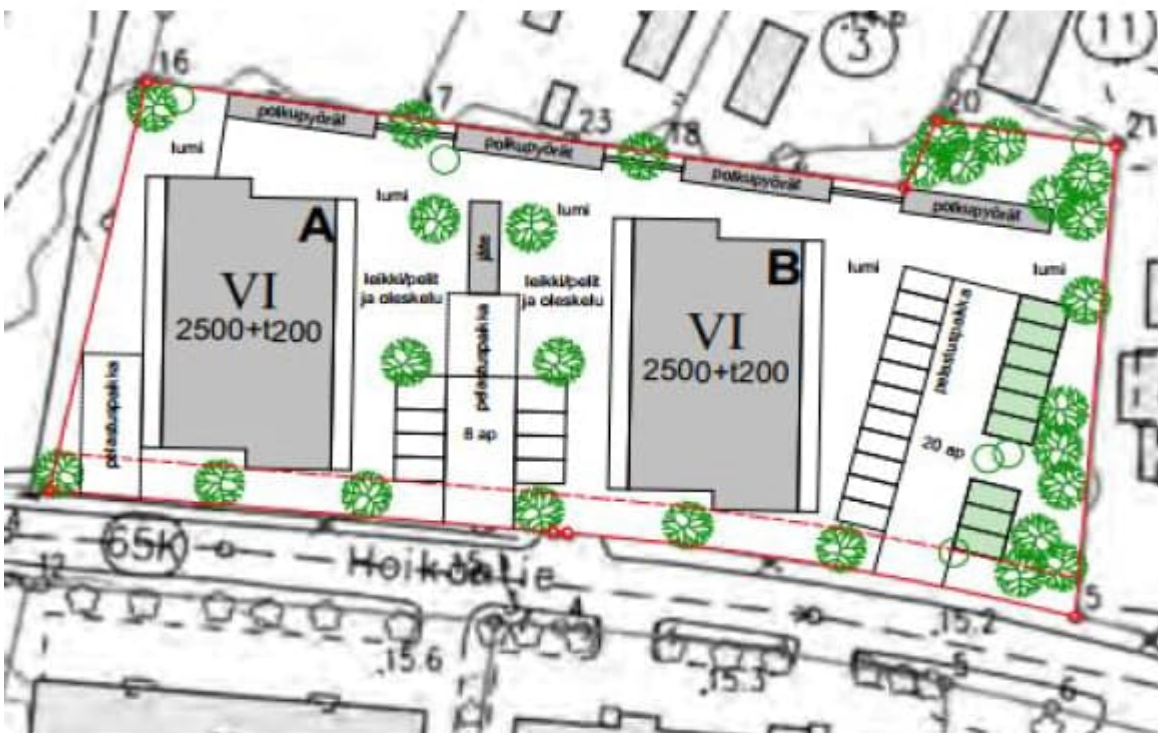




Valokuva tutkimusalueesta. Puretut vanhat rakennukset nähtävissä. © Google Maps



Ote kaavakartasta. © Oulun kaupunki

Asiakas: Oulun Sivakka Oy

Projekti: Hoikantie 21-23, uudisrakennus VI-krs+kellari

Asiakirja: Perustamistapalausunto

Projektinumero: 101020140-003



Perustamistapalausunto

Yhteyshenkilö
Sakari Lotvonen
Puhelin
040 5873 056
Sähköposti
sakari.lotvonen@afry.com

Pvm.
09/05/2023
Projektiviite
101020140-003

Raportin numero

Asiakas
Oulun Sivakka Oy

Hoikantie 21-23, uudisrakennus AK VI-krs+kellari

Rev.	Pvm.	Kohta	Muutos	Tehnyt	Tark.
A					

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

Sakari Lotvonen
TkL, suunnittelupäällikkö

Anu Kivistö-Rahnasto
FM, geologia

Sisältö

1	Toimeksianto	1
2	Tehdyt pohjatutkimukset	1
3	Maasto- ja ympäristöolosuhteet selvitysalueella	1
3.1	Ympäristöolosuhteet	1
3.2	Pohjasuhteet	2
4	Sulfaattimaaselvitys.....	2
4.1	Yleistä	2
4.2	Tehdyt tutkimukset	3
4.3	Tutkimustulokset ja johtopäätökset	4
4.4	Jatkotoimenpiteet	5
4.5	Lähteet.....	6
5	Pohjarakennustapa	6
5.1	Tiedot suunnitelluista rakennuksista	6
5.2	Rakennusten ja rakenteiden perustaminen.....	6
5.3	Kevyiden rakenteiden perustaminen	8
5.4	Routasuojaus	9
5.5	Salaojitus	9
5.6	Radon	10
5.7	Piha- ja liikennealueet	10
5.8	Kunnallistekniikka	11
5.9	Kuivatus ja hulevesien hallinta.....	11
6	Pohjarakennustyön suoritusohjeet.....	12
6.1	Maarakennus- ja tiivistystyöt, yleistä	12
6.2	Pohjaveden alentaminen	13
7	Jatkotoimet	14

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
Sulfaattimaanäytteiden analyysitodistus	Liite 6



Piirustukset

Pohjatutkimuskartta	1:200	101020140/GEO-21
Pohjatutkimusleikkaus A-A	1:200/1:100	101020140/GEO-22
Pohjatutkimusleikkaus B-B	1:200/1:100	101020140/GEO-23
Pohjatutkimusleikkaus C-C	1:200/1:100	101020140/GEO-24
Pohjatutkimusleikkaus D-D	1:200/1:100	101020140/GEO-25
Pohjatutkimusleikkaus E-E	1:200/1:100	101020140/GEO-26
Pohjatutkimusleikkaus F-F	1:200/1:100	101020140/GEO-27

1 Toimeksianto

Oulun Sivakka Oy:n toimeksiannosta AFRY Finland Oy on tehnyt Hoikantie 21-23, AK VI + kellari - uudisrakennushankkeeseen liittyvät yleispiirteiset pohjatutkimukset ja perustamistapalausannon. Kenttätutkimukset on tehty lokakuussa 2022-huhtikuu 2023 välisenä aikana.

Tutkimuskohde sijaitsee Oulussa, Laanilan kaupunginosassa, korttelissa 27-65P, tontit 12 ja 13, katuosoitteessa Hoikantie 21-23 90500 Oulu.

Tutkimukset ohjelmoitiin asemakaavan perusteella. Nykytilanne ja suunnitellut rakennukset on esitetty etusivun kuvissa.

Tutkimuksen tavoitteena on selvittää rakennuspaikan perustusolosuhteet rakennussuunnittelua, perustussuunnittelua ja rakentamista varten. Lisäksi on selvitetty happamien sulfaattimaiden esiintyminen.

2 Tehdyt pohjatutkimukset

Maastotutkimuksina selvitysalueella on tehty:

- pintavaaitus sekä kaivojen ja katujen mittauksia
- painokairauksia 9 tutkimuspisteessä
- häiriintyneiden maanäytteiden otto 4 tutkimuspisteessä
- sulfaattimaanäytteiden otto 2 tutkimuspisteessä
- pohjavedenpinnan havainto 2 tutkimuspisteessä
- maanäytteiden peruskäsittely 13 kpl
- vesipitoisuus 8 kpl ja rakeisuusmääritykset 8 kpl.

Tutkimuskartalla ja tutkimusleikkauksissa on esitetty tehdyt pohjatutkimukset sekä tehdyt mittaukset.

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

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

3 Maasto- ja ympäristöolosuhteet selvitysalueella

3.1 Ympäristöolosuhteet

Tutkimusalue on asemakaava-aluetta. Tutkimuspaikalta on purettu pois kakis IV-kerrosta kerrostaloa.

Voimassa olevassa asemakaavassa tutkimusalueen tontti on merkitty ALK-asuinkerrostalo-alueeksi. Alue ei sijoitu luokitellulle pohjavesialueelle.

Tutkimusalueella maanpinta on noin tasovälillä +14,8...+15,6. Rakennetut kadut, eteläpuolella Hoikantie on tasovälillä +15,2...+15,5.

Tutkimusaikana (3.5.2023) pohjavesi sijaitti tutkimusalueella tasovälillä +13...+13,1, eli nylä 2 m syvyydessä maanpinnasta. Pohjaveden virtaussuunta on etelään, Oulujokea kohti. Saldannasta ja vuodenajasta riippuen pohjavedenpinta vaihtelee yleensä $\pm 0,3...0,5$ m.

3.2 Pohjasuhteet

Maakerrosjako on tutkimusalueella yleispiirteissään seuraava:

- löyhät täyttömaat (murske, sora, hiekka ym) 0,5...3 m paksuna kerroskenä
- tiivis routimaton hiekka 0->2 m paksuna kerroksena
- routiva savinen siltti (punSa) ja silttinen hiekka 0...1 m paksuna kerroksena
- tiivis routiva hiekka ja silttinen hiekka.

Purettujen rakennusten kohdalla täyttömaat ovat löyhiä.

Selvitysalueella ei ole varmistettu porakonekairauksella kallion pinnan tasoa.

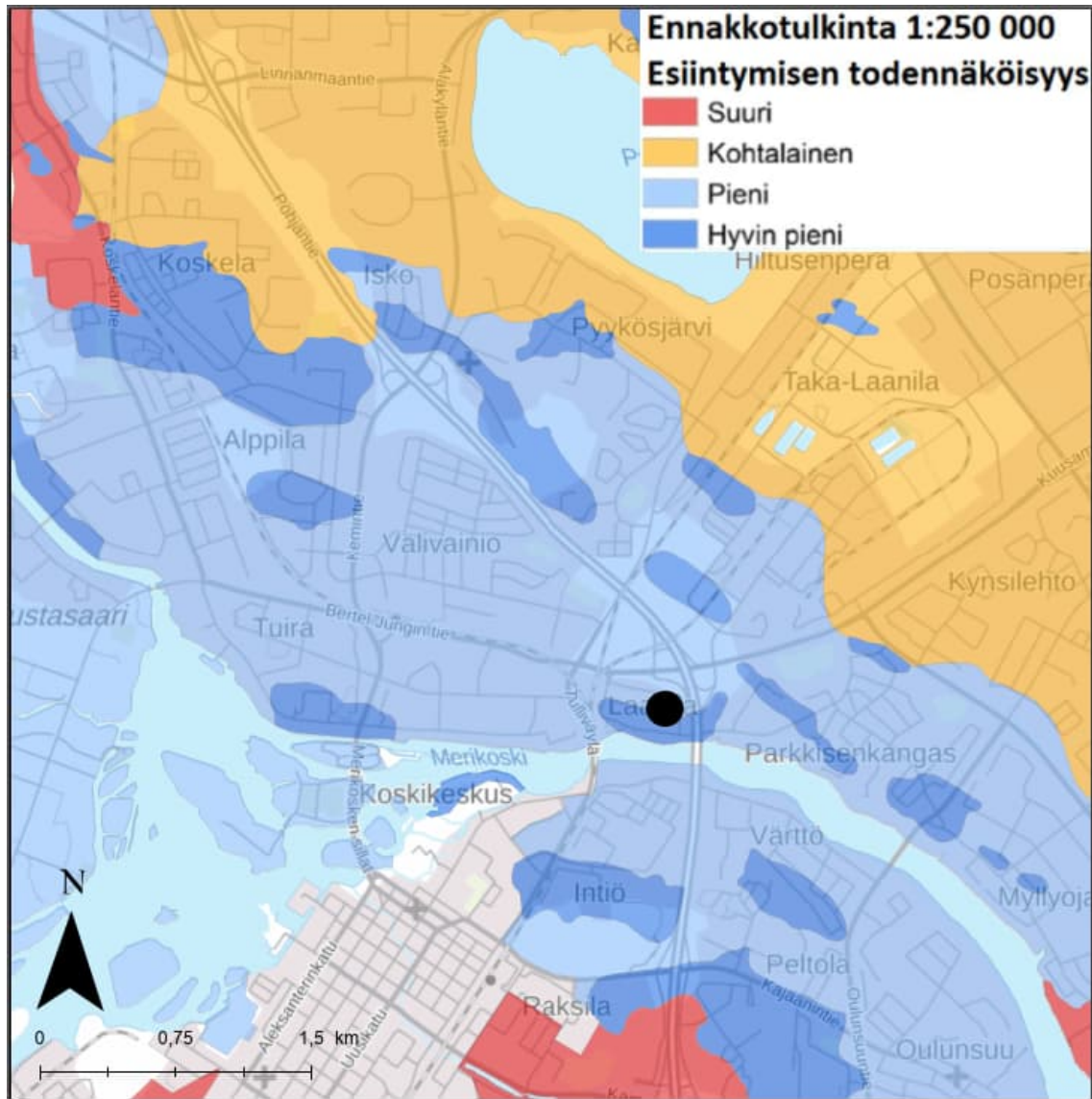
Painokairaukset ovat päättyneet tiiviiseen maakerrokseen tai tiiviissä maakerroksessa olevaan kiveen 3...8,2 m syvyydellä maanpinnasta.

Pohjavesi, katso kohta 3.1.

4 Sulfaattimaaselvitys

4.1 Yleistä

Hoikantien hanke sijoittuu alueelle, jossa GTK on arvioinut sulfaattimaiden esiintymistodennäköisyyden olevan hyvin pieni (Kuva 1). Ennakkotulkinta ei kuitenkaan sovellu yksittäisen hankekohteen happamoitumisriskin määrittämiseen.



Kuva 1 GTK:n ennakkotulkinta happamien sulfaattimaiden esiintymisen todennäköisyydestä Oulun alueella. Hoikantien tutkimusalueen sijainti on merkitty mustalla pisteellä. (Geologian tutkimuskeskus 2022).

4.2 Tehdyt tutkimukset

Hoikantien alueelta on otettu yhteensä viisi sulfaattimaanäytettä, kahdesta näytepisteestä (NP38 ja NP37). Tutkimuspisteiden sijainti on esitetty tutkimuskartassa.

Kaikista näytteistä mitattiin alkupH, ja kaksi näytettä lähetettiin laboratorioon (NP38/3 m ja NP37/2,7 m), joista määritettiin kokonaisrikkipitoisuus, hapontuottoriski NAG-testillä sekä sähköjohtavuus. 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.

Analyysitulokset on esitetty liitteessä 6.



4.3 Tutkimustulokset ja johtopäätökset

Silmämääräisesti tarkasteltuna kummassakaan laboratorioon lähetetyssä näytteessä ei havaittu tummaa ainesta, joka viittaisi mahdollisesti sulfidiseen materiaaliin. Laboratorioon lähetetyt näytteet olivat ruskeaa siltistä hiekkamoreenia (NP38/3 m) ja punertavan ruskeaa hiekaista savea (NP37/2,7 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	Hapontuottopotentiaali (mmol H ⁺ / kg, pH 6,5)	NAG [kg H ₂ SO ₄ / t] 6,5 pH	Rikkipitoisuus (%)	
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 hapontuottopotentiaali maalla kohtalainen hapontuottopotentiaali maalla suuri hapontuottopotentiaali
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 hapontuottopotentiaali maalla kohtalainen hapontuottopotentiaali maalla suuri hapontuottopotentiaali

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

Taulukossa 2 on esitetty näytteiden tulokset. Kummankaan näytteen kokonaisrikkipitoisuudet eivät olleet yli 0,2 %, eli maanäytteitä ei sen perusteella luokitella potentiaalisesti happamaksi sulfaattimaaksi. Kummankaan näytteen NAG-testin pH ei laskenut selvästi happamaksi, eikä nettohapontuoton määrä ollut selvästi koholla. Näiden tulosten perusteella pisteissä NP38/3 m ja NP37/2,7 m maalla ei ole hapontuottopotentiaalia.

Nyt tarkastelluista näytepisteistä molempien pisteiden maa-aineksen ei arvioida aiheuttavan happamoitumista. NAG-testin tulosten perusteella happamuushaittaa voidaan pitää pienenä, samoin kuin näytteen rikkipitoisuuden perusteella.

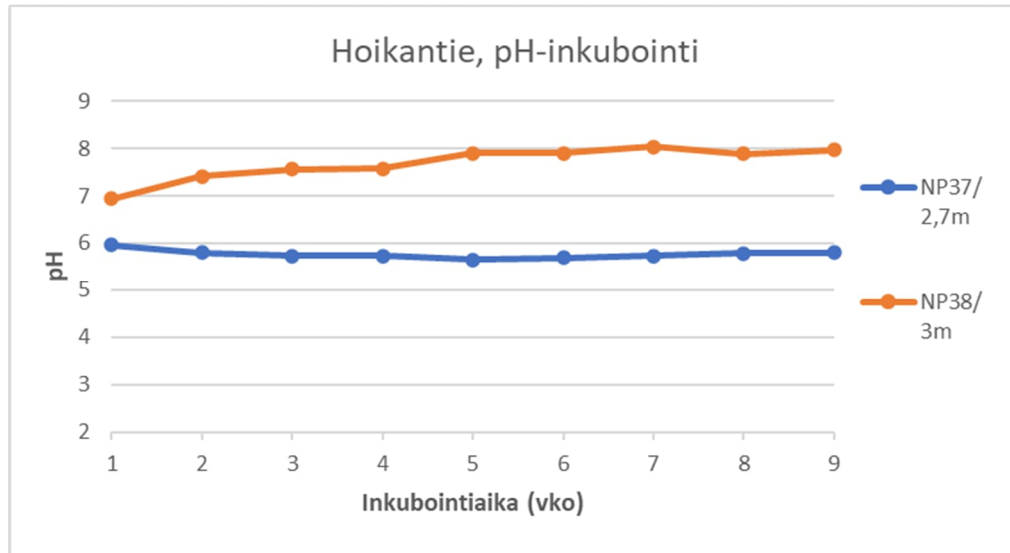
Taulukko 2 NAG, NAG pH, kokonaisrikkipitoisuus ja sähkönjohtavuus maanäytteissä.

Näyte	Alku pH	NAG pH	NAG (pH 4,5) [kg H ₂ SO ₄ /t]	NAG (pH 6,5) [kg H ₂ SO ₄ /t]	Rikkipitoisuus mg/kg (%)	Sulfaattipitoisuus mg/kg (laskennallinen)	Sähkönjohtavuus mS/m
NP38/1m	7,0						
NP38/2m	7,0						
NP38/3m	6,9	5,7	0,0	2,2	55 (0,006)	165	8,6
NP38/4m	7,0						
NP37/2,7m	6,0	5,6	0,0	0,9	100 (0,01)	300	2,5

Näytteille NP38/3 m ja NP37/2,7 m tehtiin laboratorioanalyysien lisäksi pH-inkubaatio (Kuva 2Error! Reference source not found.). Näytteiden annettiin hapettua huoneilmassa 9 viikkoa 14.10.-7.12.2022 välisenä aikana. Näytteen NP38/3 m pH oli inkubaation alussa 6,9 ja näytteen NP37/2,7 m 6,0. Yhdeksän viikon hapettumisen aikana kummankaan näytteen pH:t



eivät laskeneet selvästi happamaksi. Inkuboinnin jälkeen näytteen NP38/3 m pH oli 8,0 ja näytteen NP37/2,7 m pH oli 5,8. NAG-testien tulosten ja kokonaisrikkipitoisuuden perusteella todettiin, että kummallakaan näytteellä ei ole hapontuottopotentiaalia. pH-inkubaation tulokset vahvistavat, että kumpaakaan näytettä ei luokitella potentiaalisesti happamiksi sulfaattimaiksi.



Kuva 2 Hoikantien sulfaattimaanäytteiden pH:n muutos inkuboinnin aikana.

4.4 Jatkotoimenpiteet

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 havainnoitava ja tarpeen mukaan tehtävä lisämäärytyksiä mahdollisista sulfidimaakerroksista, jotta mahdollisten sulfidimaiden laajuus rakentamisalueella pystytään paremmin arvioimaan.

4.5 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

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

5 Pohjarakennustapa

5.1 Tiedot suunnitelluista rakennuksista

Selvitysalueelle on suunnitteilla rakentaa kaksi 6-kerroksista asuinkerrostaloa, sekä autokotoksia ym. asuinrakennukseen liittyviä piharakenteita. Asuinrakennuksiin tehdään mahdollisesti kellarit (maalalaiset tilat).

Yleisperiaatteena on, että lattiatason 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).

5.2 Rakennusten ja rakenteiden perustaminen

Asuinrakennukset ja muut rakenteet voidaan perustaa tutkimusalueella maanvaraisesti an-
turaperustuksella massanvaihtoa käyttäen.

Löyhät täyttö- ym. maat poistetaan tutkimusleikkauspiirutuskissa esitettyyn tasoon: länsipuolen rakennuksessa tasolle +13,5...+14,5 ja itäpuolen rakennuksessa tasolle +11,9...+12. Itäpuolen rakennuksessa kaivu ulottuu noin 1 m pohjavesipinnan alapuolelle.

Jos kohteeseen ei tehdä kuin yksi kellari, olisi kellarin sijoitus itäpuolen rakennukseen suositeltavaa, koska sen osalla massanvaihto ulottuu joka tapauksessa yli 3 m syvyyteen maanpinnasta.

Poistettava maa-aines korvataan ja kaivannot täytetään kerroksittain tiivistetyllä routimattomalla murskeella, kerralla tiivistettävän kerroksen paksuus noin 0,5 m.



Maanvaraisessa perustamisessa anturaperustukset voidaan suunnitella käyttörajatilassa $p_{sall}=250 \text{ kN/m}^2$ sallitulle pohjapaineelle anturan toimivalla osalla, kun perustussyvyys on vähintään 1,2 m alapohjasta / lattiatasosta / ympäröivästä maanpinnasta mitattuna.

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

Anturoiden alle tehdään vähintään 0,6 m paksu alustäyttö kalliomurskeesta. Alustäytön paksuudesta tulee olla vähintään 0,3 m mursketta, josta on hienoaines poistettu. Ko. osa alustäytöstä toimii samalla kapillaarisen vedennousun katkaisevana salaojituserroksena.

Jatkuvien anturoiden minimileveys on 0,4 m ja pilarianturoiden minimisivumitta 0,8 m.

Euronormien mukaisessa kantokestävyyden laskennassa voidaan pohjamaalle (HkMr) perustamistasossa käyttää seuraavia maaparametreja:

- kitkakulma	$\phi = 34^\circ$
- 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	$E_d = 40 \text{ kN/m}^2$

Rakennusten alapohjat voidaan tehdä maanvaraisena rakenteena. Alapohjien lämmöneristysten alle tehdään 0,3 m paksu pohjaveden kapillaarisen nousun katkaiseva salaojituserros.

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

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 huone-tilaan, joita ovat radon, mikrobit ja tavanomainen maan haju.

Perustustason alapuolella täytöt tiivistetään tiiveyteen $D > 95 \%$, kantavuusarvo $E_1 > 60 \text{ MN/m}^2$ ja suhde $E_2/E_1 < 2,2$. Lattia-alueella tiiveysvaatimus on $D > 92 \%$, kantavuusarvo $E_1 > 50 \text{ MN/m}^2$ ja suhde $E_2/E_1 < 2,2$. Rakennuksen vierellä tiiveysvaatimus on $D > 90 \%$.

Täyttöjen tiivistys, ks. kohta 6.1, taulukko 3.

Rakennus-, rakenne- ja perustussuunnittelussa, sekä rakentamisessa tulee alueella varautua suurimmillaan 20 mm kokonaispainumaan, 10 mm painumaeroon ja kulmakiertymään 1/600 rakennuksen perustuslinjojen välillä.

5.3 Kevyiden rakenteiden perustaminen

Siirtymäkiilarakenteet, ks. liite 4.

Katokset, ulkovarastot, ym. kevyet rakenteet voidaan perustaa maanvaraisesti anturaperustuksin.

Anturaperustukset suunnitellaan $p_{sall} = 150 \text{ kN/m}^2$ sallitulle pohjapaineelle. Perustussyvyys tulee olla vähintään 0,5 m. Perustusten alle tehdään vähintään 0,3 m paksu kapillaarisen veden nousun katkaiseva alustäyttö murskeesta, josta on hienoaines poistettu. Alustäyttö erotetaan pohjamaasta käyttöluokan N3 suodatinkankaalla.

Kevyiden rakenteiden jatkuvien anturoiden minimileveys on 0,3 m ja pilarianturoiden minimisivumitta 0,6 m.

Täytöt ja tiivistys, ks. kohta 6.1, taulukko 3.



5.4 Routasuojaus

Luonnonmaakerrokset selvitysalueella ovat routasyvytydessä rakeisuuden perusteella pääosin routimatonta hiekkaa. Kuitenkin kohteessa on tehty kaivu-, purku- ja täyttötöitä useassa vaiheessa ja routivia tai sekalaisia täyttömaita voi esiintyä routasyvyyden yläpuolella.

Julkaisun RIL 261-2013 "Routasuojaus" mukaan kerran 50 vuodessa esiintyvää mitoituspakasmäärää, $F_{50} = 50\,000\text{ Kh}$, 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. Ryömintätilallisessa, 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.

Mikäli rakenteita perustetaan em. roudattoman syvyyden yläpuolelle, rakenteet routaeristään tai perustuksen alapuolelle tehdään routimaton massanvaihto roudattomaan syvyyteen. Massanvaihdon tulee ulottua roudattomassa syvyydessä vähintään anturan reunasta kaltevuudella 1:1 mitattavan alueen reunaan.

Mahdollisen routaeristuksen tulee jatkua yhtenäisesti alapohjan eristeestä alkaen, perusmuurin sivuilta ja alapuolelta ulkopuoliseen routasuojaukseen asti.

Tarvittaessa routaeristeenä käytetään eristettä, jonka puristuslujuus on vähintään 120 kN/m^2 , ja jonka vedenimeytyminen on $< 2\%$ tilavuus-%. Mikäli routaeristys sijoittuu liikennealueelle, tulee eristeen puristuslujuuden olla suurempi (lyhytaikainen puristuslujuus vähintään 300 kN/m^2). Perustuksen alle mahdollisesti sijoittuvan levyeristeen pitkäaikainen puristuslujuus tulee olla suurempi, kuin perustuksen pohjarasitus. Routaeristys mitoitetaan RIL 261-2013 mukaisesti, siirtymäkiilarakenteet, ks. liite 3 ja 4.

Kylmissä, matalaan perustettavissa rakennuksissa ja rakenteissa routaeristys voidaan sijoittaa yhtenäisenä koko rakennuksen / rakenteen alle. Kylmien rakenteiden siirtymäkiilarakenne, ks. liite 4.

Siirtymäkiilasyvyys on 1,9 m ja siirtymäkiilakaltevuus 1:5. Siirtymäkiilaus tehdään vähintään 3 m matkalla.

Eristeiden alle tehdään vähintään 0,3 m paksu pohjaveden kapillaarisen nousun katkaiseva täyttö hiekasta tms., jonka kapillaarinen nousukorkeus on pienempi kuin 0,3 m.

Mikäli perustustöitä tehdään talviaikana, tulee varmistua, ettei pohjamaa pääse jäätymään ja routimaan rakennusaikana.

5.5 Salaojitus

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

Tutkimusaikana (3.5.2023) pohjavesi sijaitti tutkimusalueella tasovälillä +13...+13,1, eli yli 2 m syvyydessä maanpinnasta.

Kaikkien maanalaisten rakenteiden ja eristeiden kuivana pysyminen varmistetaan salaojituksella. Salaojat sijoitetaan vähintään 0,2 m perustusten alapuolelle, ja vähintään 0,4 m mahdollisen routaeristelevyn alapuolelle.

Salaojien ympärille tehdään vähintään 0,2 m paksu ympärystätäyttö 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.

5.6 Radon

Säteilyturvakeskuksen radontutkimusten perusteella Oulun alueella radonpitoisuus alittaa asunnoissa enimmäispitoisuuden (200 Bq/m^3) säännönmukaisesti. Suunnittelussa ja rakentamisessa on kuitenkin suositeltavaa tehdä ainakin paksujen karkeiden alustäyttöjen yhteydessä alapohjan liittyvät rakenteet (perusmuuri, lattia, läpiviennit) ilmatiiviiksi (RT 81-10791, Rakennustieto Oy), tiivistyskaista, ks. 5.2.

5.7 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 MN/m^2 kantavuutta päällysteen päältä ja kantavuutta 135 MN/m^2 kantavan kerroksen päältä.

Pohjamaa selvitysalueella siirtymäkiilasyvyyteen asti on routimatonta hiekkaa, kelpoisuusluokka H1. Kuitenkin kohteessa on tehty kaivu-, purku- ja täyttötöitä useassa vaiheessa ja routivia tai sekalaisia täyttömaita voi esiintyä routasyvyyden yläpuolella.

Ohjeen "Routasuojaus – rakennukset ja infrarakenteet RIL 261-2013" pohjamaan alusrakenneluokka on D-uE, jolloin routaturpoama $t=0-3 \%$ ja E-moduuli 50 MN/m^2 .

RIL 234-2007 Pihojen pohja- ja päällysrakenteet Suunnittelu- ja rakentamisohjeet – normin mukaan laatuluokan 1 piha-alueella (suuret toiminnalliset tai ulkonäölliset vaatimukset) sallittu routanousu kerran 10 vuodessa esiintyvälle pakkasmäärälle on 50 mm, ja laatuluokan 2 piha-alueella (muut asunto-, toimisto- ja liikerakennusten pihat, joissa on pienemmät toiminnalliset tai ulkonäölliset vaatimukset) sallittu routanousu on 100 mm.

Uusien liikennealueiden rakennekerroksina voidaan käyttää kantavuuden ja laatuluokan 1 sallitun routanousun (50 mm) perusteella seuraavia:

- kulutuskerros, AB16 / kiveys (80 mm)	50 mm
- profilointikerros, murske # 0...16 mm	50 mm
- kantava kerros, murske # 0...55/64 mm	400 mm
- suodatinkerros, routimaton keski-/karkea hiekka	<u>600 mm</u>
yht.	> 1 100 mm.

Em. kerrospaksuudella päällysrakenteen laskennallinen routanousu on <50 mm.

Katosten, sisäänkäyntien ja rumpujen kohdille, yms. paikkoihin, missä voi esiintyä epätaisaista painumaa ja routanousua, tehdään routimattomasta hiekasta siirtymäkiilat kaltevuuteen 1:5. Siirtymäkiilasyvyys on oltava vähintään 1,9 m, ks. liite 3 ja 4.

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

Muut alustäytöt kaivutasoon saakka tehdään routimattomasta hiekasta.



5.8 Kunnallistekniikka

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

Putkijohdot ja rummut perustetaan roudattomaan syvyyteen. Kaivupohja tasataan ja poistetaan mahdolliset kivet. Putkijohdojen ja rumpujen alle tehdään putken koosta riippuen asennusalusta pohjan tasaus, kun putken $\varnothing < 300$ mm ja murskearina $h=0,3$ m, kun putken $\varnothing=300..500$ mm ja vastaavasti murskearina $h=0,5$ m, kun putken $\varnothing \geq 500$ mm. Arinarakenne erotetaan pohjamaasta suodatinkankaalla käyttöluokka N3.

Kaivot perustetaan 0,5 m paksun murskearinan avulla pohjamaan varaan. Arinan alle ja sivuille asennetaan suodatinkangas käyttöluokka N3. Kaivojen ympärystäytöt tehdään routimattomasta hiekasta tms. rakennekerrosten alapintaan saakka, ja tiivistetään tiiviyteen $D>92$ %.

Päällystetyillä alueilla putkijohdojen vierelle ja kaivojen ympärille tehdään 1:5 siirtymäkiilaus routimattomasta hiekasta siirtymäkiilasyydydestä 1,9 m alkaen, ks. liite 3.

Putkijohdojen alkutäyttö tehdään putken toimittajan ohjeen mukaan. Liikennealueilla putkijohtokaivantojen lopputäyttö rakennekerrosten alapintaan saakka tehdään kaivetulla hiekalla. Putkikaivannot täytetään ja tiivistetään kerroksittain, $h=0,3..0,4$ m.

Talvityönä täyttöä tehtäessä on varauduttava jälkipainumien korjaamiseen seuraavan kesäkauden jälkeen.

5.9 Kuivatus ja hulevesien hallinta

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 sadevesiviemäröinnillä ja tontin reuna-alueilla mahdollisiin reunapainanteisiin. Piha- ja liikennealueiden kallistukset ovat 1,5...2 %.

Rakennuskohteessa maaperässä olevat routimattomat hiekkakerrokset soveltuvat hulevesien imeytymiseen. Imeytysrakenteen etäisyys kellarista yms. maanlaisista rakenteista tulee olla vähintään 15 m. Umpinaisia viivytyrakenteita (ei imeytystä, mm. umpinainen putki yms) voidaan sijoittaa lähemmäs maanalaisia tiloja.

Rakennusalueen kuivatus ja pihan tasaus suunnitellaan erikseen.

6 Pohjarakennustyön suoritusohjeet

6.1 Maarakennus- ja tiivistystyöt, yleistä

Löyhät täyttö- ym. maat poistetaan rakennusten kohdalta tutkimusleikkauspiirutuskissa esitettyyn tasoon: länsipuolen rakennuksessa tasolle +13,5...+14,5 ja itäpuolen rakennuksessa tasolle +11,9...+12. Itäpuolen rakennuksessa kaivu ulottuu noin 1 m pohjavesipinnan alapuolelle.

Massanvaihtokaivu ulotetaan täydessä syvyydessä sivusuunnassa rakennuksen perustuksen ulkoreunasta kaltevuudessa 1:1 ulottuvalle alueelle.

Liikenne- ja pinnoitettavilla alueilla kaikki humukset ja hienorakeiset maa-ainekset, mahdolliset vanhat rakenteet ja täytöt, yms., sekä kaivun yhteydessä häiriintyneet ja löyhtyneet maa-ainekset poistetaan.

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 työturvallisuuskohdat huomioiden. Yli 2 m syvät kaivannot ja kaivantojen kuivatus suunnitellaan erikseen tapauskohtaisesti.

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

Rakennusalueella massanvaihtotäytöt tehdään kantavan kerroksen kalliomurskeesta KaM #0...55 mm. Liikenne- ja pinnoitettavilla alueilla 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 annettuja ohjeita.

Täytöt tiivistetään kerroksittain vähintään taulukon 3 mukaisiin tiiviysasteisiin tai kantavuusarvoihin, ellei suunnitelmissa ole muuta esitetty.

Taulukko 3. Eri täyttökohteiden ohjeelliset tiiviys- ja kantavuusvaatimukset.

Kohde	Tiivistys-luokka	Tiiviysaste ¹⁾ D _{vaad}	Kantavuusarvot E _{1,2} [MN / m ²]	Kantavuussuhde E ₂ / E ₁
Maanvaraisten perustusten alustäyttö	1	≥ 95	E ₁ ≥ 60	< 2,2
Maavaraisten lattioiden alustäyttö	1 ja 2	≥ 92	E ₁ ≥ 50	< 2,2
Perustusten, seinien ja muurien vierustäyttö	2	≥ 90	-	-
Putkijohtojen arina, tasaus-kerros ja ympäristäyttö	2	≥ 90	-	-
Pengertäyte	2	≥ 90	-	-
Suodatinkerros	1	≥ 90	-	-
Jakava kerros	1	≥ 92	E ₂ ≥ 95	< 2,2
Kantava kerros	1	≥ 95	E ₂ ≥ 160	< 2,2
Kulutuserkerros	1	≥ 92	-	-
Puisto-, maisema- yms. täytöt	3 ja 4	-	-	-

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

Täyttöjen saavutettua tiiviysastetta kontrolloidaan seuraavasti:

- maanvaraisten perustusten alustäyttö, tiiveyskokeita jokaisesta tiivistettävästä kerroksesta vähintään 1 tiiveyskoe / 200 rakennus-m², kun rakennusalue < 3000 m², muulloin 1 tiiveyskoe / 500 rakennus-m²
- maanvaraisen alapohjan alustäytöstä 1 tiiveyskoe / 200 m², jokaisesta tiivistettävästä kerroksesta, kun alue < 3000 m², muulloin 1 tiiveyskoe / 500 m², jokaisesta rakennekerroksesta
- liikennealueilla 1 tiiveyskoe / 1000...5000 m², jokaisesta rakennekerroksesta

Tiiveyskokeet sijoitetaan työn alkuun käytettävissä olevalle kalustolle sopivan kerrospaksuuden ja yliajokertojen selvittämiseksi.

Täyttötöistä tehdään ns. laadunvalvontalomake, johon merkitään käytettävä kiviainesmateriaali, tiivistettävä kerrospaksuus, tiivistyskone ja koneen paino, yliajokerrat, vallitseva säätila, tiivistettävä kerros (alustäyttö, jne.) ja vaadittu tiiviysvaatimus. Lomakkeen vahvistavat allekirjoituksellaan rakennustöiden valvoja ja ao. urakoitsija.

Täyttöihin käytettävän materiaalin tulee olla sulaa eikä se saa sisältää lunta, jäätä, juurakoita tms. Talvityönä täyttöjä tehtäessä tulee materiaalin olla mahdollisimman kuivaa (vesipitoisuus alle 3 %) ja tiivistettävää kerrospaksuutta on ohennettava 30...50 % vaadittujen tiiveysasteiden saavuttamiseksi. Massanvaihtotyötä ei saa tehdä talvityönä.

6.2 Pohjaveden alentaminen

Pohjaveden pinnan alapuolelle kaivettaessa kaivantojen kuivanapito tehdään pumppauskuopista ja -kaivoista pumppaamalla.

Työnaikaista pohjaveden alenemista seurataan esim. pohjavesiputkista ennen kaivuvaihetta.



7 Jatkotoimet

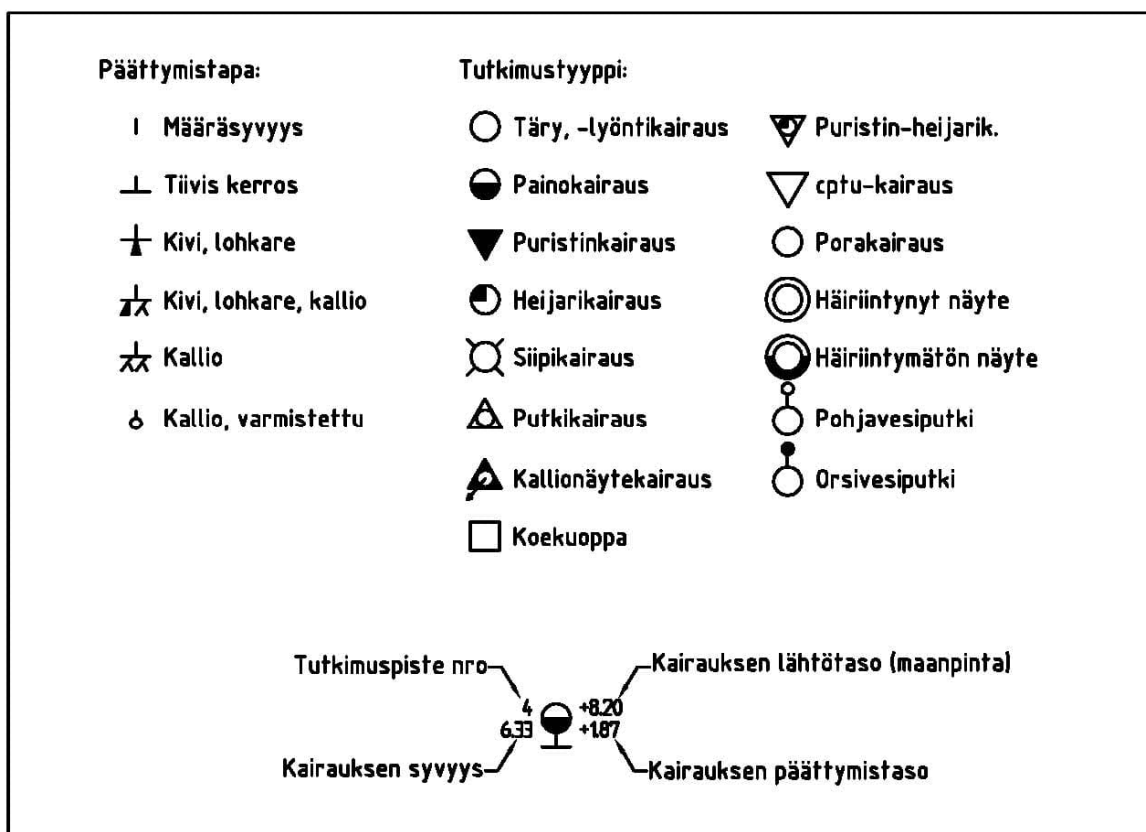
Tämä asiakirja tarkistetaan sen jälkeen, kun rakennuksen lopullinen laajuus, korkeusasema ja perustusten paikat sekä kuormat ovat varmistuneet.

Massanvaihtokaivannon kaivanto- ja kuivanapitosuunnitelmat laaditaan erikseen.

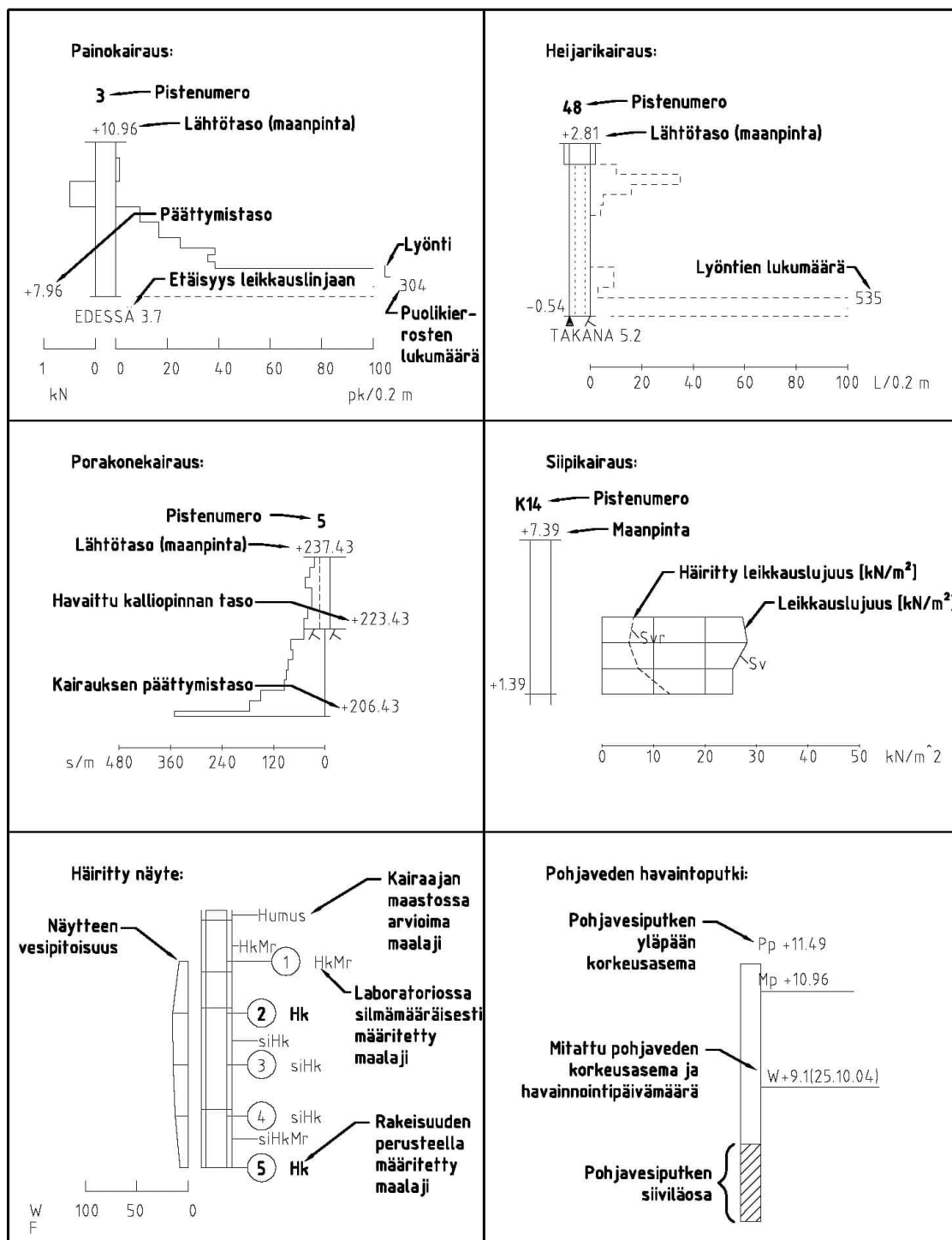
Tähän hankkeeseen tehdään erilliset pohjarakennussuunnitelmat ja –asiakirjat, joissa annetaan yksityiskohtaiset kaivu-, täyttö-, yms. pohjarakentamisen ohjeet.

POHJATUTKIMUSMERKINNÄT

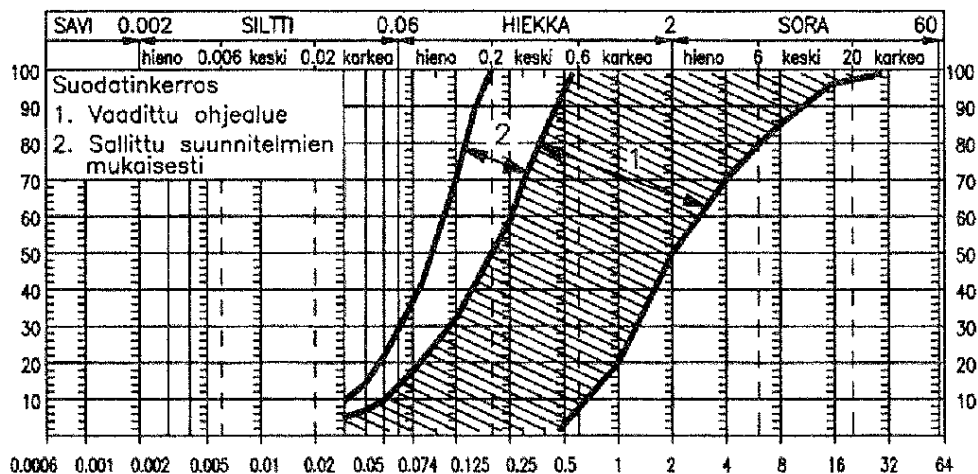
POHJATUTKIMUSKARTTA



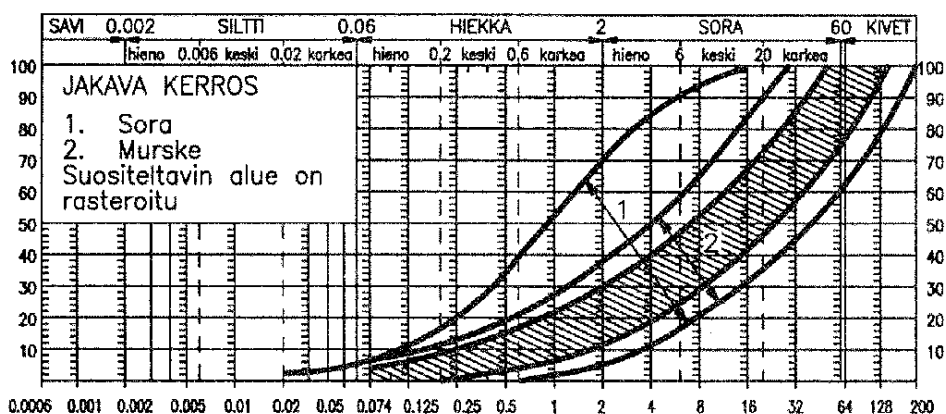
POHJATUTKIMUSLEIKKAUS



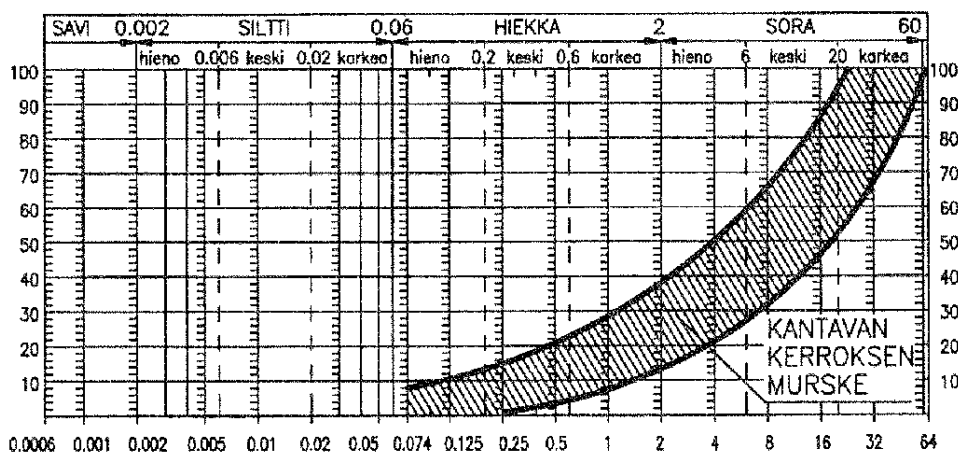
PIHA- JA LIIKENNEALUEEN PÄÄLLYSRAKENNEKERROSTEN KIVIAINESTEN RAKEISUUDEN OHJEALUEET



Kuva 1. Suodatinkerroksen rakeisuuden ohjealue

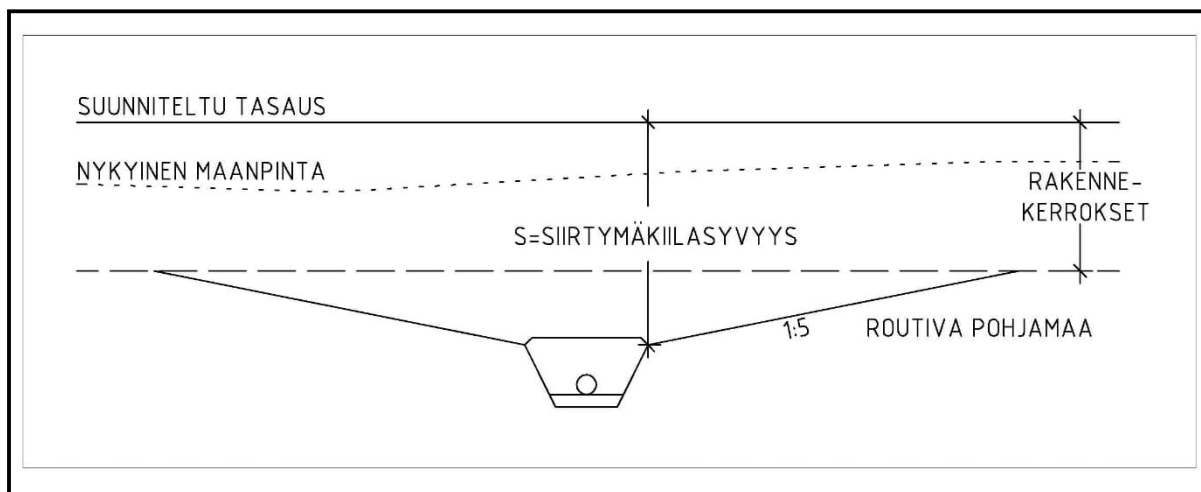


Kuva 2. Jakavan kerroksen rakeisuuden ohjealue

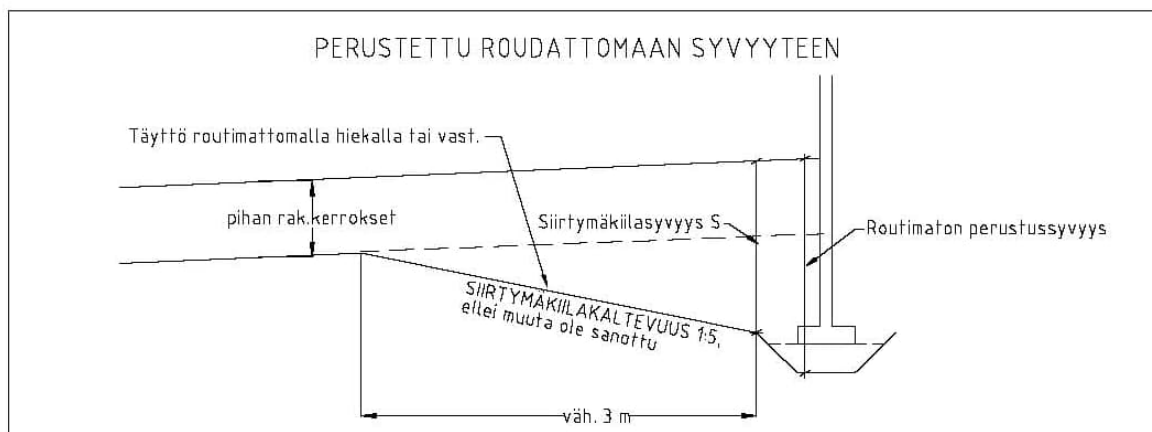
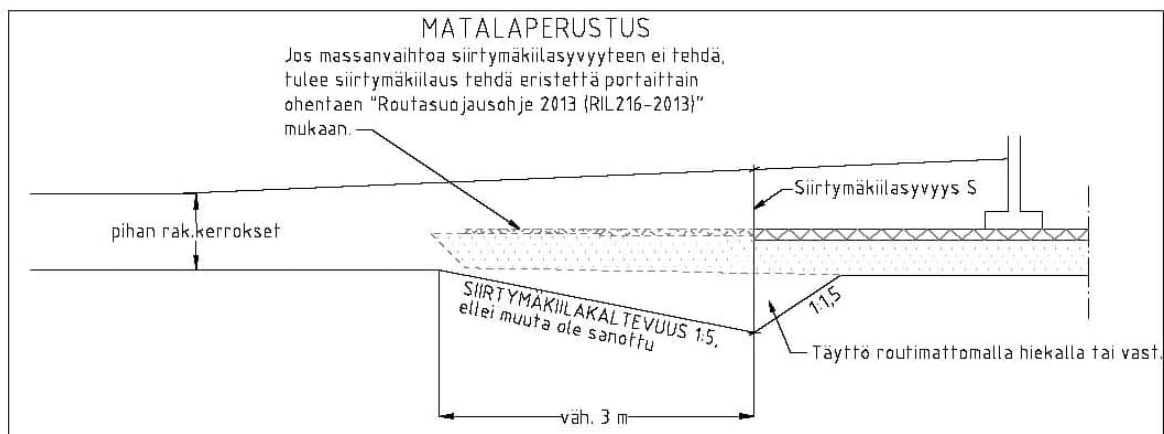


Kuva 3. Kantavan kerroksen rakeisuuden ohjealue

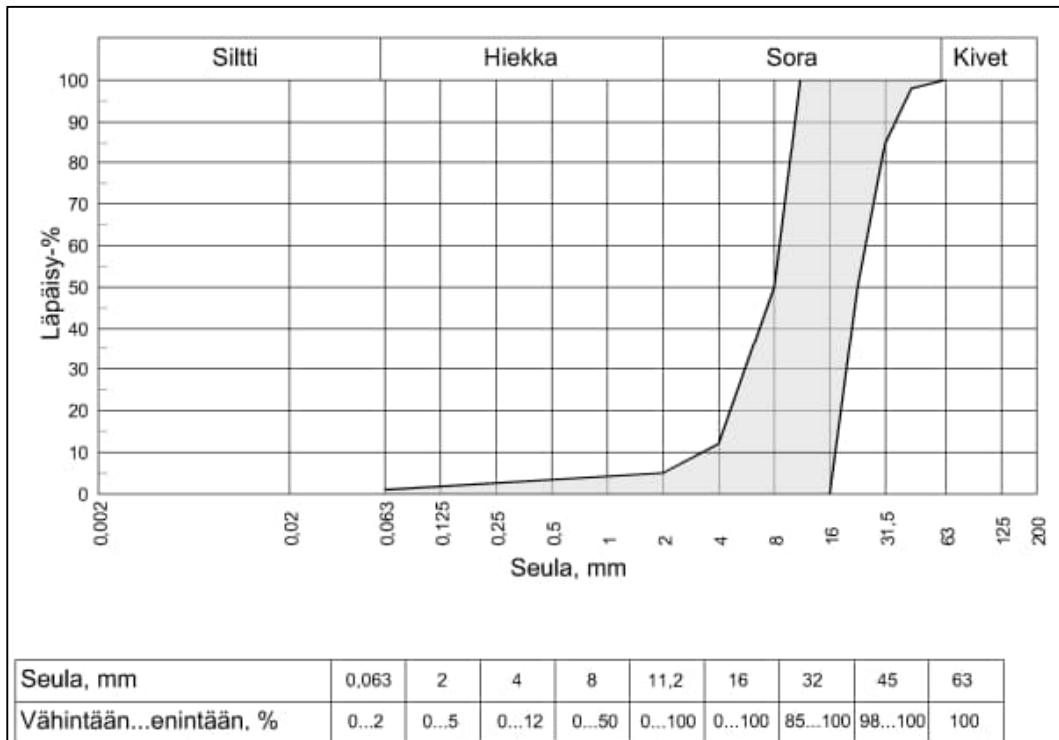
PUTKIKAIVANNON SIIRTYMÄKIILAT



KYLMÄN RAKENNUKSEN SIIRTYMÄKIILAUS



SALAOJASORAN OHJEALUEET / RIL 126-2020, kohta 5.3



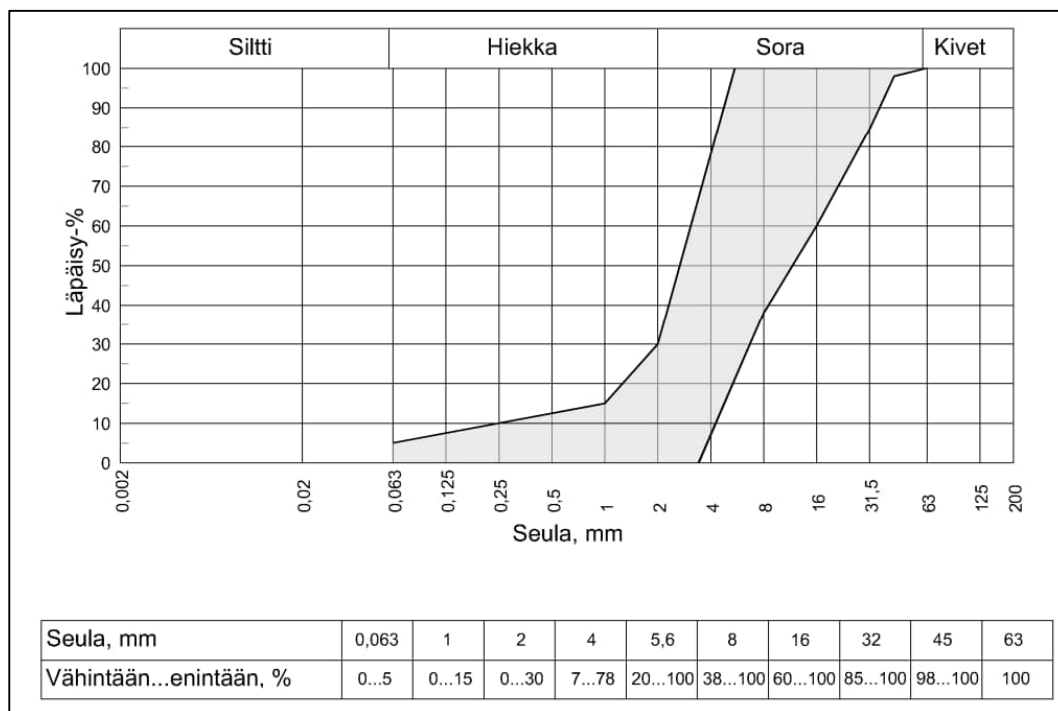
Kuva 5.5a. Salaojituserroksen rakeisuusvaatimukset, RIL1a (RIL126-2020).

Materiaali RIL1a

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

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 hienoainesmäärä 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.

Tutkimustodistus
PäivämääräSivu 1/2
AR-22-YB-037549-01
09.11.2022

Tutkimusno EUFI05-00017662

Asiakasno YB0001206
101020140-003

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

Tilauksen kuvaus

Potentiaalinen hapan sulfaattimaa, Hoikantie

Näyttenumero	693-2022-00040643	693-2022-00040644
Näytteen nimi	NP 38 / 3 m	NP 37 / 2,7 m
Näytteen kuvaus	Maaperä	Maaperä
Matriisi	Maaperä	Maaperä
Näytteenottopäivä	14.10.2022	14.10.2022
Vastaanottopäivä	17.10.2022	17.10.2022
Analysointi aloitettu	17.10.2022	17.10.2022
Näytteenottaja	Asiakas	Asiakas

Analyysit	Testikoodi	Yksikkö	Tulokset	Tulokset
Fysikaalis-kemialliset tutkimukset				
Sähkönjohtavuus	YBC02	mS/m	8,6	2,5
pH (NAG)	YBC29		5,7	5,6
NAG (pH 7.0)	YBC29	Kg H2SO4/ton ni	2,2	0,9
NAG (pH 4.5)	YBC29	Kg H2SO4/ton ni	0,0	0,0
Alkuaineanalyysit, SFS-ISO 11466				
Rikki (S) *	YB38K	mg/kg ka	55	100
Hajotus *	YBE33		Tehty	Tehty

*Menetelmä on akkreditoitu.

Kommentti

NAG pH7 = pH 6,5
pH ennen keittoa 40643 5,3
pH ennen keittoa 40644 4,6

ALLEKIRJOITUS

09.11.2022

Tomi Nevanperä Kemisti

TomiNevanpera@eurofins.fi +358 44 5885268

Tutkimustodistus on sähköisesti hyväksytty.

Tutkimustodistus
PäivämääräSivu 2/2
AR-22-YB-037549-01
09.11.2022

Menetelmätiedot

Testikoodi	Parametrin nimi	Menetelmän mittausepävarmuus	Menetelmän määrittäysraja	Akkreditoitu	Menetelmä	Laboratorio
Fysikaalis-kemialliset tutkimukset						
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
Alkuaineanalyysit, SFS-ISO 11466						
YB38K	Rikki (S)	<160:±16mg/kgka >160:±10%	20	Kyllä	SFS-EN ISO 11885:2009; SFS-ISO 11466:2007	YB
YBE33	Hajotus			Kyllä	SFS-ISO 11466:2007	YB

Laboratorio

YB	Eurofins Ahma - Oulu	SFS-EN ISO/IEC 17025:2017 FINAS T131
----	----------------------	--------------------------------------

Jakelu : ymparisto.oulu@afry.com

Huomautukset

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