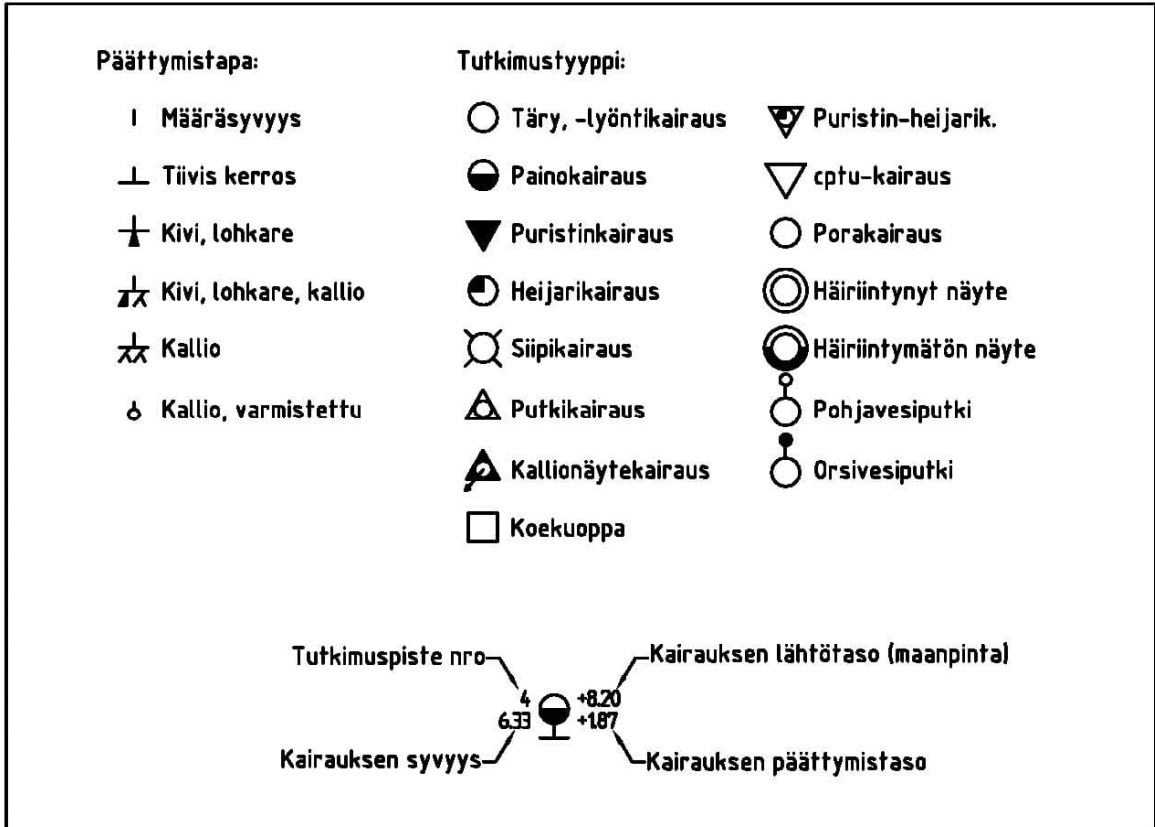
Ks. kappale 4.

### 9.4 Pilaantuneisuusselvitys

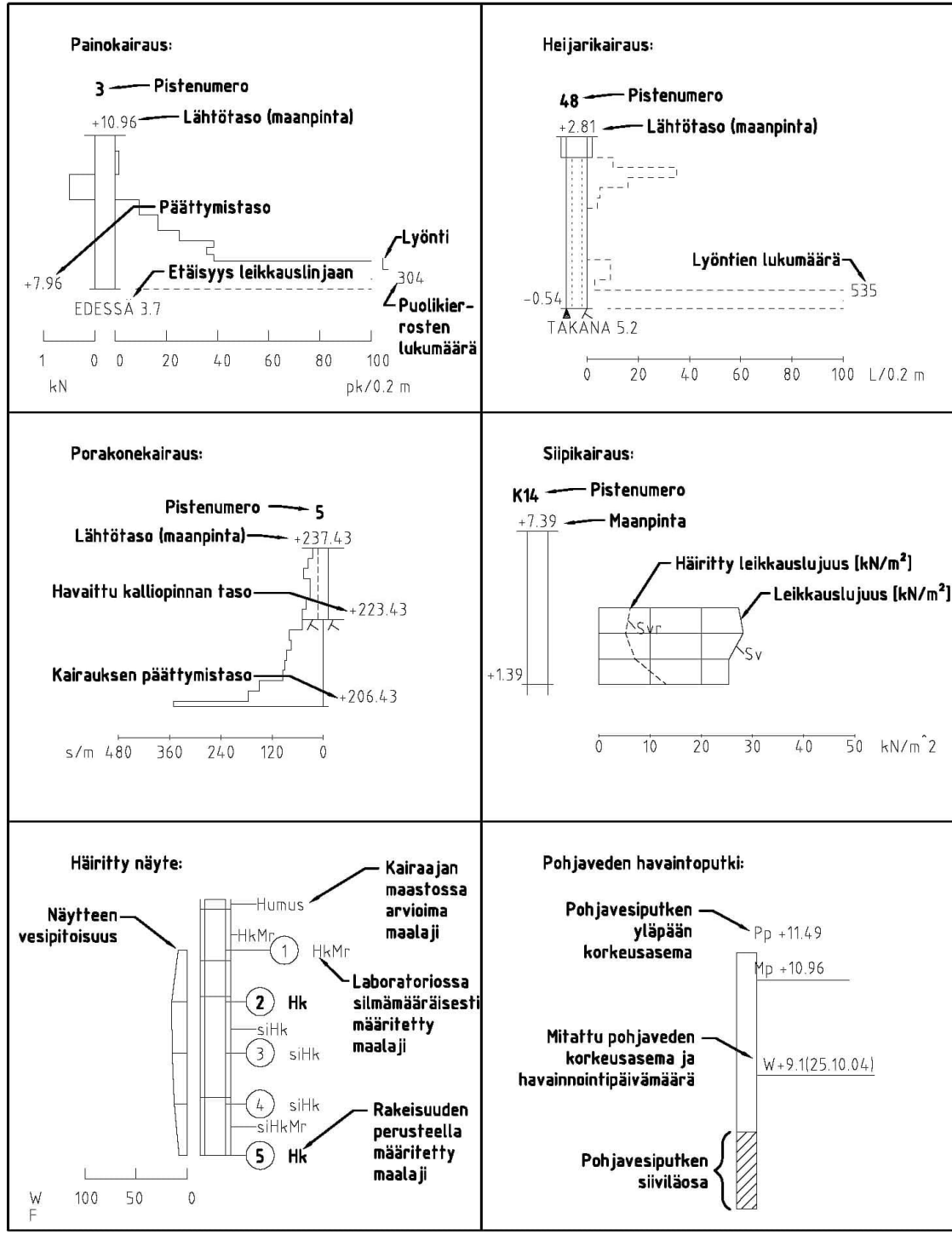
Ks. kappale 5.

POHJATUTKIMUSMERKINNÄT

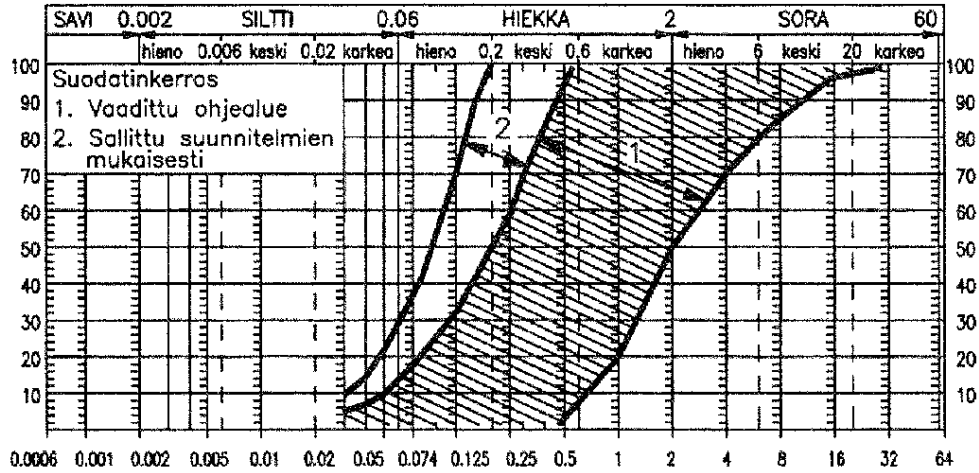
POHJATUTKIMUSKARTTA



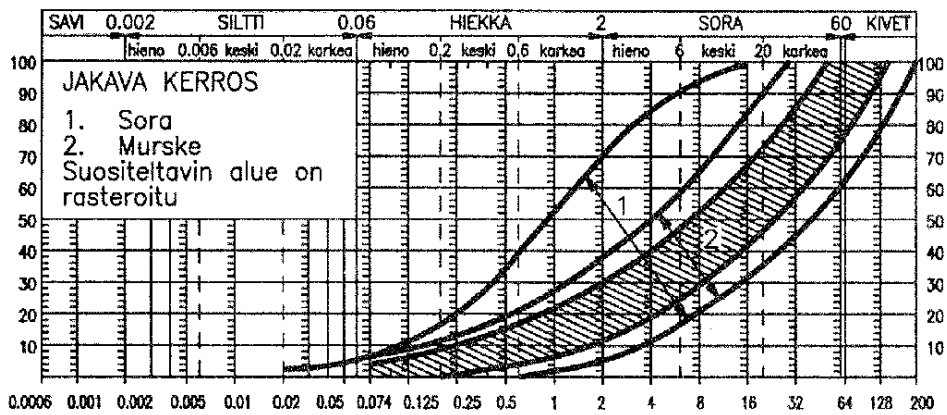
## POHJATUTKIMUSLEIKKAUS



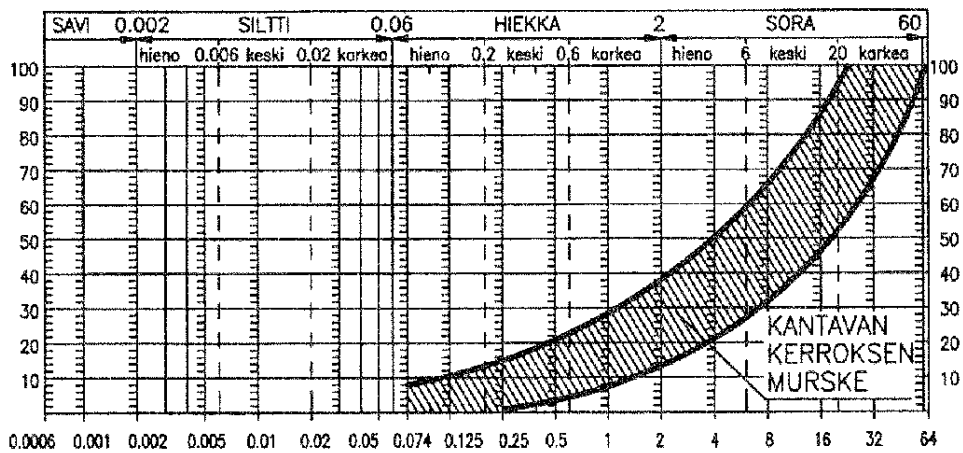
## PIHA- JA LIIKENNEALUEEN PÄÄLLYSRAKENNEKERROSTEN KIVIAINESTEN RAKEISUUDEN OHJEALUEET



Kuva 1. Suodatinkerroksen rakeisuuden ohjealue



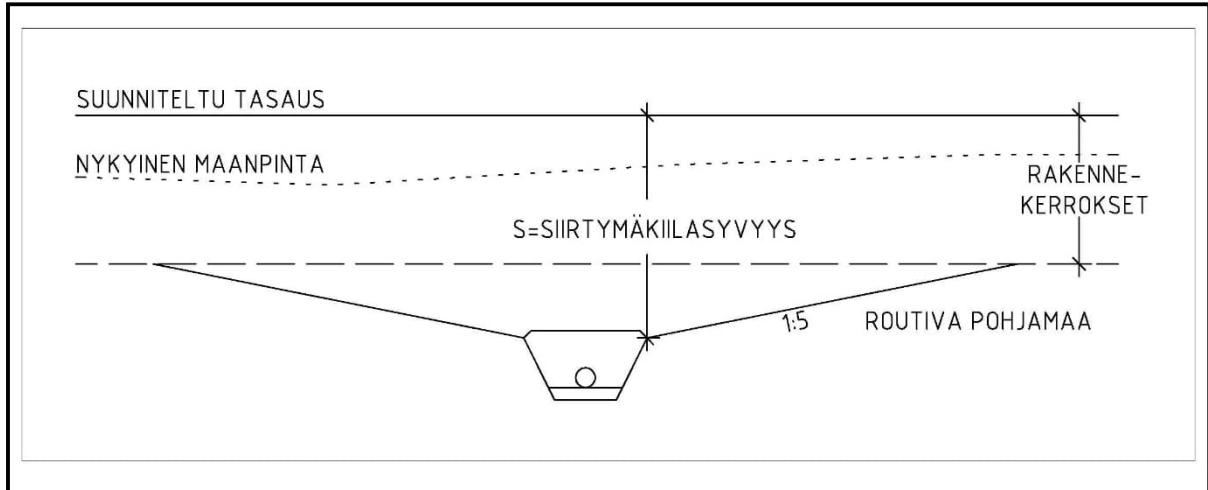
Kuva 2. Jakavan kerroksen rakeisuuden ohjealue



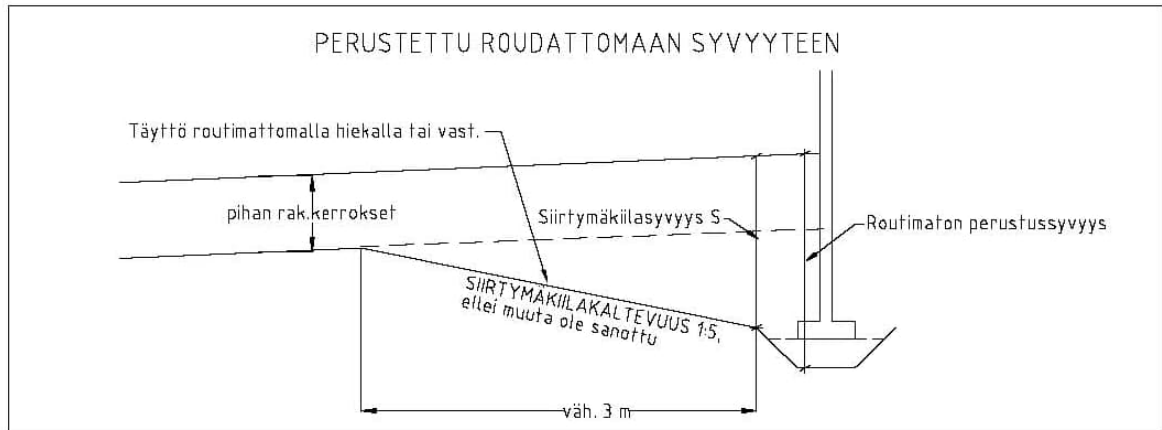
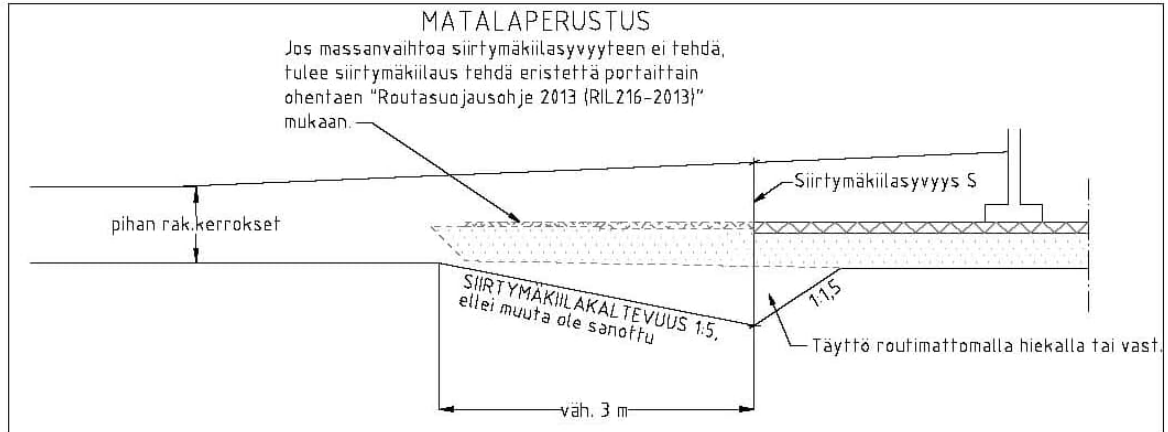
Kuva 3. Kantavan kerroksen rakeisuuden ohjealue



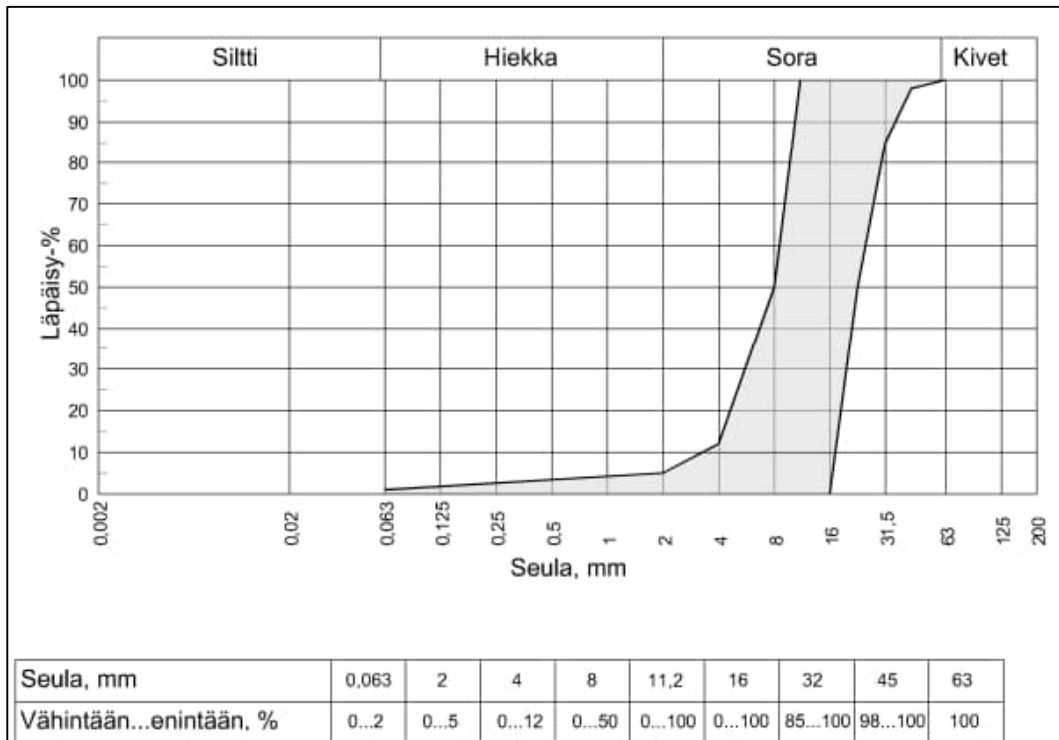
PUTKIKAIVANNON SIIRTYMÄKIILAT



## KYLMÄN RAKENNUKSEN SIIRTYMÄKIILTAUS



## SALAOJASORAN OHJEALUEET/RIL 126-2020, kohta 5.3



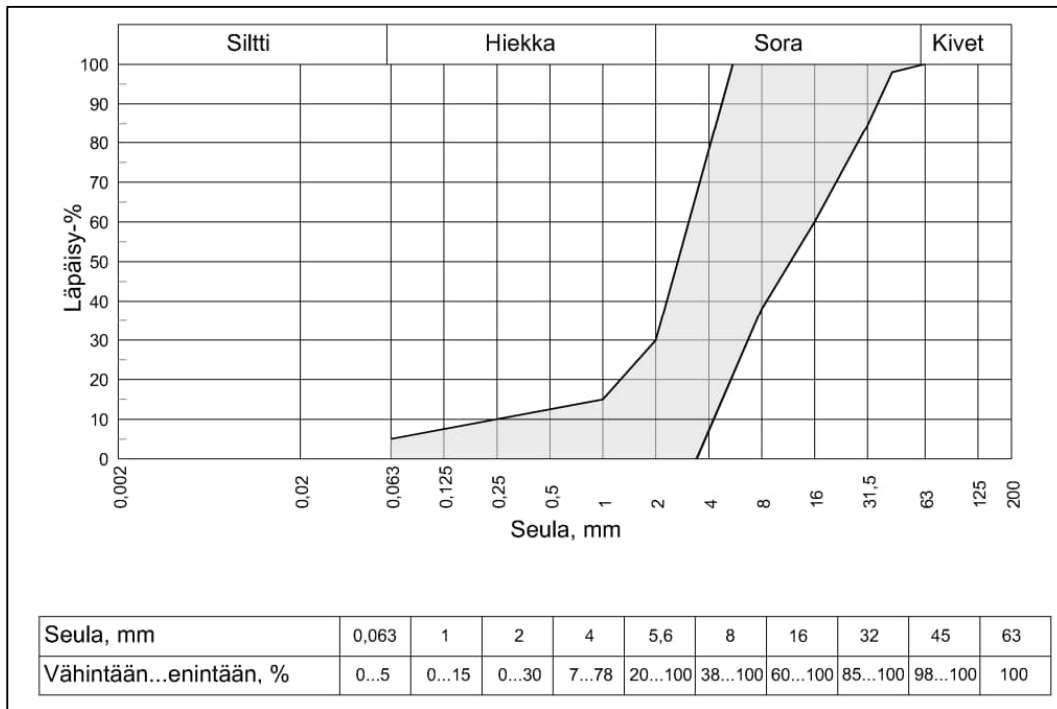
Kuva 5.5a. Salaojituskerroksen rakeisuusvaatimukset, RIL1a (RIL126-2020).

#### Materiaali RIL1a

Materiaalia käytetään rakennuksen alapohjan alle tehtävässä kapillaarikatkona toimivassa salaojituskerroksessa ja perusmuurin vierustan salaojituskerroksessa silloin, kun pohja- tai vajovesiä virtaa voimakkaasti rakennuksen vierustalle maakerroksia tai kallionpintaa pitkin. Tällaisia ovat esimerkiksi paikat, joissa rakennus sijaitsee rakennusta kohti viettävässä rinteessä.

Kapillaarikatkokiviainekset ovat kalliosta tai sorasta valmistettuja karkeita kiviaineksia, joiden rakeisuus on tyypillisesti välillä 5...8/16...32 mm (esim. 5/16 mm tai 5/32 mm). Kapillaarikatkokiviaineksina käytettäville tuotteille tulee olla määritettynä kapillaarinen vedennousukorkeus. Myös niiden raaka-aineen laatu tulee olla tutkittu ja tuotteen hienoainemäärä tulee olla tunnettu. Tuotteen vesiseulonnalla saadaan hienoainemäärää rajoitettua ja veden nousukorkeutta pienennettyä. Vaativiin kohteisiin sekä rajoitettuihin kerrospaksuuksiin suositellaan vesiseulottuja kapillaarikatkokiviaineksia.

## SALAOJITUSKERROKSEN OHJEALUEET/RIL 126-2020



Kuva 5.5b. Salaojituskerroksen rakeisuusvaatimukset, RIL1 (RIL126-2020).

#### Materiaali RIL1

Materiaalia käytetään normaalissa kuivatustilanteessa rakennuksen perusmuurin vastaisessa salaojituskerroksessa.

Ohjealueen salaojakiviainesta tulee käyttää silloin, kun pohjavesi ainakin ajoittain saattaa nousta salaojituskerrokseen, rakennuspaikka on alavalla maalla tai rakennuspaikan maaperä on heikosti vettä läpäisevää, jolloin salaojiin suodattuvat vesimäärät voivat olla hetkellisesti hyvinkin suuria. Perusmaan ja salaojakiviaines RIL1:n väliin on asennettava suodatinkangas tai suodatinkerros, joka estää maa-ainesten sekoittumisen.


 Tutkimusno EUFI05-00024628  
 Asiakasno YB0001206  
 101022997 / Anu Kivistö-Rahnasto

**AFRY Finland Oy**  
**Anu Kivistö-Rahnasto**  
 Elektriikkatie 13  
 90590 OULU  
 FINLAND  
 s-posti: anu.kivisto-rahasto@afry.com

**Tilauksen kuvaus**

101022997 Kauppurienkatu 33, Potentiaalinen hapan sulfaattimaa, maanäytteiden analyysit

<b>Näyttenumero</b>	<b>693-2023-00043218 693-2023-00043219</b>	
<b>Näytteen nimi</b>	NP 1 / 3,5 - 4 m	NP 5 / 5 - 5,5 m
<b>Näytteen kuvaus</b>	Maaperä	Maaperä
<b>Matriisi</b>	Maaperä	Maaperä
<b>Näytteenottopäivä</b>	29.09.2023	29.09.2023
<b>Vastaanottopäivä</b>	03.10.2023	03.10.2023
<b>Analysointi aloitettu</b>	03.10.2023	03.10.2023
<b>Näytteenottaja</b>	Asiakas / AFRY Finland Oy	Asiakas / AFRY Finland Oy

Analyysit	Testikoodi	Yksikkö	Tulokset	Tulokset
<b>Fysikaalis-kemialliset tutkimukset</b>				
Sähkönjohtavuus	YBC02	mS/m	4,8	6,0
pH (NAG)	YBC29		5,6	5,5
NAG (pH 7.0)	YBC29	Kg H2SO4/ton ni	1,9	1,3
NAG (pH 4.5)	YBC29	Kg H2SO4/ton ni	0,0	0,0
Sulfaatti, happoliukoinen	YBC44	mg/kg ka	<250	<250
Happouutto	YBC87		tehty	tehty
<b>Alkuaineanalyysit, SFS-EN ISO 54321:2021</b>				
Rikki (S) *	YB38K	mg/kg ka	55	88
Hajotus *	YBE33		Tehty	Tehty
pH (ennen keittoa)	YBCB0		5,4	4,7

\*Menetelmä on akkreditoitu.

**ALLEKIRJOITUS**

18.10.2023



Ville Kaikkonen ASM 4-H94 Waste Testing Oulu

VilleKaikkonen@eurofins.fi

Tutkimustodistus on sähköisesti hyväksytty.


**Menetelmätiedot**

Testikoodi	Parametrin nimi	Menetelmän mittausepävarmuus	Menetelmän määrittäjä	Akkreditoitu	Menetelmä	Laboratorio
<b>Fysikaalis-kemialliset tutkimukset</b>						
YBC02	Sähkönjohtavuus	<5:±1mS/m >5:±20%	1	Ei	ISO 11265:1994/Cor 1:1996	YB
YBC29	pH (NAG)	± 0.2 pH yks.		Ei	ARD Test Handbook, Project P387A, 2002	YB
YBC29	NAG (pH 7.0)	± 8%		Ei	ARD Test Handbook, Project P387A, 2002	YB
YBC29	NAG (pH 4.5)	± 8%		Ei	ARD Test Handbook, Project P387A, 2002	YB
YBC44	Sulfaatti, happoliukoinen	<1000:±100mg/kgka >1000:±10%	250	Ei	ISO 11048:1995; SFS-EN ISO 10304:2009; SFS-EN 1744-1 + A1:2013	YB
YBC87	Happouutto			Ei	ISO 11048:1995; SFS-EN 1744-1 + A1:2013	YB
<b>Alkuaineanalyysit, SFS-EN ISO 54321:2021</b>						
YB38K	Rikki (S)	<160:±16mg/kgka >160:±10%	20	Kyllä	SFS-EN ISO 11885:2009; SFS-EN ISO 54321:2021	YB
YBE33	Hajotus			Kyllä	SFS-EN ISO 54321:2021	YB
YBCB0	pH (ennen keittoa)	± 0.2 pH yks.		Ei		YB

<b>Laboratorio</b>		
YB	Eurofins Ahma - Oulu	SFS-EN ISO/IEC 17025:2017 FINAS T131

Jakelu : ymparisto@afry.com

**Huomautukset**

Tutkimustodistuksen osittainen kopioiminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain vastaanotettua ja tutkittua näytettä.

## ASIAKAS

Nimi PÖYRY FINLAND OY  
Yhteyshenkilö Anu Kivistö-Rahnasto  
Osoite PL 532  
00026 BASWARE

## NÄYTE

SGS Refno KE23-05961 R0  
Raportointi pvm 16.10.2023  
Saapumis pvm 06.10.2023  
Aloituspvm 06.10.2023  
Valmistumis pvm 16.10.2023

Projekti --  
Asiakkaan viite 101022997 / Kauppurienkatu  
Näytteiden lkm 1

## KOMMENTIT

Näytteenotto: Antti Eskelinen  
Pinnankorkeus: 441

## ALLEKIRJOITUKSET



Mia Karjalainen  
Laboratoriokemisti

## ALAVIITTEET, HUOMAUTUKSET JA ALIHANKINTA

\* Tämä analyysi ei ole akkreditoitu 1) SGS IF Herten, DakS D-PL-14115-02-07, akkr. DIN EN ISO/IEC 17025:2018  
DL Määritysraja  
- Ei analysoitu  
Laboratorio toimittaa analyysien mittausepävarmuusarviot pyydettyinä.

Yritys on antanut tämän dokumentin palvelujen yleisten toimitusehtojensa mukaisesti, jotka ovat saatavilla osoitteessa <https://www.sgs.com/en/terms-and-conditions>. Toimitusehdot sisältävät rajoituksia yrityksen vahingonkorvausvastuuseen, hyvityksiin ja lain valintaan. Tämän dokumentin haltijan tulee huomioida, että informaatio tässä dokumentissa kuvaa tilanteen sellaisena kuin yhtiö on sen työsuorituksensa aikana todennut asiakkaan mahdollisten ohjeiden mukaisesti. Yrityksen vastuu rajoittuu yrityksen asiakkaaseen eikä tämä dokumentti estä kaupan osapuolia käyttämästä kaupan asiakirjojen mukaisia oikeuksia ja velvoitteita. Tämän dokumentin sisällön tai ulkomuodon luvaton muuttaminen, väärentäminen tai vääristely on lainvastaista ja tekijä voidaan asettaa syytteeseen lain ankarimman tulkinnan mukaisesti. Ellei erikseen ole mainittu, tässä dokumentissa esitetyt tulokset koskevat vain testattuja näytteitä. Näytteitä säilytetään korkeintaan 2 viikkoa. Tämän dokumentin saa kopioida vain kokonaisena, ellei yritys ole antanut kirjallista lupaa osittaiseen kopiointiin.

Näyttenumero	KE23-05961.001
Näytteen nimi	PVP5

**Analyysi**
**Yksikkö**
**DL**
**Liukoiset metallit vesinäytteestä, ICP-MS Menetelmä: EN ISO 17294-2**

Alumiini	µg/l	10	<10
Kalsium	µg/l	100	1200
Rauta	µg/l	10	<10
Mangaani	µg/l	3	6.1

**Metallien kokonaispitoisuudet vesinäytteestä, ICP-MS Menetelmä: EN ISO 17294-2**

Alumiini	µg/l	50	190000
Kalsium	µg/l	200	90000
Mangaani	µg/l	3	3100
Rauta	µg/l	50	230000

**Hiilidioksidi vedestä Menetelmä: Sisäinen menetelmä SGSF716, titrimetrinen**

Hiilidioksidi *	mg/l	1	<1.0
-----------------	------	---	------

**Bikarbonaatti vesinäytteestä Menetelmä: SGSF715; SFS 3005 ja SFS-EN ISO 9963-1 mod.**

Bikarbonaatti (HCO <sub>3</sub> -) *	mg/l	1.2	21
--------------------------------------	------	-----	----

**Hiilen määritys vedestä Menetelmä: SFS-EN 1484**

Haihtumaton orgaaninen hiili (NPOC)	mg/l	0.5	1.5
-------------------------------------	------	-----	-----

**Liuenneen hiilen määritys vedestä Menetelmä: SFS-EN 1484**

Liuennut haihtumaton orgaaninen hiili D-NPOC	mg/l	0.5	3.1
--	------	-----	-----

**Kenttämittaukset vedestä Menetelmä: Asiakkaan ilmoittamat**

Lämpötila *	°C	0.1	9.9
-------------	----	-----	-----

**Rauta 2+ vesinäytteestä 1) Menetelmä: DIN 38406-E1**

Fe 2+	mg/l	0.02	5.2
-------	------	------	-----

## ASIAKAS

Nimi PÖYRY FINLAND OY  
Yhteyshenkilö Jonne Pihlajajarju  
Osoite PL 532  
00026 BASWARE

Projekti --  
Asiakkaan viite 101022997/Kauppurienkatu 33  
Näytteiden lkm 7

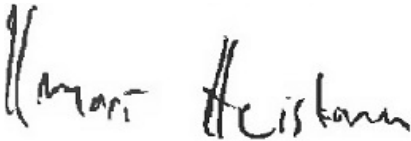
## NÄYTE

SGS Refno KE23-05897 R0  
Raportointi pvm 11.10.2023  
Saapumis pvm 29.09.2023  
Aloituspvm 29.09.2023  
Valmistumis pvm 10.10.2023

## KOMMENTIT

Näytteenotto:28.9.2023

## ALLEKIRJOITUKSET



Ilmari Heiskanen  
Laboratoriokemisti

## ALAVIITTEET, HUOMAUTUKSET JA ALIHANKINTA

- \* Tämä analyysi ei ole akkreditoitu  
DL Määritysraja  
- Ei analysoitu  
Laboratorio toimittaa analyysien mittausepävarmuusarviot pyydettyinä.

Yritys on antanut tämän dokumentin palvelujen yleisten toimitusehtojensa mukaisesti, jotka ovat saatavilla osoitteessa <https://www.sgs.com/en/terms-and-conditions>. Toimitusehdot sisältävät rajoituksia yrityksen vahingonkorvausvastuuseen, hyvityksiin ja lain valintaan. Tämän dokumentin haltijan tulee huomioida, että informaatio tässä dokumentissa kuvaa tilanteen sellaisena kuin yhtiö on sen työsuorituksensa aikana todennut asiakkaan mahdollisten ohjeiden mukaisesti. Yrityksen vastuu rajoittuu yrityksen asiakkaaseen eikä tämä dokumentti estä kaupan osapuolia käyttämästä kaupan asiakirjojen mukaisia oikeuksia ja velvoitteita. Tämän dokumentin sisällön tai ulkomuodon luvaton muuttaminen, väärentäminen tai vääristely on lainvastaista ja tekijä voidaan asettaa syytteeseen lain ankarimman tulkinnan mukaisesti. Ellei erikseen ole mainittu, tässä dokumentissa esitetyt tulokset koskevat vain testattuja näytteitä. Näytteitä säilytetään korkeintaan 2 viikkoa. Tämän dokumentin saa kopioida vain kokonaisuutena, ellei yritys ole antanut kirjallista lupaa osittaiseen kopiointiin.

Näyttenumero	KE23-05897.001	KE23-05897.002	KE23-05897.003	KE23-05897.004	KE23-05897.005
Näytteen nimi	NP1 / 0-0,5	NP1 / 2-3	NP3 / 1-1,5	NP4 / 0-0,5	NP4 / 3-4
Näytteenottopvm	28.09.2023	28.09.2023	28.09.2023	28.09.2023	28.09.2023

Analyyysi Yksikkö DL

Haihtuvat orgaaniset yhdisteet ja TVOC C5-C10 maanäytteestä Menetelmä: SFS-EN ISO 22155

Yhdiste	Yksikkö	DL	KE23-05897.001	KE23-05897.002	KE23-05897.003	KE23-05897.004	KE23-05897.005
Bentseeni	mg/kg KA.	0.02	-	<0.02	<0.02	-	<0.02
Tolueeni	mg/kg KA.	0.02	-	<0.02	<0.02	-	<0.02
Etyylibentseeni	mg/kg KA.	0.02	-	<0.02	<0.02	-	<0.02
m+p-Xyleeni	mg/kg KA.	0.04	-	<0.04	<0.04	-	<0.04
o-Xyleeni	mg/kg KA.	0.02	-	<0.02	<0.02	-	<0.02
Styreeni	mg/kg KA.	0.02	-	<0.02	<0.02	-	<0.02
n-Propyylibentseeni *	mg/kg KA.	0.02	-	<0.02	<0.02	-	<0.02
Isopropyylibentseeni *	mg/kg KA.	0.02	-	<0.02	<0.02	-	<0.02
1,2,4-trimetylibentseeni *	mg/kg KA.	0.02	-	<0.02	<0.02	-	<0.02
1,3,5-trimetylibentseeni *	mg/kg KA.	0.02	-	<0.02	<0.02	-	<0.02
4-Isopropyyliolueeni *	mg/kg KA.	0.02	-	<0.02	<0.02	-	<0.02
MTBE	mg/kg KA.	0.02	-	<0.02	<0.02	-	<0.02
TAME	mg/kg KA.	0.02	-	<0.02	<0.02	-	<0.02
ETBE	mg/kg KA.	0.02	-	<0.02	<0.02	-	<0.02
TAE	mg/kg KA.	0.02	-	<0.02	<0.02	-	<0.02
DIPE	mg/kg KA.	0.02	-	<0.02	<0.02	-	<0.02
Klooribentseeni *	mg/kg KA.	0.02	-	<0.02	<0.02	-	<0.02
1,2-Diklooribentseeni	mg/kg KA.	0.02	-	<0.02	<0.02	-	<0.02
1,2,3-Triklooribentseeni	mg/kg KA.	0.02	-	<0.02	<0.02	-	<0.02
1,2,4-Triklooribentseeni	mg/kg KA.	0.02	-	<0.02	<0.02	-	<0.02
Metyleenikloridi	mg/kg KA.	0.02	-	<0.02	<0.02	-	<0.02
1,1-dikloorieteeni *	mg/kg KA.	0.02	-	<0.02	<0.02	-	<0.02
cis-1,2-dikloorieteeni	mg/kg KA.	0.02	-	<0.02	<0.02	-	<0.02
trans-1,2-dikloorieteeni	mg/kg KA.	0.02	-	<0.02	<0.02	-	<0.02
Trikloorieteeni	mg/kg KA.	0.02	-	<0.02	<0.02	-	<0.02
Tetrakloorieteeni	mg/kg KA.	0.02	-	<0.02	<0.02	-	<0.02
Vinyylikloridi *	mg/kg KA.	0.02	-	<0.02	<0.02	-	<0.02
TVOC C5-C10	mg/kg KA.	5	-	<5.0	<5.0	-	<5.0

Öljyhiilivedyt C10-C40 maanäytteestä Menetelmä: ISO 16703

Yhdiste	Yksikkö	DL	KE23-05897.001	KE23-05897.002	KE23-05897.003	KE23-05897.004	KE23-05897.005
Öljyhiilivedyt >C10-C21	mg/kg KA.	20	-	<20	<20	-	<20
Öljyhiilivedyt >C22-C40	mg/kg KA.	20	-	<20	<20	-	<20
Öljyhiilivedyt >C10-C40	mg/kg KA.	40	-	<40	<40	-	<40

Kuiva-ainepitoisuus Menetelmä: Sis.menet. SGSF1003 perustuu SFS-ISO 11465, EN 15934, SFS-EN 14346 kumottu

Yhdiste	Yksikkö	DL	KE23-05897.001	KE23-05897.002	KE23-05897.003	KE23-05897.004	KE23-05897.005
Kuiva-ainepitoisuus	paino-%	2	94.2	94.6	95.3	97.0	89.5

Polyaromaattiset hiilivedyt (PAH) maanäytteestä Menetelmä: SFS-ISO 18287

Yhdiste	Yksikkö	DL	KE23-05897.001	KE23-05897.002	KE23-05897.003	KE23-05897.004	KE23-05897.005
Naftaleeni	mg/kg KA.	0.2	<0.20	-	-	<0.20	-
Asenaftyleeni	mg/kg KA.	0.2	<0.20	-	-	<0.20	-
Asenafteeni	mg/kg KA.	0.2	<0.20	-	-	<0.20	-
Fluoreeni	mg/kg KA.	0.2	<0.20	-	-	<0.20	-
Fenantreeni	mg/kg KA.	0.2	<0.20	-	-	<0.20	-
Antraseeni	mg/kg KA.	0.2	<0.20	-	-	<0.20	-
Fluoranteeni	mg/kg KA.	0.2	<0.20	-	-	<0.20	-
Pyreeni	mg/kg KA.	0.2	<0.20	-	-	<0.20	-
Bentso(a)antraseeni	mg/kg KA.	0.2	<0.20	-	-	<0.20	-
Kryseeni	mg/kg KA.	0.2	<0.20	-	-	<0.20	-
Bentso(b)fluoranteeni	mg/kg KA.	0.2	<0.20	-	-	<0.20	-
Bentso(k)fluoranteeni	mg/kg KA.	0.2	<0.20	-	-	<0.20	-
Bentso(a)pyreeni	mg/kg KA.	0.2	<0.20	-	-	<0.20	-
Indeno(1,2,3-cd)pyreeni	mg/kg KA.	0.2	<0.20	-	-	<0.20	-

Näyttenumero	KE23-05897.001	KE23-05897.002	KE23-05897.003	KE23-05897.004	KE23-05897.005
Näytteen nimi	NP1 / 0-0,5	NP1 / 2-3	NP3 / 1-1,5	NP4 / 0-0,5	NP4 / 3-4
Näytteenottopvm	28.09.2023	28.09.2023	28.09.2023	28.09.2023	28.09.2023

Analyysi Yksikkö DL

**Polyaromaattiset hiilivedyt (PAH) maanäytteestä Menetelmä: SFS-ISO 18287 (continued)**

Analyysi	Yksikkö	DL	KE23-05897.001	KE23-05897.002	KE23-05897.003	KE23-05897.004	KE23-05897.005
Dibentso(a,h)antraseeni	mg/kg KA.	0.2	<0.20	-	-	<0.20	-
Bentso(g,h,i)peryleeni	mg/kg KA.	0.2	<0.20	-	-	<0.20	-
16 PAH-yhdistettä yhteensä	mg/kg KA.	3	<3.0	-	-	<3.0	-

**Metallit maa ICP-AES kuningasvesi Menetelmä: SFS-EN ISO 11885, SFS-EN 16170, EPA3015A, SFS-EN 16174:2012 kumot., ISO 12914**

Analyysi	Yksikkö	DL	KE23-05897.001	KE23-05897.002	KE23-05897.003	KE23-05897.004	KE23-05897.005
Arseeni	mg/kg KA.	0.7	-	0.8	1.1	8.8	-
Kadmium	mg/kg KA.	0.3	-	<0.3	<0.3	<0.3	-
Koboltti	mg/kg KA.	0.3	-	2.5	2.5	6.8	-
Kromi	mg/kg KA.	0.7	-	11.3	8.8	55.9	-
Kupari	mg/kg KA.	1.4	-	3.0	4.9	15.8	-
Nikkeli	mg/kg KA.	0.5	-	2.9	3.8	14.2	-
Lyijy	mg/kg KA.	0.5	-	1.6	6.4	8.4	-
Vanadiini	mg/kg KA.	0.5	-	14.7	13.1	31.1	-
Sinkki	mg/kg KA.	1.9	-	7.0	18.4	40.4	-
Antimoni *	mg/kg KA.	1	-	<1.0	<1.0	<1.0	-

**Metallit maa ICP-AES kuningasvesi Menetelmä: ISO 22036, SFS-EN 16170, SFS-EN 16174:2012 kumot., ISO 12914**

Analyysi	Yksikkö	DL	KE23-05897.001	KE23-05897.002	KE23-05897.003	KE23-05897.004	KE23-05897.005
Elohopea *	mg/kg KA.	0.2	-	<0.2	<0.2	<0.2	-

Näyttenumero	KE23-05897.006	KE23-05897.007
Näytteen nimi	NP5 / 0-0,5	NP5 / 0,5-1
Näytteenottopvm	28.09.2023	28.09.2023

Analyysi Yksikkö DL

**Haihtuvat orgaaniset yhdisteet ja TVOC C5-C10 maanäytteestä Menetelmä: SFS-EN ISO 22155**

Analyysi	Yksikkö	DL	KE23-05897.001	KE23-05897.002	KE23-05897.003	KE23-05897.004	KE23-05897.005
Bentseeni	mg/kg KA.	0.02	-	<0.02			
Tolueneeni	mg/kg KA.	0.02	-	<0.02			
Etyyliibentseeni	mg/kg KA.	0.02	-	<0.02			
m+p-Xyleeni	mg/kg KA.	0.04	-	<0.04			
o-Xyleeni	mg/kg KA.	0.02	-	<0.02			
Styreeni	mg/kg KA.	0.02	-	<0.02			
n-Propyylibentseeni *	mg/kg KA.	0.02	-	<0.02			
Isopropyylibentseeni *	mg/kg KA.	0.02	-	<0.02			
1,2,4-trimetyyliibentseeni *	mg/kg KA.	0.02	-	<0.02			
1,3,5-trimetyyliibentseeni *	mg/kg KA.	0.02	-	<0.02			
4-Isopropyyliitolueneeni *	mg/kg KA.	0.02	-	<0.02			
MTBE	mg/kg KA.	0.02	-	<0.02			
TAME	mg/kg KA.	0.02	-	<0.02			
ETBE	mg/kg KA.	0.02	-	<0.02			
TAAE	mg/kg KA.	0.02	-	<0.02			
DIPE	mg/kg KA.	0.02	-	<0.02			
Klooribentseeni *	mg/kg KA.	0.02	-	<0.02			
1,2-Diklooribentseeni	mg/kg KA.	0.02	-	<0.02			
1,2,3-Triklooribentseeni	mg/kg KA.	0.02	-	<0.02			
1,2,4-Triklooribentseeni	mg/kg KA.	0.02	-	<0.02			
Metyleenikloridi	mg/kg KA.	0.02	-	<0.02			
1,1-dikloorieteeni *	mg/kg KA.	0.02	-	<0.02			
cis-1,2-dikloorieteeni	mg/kg KA.	0.02	-	<0.02			
trans-1,2-dikloorieteeni	mg/kg KA.	0.02	-	<0.02			
Trikloorieteeni	mg/kg KA.	0.02	-	<0.02			



## ASIAKAS

Nimi PÖYRY FINLAND OY  
Yhteyshenkilö Jonne Pihlajaharju  
Osoite PL 532  
00026 BASWARE

Projekti --  
Asiakkaan viite 101022997 / Kauppurienkatu  
Näytteiden lkm 1

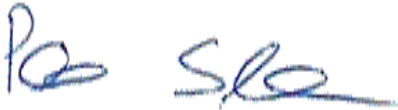
## NÄYTE

SGS Refno KE23-05960 R0  
Raportointi pvm 19.10.2023  
Saapumis pvm 06.10.2023  
Aloitus pvm 06.10.2023  
Valmistumis pvm 16.10.2023

## KOMMENTIT

Näytteenotto: Antti Eskelinen 5.10  
Pinnankorkeus: 471

## ALLEKIRJOITUKSET



Petra Suutarinen  
Avustava kemisti

## ALAVIITTEET, HUOMAUTUKSET JA ALIHANKINTA

- \* Tämä analyysi ei ole akkreditoitu
  - DL Määritysraja
  - Ei analysoitu
- Laboratorio toimittaa analyysien mittausepävarmuusarviot pyydettyinä.

Yritys on antanut tämän dokumentin palvelujen yleisten toimitusehtojensa mukaisesti, jotka ovat saatavilla osoitteessa <https://www.sgs.com/en/terms-and-conditions>. Toimitusehdot sisältävät rajoituksia yrityksen vahingonkorvausvastuuseen, hyvityksiin ja lain valintaan. Tämän dokumentin haltijan tulee huomioida, että informaatio tässä dokumentissa kuvaa tilanteen sellaisena kuin yhtiö on sen työsuorituksensa aikana todennut asiakkaan mahdollisten ohjeiden mukaisesti. Yrityksen vastuu rajoittuu yrityksen asiakkaaseen eikä tämä dokumentti estä kaupan osapuolia käyttämästä kaupan asiakirjojen mukaisia oikeuksia ja velvoitteita. Tämän dokumentin sisällön tai ulkomuodon luvaton muuttaminen, väärentäminen tai vääristely on lainvastaista ja tekijä voidaan asettaa syytteeseen lain ankarimman tulkinnan mukaisesti. Ellei erikseen ole mainittu, tässä dokumentissa esitetyt tulokset koskevat vain testattuja näytteitä. Näytteitä säilytetään korkeintaan 2 viikkoa. Tämän dokumentin saa kopioida vain kokonaisena, ellei yritys ole antanut kirjallista lupaa osittaiseen kopiointiin.

Näyttenumero	KE23-05960.001
Näytteen nimi	PVP1
Näytteenottopvm	05.10.2023

Analyysi	Yksikkö	DL
----------	---------	----

**Haihtuvat orgaaniset yhdisteet ja TVOC C5-C10 vesinäytteestä Menetelmä: ISO 11423-1**

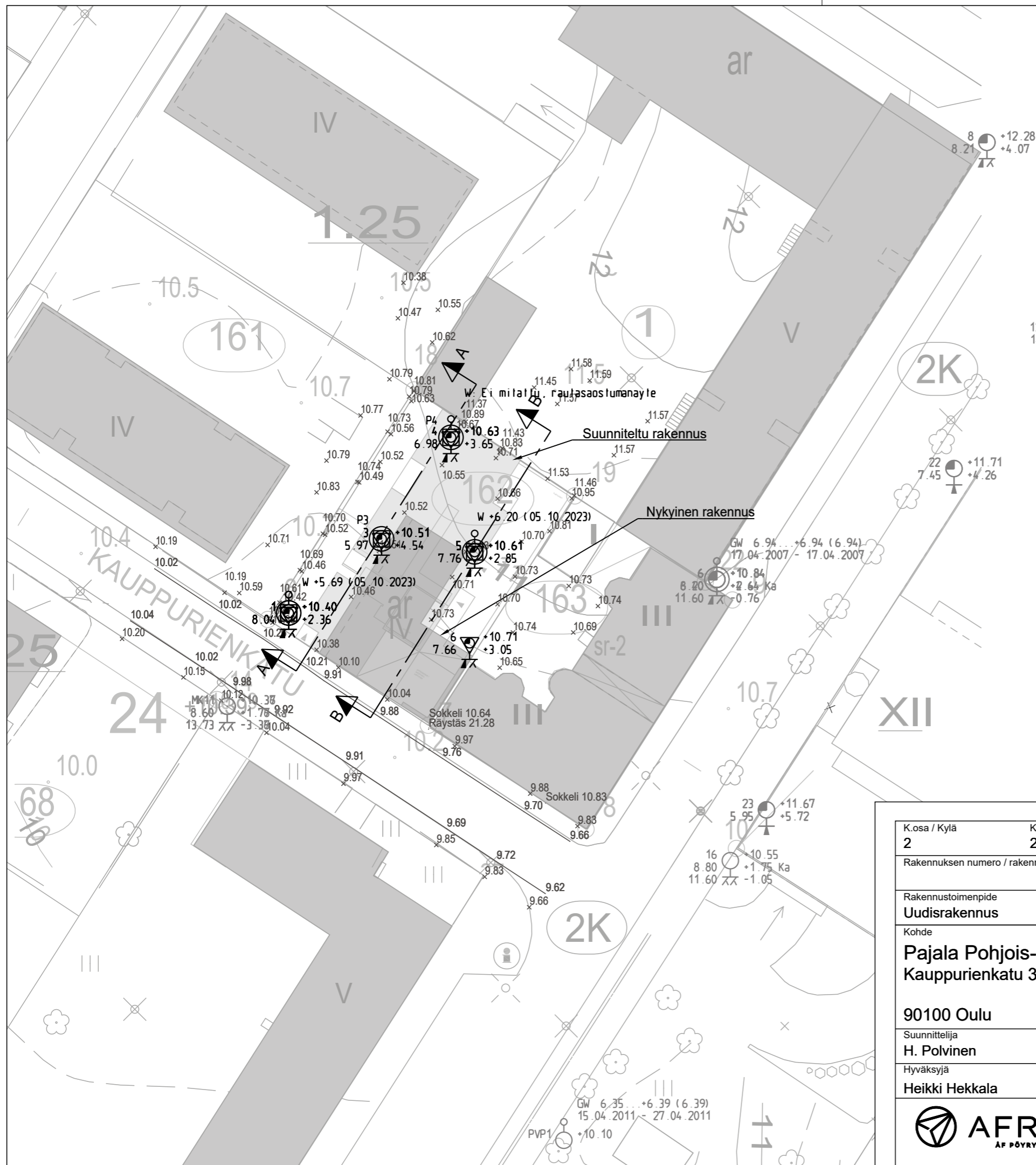
Bentseeni	µg/l	1	<1.0
Tolueeni	µg/l	1	<1.0
Etyylibentseeni	µg/l	1	<1.0
m+p-Xyleeni	µg/l	2	<2.0
o-Xyleeni	µg/l	1	<1.0
Styreeni	µg/l	1	<1.0
n-Propyylibentseeni	µg/l	1	<1.0
Isopropyylibentseeni	µg/l	1	<1.0
1,2,4-trimetylibentseeni	µg/l	1	<1.0
1,3,5-trimetylibentseeni	µg/l	1	<1.0
4-Isopropyyliitolueeni	µg/l	1	<1.0
Klooribentseeni	µg/l	1	<1.0
1,2-Diklooribentseeni	µg/l	1	<1.0
1,2,3-Triklooribentseeni	µg/l	1	<1.0
1,2,4-Triklooribentseeni	µg/l	1	<1.0
1,2-Dibromietaani	µg/l	1	<1.0
Vinyylikloridi	µg/l	1	<1.0
Kloroformi	µg/l	1	<1.0
Metyleenikloridi	µg/l	1	<1.0
1,2-Dikloorietaani	µg/l	1	<1.0
1,1,1-Trikloorietaani	µg/l	1	<1.0
1,1-dikloorieteeni	µg/l	1	<1.0
cis-1,2-dikloorieteeni	µg/l	1	<1.0
trans-1,2-dikloorieteeni	µg/l	1	<1.0
Trikloorieteeni	µg/l	1	<1.0
Tetrakloorieteeni	µg/l	1	<1.0
MTBE	µg/l	1	<1.0
TAME	µg/l	1	<1.0
ETBE	µg/l	1	<1.0
TAAE	µg/l	1	<1.0
DIPE	µg/l	1	<1.0
TBA	µg/l	10	<10
TVOC C5-C10	µg/l	200	<200

**Öljyhiilivedyt C10-C40 vesinäytteestä Menetelmä: SFS-EN ISO 9377-2**

Öljyhiilivedyt >C10-C21	mg/l	0.025	<0.025
Öljyhiilivedyt >C21-C40	mg/l	0.025	<0.025
Öljyhiilivedyt >C10-C40	mg/l	0.05	<0.050

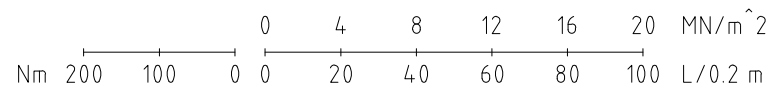
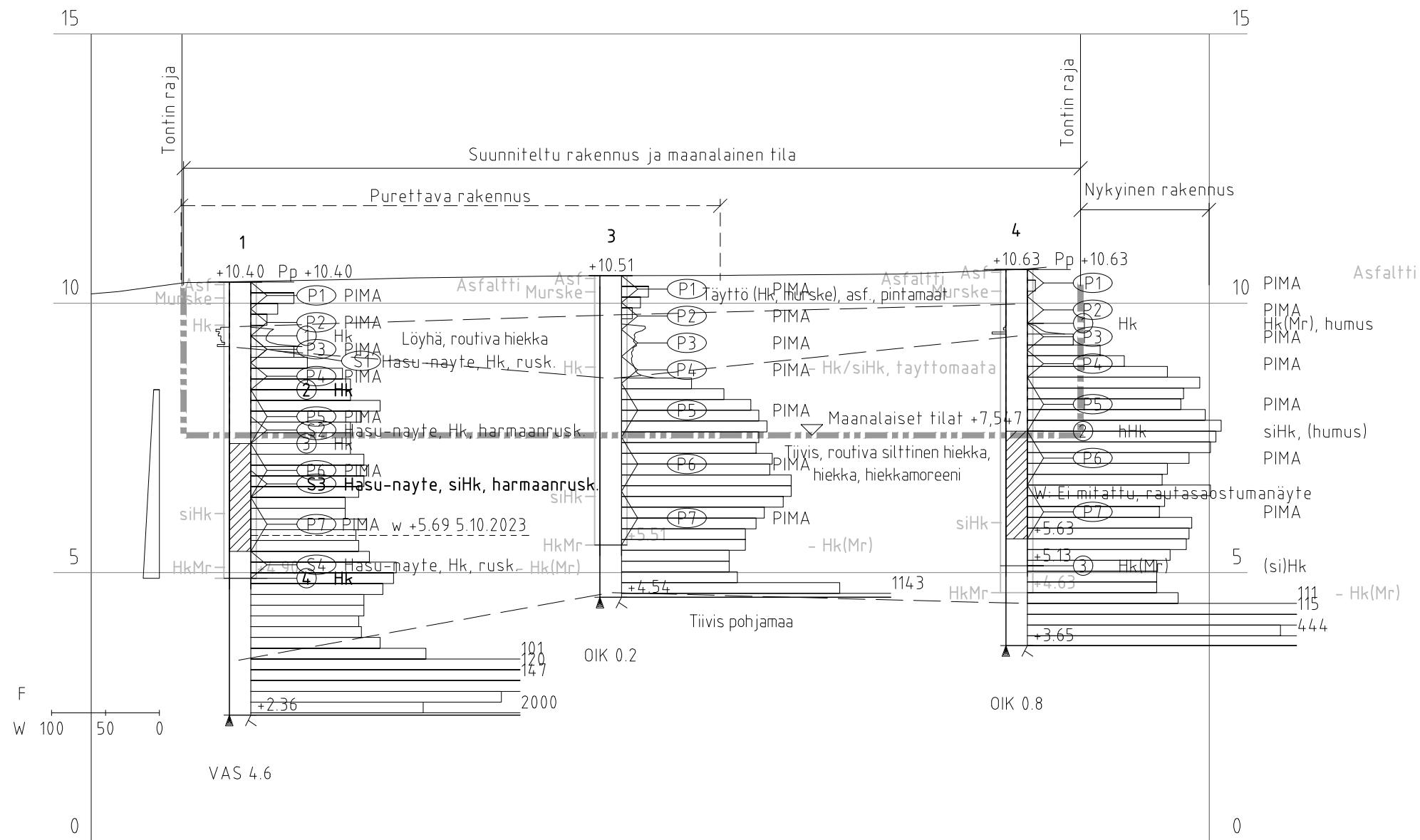
**Kenttämittaukset vedestä Menetelmä: Asiakkaan ilmoittamat**

Lämpötila *	°C	0.1	11.0
-------------	----	-----	------

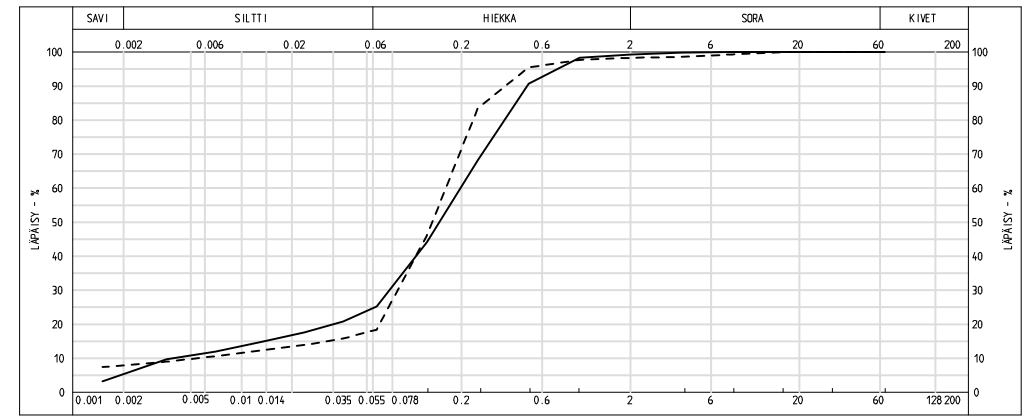


K.osa / Kylä <b>2</b>	Kortteli / Tila <b>23</b>	Tontti / Rno. <b>162</b>	Viranomaisten merkintöjä	Rakennustunnus
Rakennuksen numero / rakennus				
Rakennustoimenpide <b>Uudisrakennus</b>			Piirustustaji <b>Pohjatutkimuspiirustus</b>	Juoks. no.
Kohde <b>Pajala Pohjois-Suomi Oy Kauppurienkatu 33</b>			Piirustuksen sisältö <b>Pohjatutkimuskartta</b>	Mittakaavat <b>1:500</b>
Suunnittelija <b>H. Polvinen</b>			Tarkastaja <b>H. Hekkala</b>	Päiväys <b>3.11.2023</b>
Hyväksyjä <b>Heikki Hekkala</b>			Tasokoordinaatio / Korkeusjärjestelmä <b>ETRS-GK26 / N2000</b>	
Suunn.ala <b>GEO 1</b>			Työnumero <b>101022997</b>	Lehti
AFRY Finland Oy Elektronikkatie 13 90590 OULU Puh. 010 3311 etunimi.sukunimi@afry.com			Piirustusnumero	Muutos

PITUUSLEIKKAUS A:  
1:200/1:100

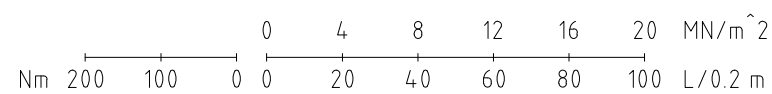
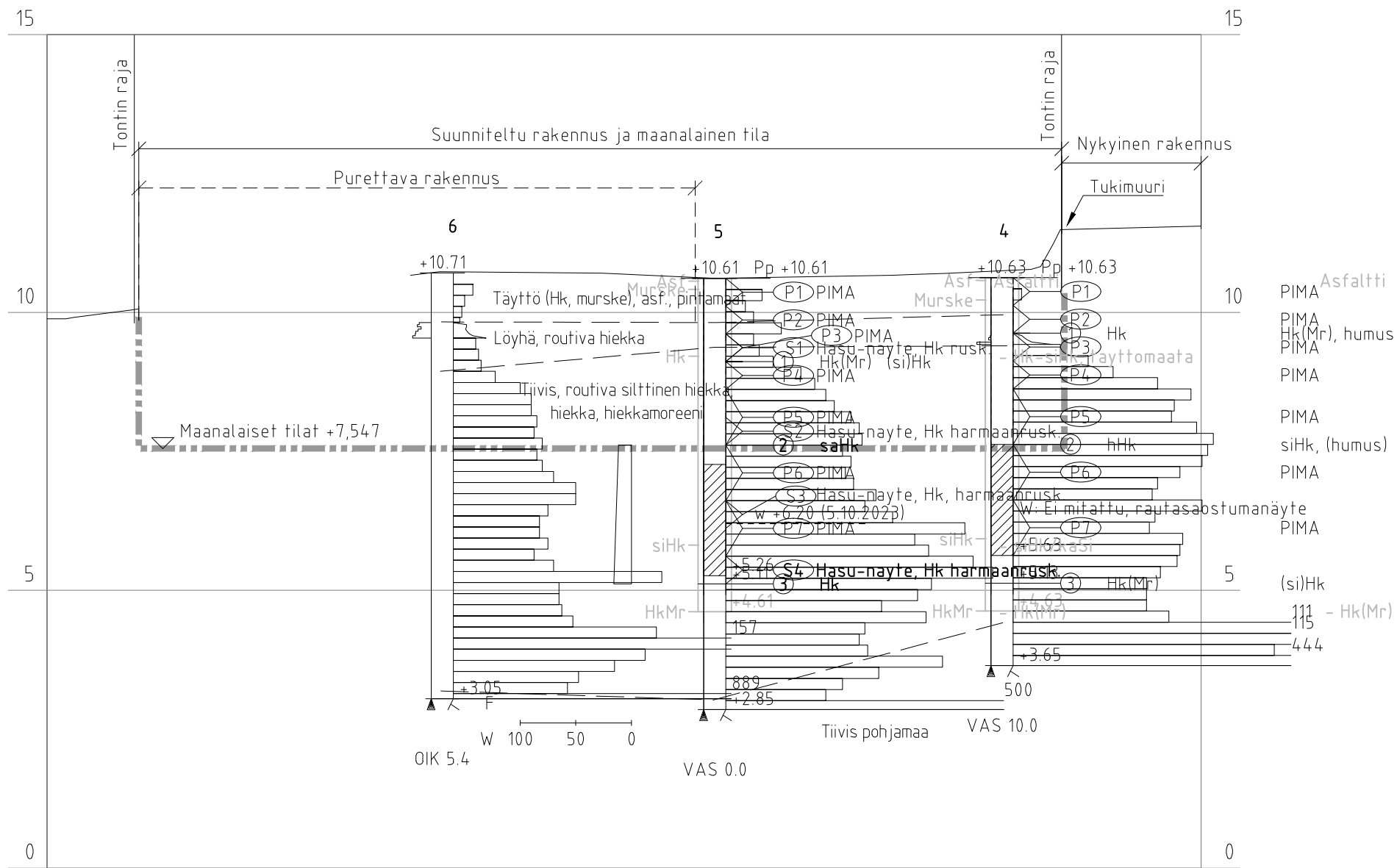


1  
Näyte 1 \_\_\_\_\_ 2 - - - - -



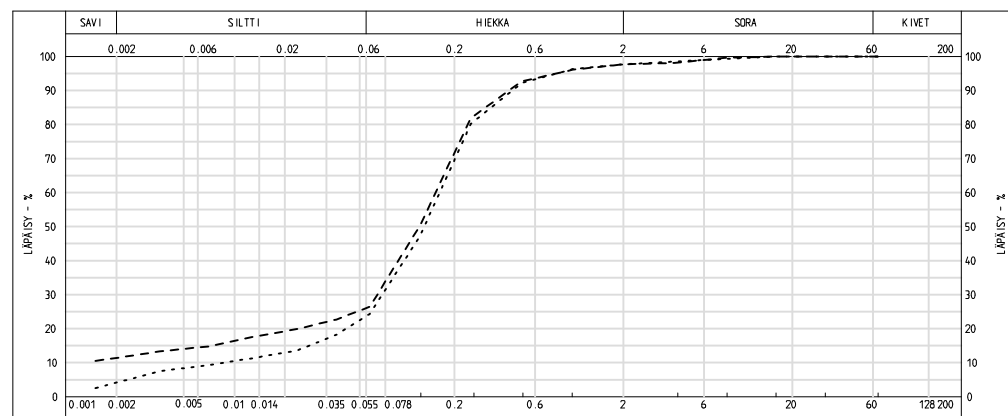
K.osa / Kylä 2	Kortteli / Tila 23	Tontti / Rno. 162	Viranomaisten merkintöjä	Rakennustunnus
Rakennuksen numero / rakennus				
Rakennustoimenpide Uudisrakennus			Piirustuslaji Pohjatutkimuspiirustus	Juoks. no.
Kohde Pajala Pohjois-Suomi Oy Kauppurienkatu 33 90100 Oulu			Piirustuksen sisältö Pohjatutkimusleikkaus A-A	Mittakaavat 1:200/1:100
Suunnittelija H. Polvinen	Tarkastaja H. Hekkala	Päiväys 3.11.2023	Tasokoordinaatio / Korkeusjärjestelmä ETRS-GK26 / N2000	
Hyväksyjä Heikki Hekkala			Työnumero 101022997	Lehti
Suunn.ala		Piirustusnumero	Muutos	
		AFRY Finland Oy Elektronikkatie 13 90590 OULU Puh. 010 3311 etunimi.sukunimi@afry.com	<b>GEO 2</b>	

PITUUSLEIKKAUS B:  
1:200/1:100



5  
Näyte

2 ..... 3 .....



K.osa / Kylä 2	Kortteli / Tila 23	Tontti / Rno. 162	Viranomaisten merkintöjä	Rakennustunnus
Rakennuksen numero / rakennus				
Rakennustoimenpide Uudisrakennus		Piirustuslaji Pohjatutkimuspiirustus	Juoks. no.	
Kohde Pajala Pohjois-Suomi Oy Kauppurienkatu 33		Piirustuksen sisältö Pohjatutkimusleikkaus B-B	Mittakaavat 1:200/1:100	
90100 Oulu				
Suunnittelija H. Polvinen	Tarkastaja H. Hekkala	Päiväys 3.11.2023	Tasokoordinaatisto / Korkeusjärjestelmä ETRS-GK26 / N2000	
Hyväksyjä Heikki Hekkala		Työnumero 101022997	Lehti	
Suunn.ala		Piirustusnumero	Muutos	
		AFRY Finland Oy Elektronikkatie 13 90590 OULU Puh. 010 3311 etunimi.sukunimi@afry.com	GEO 3	