

Ilmakuva selvitysalueesta, Oulun kaupunki, karttapalvelu

Pohjola Rakennus Oy

Kölitie 2-4, Koskela

Rakennettavuusselvitys, sulfaattimaaselvitys, Rev. A

101017655-001

Rakennettavuusselvitys

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

Pvm.
20/12/2021
Projektiviite
101017655-001

Raportin numero

Asiakas
Pohjola Rakennus Oy
Kölitie 2-4, Koskela

17.2.2022; Rev. A, kohta 3.3, lisätty inkuboinnin tulokset

AFRY Finland Oy
Infrapalvelut, Oulu
Elektroniekkatie 13
FI-90590 Oulu
Tel. +358 10 3311
E-mail: etunimi.sukunimi@afry.com
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	2
3.4	Jatkotoimenpiteet	4
3.5	Lähteet.....	5
4	Maasto- ja ympäristöolosuhteet selvitysalueella	5
4.1	Ympäristöolosuhteet	5
4.2	Pohjasuhteet	6
5	Pohjarakennustapa	6
5.1	Tiedot suunnitelluista rakennuksista	6
5.2	Rakennusten ja rakenteiden perustaminen.....	6
5.3	Kevyiden rakenteiden perustaminen	7
5.4	Routasuojaus	8
5.5	Salaojitus	8
5.6	Radon	9
5.7	Piha- ja liikennealueet	9
5.8	Kunnallistekniikka	10
5.9	Kuivatus	10
6	Pohjarakennustyön suoritusohjeet.....	11
6.1	Maarakennus- ja tiivistystyöt, yleistä	11
6.2	Pohjaveden alentaminen	12
7	Liikennetärinän ja runkomelun arviointi	12
7.1	Liikennetärinäriskin arviointi	12
7.2	Runkomeluriskin arviointi	13
8	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
Sulfaattimaanäytteen analyysitulokset	Liite 6

Piirustukset

Pohjatutkimuskartta	1:500	101017655/GEO-1
Pohjatutkimusleikkaus A-A	1:100/1:100	101017655/GEO-2
Pohjatutkimusleikkaus B-B	1:100/1:100	101017655/GEO-3
Pohjatutkimusleikkaus C-C	1:100/1:100	101017655/GEO-4

1 Toimeksianto

Pohjola Rakennus Oy:n toimeksiannosta AFRY Finland Oy on tehnyt Kõlitie 2-4 hankesuunnitteluvaiheeseen liittyvät yleispiirteiset pohjatutkimukset ja perustamistapalausannon, sekä liikennetärinäselvityksen ja sulfaattimaaselvityksen. Kenttätutkimukset on tehty marraskuussa 2021.

Tutkimuskohde sijaitsee Oulussa, Koskelan kaupunginosassa, korttelissa 7, tonteilla 1 ja 2, katuosoitteessa Kõlitie 2 ja 4.

Tutkimukset ohjelmoitiin tilaajan toimittaman viitesuunnitelman perusteella. Tutkimuksen tavoitteena on selvittää rakennuspaikan perustusolosuhteet rakennussuunnittelua, perustussuunnittelua ja rakentamista varten.

Kohteessa tehtiin AFRY Finland Oy:n toimesta myös hulevesiselvitys, josta on tehty erilliset selvitysraportit.

2 Tehdyt pohjatutkimukset

Maastotutkimuksina selvitysalueella on tehty:

- alueen pintavaaitus ja puustokartoitus
- painokairauksia 10 tutkimuspisteessä
- häiriintyneiden maanäytteiden otto 6 tutkimuspisteessä
- pohjavedenpinnan havainto 3 tutkimuspisteessä
- maanäytteiden peruskäsittely 22 kpl
- vesipitoisuus 4 kpl ja rakeisuusmääritykset 4 kpl

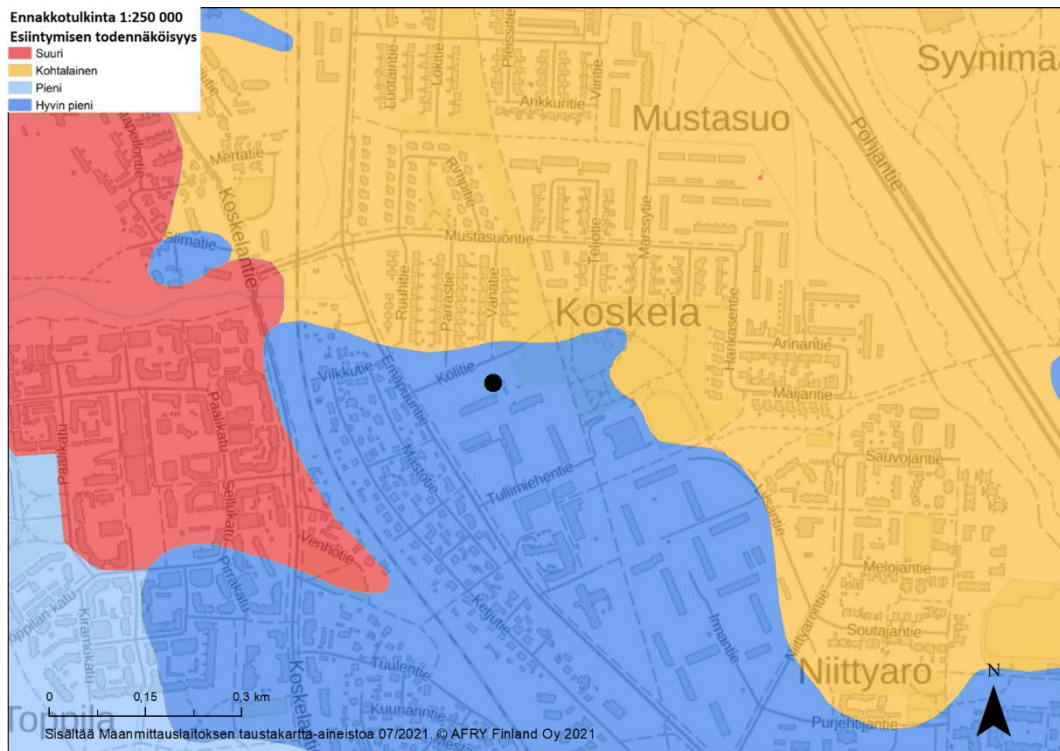
Pohjatutkimuspisteet on sidottu koordinaattijärjestelmään ETRS-GK26. Korkeudet on sidottu korkeusjärjestelmään N2000.

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

3 Sulfaattimaaselvitys

3.1 Yleistä

Kölitien 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. Kölitien sijainti on merkitty mustalla pisteellä. (Geologian tutkimuskeskus 2020).

3.2 Tehdyt tutkimukset

Kölitien alueelta on otettu yhteensä 19 sulfaattimaanäytettä, viidestä näytepisteestä (NP1, NP3, NP5, NP7 ja NP9). Tutkimuspisteen sijainti on esitetty tutkimuskartassa.

Kaikista näytteistä mitattiin alku-pH. Laboratorioon lähetettiin kolme näytettä (NP1/5 m, NP3/3,5 m ja NP5/3,5 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.

Analyysitulokset 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 (NP1/5 m, NP3/3,5 m ja NP5/3,5 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 ₂ SO ₄ /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

** Poussette ym.2008

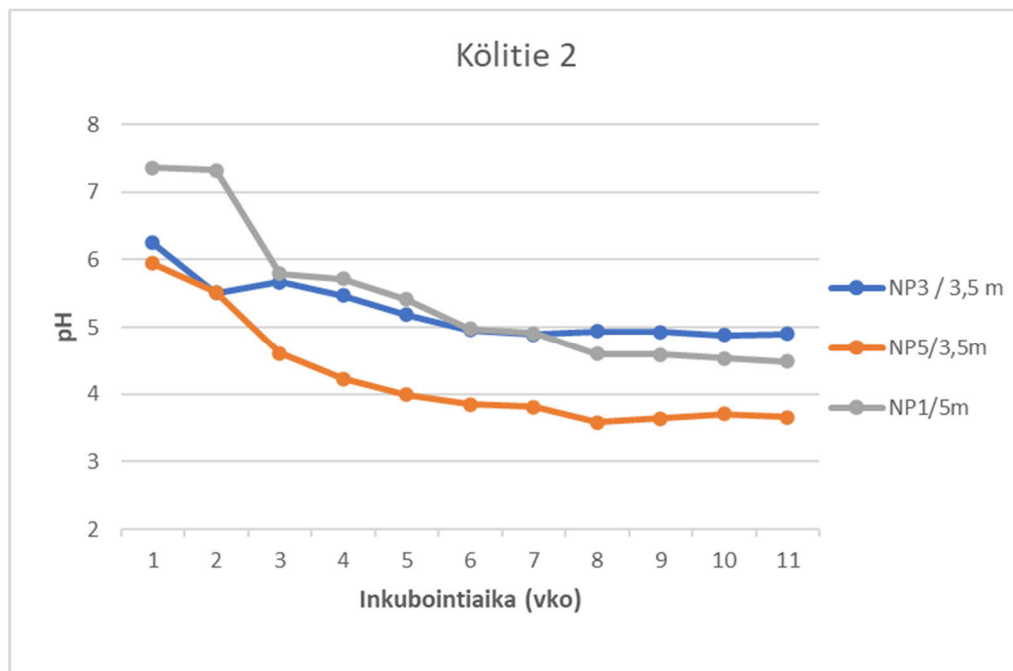
Taulukossa 2 on esitetty näytteiden tulokset. Minkään näytteen kokonaisrikkipitoisuus ei ollut yli 0,2 %, eli maanäytteet eivät sen perusteella aiheuttaisi happamoitumista. Myöskään näytteiden pH:t eivät laskeneet kovin happamaksi NAG-testissä, ja nettohapontuoton määrät jäivät alhaisiksi. Näiden tulosten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

On todennäköistä, että nyt tarkastellut maa-ainekset eivät aiheuta happamuushaittoja.

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

Näyte	Alku pH	NAG pH	NAG (pH 4,5) [kg H ₂ SO ₄ /t]	NAG (pH 7,0) [kg H ₂ SO ₄ /t]	Riikkipitoisuus mg/kg (%)	Sulfaattipitoisuus mg/kg (laskennallinen)	Sähk. joht. mS/m	Hehkutushäviö % ka
NP1/5m	6,7	4,7	0,0	2,6	160 (0,02)	480	3,4	3,6
NP3/3,5m	6,6	4,6	0,0	2,8	230 (0,02)	690	2,7	<0,2
NP5/3,5m	6,2	4,6	0,0	3,3	230 (0,02)	690	1,9	<0,2
NP1/1m	6,8							
NP1/2m	6,6							
NP1/3,5m	6,8							
NP3/1m	6,5							
NP3/2m	6,5							
NP3/5m	6,7							
NP7/2m	6,9							
NP7/3,5m	6,7							
NP7/5m	6,7							
NP9/1m	6,0							
NP9/2m	6,9							
NP9/3,5m	6,8							
NP9/5m	6,7							

Näytteille NP1 (5 m), NP3 (3,5 m) ja NP5 (3,5 m) tehtiin laboratorioanalyysien lisäksi pH-inkubaatio (Kuva 2). Näytteiden annettiin hapettua huoneilmassa 11 viikkoa 22.11.2021 - 11.2.2022 välisenä aikana. Näytteen NP1 (5 m) pH oli inkubaation alussa 7,4, näytteen NP3 (3,5 m) 6,2 ja näytteen NP5 (3,5 m) 5,9. 11 viikon hapettumisen aikana yhden näytteen pH laski selvästi happamaksi. Inkuboinnin jälkeen näytteen NP5 (3,5 m) pH oli 3,7. Näytteiden NP1 (5 m) ja NP3 (3,5 m) pH:t olivat inkuboinnin jälkeen 4,5 ja 4,9. NAG-testien tulosten ja kokonaisrikkipitoisuuden perusteella todettiin, että näytteillä ei todennäköisesti ole hapontuottopotentiaalia. pH-inkubaation tulokset vahvistivat, että näytteitä NP3 (3,5 m) ja NP1 (5 m) ei luokitella potentiaalisesti happamiksi sulfaattimaiksi. pH-inkubaation perusteella näyte NP5 (3,5 m) luokitellaan potentiaalisesti happamaksi sulfaattimaaksi.



Kuva 2 Kölitien sulfaattimaanäytteiden pH:n muutos inkuboinnin aikana.

3.4 Jatkotoimenpiteet

Jos tonttikohthaisten 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 valuntaja ei pääsisi valumaan ympäristöön. Yksinkertaisimmillaan poiskaivettujen sulfidisten massojen hapettuminen voidaan estää läjittämällä maamassat vedellä kyllästyneeseen tilaan, mikäli tällaiseen läjitykseen sopiva kohde on tiedossa. Läjitettyä sulfidi-

sia maita kuivalle maalle tulee sulfidimaat peittää ja eristää, jotta ilmakehän happi ei pääse hapettamaan sulfidia. Tarvittaessa kaivumaat on käsiteltävä esimerkiksi kalkilla. Läjitetessä 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 havainnottava 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

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 asuinalueita. Selvitysalueella on nykyisin kaksi 3-kerroksista asuinrakennusta.

Voimassa olevassa asemakaavassa selvitysalueen molemmat tontit on merkitty asuinkeuhkalojen korttelialueeksi (AK).

Selvitysalueella maanpinta on tasainen, yleisesti tasovälillä +9,6...+13. Alueen eteläreunalla maanpinta nousee paikallisesti tasolle +16. Maanpinta laskee yleisesti pohjoiseen. Puusto on alueella havu- ja lehtipuuta.

Tutkimusaikana (29.11.2021) pohjavesi oli selvitysalueella tasovälillä +9,4...+10,2, eli yleisesti 0,6...2 m syvyydessä maanpinnasta. Sadannasta ja vuodenaikasta riippuen pohjavedenpinta vaihtelee yleensä ±0,3...0,5 m.

4.2 Pohjasuhteet

Maakerrosjako on selvitysalueella yleispiirteissään seuraava:

- pintamaat, asfaltti, humus
- täyttö; murske, hiekka, sisältää paikoin humuista, 1...1,5 m
- tiivis, routiva hiekka ja hiekkamoreeni

Selvitysalueella täyttöjen alla pohjamaa on yleisesti tiiviydeltään tiivistä ja rakeisuudeltaan routivaa hiekkaa ja hiekkamoreenia. Maakerroksen sorapitoisuus ($\# > 2,0$ mm) on tutkimusten mukaan 5...30 paino-%, ja hienoainepitoisuus ($\# < 0,06$ mm) 10...25 paino-%. Kerrostumasta otettujen näytteiden vesipitoisuus on tehtyjen tutkimusten mukaan 11...23 paino-% (näytteessä olevan veden massan suhde kuivan maa-aineksen massaan).

Rakeisuuden perusteella arvioituna pohjamaan vedenläpäisevyyden suuruusluokka on $k = 1...10 \times 10^{-6}$ m/s, eli pohjamaa on kohtuullisen hyvin vettä läpäisevää.

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 3,3...6,2 m maanpinnasta. Häiriintyneiden maanäytteiden otto on ulottunut 2,5...5 m määräsyvyyteen maanpinnasta.

5 Pohjarakennustapa

5.1 Tiedot suunnitelluista rakennuksista

Selvitysalueelle on suunnitteilla kaavoittaa / rakentaa 4- ja 6-kerroksiset asuinrakennukset.

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

Selvitysalueelle suunniteltujen rakennusten runko ja alapohja voidaan perustaa maanvaraisesti. Rakennusten alueelta poistetaan pinnan kasvukerros kaikki vanhat täyttömaat.

Maanvaraisessa perustamisessa rakennusten anturaperustukset voidaan suunnitella käyttörajatilassa $p_{sall} = 250$ kN/m² sallitulle pohjapaineelle anturan toimivalla osalla, kun perustussyvyys on vähintään 0,8 m alapohjasta / lattiatasosta / ympäröivästä maanpinnasta mitattuna.

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 veden nousun katkaisevana salaojituserroksena.

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

Euronormien mukaisessa kantokestävyyden laskennassa voidaan pohjamaalle (tiivis hiekka ja hiekkamoreeni) perustamistasossa käyttää seuraavia maaparametreja:

- | | |
|--|-------------------------------|
| – kitkakulma | $\phi = 36^\circ$ |
| – 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 | $E_d = 35 \text{ MN/m}^2$ |

Alapohja voidaan tehdä maanvaraisena rakenteena tai tuulettavana kantavana rakenteena.

Maanpäällisissä tiloissa maanvaraisen alapohjan lämmöneristeen alle tehdään vähintään 0,3 m paksu kapillaarisen vedennousun katkaiseva salaojituskerros. Salaojituskerros voidaan tehdä vaihtoehtoisesti myös yhtenäisenä maanvaraiseen perustustasoon, jolloin sen päälle asennetaan suodatinkangas KL N3.

Maanalaisissa tiloissa maanvaraisen alapohjan lämmöneristeen alle tehtävän kapillaarisen vedennousun katkaiseva salaojituskerros tulee olla vähintään 0,4 m paksu. Maanalaisissa tiloissa ulko- ja maanpainesieniä vasten tehtävä salaojituskerroksen paksuuden tulee olla vähintään 0,3 m.

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

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

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

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

Täyttöjen tiivistys, ks. kohta 6.1, taulukko 3.

5.3 Kevyiden rakenteiden perustaminen

Siirtymäkiilarakenteet, ks. liite 4.

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

Anturaperustukset suunnitellaan 100 kN/m^2 sallitulle pohjapaineelle. Perustussyvyys tulee olla vähintään 0,5 m. Perustusten alle tehdään vähintään 0,3 m paksu kapillaarisen vedennousun 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 0,4 m. Täytöt ja tiivistys, ks. kohta 6.1, taulukko 3.

5.4 Routasuojaus

Luonnonmaakerrokset selvitysalueella ovat routasyvytydessä rakeisuuden perusteella routivaa hiekkaa ja hiekkamoreenia.

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. 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 perustetaan em. roudattoman syvyyden yläpuolelle, rakenteet routaeristään tai perustuksen alapuolelle tehdään routimaton massanvaihto roudattomaan syvyyteen. Massanvaihdon tulee ulottua roudattomassa syvytydessä vähintään anturan reunasta kaltevuudella 1:1 mitattavan alueen reunaan. Mahdollisen routaeristykseen 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 jäätyämään ja routimaan rakennusaikana.

5.5 Salaojitus

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

Tutkimusaikana (29.11.2021) pohjavesi oli selvitysalueella tasovälillä +9,4...+10,2, eli yleisesti 0,6...2 m syvyydessä maanpinnasta.

Perustusten ja 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 ympärystäyttö salaojasorasta, jonka ympärille asennetaan suodatinkangas, käyttöluokka N2. Salaojitussoran tai sepelin tulee täyttää julkaisun RIL 126-2020 "Rakennuspohjan ja tonttialueen kuivatus" kuvan 5.5a rakaisuohjealueen, ks. liite 5.

5.6 Radon

Säteilyturvakeskuksen radontutkimusten perusteella Oulun alueella radonpitoisuus alittaa asunnoissa enimmäispitoisuuden (200 Bq/m³) säännönmukaisesti.

Suunnittelussa ja rakentamisessa on kuitenkin suositeltavaa tehdä ainakin paksujen kerkeiden alustäyttöjen yhteydessä alapohjan liittyvät rakenteet (perusmuuri, lattia, läpiviennit) ilmatiiviiksi (RT 81-10791, Rakennustieto Oy), tiivistyskaista, ks. kohta 5.2.

5.7 Piha- ja liikennealueet

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

Liikennealueen tavoitekantavuutena voidaan käyttää Oulun kaupungin katurakenteiden suunnitteluohjeen katuluokan 5 mukaista 170 MN/m² kantavuutta päällysteen päältä ja kantavuutta 135 MN/m² kantavan kerroksen päältä.

Pohjamaa on selvitysalueella siirtymäkiilasyvyyteen asti routivaa hiekkaa. Ohjeen "Routasuojaus – rakennukset ja infrarakenteet RIL 261-2013" hiekkamoreenin kelpoisuusluokka on H3, jolloin routaturpoama $t=12\%$ (märkä) ja E-moduuli 20 MN/m².

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 pysäköinti- ja liikennealueiden rakennekerroksina voidaan käyttää kantavuuden ja laatuluokan 2 sallitun routanousun (100 mm) perusteella seuraavia:

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

Em. kerrospaksuudella päällysrakenteen laskennallinen routanousu on suuruusluokkaa 100 mm. Laskennassa pohjamaan routaturpoama $t=0,12$ ja siirtymäkiilasyvyys on 1,9 m.

Laatuluokan 1 sallitun routanousun perusteella (50 mm) uusien pysäköinti- ja liikennealueiden rakennekerroksina voidaan käyttää seuraavia:

- | | |
|---|------------|
| – kulutuskerros, AB16 / kiveys (80 mm) | 50 mm |
| – profiointikerros, murske # 0..16 mm | 50 mm |
| – kantava kerros, murske # 0..55/64 mm | 400 mm |
| – suodatinkerros, routimaton keski-/karkea hiekka | 1 000 mm |
| yht. | > 1 500 mm |

Vaihtoehtoisesti piha- ja liikennealuerakenteet voidaan tehdä routaeristettyinä rakenteina, jolloin suodatinkerros voidaan tehdä ohuempana. Eristeenä voidaan käyttää mm. masuunikuonaa, vaahtolasimurskettä tai levyeristettä (XPS). Eristeiden alle tehdään vähintään 0,3 m paksu pohjaveden kapillaarisen nousun katkaiseva täyttö karkeasta hiekasta tms., jonka kapillaarinen nousukorkeus on pienempi kuin 0,3 m.

Katosten ja liikennealueiden liittymään, sisäänkäyntien ja rumpujen kohdille, yms. paikkoihin, missä voi esiintyä epätasaista 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 2010 osa 1 Väylät ja alueet sekä RIL 132-2000 "Talonrakennuksen 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. Putkijohtojen ja rumpujen alle tehdään putken koosta riippuen asennusalueelta hiekasta $h=0,15$ m ja murskearina $h=0,3$ m, kun putken $\varnothing < 500$ 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 murskearinaan 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 putkijohtojen vierelle ja kaivojen ympärille tehdään 1:5 siirtymäkiilaus routimattomasta hiekasta siirtymäkiilasyvyydestä 1,9 m alkaen, ks. liite 3.

Putkijohtojen alkutäyttö tehdään putken toimittajan ohjeen mukaan. Liikennealueilla putkijohtokaivantojen lopputäyttö rakennekerrosten alapintaan saakka tehdään kaivetulla hiekalla / hiekkamoreenilla, mikäli sen tiivistäminen onnistuu. Putkikaivannot täytetään ja tiivistetään kerroksittain, $h=0,3 \dots 0,4$ m.

Talvityönä täyttöjä tehtäessä on varauduttava jälkipainumien korjaamiseen seuraavan kesäkauden jälkeen.

5.9 Kuivatus

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 %.

Rakennusalueen kuivatus ja pihan tasoitus suunnitellaan erikseen.

6 Pohjarakennustyön suoritusohjeet

6.1 Maarakennus- ja tiivistystyöt, yleistä

Kaikki humukset ja hienorakeiset maa-ainekset, mahdolliset 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 esitetyistä materiaaleista. Muut erittelemättömät täytöt ja rakennekerrokset tehdään julkaisussa RIL 132 - 2000 "Talorakennuksen maarakenteet – yleinen rakennus selvitys ja laatuvaatimukset" esitetyt laatuvaatimukset täyttävistä materiaaleista, ja tiivistetään tiiviyoluokkaan 1. Liikennealueiden osalta noudatetaan lisäksi Infra rakentamisen yleiset laatuvaatimukset InfraRYL 2010 annettuja ohjeita.

Taulukko 3. Eri täyttökohteiden ohjeelliset tiiviyoluokkat ja kantavuusvaatimukset.

Kohde	Tiivistysluokka	Tiiviyoluokka 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, tasauskerros ja ympärystäyttö	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
Kulutuserros	1	≥ 92	-	-
Puisto-, maisema- yms. täytöt	3 ja 4	-	-	-

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

Täytöt tiivistetään kerroksittain vähintään taulukon 3 mukaisiin tiiviyoluokkiin tai kantavuusarvoihin, ellei suunnitelmissa ole muuta esitettyä.

Täyttöjen saavutettua tiiviyoluokkaa kontrolloidaan seuraavasti:

- maanvaraisten perustusten alustäyttö, tiiviyoluokkaa vähintään 1 tiiviyoluokkaa / 200 rakennus-m², kun rakennusalue < 3000 m², muulloin 1 tiiviyoluokkaa / 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, jätää, juurakoita tms. Talvityönä täyttöjä tehtäessä tulee materiaalin olla mahdollisimman kuivaa (vesipitoisuus alle 3 %) ja tiivistettävää kerrospaksuutta on ohennettava 30...50 % vaadittujen tiiveysasteiden saavuttamiseksi. Massanvaihdotyötä ei saa tehdä talvityönä.

6.2 Pohjaveden alentaminen

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

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.

7 Liikennetärinän ja runkomelun arviointi

7.1 Liikennetärinäriskin arviointi

Olemassa olevien väylien varrella kaavoitettaessa (uudet rakennukset) ja alueilla, joissa ympäristövaikutukset muuttuvat (uudet väylät) suositellaan käytettäväksi värähtelyluokan C mukaisia raja-arvoja. Tärinän raja-arvo on tällöin tehollisarvona $v_{w,95} < 0,3$ mm/s, joka vastaa tärinän huippuarvona noin 1 mm/s. Kokemuseräisesti värähtelyluokassa C tutkimusten mukaan 7...8 % asukkaista pitää häiriötä erittäin häiritsevänä ja noin 15 % voidaan olettaa valittavan häiriöstä.

Julkaisussa *Ohjeita liikennetärinän arviointiin* (VTT tiedotteita 2569, Espoo 2011) on esitetty kolme eritasoista menetelmää liikennetärinän arviointia varten.

Ensimmäinen arviointitaso perustuu varoetäisyyksien käyttöön ja tarkempi tarkastelu ei ole tarpeen, mikäli rakennus on riittävän kaukana tärinää aiheuttavasta lähteestä (rata, katu, tie).

Taulukko 2. Arvio etäisyydestä, jota kauempaa tarkempi liikennetärinän tarkastelu ei ole tarpeellinen, kun väylän perustamistapa on maanvarainen.

Etäisyys väylästä	Liikennetyyppi yöaikaan	Pehmein maalaji väylän alla
500 m	Tavarajunaliikenne (3 500 m, 90 km/h)	Pehmeä maa
200 m	Pikajunaliikenne (140 km/h)	Pehmeä maa
100 m	Metro- ja sähkömoottorijunat (80 km/h)	Pehmeä maa
100 m	Raskas maantieliikenne (100 km/h, sileä)	Pehmeä maa
100 m	Hidastetöyssyt, raskas liikenne (40 km/h)	Pehmeä maa
50 m	Raskas katuliikenne (40 km/h, sileä)	Pehmeä maa
100 m	Tavara- ja pikajunat	Kova maa
15 m	Raskas maantie- ja katuliikenne (ml. töyssyt)	Kova maa

Pohjamaa on tiivistä hiekkaa ja moreenia ("kova maa"), jolloin tarvittava turvaetäisyys on 100 m.

Oulu-Laurilla -rata sijaitsee noin 200...300 m etäisyydellä Kōlittie 2-4 kohteista. Tällöin vaadittava turvaetäisyys täyttyy eikä tarkempi tarkastelu ole tarpeen.

Rakennusten etäisyys Emäpuuntiestä (katu) on noin 50 m ja myös katuliikenteen tärinäris-kin kannalta turvaetäisyysvaatimus täyttyy. Kōlittie (katu) on "umpikatu", jolloin nopeudet ovat pieniä, katuliikennetärinän riski on pieni ja lisäksi rakennus sijaitsee pääosin yli 15 m etäisyydellä kadusta. Tällöin Kōlittienkin osalta liikennetärinärisriskiä ei ohjeiden mukaan esiinny.

7.2 Runkomeluriskin arviointi

Ns. maaliikenteen aiheuttama runkomelu (maaperäinen runkomelu) on ympäristömelun ja liikennetärinän kaltainen haitta, joka täytyy ottaa huomioon rakennusten suunnittelussa liikenneväylien läheisyydessä. Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointia on käsitelty tiedotteessa *Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi* (VTT tiedotteita 2468, Espoo 2009).

Maapohjan kautta rakennuksen perustuksiin ja edelleen runkorakenteisiin ja huonetilojen seinä-, välipohja- ja ylärakenteisiin välittyvä värähtely voi synnyttää huonetilojen pinnoista äänen säteilyä, joka etenee huoneilmassa paineaaltoina ja joka aistitaan äänenä. Runkoääni voidaan kokea haitalliseksi ja häiritseväksi kuten muukin ympäristömelu. Runkoääntä tarkastellaankin asuntojen terveys- ja viihtyvyysongelmana. Yllä mainitun ohjeen suositusten mukaan avorataosuudella syntyvä runkoääni saa tuottaa asuintilassa hetkellisesti enintään 30 desibelin äänenpainetason, kun runkomelu ei saa häiritä nukkumista ja enintään 35 desibelin äänenpainetason, kun runkomelu ei saa häiritä työskentelyä.

Runkomeluun liittyvä värähtely on voimakkuudeltaan niin pientä, että sitä ei voi havaita rakennuksen tärinäna eikä se aiheuta vaaraa rakenteille. Maaperäinen runkoääni kuuluu pienitaajuusena kumuna kuten ukkosen aiheuttama jylinä ja voi häiritä etenkin yöunta.

Em. julkaisun mukaan maaliikenteessä aiheutuva runkomelu esiintyy yleensä taajuusalueella 16-250 Hz ja melun kannalta merkittävimmät taajuudet ovat tyypillisesti alle 100 Hz. Kokemusten mukaan runkomeluhaitta on yleensä suurin, kun sekä väylän että rakennuksen perustukset ulottuvat suoraan peruskallioon tai kovaan kitkamaahan. Runkomelu aiheuttaa siten eniten häiriötä kallionvaraan tai kalliotunneleihin rakennettujen ratojen ympäristössä.

Julkaisussa *Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi* (VTT tiedotteita 2468, Espoo 2009) on esitetty kolme eritasoista menetelmää runkomelun arviointia varten.

Ensimmäinen arviointitaso perustuu varoetäisyyksien käyttöön ja tarkempi tarkastelu ei ole tarpeen, mikäli rakennus on riittävän kaukana tärinää aiheuttavasta lähteestä (rata, katu, tie).

Taulukossa 3 on esitetty ohjeen *Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi* (VTT tiedotteita 2468, Espoo 2009) mukaan väylän ja rakennuksen välinen etäisyys, jota kauempana väylästä tarkempi värähtelytarkastelu ei yleensä ole tarpeen.

Kölite 2-4 tapauksessa junaliikenteen varoetäisyydeksi saadaan 160 m (kova maa, 35 dB, tavarajuna 100 km/h) ja katuliikenteen varoetäisyydeksi 5 m (kova maa, pintaväylä, 35 dB, tieliikenne 50 km/h).

Tämän perusteella turvaetäisyys Kōlitie 2-4 kerrostaloilla on riittävä turvaetäisyys eikä häiritsevän voimakasta runkomelua esiinny.

Taulukko 3. Etäisyys, jota kauempana väylästä tarkempi runkomelutarkastelu ei ole tarpeen /ohje Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi (VTT tiedotteita 2468, Espoo 2009)/.

Liikennetyyppi	Maapohja, väylän sijainti ja runkomelutason raja			
	pehmeä maa, pintaväylä, 35 dB	kova maa, pintaväylä, 35 dB	kallio, tunneli, 30 dB	kallio, pintaväylä, 35 dB
Tieliikenne, 50 km/h	< 5 m	< 5 m	< 5 m	< 5 m
Tieliikenne, 100 km/h	< 5 m	< 5 m	< 5 m	5 m
Raitiovaunu, 40 km/h	< 5 m	15 m	50 m	120 m
Metro tai lähijuna, 80 km/h	< 5 m	30 m	90 m	160 m
Lähijuna, 160 km/h	10 m	60 m	130 m	200 m
Sähkömoottorijuna, 220 km/h	15 m	70 m	150 m	>200 m
IC-juna, 160 km/h	40 m	130 m	200 m	>200 m
Tavarajuna, 100 km/h	60 m	160 m	>200 m	>200 m

8 Jatkotoimet

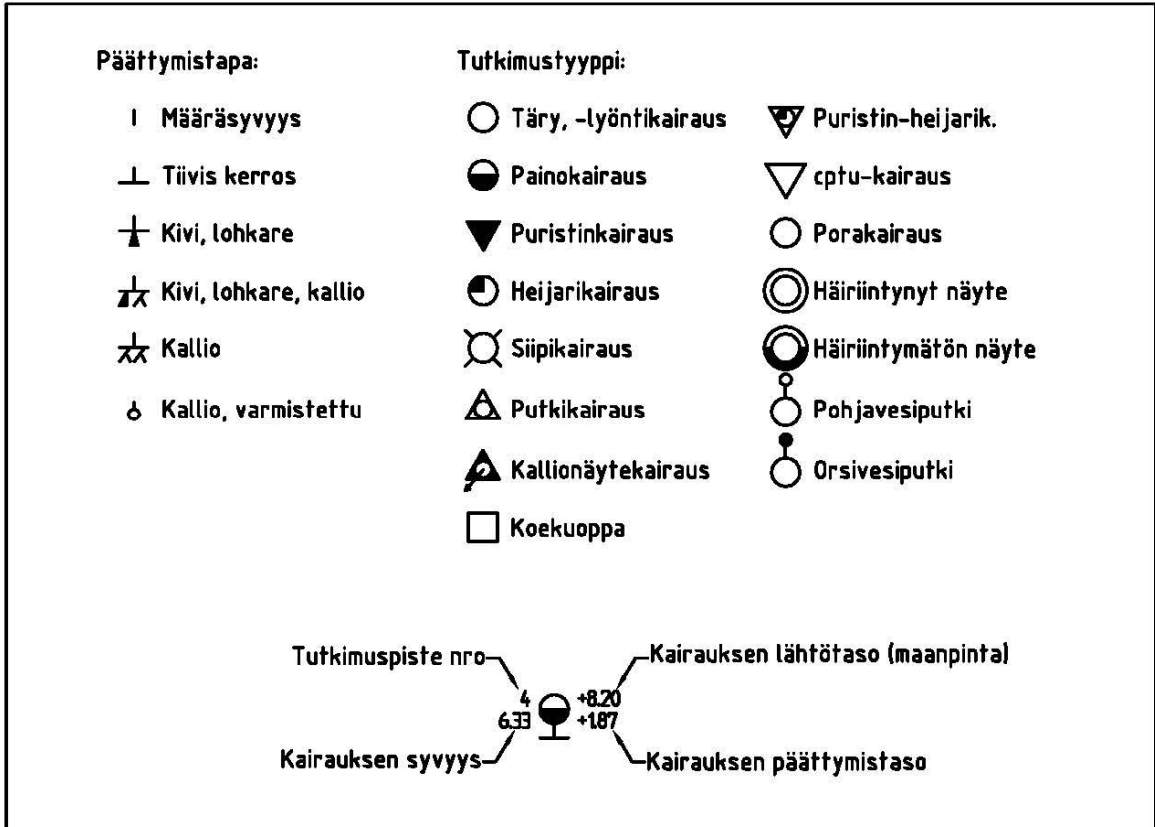
Tämä asiakirja tarkistetaan ja tehdään täydentävät pohjatutkimukset sen jälkeen, kun rakennuksen lopullinen laajuus, korkeusasema ja perustusten paikat sekä kuormat ovat varmistuneet.

Mahdollisten pohjaveden alapuolisten putkijohtokaivantojen, yms. rakennustyönaikainen pohjaveden alentaminen tulee suunnitella erikseen, koska pohjamaa häiriintyy ja pehmenee herkästi märkänä kaivuista ja työnaikaisesta tärinästä.

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

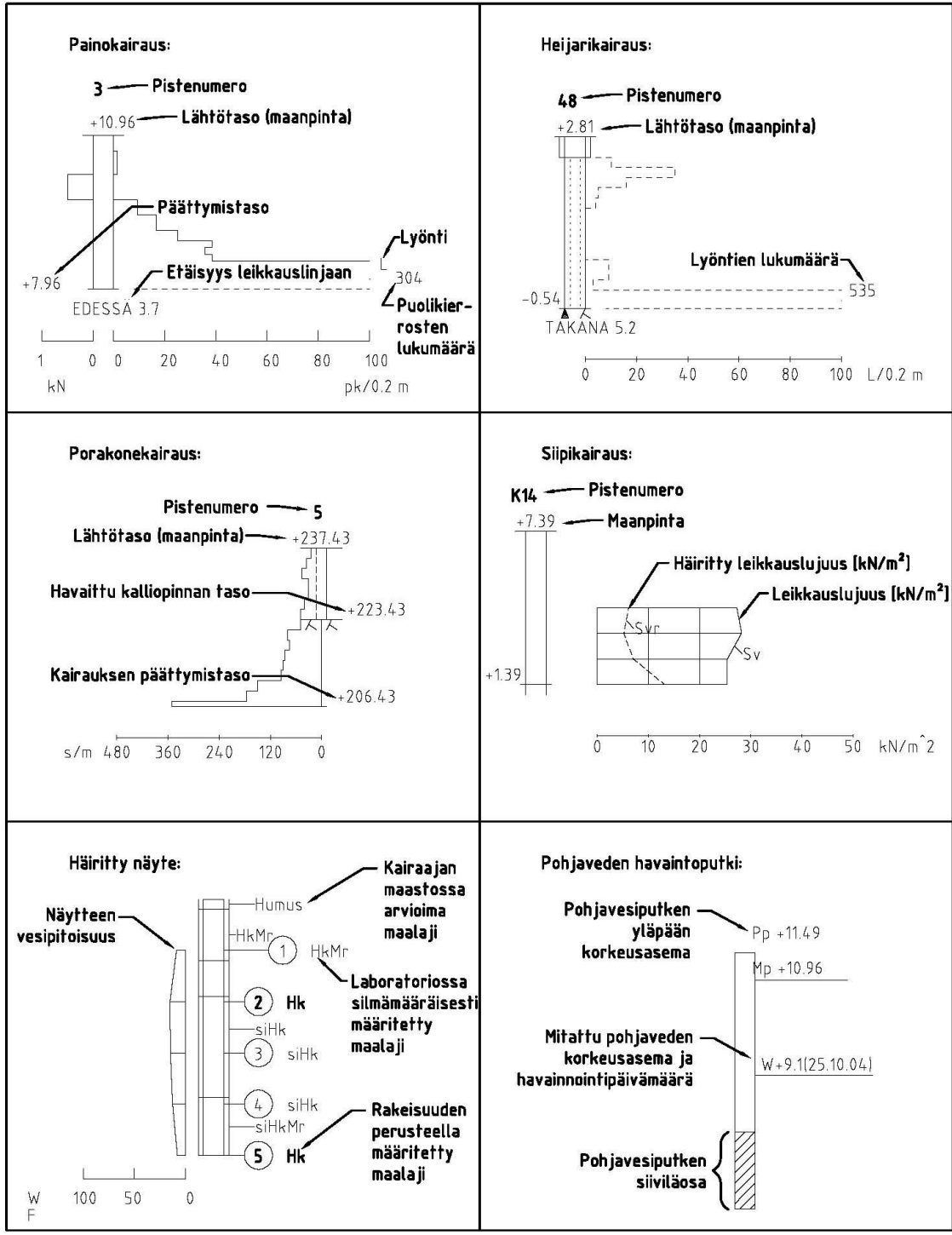
POHJATUTKIMUSMERKINNÄT

POHJATUTKIMUSKARTTA

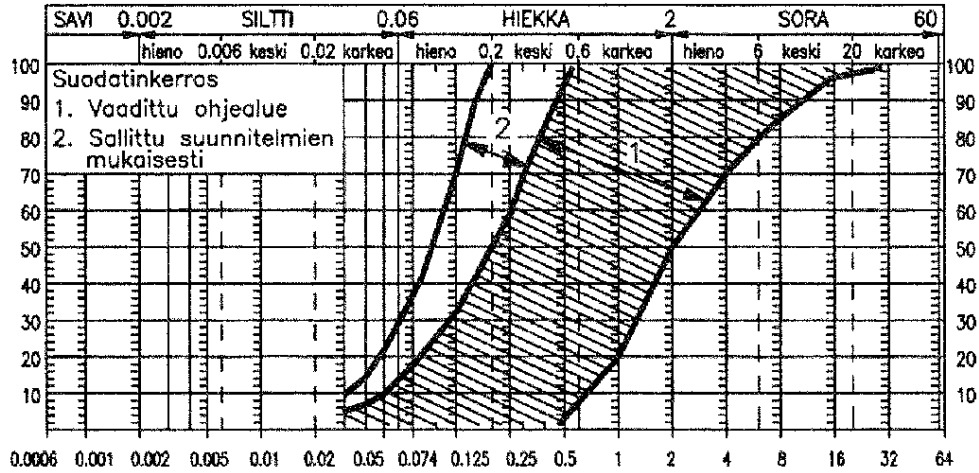




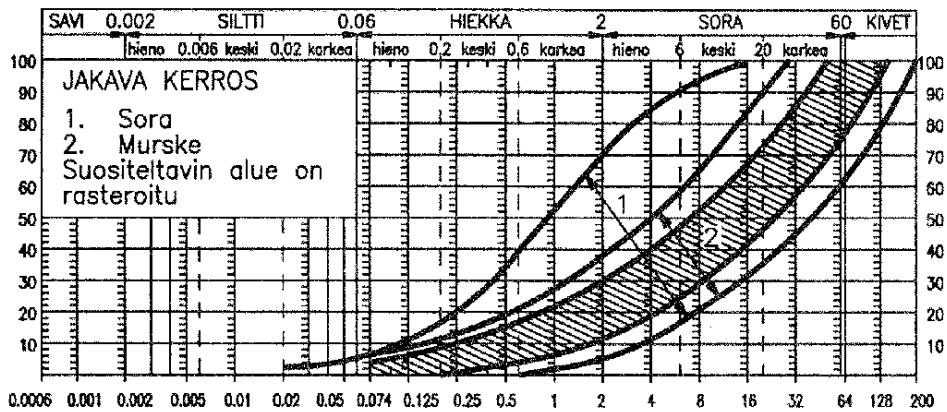
POHJATUTKIMUSLEIKKAUS



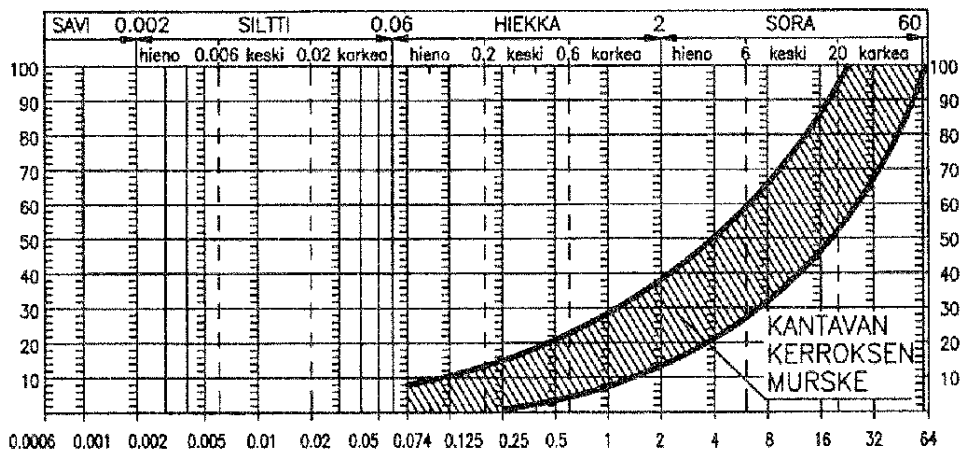
PIHA- JA LIIKENNEALUEEN PÄÄLLYSRAKENNEKERROSTEN KIVIAINESTEN RAKEISUUDEN OHJEALUEET



Kuva 1 Suodatinkerroksen rakeisuuden ohjealue



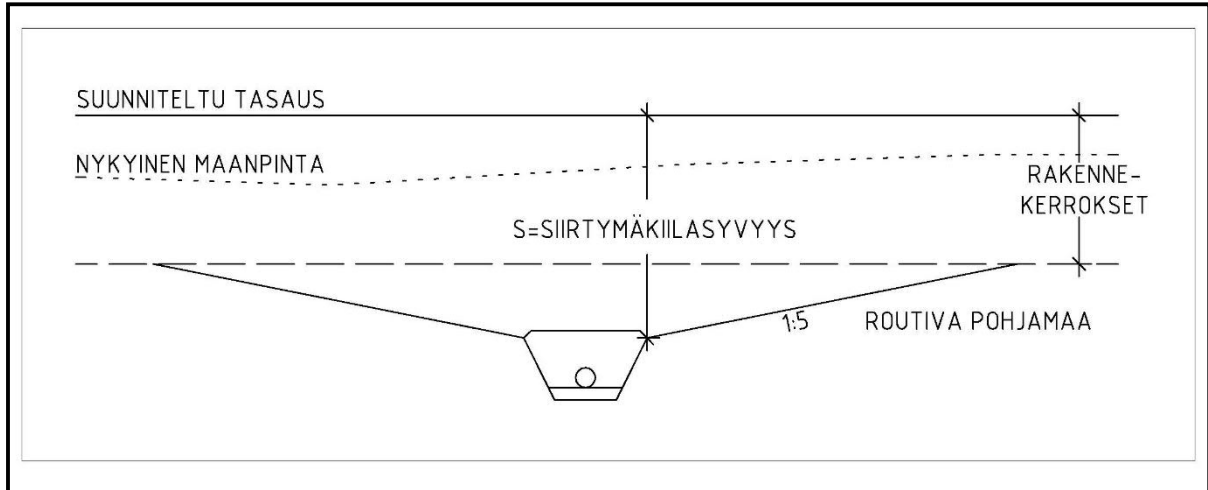
Kuva 2 Jakavan kerroksen rakeisuuden ohjealue



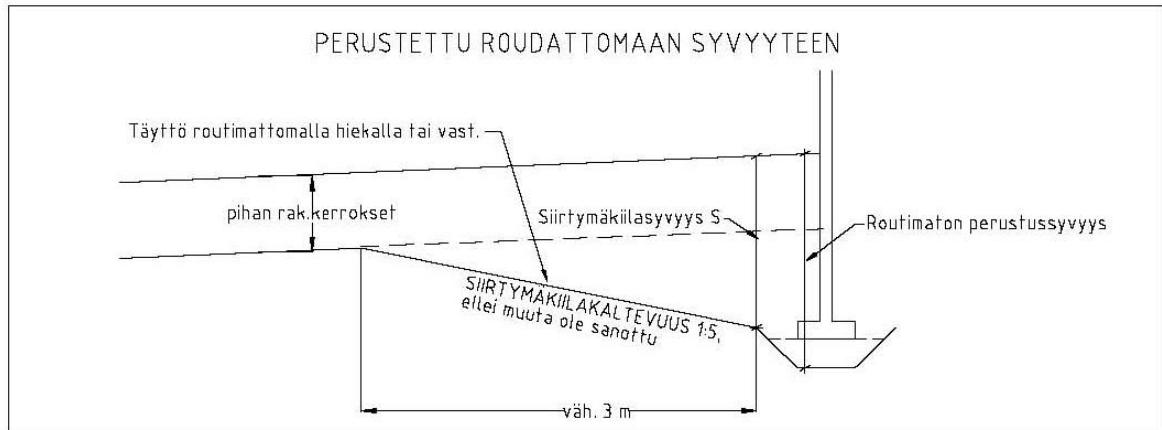
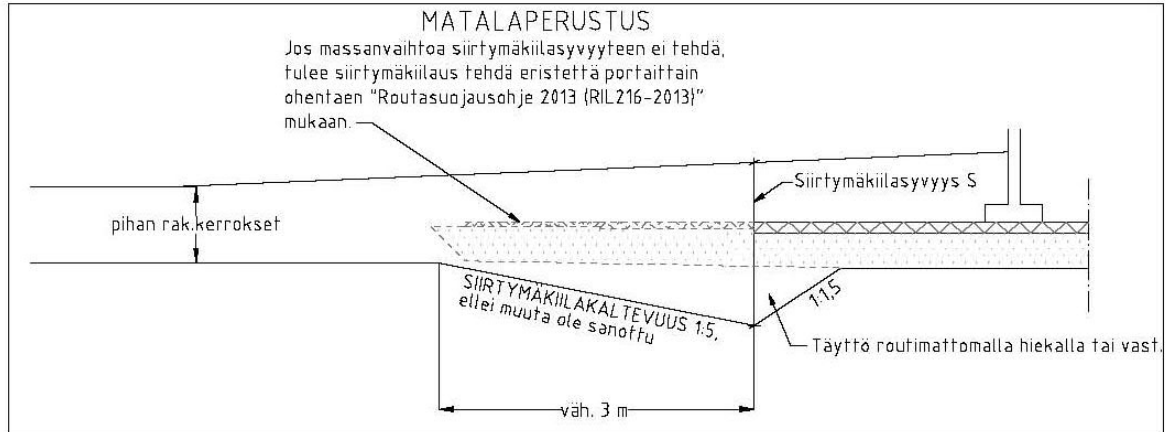
Kuva 3 Kantavan kerroksen rakeisuuden ohjealue



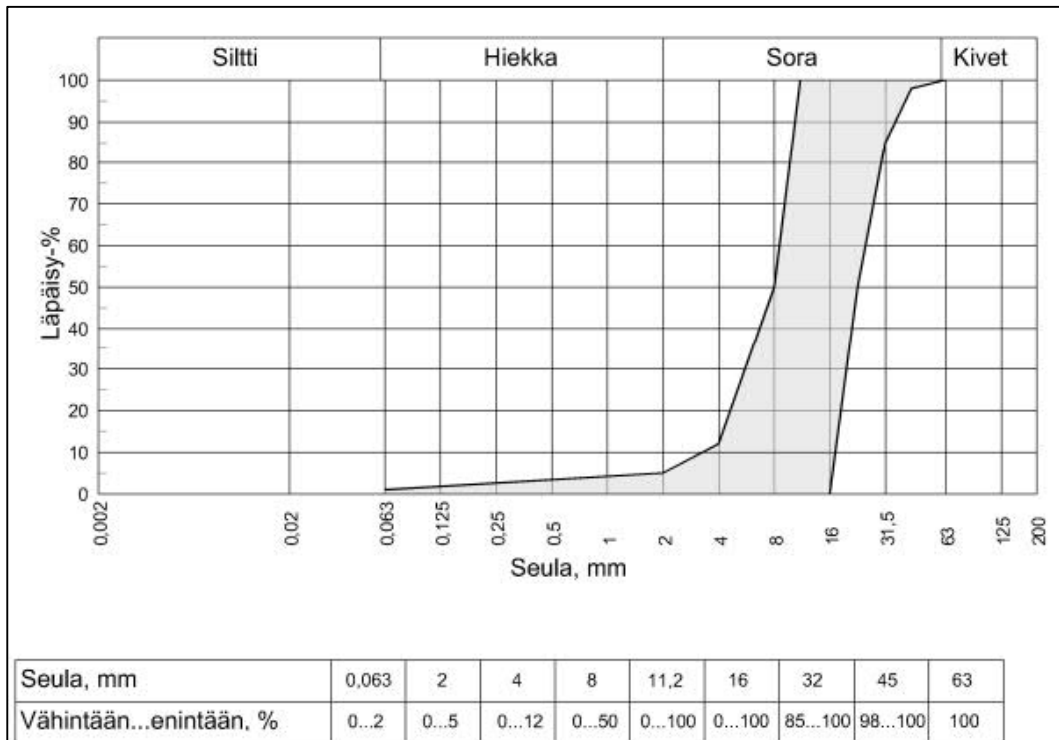
PUTKIKAIVANNON SIIRTYMÄKIILAT



KYLMÄN RAKENNUKSEN SIIRTYMÄKIILAUUS



SALAOJASORAN OHJEALUEET/RIL 126-2020, kohta 5.3



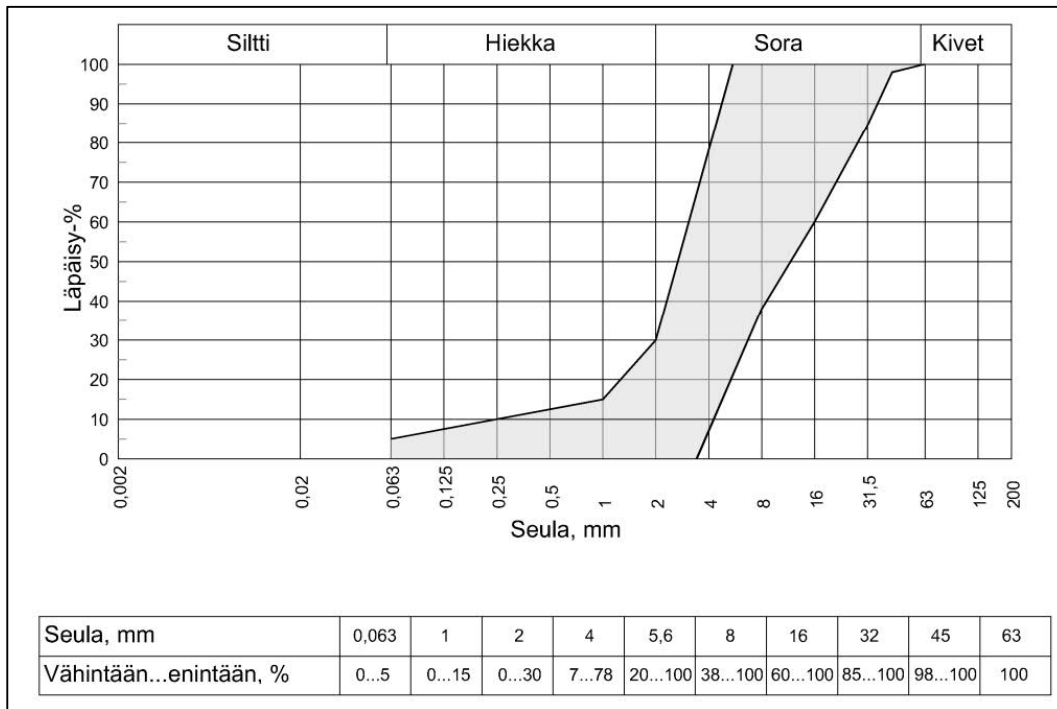
Kuva 5.5a. Salaojituskerroksen rakeisuusvaatimukset, RIL1a (RIL126-2020).

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 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 EUFI05-00011556
 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

Kõlitie, Potentiaalinen hapan sulfattimaa, maanäytteen NAG-testi, kokonaisriikki, sähkönjohtavuus ja humuspitoisuus

Näytenumero	693-2021-00033806	693-2021-00033807	693-2021-00033808
Näytteen nimi	NP3 / 3,5 m	NP5 / 3,5m	NP1 / 5m
Näytteen kuvaus	MAAPERÄ	MAAPERÄ	MAAPERÄ
Matriisi	MAAPERÄ	MAAPERÄ	MAAPERÄ
Näytteenottopäivä	25.11.2021	25.11.2021	25.11.2021
Vastaanottopäivä	26.11.2021	26.11.2021	26.11.2021
Analysointi aloitettu	26.11.2021	26.11.2021	26.11.2021
Näytteenottaja	Asiakas / AFRY Finland Oy	Asiakas / AFRY Finland Oy	Asiakas / AFRY Finland Oy

Analyysit	Testikoodi	Yksikkö	Tulokset	Tulokset	Tulokset
Fysikaalis-kemialliset tutkimukset					
Hehkutushäviö (550 °C)YBC11		% ka	<0,2	<0,2	3,6
Sähkönjohtavuus	YBC02	mS/m	2,7	1,9	3,4
pH (NAG)	YBC29		4,6	4,6	4,7
NAG (pH 7.0)	YBC29	Kg H2SO4/ton ni	2,8	3,3	2,6
NAG (pH 4.5)	YBC29	Kg H2SO4/ton ni	0,0	0,0	0,0
Alkuaineanalyysit					
Rikki (S)	YB0DS	mg/kg ka	230	230	160
Mikroaaltohajotus	YBE30		tehty	tehty	tehty
Erikoisanalyysi					
Erikoisanalyysi	YBXXX		tehty	tehty	tehty

*Menetelmä on akkreditoitu.

Kommentti

pH-arvot ennen NAG-keittoa:

33806: 3,8

33807: 4,0

33808: 4,0



ALLEKIRJOITUS

21.12.2021



Tomi Nevanperä Kemisti

TomiNevanpera@eurofins.fi

Tutkimustodistus on sähköisesti hyväksytty.



Menetelmätiedot

Testikoodi	Parametrin nimi	Menetelmän mittausepävarmuus	Menetelmän määrittäjä	Akkreditoitu	Menetelmä	Laboratorio
Fysikaalis-kemialliset tutkimukset						
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
Alkuaineanalyysit						
YB0DS	Rikki (S)	<250:±35mg/kgka >250:±14%	50	Ei	SFS-EN ISO 11885:2009; EPA 3051A	YB
YBE30	Mikroaaltohajotus			Ei	EPA 3051A	YB
Erikoisanalyysi						
YBXXX	Erikoisanalyysi			Ei		YB

Laboratorio

YB Eurofins Ahma - Oulu

Huomautukset

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