

Ilmakuva selvitysalueesta, Oulun kaupunki

Oulun kaupunki

Kivikkokangas, kortteli 15

Rakennettavuusselvitys, sulfaattimaaselvitys, rev. A

101017338-002

## Rakennettavuusselvitys, sulfaattimaaselvitys

Yhteyshenkilö  
Heikki Hekkala  
Puhelin  
050 412 3030  
Sähköposti  
heikki.hekkala@afry.com

Pvm.  
30/09/2021  
Projektiviite  
101017338-002

Raportin numero

Asiakas  
Oulun kaupunki  
Kivikkokangas, kortteli 15

Rev. A, 16.12.2021; lisätty inkuboinnin tulokset (kappale 3.3)

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

Heikki Hekkala  
DI, osastopäällikkö

Anu Kivistö-Rahnasto  
FM, ympäristöasiantuntija

## 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 .....	4
3.5	Lähteet.....	5
4	Maasto- ja ympäristöolosuhteet selvitysalueella .....	5
4.1	Ympäristöolosuhteet .....	5
4.2	Pohjasuhteet .....	6
5	RAKENNETTAVUUS .....	6
5.1	Selvitysalueen rakennettavuus ja rakennettavuuteen vaikuttavat tekijät .....	6
5.2	Rakennettavuus.....	7
6	POHJARAKENTAMISEN YLEISOHJEET .....	7
6.1	Rakennusten perustaminen .....	7
6.2	Routasuojaus .....	8
6.3	Massanvaihto .....	8
6.4	Salaojitus .....	8
6.5	Radon .....	8
6.6	Piha- ja liikennealueet .....	9
6.7	Putkijohdot .....	9
6.8	Kuivatus .....	9
7	JATKOTOIMET .....	10
7.1	Rakennettavuus.....	10
7.2	Sulfaattimaaselvitys .....	10

## Liitteet

Pohjatutkimusmerkinnät	Liite 1
Piha- ja liikennealueen päällysrakennekerrosten kiviainesten rakeisuuden ohjealueet	Liite 2
Putkijohtokaivannon siirtymäkiilat	Liite 3
Kylmän rakennuksen siirtymäkiilaus	Liite 4
Salaojasoran rakeisuuden ohjealueet / RIL 126-2020	Liite 5
Sulfaattimaaselvityksen analyysiraportti	Liite 6

## Piirustukset

Pohjatutkimuskartta	1:1000	101017338-002/GEO-1
Pohjatutkimusleikkaus A-A	1:500/1:100	101017338-002/GEO-2
Pohjatutkimusleikkaus B-B	1:500/1:100	101017338-002/GEO-3
Pohjatutkimusleikkaus C-C	1:500/1:100	101017338-002/GEO-4

## 1 Toimeksianto

Oulun kaupungin toimeksiannosta AFRY Finland Oy on tehnyt Kivikkokankaan korttelin 15 asemakaavan muutoshankkeeseen liittyvät rakennettavuusselvityksen ja sulfaattimaaselvityksen. Selvityksiin liittyvät kenttätutkimukset on tehnyt Oulun Infra syyskuussa 2021.

Tutkimuskohde sijaitsee Oulussa, Kivikkokankaan (47) kaupunginosassa, korttelissa 15, katuosoitteessa Rakkakiventie 13...23.

Tutkimuspisteet ohjelmoitiin noin 50 x 50 m<sup>2</sup> "ruutuun" koko selvitysalueelle. Tutkimusten tavoitteena on selvittää alueen pohjaolosuhteet ja alueen soveltuvuus rakentamiseen, sekä antaa yleispiirteiset perustamistapaesitykset erityyppisille rakenteille ja rakennuksille.

Kohteessa tehtiin AFRY Finland Oy:n toimesta myös hulevesiselvitys, josta on tehty erillinen selvitysraportti.

## 2 Tehdyt pohjatutkimukset

Maastotutkimuksina selvitysalueella on tehty:

- painokairauksia 12 tutkimuspisteessä
- häiriintyneiden maanäytteiden otto 5 tutkimuspisteessä
- sulfaattimaanäytteiden otto 4 tutkimuspisteestä
- pohjavedenpinnan havainto 3 tutkimuspisteessä
- vesipitoisuus 19 kpl ja rakeisuusmääritykset 19 kpl

Tutkimuskartalla ja tutkimusleikkauksissa on esitetty myös selvitysalueella ja alueen ympäristössä aikaisemmin tehtyjä pohjatutkimuksia.

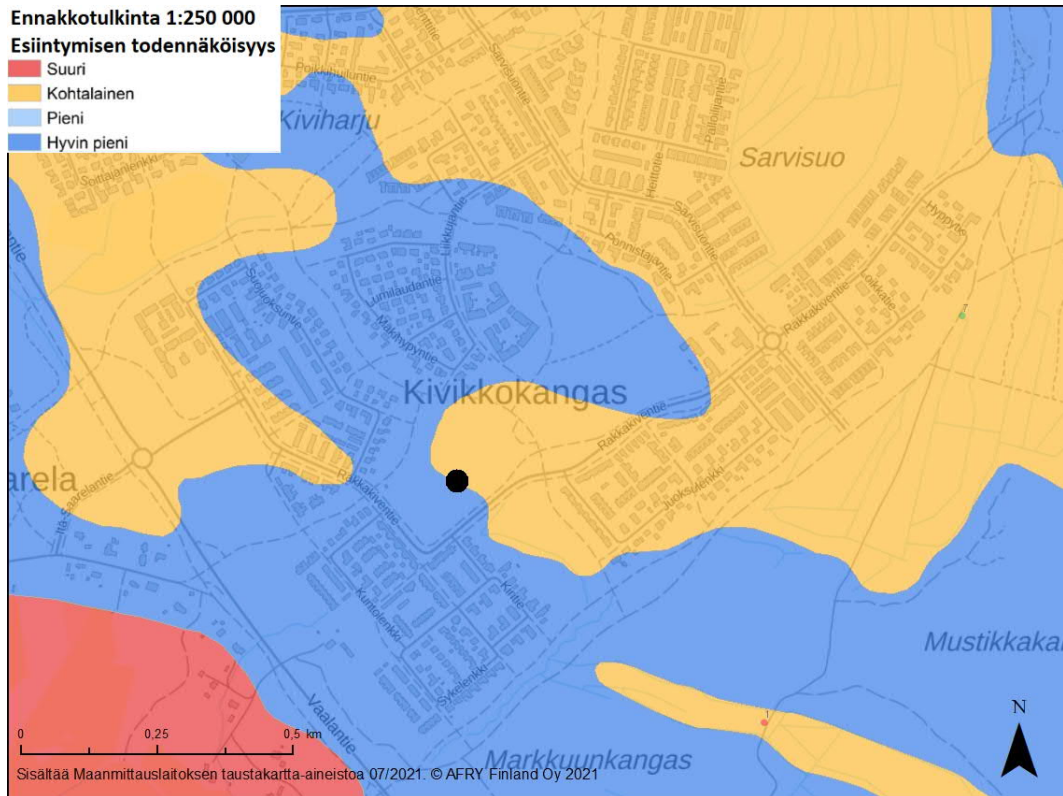
Pohjatutkimuspisteet on sidottu koordinaattijärjestelmään ETRS-GK26. Korkeudet on sidottu korkeusjärjestelmään N2000.

Maanäytteille on tehty rakeisuusmääritys ja vesipitoisuuden määritys maalajien, maala-jiominaisuuksien ja maakerrosjaon selvittämiseksi.

## 3 Sulfaattimaaselvitys

### 3.1 Yleistä

Kivikkokankaan kortteli 15 - hanke sijoittuu alueelle, jossa GTK on arvioinut sulfaattimaiden esiintymistodennäköisyyden olevan pieni tai kohtalainen (Kuva 1). Ennakkotulkinta ei kuitenkaan sovellettu yksittäisen hankekohteen happamoitumisriskin määrittämiseen.



Kuva 1 GTK:n ennakkotulkinta happamien sulfaattimaiden esiintymisen todennäköisyydestä Oulun alueella. Kivikkokankaan tutkimusalueen sijainti on merkitty mustalla pisteellä. (Geologian tutkimuskeskus 2020).

### 3.2 Tehdyt tutkimukset

Kivikkokankaan korttelin 15 alueelta on otettu yhteensä 15 sulfaattimaanäytettä, neljästä näytepisteestä (440, 441, 445 ja 448). Tutkimuspisteen sijainti on esitetty tutkimuskartassa 101017338-002/GEO-1.

Kaikista näytteistä mitattiin alku-pH. Laboratorioon lähetettiin neljä näytettä (440/3 m, 441/2 m, 445/4 m ja 448/3 m), joista määritettiin rikin kokonaispitoisuus, hapontuottoriski NAG-testillä, sähkönjohtavuus sekä humuspitoisuus. Nettohapontuottokyky (NAG) ja NAG-pH mitataan hapettamalla näyte vetyperoksidilla. Tämän jälkeen näyte titrataan emäksellä pisteeseen, jossa pH on 4,5 tai 7. 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 missään näytteessä ei havaittu tummaa ainesta, joka viittaisi mahdollisesti sulfidiseen materiaaliin. Laboratorioon lähetetyt näytteet olivat silttistä hiekkamoreenia (440/3 m ja 445/4 m), hiekkamoreenia (441/2 m ja 448/3 m).

Taulukossa 1 on esitetty maanäytteiden hapontuottopotentiaaliriski 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*	NAG [kg H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> /t] 4,5pH*	Riikkipitoisuus mg/kg (%)**	
≥5	0-2	< 600	maa tuottaa vähän tai ei ollenkaan happoa
2,5-5	2-50	600-10 000	maa tuottaa kohtalaisesti happoa
≤2,5	≥50	> 10 000	maa tuottaa voimakkaasti happoa

\* Liao ym.2007

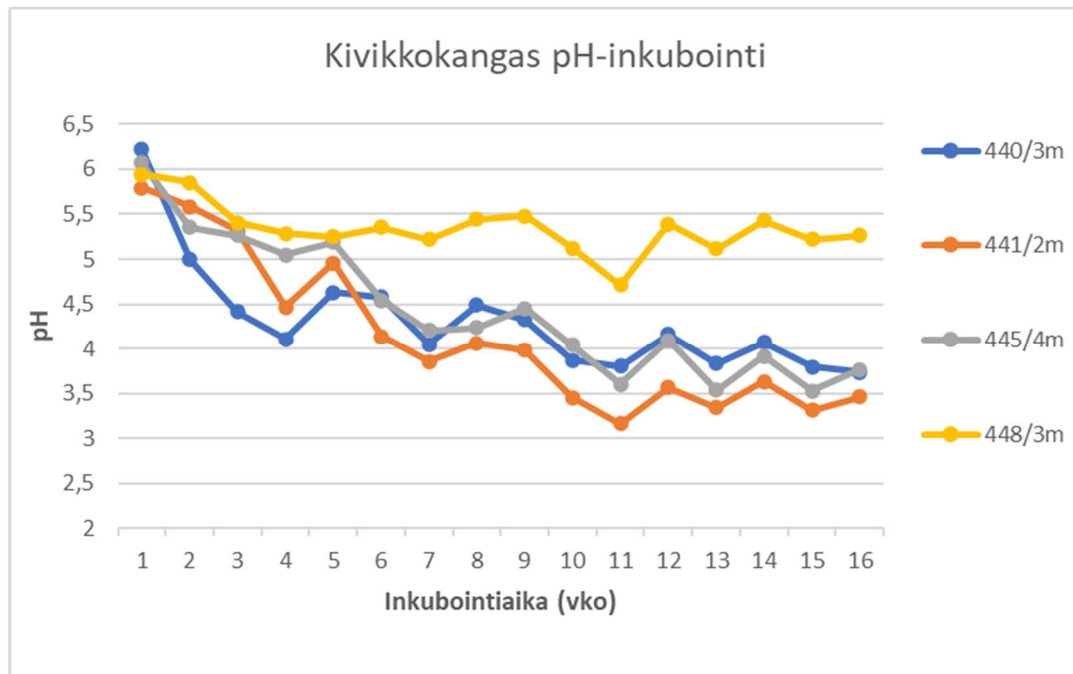
\*\* Pousette ym.2008

Taulukossa 2 on esitetty näytteiden tulokset. Minkään näytteen kokonaisrikkipitoisuus ei ollut yli 0,2 %, eli maanäytteet eivät sen perusteella aiheuttaisi happamoitumista. Myöskään näytteiden pH:t eivät laskeneet kovin happamaksi NAG-testissä, ja nettohapontuoton määrät jäivät alhaisiksi. Näiden tulosten perusteella maa ei todennäköisesti ole happoatuotavaa. Pousette ym. luokittelun mukaan näytteiden rikin kokonaispitoisuudet olivat matalat, jolloin maalla ei ole todennäköisesti hapontuottopotentiaalia.

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

Näyte	Alku pH	NAG pH	NAG (pH 4,5) [kg H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> /t]	NAG (pH 7,0) [kg H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> /t]	Riikkipitoisuus mg/kg (%)	Sulfaattipitoisuus mg/kg (laskennallinen)	Sähkönjohtavuus mS/m	Hehkutushäviö % ka
440/3 m	6,2	4,9	0	1,6	300 (0,03)	900	3,4	0,3
441/2 m	5,8	4,9	0	1,4	310 (0,03)	930	2,6	0,3
445/4 m	6,1	5,0	0	1,6	250 (0,025)	750	2,2	0,3
448/3 m	5,9	4,9	0	9,4	<50 (0,005)	150	1,6	0,3
440/1 m	5,2							
440/2 m	6,0							
440/4 m	6,4							
441/1 m	6,3							
441/3 m	6,4							
441/4 m	6,5							
445/2 m	5,5							
445/3 m	6,3							
448/1 m	6,0							
448/2 m	5,8							
448/4 m	6,0							

Näytteille 440 (3 m), 441 (2 m), 445 (4 m) ja 448 (3 m) tehtiin laboratorioanalyysien lisäksi pH-inkubaatio (Kuva 2). Näytteiden annettiin hapettua huoneilmassa 16 viikkoa 1.9.-14.12.2021 välisenä aikana. Näytteen 440 (3 m) pH oli inkubaation alussa 6,2, näytteen 441 (2 m) 5,8, näytteen 445 (4 m) 6,1 ja näytteen 448 (3 m) 5,9. 16 viikon hapettumisen aikana kolmen näytteen pH:t laskivat selvästi happamaksi. Inkuboinnin jälkeen näytteen 440 (3 m) pH oli 3,7, näytteen 441 (2 m) 3,5 ja näytteen 445 (4 m) pH oli 3,8. Näytteen 448 (3 m) pH oli inkuboinnin jälkeen 5,3. NAG-testien tulosten ja kokonaisrikkipitoisuuden perusteella todettiin, ettei millään maanäytteellä ollut hapontuottopotentiaalia. pH-inkubaation tulosten perusteella kuitenkin näytteet 440 (3 m), 441 (2 m) ja 445 (4 m) luokitellaan potentiaalisesti happamaksi sulfaattimaaksi. Näytettä 448 (3 m) ei luokitella inkubointituloksen perusteella potentiaalisesti happamaksi sulfaattimaaksi. Happamaksi sulfaattimaaksi luokiteltujen näytteiden hapontuottopotentiaali on rikkipitoisuuden perusteella alhainen, joten voidaan todeta, että happamoituminen on todennäköisesti seurausta maanäytteiden alhaisesta puskurikyvystä. Alhainen puskurikyky on tyypillistä karkeampirakeisille maalajeille, kuten hiekka ja moreeni.



Kuva 2 Kivikkokankaan sulfaattimaanäytteiden pH:n muutos inkuboinnin aikana.

### 3.4 Jatkotoimenpiteet

Jos tonttikohtaisten tutkimusten tai 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 havainnoitava 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 karotukseen turvetuotantoalueilla. Sulfa II-hanke.

GTK (2015) Mine Closure WIKI: net acid generation

Liao, B., Huang, L.N., Ye, Z., Lan, C.Y. & Shu, W.S. (2007). Cut-off Net Acid Generation pH in Predicting Acid-Forming Potential in Mine Spoils. Journal of Environmental Quality vol. 36/2007: 887-891, Madison WI: ASA.

Pousette, K., Eriksson, L., Knutsson, S. (2008). Acidification properties of sulphide soil – a classification system based on leaching tests. Julkaisusta: Flate K, Frydenlund T-E, Prestegarden J & Senneset K (toim.) Nordisk Geoteknikermøte i Sandefjord 4.-6. september 2008. Norsk Geoteknisk Forening: 415–42.

## 4 Maasto- ja ympäristöolosuhteet selvitysalueella

### 4.1 Ympäristöolosuhteet

Selvitysalueen ympäristö on rakennettua asuin- ja puistoaluetta. Selvitysalueen lounaisosassa on rakennettu aukio, LPA-alue, aidattu muuntamo ja rakennettua kunnallistekniikkaa. Muu osa selvitysalueella on rakentamatonta metsää, ja alueen pohjois/koillisosassa on myös luonnontilaisen kaltainen räme.

Selvitysalueella maanpinta on alueen pohjois- ja koillisosasta tasovälillä +29...+29,7. Alueen etelä- ja lounaisosalla maanpinta laskee lounaiskulmalle tasolle noin +26.

Tutkimusaikana (13.9. – 23.9.2021) pohjavesi oli selvitysalueella tasovälillä +24,6...+28,8. Alueen pohjois- ja koillisosassa "rämealueella" pohjavesi on lähes maanpinnassa, 0,3...0,5 m syvyydessä. Muualla selvitysalueella pohjavesi on 2...3,5 m syvyydessä maanpinnasta. Pohjaveden virtaussuunta on pohjavesihavaintojen perusteella etelään ja lounaaseen. Sadannasta ja vuodenaikasta riippuen pohjavedenpinta vaihtelee yleensä ±0,3...0,5 m.

## 4.2 Pohjasuhteet

Maakerrosjako on selvitysalueella yleispiirteissään seuraava:

- pintamaat
  - koillisosassa turve 0,3...0,8 m
  - lounaisosassa rakennetut päällysrakenteet
  - muualla humus
- tiivis, routiva silttinen hiekka, hiekka, silttinen hiekkamoreeni ja hiekkamoreeni

Selvitysalueen pohjoisosassa on turvekerroksen alla paikallisesti keskittiivis/tiivis, routimaton ja hyvin vettä johtava hiekka- ja sorakerrostuma, joka ulottuu paksuimmillaan 2,5 m syvyydelle maanpinnasta.

Selvitysalueella yleisesti pohjamaa on tiiviydeltään tiivistä ja rakeisuudeltaan routivaa hienojakoista hiekkaa ja hiekkamoreenia. Maakerroksen sorapitoisuus ( $\# > 2,0$  mm) on tutkimusten mukaan alle 20 paino-%, ja hienoainepitoisuus ( $\# < 0,06$  mm) 5...45 paino-%. Kerrostumasta otettujen näytteiden vesipitoisuus on tehtyjen tutkimusten mukaan 9...18 paino-% (näytteessä olevan veden massan suhde kuivan maa-aineksen massaan).

Rakeisuuden perusteella arvioituna hienojakoisen pohjamaan vedenläpäisevyyden suuruusluokka on  $k = 5 \times 10^{-6} \dots 5 \times 10^{-7}$  m/s, eli pohjamaa on huonosti vettä läpäisevää. Pohjoisosan paikallisen karkeamman hiekka/sorakerrostuman vedenläpäisevyys on suuruusluokkaa  $k = 10^{-3} \dots 10^{-4}$  m/s, kerrostuma on hyvin vettä läpäisevä.

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

Selvitysalueella ei ole varmistettu porakonekairauksella kallion pinnan tasoa.

Painokairaukset ovat päättyneet tiiviiseen maakerrokseen tai tiiviissä maakerroksessa olevaan kiveen 3,7...5,2 m maanpinnasta. Häiriintyneiden maanäytteiden otto on ulottunut 4 m määräsyyvyyteen maanpinnasta.

## 5 RAKENNETTAVUUS

### 5.1 Selvitysalueen rakennettavuus ja rakennettavuuteen vaikuttavat tekijät

Tehtyjen pohjatutkimusten perusteella selvitysalueella ei ole rajoituksia rakennettavuuden suhteen. Alue on yleisesti rakentamiseen hyvin soveltuvaa hiekka- ja moreenialuetta. Pintamaakerrosten alla pohjamaa, hienojakoinen hiekka, silttinen hiekkamoreeni ja hiekkamoreeni, on yleisesti tiivistä, kantavaa ja routivaa.

Alueen koillisosassa, soistuneella alueella, maanpinnassa on paksumpi turvekerrostuma. Turpeen alla pohjoisosalla on 0,5...2 m paksuinen keskittiivis ja tiivis, routimaton ja hyvin vettä johtava hiekka/sorakerrostuma. Turvealueella rakentaminen vaatii eloperäisen maa-aineksen poiston rakennettavalta alueelta.

Rakennukset ja rakenteet voidaan perustaa yleisesti maanvaraisesti anturaperustuksiin. Kenttä-, katu-, piha-, yms. rakenteille tulee tehdä kantavuus ja routanousumitoitus.

Pohjavesiolosuhteiden puolesta maanalaisten tilojen rakentaminen edellyttää pysyvää pohjaveden alentamista. Pohjamaa on pohjoisosan hiekka/soraesiintymää lukuun ottamatta huonosti vettä läpäisevää, joten pohjaveden alentamisessa pumpattavat vesimäärät jäävät kohtuullisen pieniksi ja alentamisen vaikutus ei ulotu kovin laajalle.

Sulfaattimaat, ks. kohta 3.

## 5.2 Rakennettavuus

Selvitysalue soveltuu hyvin rakentamiseen. Rakennukset ja rakenteet voidaan perustaa maanvaraisesti anturaperustuksilla tiiviin pohjamaan varaan. Alueen koillisosassa turvekerrokset kaivetaan pois ja rakennukset perustetaan joko keskitiiviin/tiiviin hiekan varaan tai päälle tehdyn tiivistetyn massanvaihtotäytön varaan.

Korkeammilla ja raskaammilla rakennuksilla tulee tutkia erikseen massanvaihdon tarve, mikäli täydentävissä tutkimuksissa esiintyy maanpinnassa löyhiä maakerroksia tai pohjamaassa on rakennusten kohdalla löyhiä välikerroksia.

Pintamaakerrokset ja kaikki orgaaninen maa-ainne on poistettava rakennuskäyttöön osoitettavilta alueilta. Leikkauspohjilla esiintyviä maakerroksia voidaan yleisesti pitää routivina, joten perustukset on routaeristettävä matalaperustamista käytettäessä.

Rakennusten salaojitustarve riippuu perustamistasosta. Kaikkien maanalaisten tilojen kuivnapysyminen varmistetaan salaojituksella.

Kenttä- ja katurakenteiden, sekä kunnallistekniikan rakentaminen on mahdollista ilman erityisiä pohjanvahvistustoimenpiteitä.

## 6 POHJARAKENTAMISEN YLEISOHJEET

### 6.1 Rakennusten perustaminen

Rakennukset ja niihin liittyvät rakenteet voidaan perustaa selvitysalueella maanvaraisesti anturaperustuksin. Rakennusten alapohjat voidaan tehdä maanvaraisena rakenteena tai tuulettuvana kantavana rakenteena.

Maanvaraisessa perustamisessa euronormien mukaisessa kantokestävyyden laskennassa voidaan pohjamaalle (tiivis hiekka ja moreeni) perustamistasossa käyttää alustavasti 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                  | $E_d = 35 \text{ MN/m}^2$     |

Perustusten ja alapohjan alustäytöissä, sekä maanalaisten tilojen maanpainesienien salaojituskerroksessa käytettävän kiviaineksen tulee täyttää julkaisun Rakennuspohjan ja tonttialueen kuivatus RIL 126-2020, kuvan 5.5a rakeisuusohjealueen RIL1a vaatimukset, ks. liite 5.

Kantavan alapohjarakenteen tuuletus, pohjamaan kallistukset, yms., ks. Ympäristöministeriön asetus rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta 782/2017 ja Pohjarakenteiden suunnittelu RakMK-21753.

Rakennusalueen täytöt ja rakennekerrokset tehdään julkaisussa RIL 132 - 2000 "Talonrakennuksen maarakenteet – yleinen rakennusselostus ja laatuvaatimukset" esitetyt laatuvaatimukset täyttävistä materiaaleista, ja tiivistetään tiiviysluokkaan 1.

## 6.2 Routasuojaus

Routasuojaus ja routasuojauksen mitoitus, ks. Routasuojaus – rakennukset ja infrarakenteet RIL 261-2013. Mitoittavana pakkasmääränä käytetään kerran 50 vuodessa toistuvaa pakkasmäärää, joka on alueella  $F_{50}=55\ 000\ \text{Kh}$ .

Selvitysalueella pohjamaa on mahdollisia pintahiikkoja ja pohjoisosan paikallista hieka/sorakerrostumaa lukuun ottamatta routasyvyyteen asti routivaa. Mikäli rakennusten ja rakenteiden perustukset jäävät roudattoman perustussyvyyden yläpuolelle, tulee perustuksen routaeristää, tai tehdä perustusten alle routimaton massanvaihto roudattomaan syvyyteen kohdan 6.3 mukaisesti.

Siirtymäkiilarakenteet, ks. liite 3 ja 4.

Piha- ja liikennealueet tulee mitoittaa routanousulle, sallittu routanousu ja laatuluokat "RIL 234-2007 Pihojen pohja- ja päällysrakenteet Suunnittelu- ja rakentamisohteet" mukaan. Kenttä- ja katurakenteet mitoitetetaan routanousulle InfraRYL 2010 ja Liikenneviraston ohjeiden mukaan.

## 6.3 Massanvaihto

Mahdollinen massanvaihto ulotetaan tarvittaessa kaivutasossa rakennuksen tai rakenteen perustuksen ulkopuolelle vähintään anturan reunasta kaltevuudella 1:1 mitattavan alueen reunaan. Katualueilla massanvaihtoalueen rajaukset tehdään InfraRYL 2010 ja Liikenneviraston ohjeiden mukaan.

Kaivannon reunat luiskataan kaltevuudella 1:1,5...1:2. Massanvaihtotäytöt tehdään routimattomasta hiekasta, murskeesta tai louheesta kerroksittain tiivistäen.

## 6.4 Salaojitus

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

Rakennukset ja rakenteet suositetaan salaojitettavan, mikäli pohjavedenpinnan etäisyys lattiatasosta on alle 2 m. Kaikki maanalaiset tilat salaojitetaan. Pohja- ja orsivesien kapillaarinen nousu rakenteisiin on estettävä riittävän karkeilla täytöillä.

Salaojitustason tulee sijaita vähintään 0,4 m alapohjan lämmöneristeiden ja routaeristeiden alapuolella, ja matalaan perustettaessa vähintään 0,2 m perustustason alapuolella.

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 rakaisuusohjealueen, ks. liite 5.

## 6.5 Radon

Säteilyturvakeskuksen radontutkimusten perusteella Oulun alueella radonpitoisuus alittaa muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta asunnoissa enimmäispitoisuuden ( $200\ \text{Bq/m}^3$ ).

Suunnittelussa ja rakentamisessa on kuitenkin suositeltavaa tehdä ainakin paksujen kerkeiden alustäytöiden yhteydessä alapohjan liittyvät rakenteet (perusmuuri, lattia, läpiviennit) ilmatiiviiksi (RT 81-10791, Rakennustieto Oy).

## 6.6 Piha- ja liikennealueet

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

Piha- ja liikennealueiden tavoitekantavuutena voidaan käyttää Oulun kaupungin katurakenteiden suunnitteluohjeen katuluokan 5 mukaista 170 MN/m<sup>2</sup> kantavuutta päällysteen päältä ja kantavuutta 135 MN/m<sup>2</sup> kantavan kerroksen päältä.

Pohjamaa on selvitysalueella siirtymäkiilasyvyyteen asti pääosin routivaa hienojakoista hiekkaa, silttistä hiekkamoreenia ja hiekkamoreenia. Ohjeen "Routasuojaus – rakennukset ja infrarakenteet RIL 261-2013" pohjamaan kelpoisuusluokka on H3...H4, jolloin routaturpoama  $t=12\%$  (märkä) ja E-moduuli 20 MN/m<sup>2</sup> (märkä).

Kadut, kenttäalueet ja piha-alueet voidaan perustaa maanvaraisena täyttökerrosten varaan ilman pohjanvahvistustoimia koillisosan "rämealuetta" lukuun ottamatta, missä turvekerrokset tulee poistaa. Pinnan kaltevuuksia suunniteltaessa on otettava huomioon laadultaan vaihtelevien maakerrosten erilainen routiminen.

Katualueilla, kenttäalueilla, sekä piha- ja liikennealueilla on suositeltavaa tehdä kaivutason muuttuessa 1:5 siirtymäkiilaus routimattomasta hiekasta tasaamaan painumia ja routanousuja.

Vaihtoehtoisesti piha- ja liikennealuerakenteet voidaan tehdä routaeristettyinä rakenteina, jolloin päällysrakennekerrokset voidaan tehdä ohuempina. Eristeenä voidaan käyttää mm. masuunikuonaa, vaahtolasimursketta tai levyeristettä (XPS).

Rakennekerrokset laatuvaatimuksineen ja tiiveysvaatimuksineen tehdään InfraRYL 2010 osa 1 Väylät ja alueet sekä RIL 132-2000 "Talonrakennuksen maarakenteet" mukaisesti.

## 6.7 Putkijohdot

Putkijohdot perustetaan roudattomaan syvyyteen, tai ne eristetään. Kaivutyöt tehdään työturvallisuusmääräyksiä ja ohjetta RIL 263-2014 Kaivanto-ohje noudattaen.

Putkijohtojen vierelle on suositeltavaa tehdä 1:5 siirtymäkiilaus routimattomasta hiekasta siirtymäkiilasyvyydestä 1,9 m alkaen tasaamaan painumia ja routanousuja, ks. liite 3.

## 6.8 Kuivatus

Yleisperiaatteena on, että lämpimien rakennusten 1. kerroksen lattiatason tulee sijaita vähintään 0,3 m lopullisen ympäröivän maanpinnan ja vähintään 0,7 m viereisen kadun pinnan yläpuolella, sekä vähintään 1 m pohjavesipinnan yläpuolella siten, että perustamistaso 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).

Rakennusten kattovedet ohjataan kattovesijärjestelmällä pintavesiviemäriin.

Valumavesien poisjohtamiseksi piha- ja liikennealueella maanpinta kallistetaan rakennuksista pois päin viettäväksi rakennuksen vieressä 3 m matkalla vähintään kaltevuudella 1:20 ja kauempana kaltevuudella 1:50.

Piha- ja liikennealueiden osalla pintavesikuivatus järjestetään sadevesiviemäroinnilla ja tontin reuna-alueilla mahdollisiin reunapainanteisiin. Piha- ja liikennealueiden kallistukset ovat 1,5...2 %.

Katu- ja kenttäalueilla, sekä rakennusalueilla alueellinen kuivatus ja tasaus suunnitellaan erikseen.

## 7 JATKOTOIMET

### 7.1 Rakennettavuus

Lopullisen perustamistavan, sallitun pohjarasituksen, yms. määritetään jokaisessa hankkeessa hankekohtaisesti tehtävien täydentävien pohjatutkimustulosten perusteella ja valinnan tekee aina ao. hankkeen pohjarakennussuunnittelija.

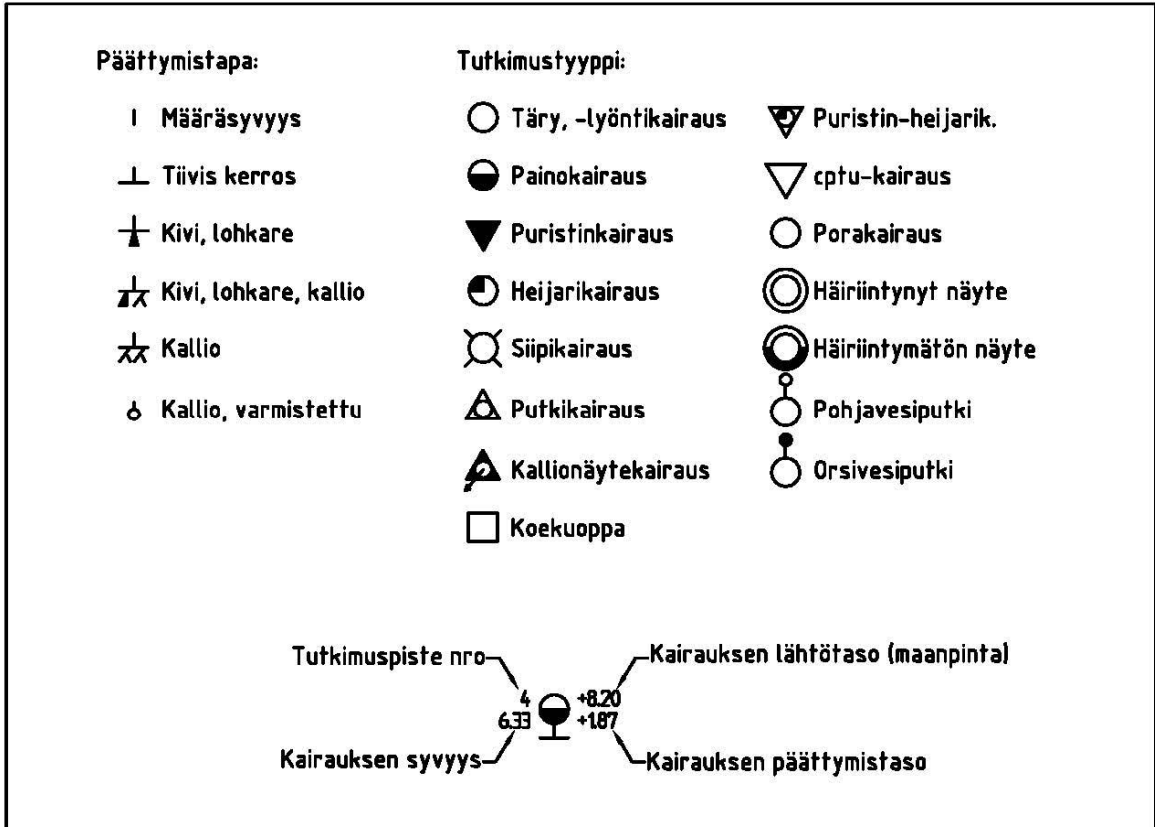
Katualueilla, kenttäalueilla ja piha-alueilla perustaminen ja päällysrakenteet, sekä putkikaivannoissa kaivuluiskat ja tarvittava tukeminen varmistetaan lisätutkimuksilla ja mitoituskaskelmilla rakennussuunnittelun yhteydessä.

### 7.2 Sulfaattimaaselvitys

Ks. kohta 3.

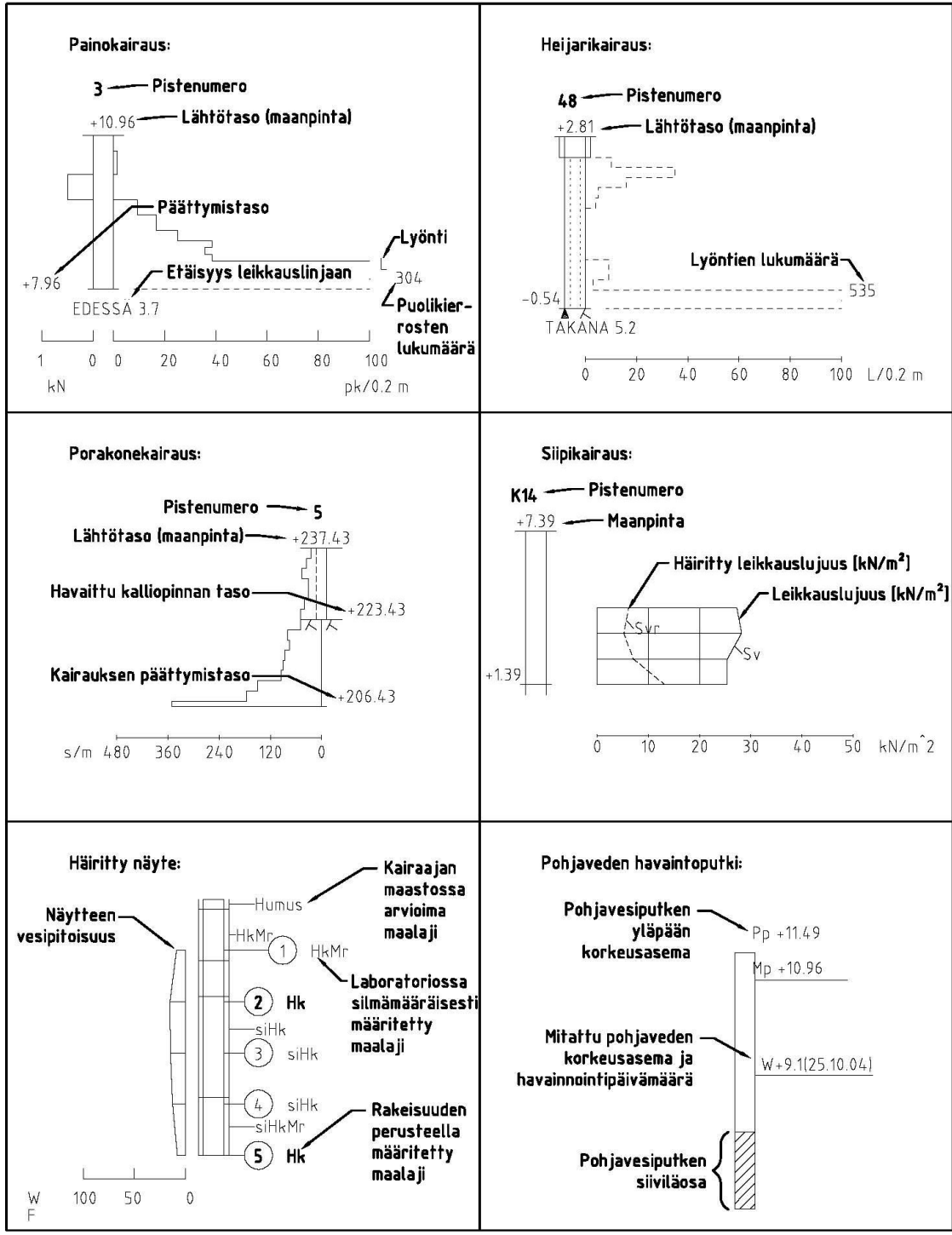
POHJATUTKIMUSMERKINNÄT

POHJATUTKIMUSKARTTA



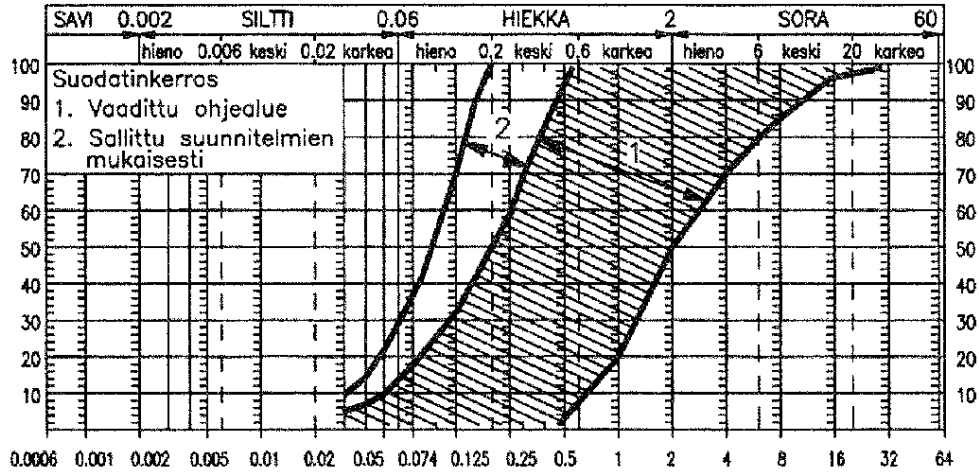


POHJATUTKIMUSLEIKKAUS

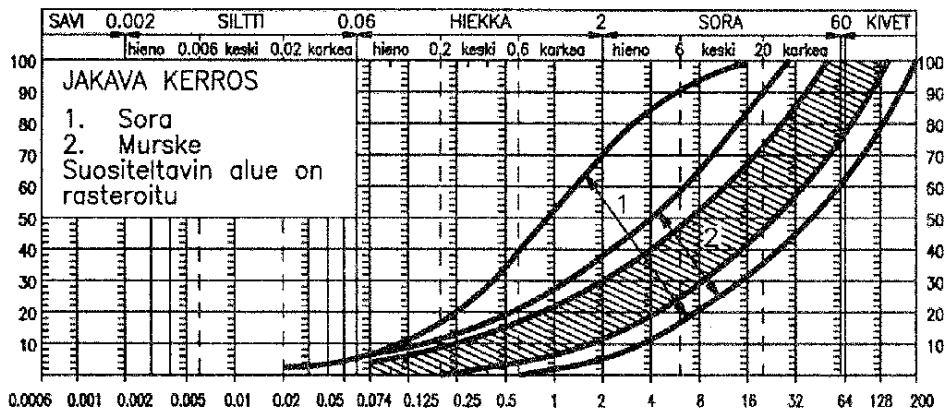




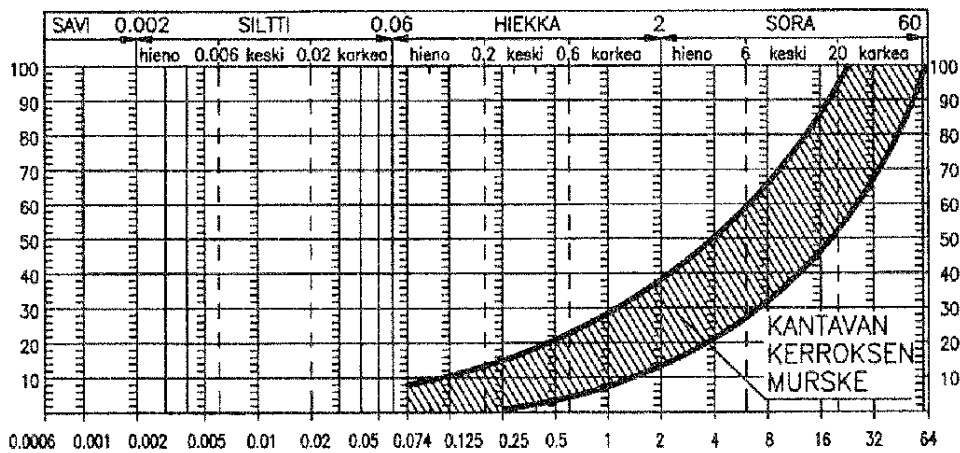
## PIHA- JA LIIKENNEALUEEN PÄÄLLYSRAKENNEKERROSTEN KIVIAINESTEN RAKEISUUDEN OHJEALUEET



Kuva 1 Suodatinkerroksen rakeisuuden ohjealue



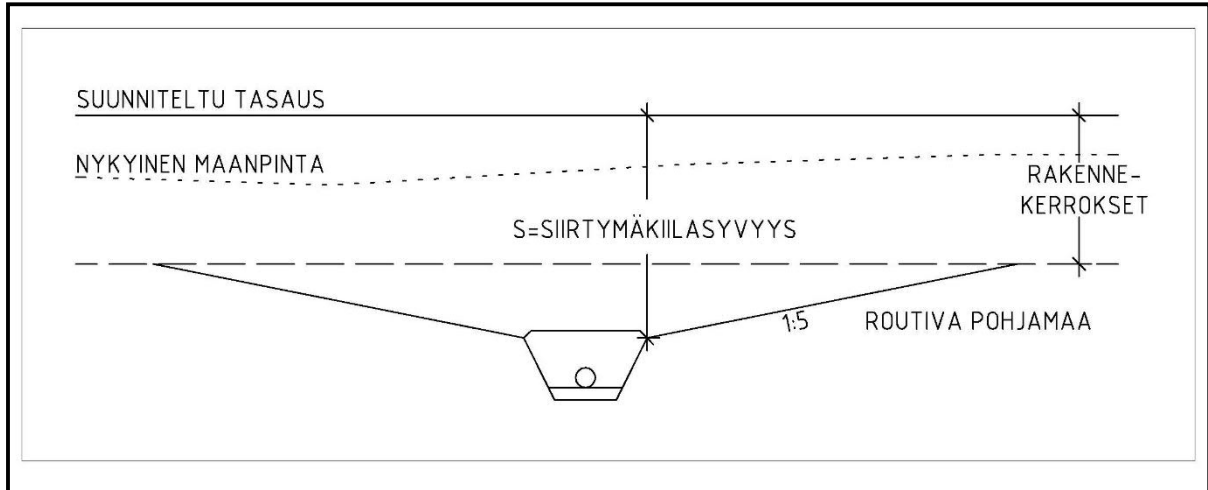
Kuva 2 Jakavan kerroksen rakeisuuden ohjealue



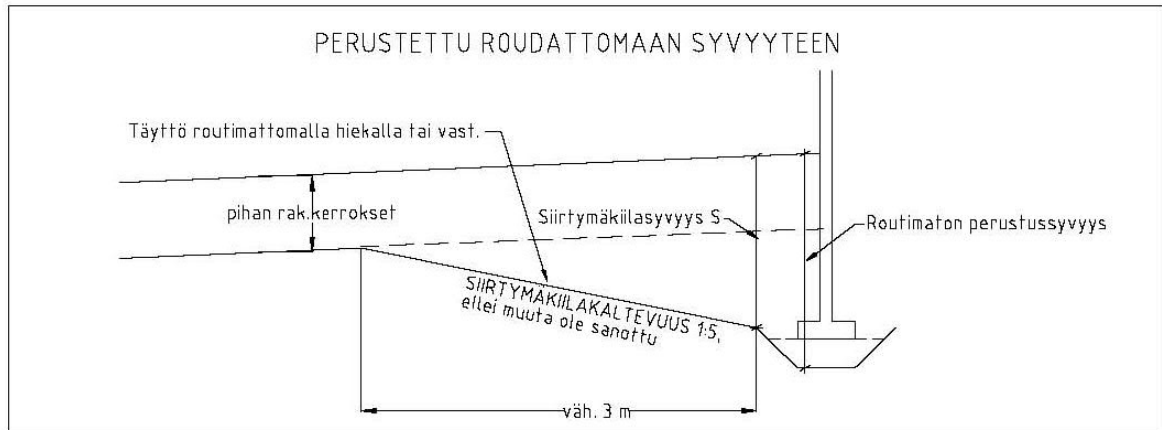
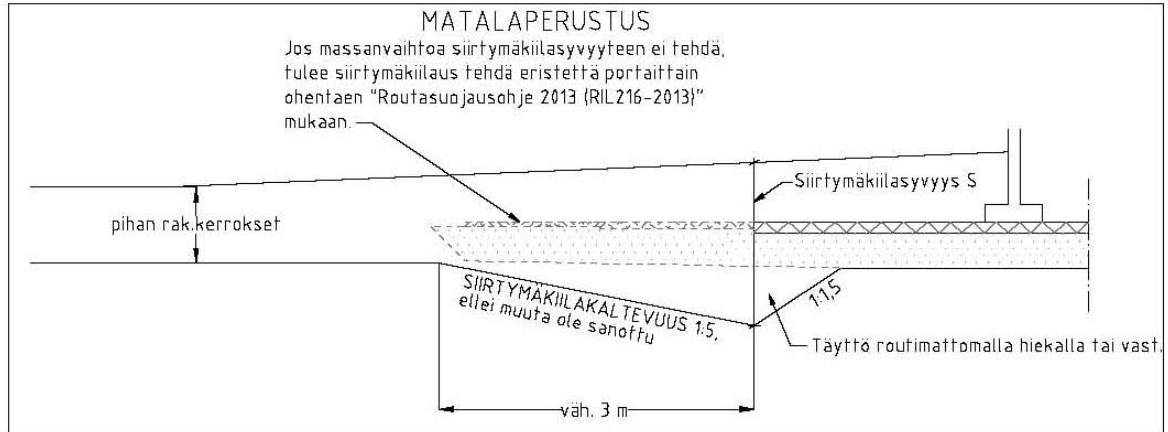
Kuva 3 Kantavan kerroksen rakeisuuden ohjealue



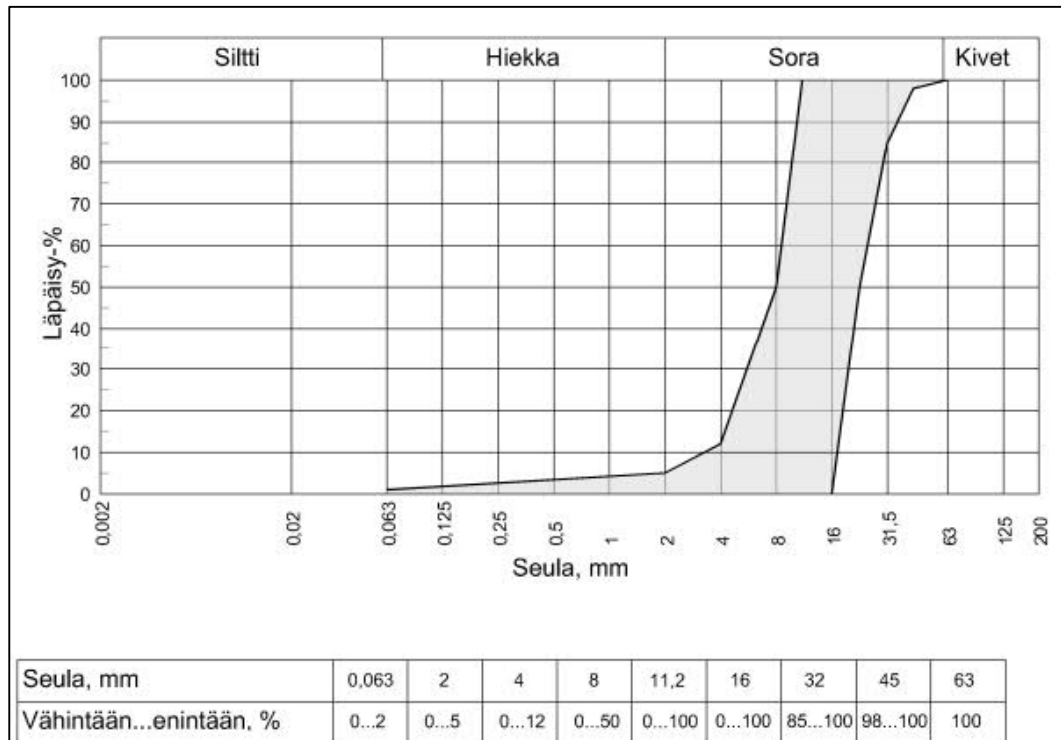
PUTKIKAIVANNON SIIRTYMÄKIILAT



## KYLMÄN RAKENNUKSEN SIIRTYMÄKIILAUUS



## SALAOJITUSKERROKSEN OHJEALUEET/RIL 126-2020



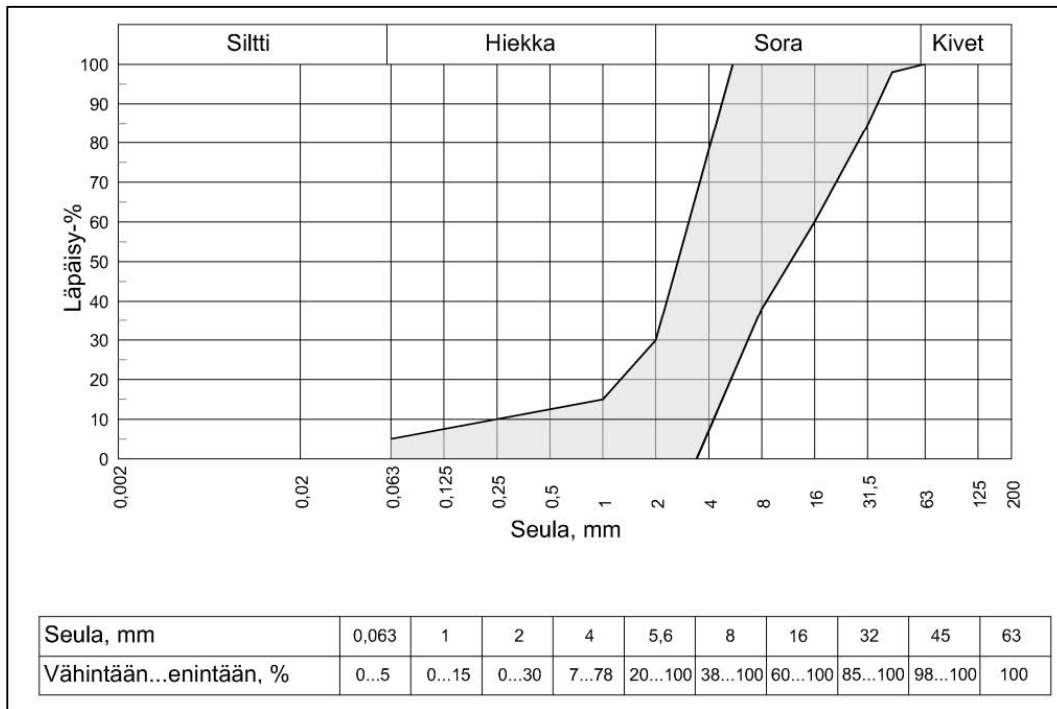
Kuva 5.5a. Salaojituskerroksen rakeisuusvaatimukset, RIL1a (RIL126-2020).

#### 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 hienoaineksen määrää 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 EUFI05-00009776  
 Asiakasno YB0001206  
 Anu Kivistö-Rahnasto

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

**Tilauksen kuvaus**

Kivikkokangas, Potentiaalinen hapan sulfaattimaa, maanäytteiden NAG-testi, kokonaisriikki, humuspitoisuus ja sähkönjohtavuus

Näyttenumero	693-2021-00021663	693-2021-00021664	693-2021-00021665	693-2021-00021666
Näytteen nimi	S3 / 3m	S4 / 2m	S8 / 4m	S11 / 3m
Näytteen kuvaus	MAAPERÄ	MAAPERÄ	MAAPERÄ	MAAPERÄ
Matriisi	MAAPERÄ	MAAPERÄ	MAAPERÄ	MAAPERÄ
Näytteenottopäivä	01.09.2021	01.09.2021	01.09.2021	01.09.2021
Vastaanottopäivä	03.09.2021	03.09.2021	03.09.2021	03.09.2021
Analysointi aloitettu	03.09.2021	03.09.2021	03.09.2021	03.09.2021
Näytteenottaja	Asiakas / AFRY Finland Oy	Asiakas / AFRY Finland Oy	Asiakas / AFRY Finland Oy	Asiakas / AFRY Finland Oy

Analyysit	Testikoodi	Yksikkö	Tulokset	Tulokset	Tulokset	Tulokset
<b>Fysikaalis-kemialliset tutkimukset</b>						
Hehkutushäviö (550 °C)YBC11		% ka	0,3	0,3	0,3	0,3
Sähkönjohtavuus	YBC02	mS/m	3,4	2,6	2,2	1,6
pH (NAG)	YBC29		4,9	4,9	5,0	4,9
NAG (pH 7.0)	YBC29	Kg H2SO4/ton ni	1,6	1,4	1,6	9,4
NAG (pH 4.5)	YBC29	Kg H2SO4/ton ni	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>Alkuaineanalyysit</b>						
Rikki (S)	YB0DS	mg/kg ka	300	310	250	<50
Mikroaaltohajotus	YBE30		tehty	tehty	tehty	tehty

\*Menetelmä on akkreditoitu.

**ALLEKIRJOITUS**

28.09.2021



Tomi Nevanperä Kemisti

TomiNevanpera@eurofins.fi

Tutkimustodistus on sähköisesti hyväksytty.


**Menetelmätiedot**

Testikoodi	Parametrin nimi	Menetelmän mittausepävarmuus	Menetelmän määrittäjä	Akkreditoitu	Menetelmä	Laboratorio
<b>Fysikaalis-kemialliset tutkimukset</b>						
YBC11	Hehkutushäviö (550 °C)	<4:±0.2%yks.ka >4:±5%	0,2	Ei	SFS-EN 15169:2007	YB
YBC02	Sähkönjohtavuus	<5:±1mS/m >5:±20%	1	Ei	ISO 10390:2005	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
<b>Alkuaineanalyysit</b>						
YB0DS	Rikki (S)	<250:±35mg/kgka >250:±14%	50	Ei	SFS-EN ISO 11885:2009; EPA 3051A	YB
YBE30	Mikroaaltohajotus			Ei	EPA 3051A	YB

**Laboratorio**

YB Eurofins Ahma - Oulu

Jakelu : Oulu (ymparisto.oulu@afry.com)

**Huomautukset**

Tutkimustodistuksen osittainen kopioiminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain vastaanotettua ja tutkittua näytettä. Mahdollinen lausunto ei kuulu akkreditoinnin piiriin.