

Kempeleen kunta

Komeetantie ympäristö

Rakennettavuusselvitys, sulfaattimaaselvitys

101027482-001



AFRY  
AF PÖYRY



## Rakennettavuusselvitys, sulfaattimaaselvitys

Yhteyshenkilö  
Jussi Keränen  
Puhelin  
044 468 8052  
Sähköposti  
jussi.keranen@afry.com

Pvm.  
20/12/2024  
Projektiviite  
101027482-001

Raportin numero

Asiakas  
Kempeleen kunta

Komeetantie ympäristö

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)

Jussi Keränen  
DI, projekti-insinööri

Anu Kivistö-Rahnasto  
FM, ympäristöasiantuntija

Heikki Hekkala  
DI, osastopäällikkö

## Sisältö

1	Toimeksianto .....	1
2	Tehdyt pohjatutkimukset .....	1
3	Sulfaattimaaselvitys .....	2
3.1	Yleistä .....	2
3.2	Tehdyt tutkimukset .....	3
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 .....	8
6	POHJARAKENTAMISEN YLEISOHJEET .....	10
6.1	Rakennusten perustaminen .....	10
6.2	Esikuormitus .....	10
6.3	Paalutus .....	10
6.4	Routasuojaus .....	10
6.5	Massanvaihto .....	11
6.6	Salaojitus .....	11
6.7	Radon .....	11
6.8	Piha- ja liikennealueet .....	11
6.9	Putkijohdot .....	12
6.10	Kuivatus .....	12
7	JATKOTOIMET .....	13
7.1	Rakennettavuus .....	13
7.2	Sulfaattimaaselvitys .....	13

## 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	101027482-001/GEO-1
Pohjatutkimusleikkaus A-A	1:500/1:100	101027482-001/GEO-2
Pohjatutkimusleikkaus B-B	1:500/1:100	101027482-001/GEO-3
Pohjatutkimusleikkaus C-C	1:500/1:100	101027482-001/GEO-4
Pohjatutkimusleikkaus D-D	1:500/1:100	101027482-001/GEO-5
Pohjatutkimusleikkaus E-E	1:500/1:100	101027482-001/GEO-6
Pohjatutkimusleikkaus F-F	1:500/1:100	101027482-001/GEO-7
Pohjatutkimusleikkaus G-G	1:500/1:100	101027482-001/GEO-8

## 1 Toimeksianto

Kempeleen kunnan toimeksiannosta AFRY Finland Oy on tehnyt Komeetantien teollisuusalueen laajennuksen asemakaavoitukseen liittyvät rakennettavuusselvityksen ja sulfaattimaaselvityksen. Selvityksiin liittyvät kenttätutkimukset on tehnyt AFRY Finland Oy lokakuussa 2024.

Tutkimusten tavoitteena on selvittää alueen pohjaolosuhteet ja alueen soveltuvuus rakentamiseen, sekä antaa yleispiirteiset perustamistapaesitykset erityyppisille rakenteille ja rakennuksille.

## 2 Tehdyt pohjatutkimukset

PSV-Maa ja Vesi Oy on tehnyt alueelle tutkimuksia ja rakennettavuusselvityksen vuonna 2004. Ko. selvitys kattaa suurimman osan Komeetantien ympäristön selvitysalueesta.

Uusina maastotutkimuksina selvitysalueella on tehty:

- painokairauksia 7 tutkimuspisteessä
- häiriintyneiden maanäytteiden otto 5 tutkimuspisteessä
- sulfaattimaanäytteiden otto 4 tutkimuspisteestä
- pohjavedenpinnan havainto 5 tutkimuspisteessä
- vesipitoisuus 4 kpl ja rakeisuusmääritykset 4 kpl

Tutkimuskartalla ja tutkimusleikkauksissa on esitetty myös selvitysalueella ja alueen ympäristössä aikaisemmin tehtyjä pohjatutkimuksia. Selvitysalueen itäpuolella kulkee junarata Kempele-Oulu, jonka kohdalle tehdyt pohjatutkimukset on esitetty tutkimuskartalla ja tutkimusleikkauksissa.

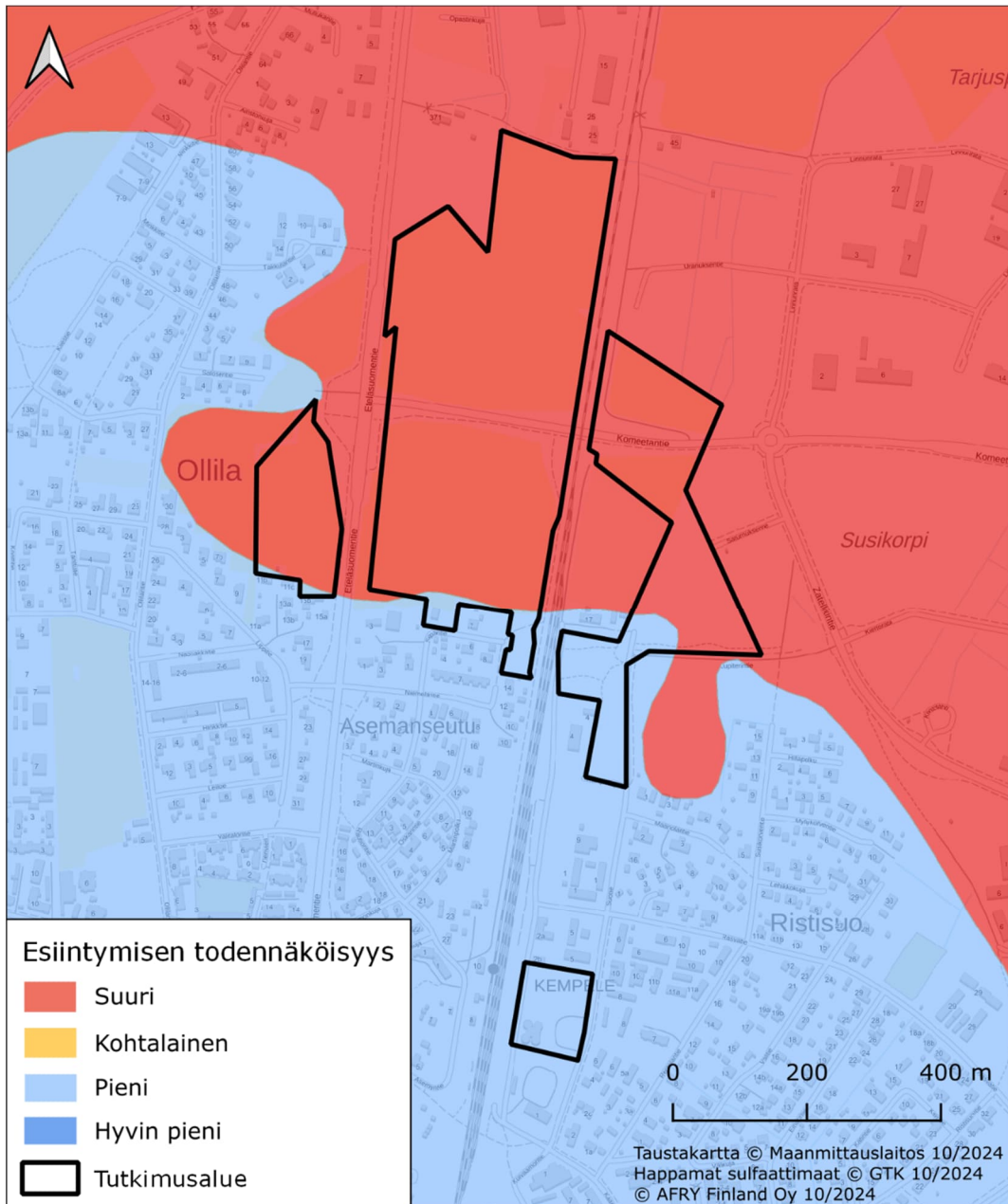
Pohjatutkimuspisteet on sidottu koordinaattijärjestelmään ETRS-GK26. Korkeudet on sidottu korkeusjärjestelmään N2000.

Maanäytteille on tehty rakeisuusmääritys ja vesipitoisuuden määritys maalajien, maalaajiominaisuuksien ja maakerrosjaon selvittämiseksi.

## 3 Sulfaattimaaselvitys

### 3.1 Yleistä

Komeetantien ympäristön hanke sijoittuu alueelle, jolla GTK on arvioinut happamien sulfaattimaiden esiintymisalueen olevan suurimmaksi osaksi hyvin suuri (Kuva 1). Lähialueella GTK on arvioinut happamien sulfaattimaiden esiintymisen todennäköisyyden pieneksi. Ennakkotulkinta ei kuitenkaan sovellu yksittäisen hankekohteen happamoitumisriskin määrittämiseen.



Kuva 1. GTK:n ennakkotulkinta happamien sulfaattimaiden esiintymisen todennäköisyydestä Kempeleen alueella. Komeetantien ympäristön tutkimusalueen sijainti on merkitty mustalla rajauksella.

### 3.2 Tehdyt tutkimukset

Komeetantien ympäristön rakennushankealueelta on otettu 16 sulfaattimaanäytettä näytepisteistä NP1, NP2, NP5 ja NP9. Tutkimuspisteiden sijainti on esitetty liitteenä olevassa tutkimuskartassa.

Kaikista näytteistä mitattiin alku-pH, ja näytteet NP1/2 m, NP2/1 m, NP5/4 m ja NP9/3 m lähetettiin laboratorioon, jossa niistä määritettiin kokonaisrikkipitoisuus, hapontuottoriski NAG-testillä sekä sähkönjohtavuus. Nettohapontuotto (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.

### 3.3 Tutkimustulokset ja johtopäätökset

Silmämääräisesti tarkasteltuna kahdessa laboratorioon lähetetyssä näytteessä (NP1/ 2 m ja NP5/4 m) havaittiin tummaa ainesta, joka viittasi mahdollisesti sulfidiseen materiaaliin. Laboratorioon lähetetyt näytteet olivat mustaa siltistä hiekkaa, jossa oli seassa ruskeaa hiekkaa (NP1/ 2 m). Ruskeaa savea (rautasaostumaraitoja seassa) NP2/1 m. Näyte NP5/4 m oli mustaa hiekkaista silttiä, ja näyte NP9/3 m harmaanruskeaa silttiä rautasaostuma raidoilla.

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

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

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

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

Taulukossa 2 on esitetty näytteiden tulokset. Näyte NP1/2 m oli rakeisuudeltaan karkearakeista, ja loput näytteet NP2/1 m, NP5/4 m ja NP9/3 m olivat rakeisuudeltaan hienorakei-

sia. Minkään näytteen rikin kokonaispitoisuus ei ylittänyt hienorakeisten mineraalimaalajien 0,2 % rajaa. Näytteiden NP1/2 m ja NP5/4 m NAG-testin pH laski selvästi happamaksi, ja nettohapontuoton määrä oli koholla. Myös rikkipitoisuudet olivat koholla sekä hieno- että karkearakeisten maa-ainesten luokittelussa. Molempien näytteiden sähkönjohtavuudetkin olivat lievästi koholla. Näytteen NP9/3 m NAG-testin pH laski melko happamaksi (pH 4,6), ja nettohapontuoton määrä oli hieman koholla. Ennen NAG-testin kuumennusvaihetta pH oli 3,5, minkä vuoksi hapontuottopotentiaali arvioidaan vähäistä suuremmaksi. Rikin kokonaispitoisuus ei ollut taulukon 1 hienorakeisten materiaalien raja-arvoon verrattuna koholla. Näytteen NP2/1 m NAG-testin tulokset viittasivat vain pieneen hapontuottopotentiaaliin, ja näytteen kokonaisrikkipitoisuus oli erittäin matala. Maa-ainesten sähkönjohtavuus oli matalalla tasolla pisteissä NP2/1 m ja NP9/3 m. Näiden tulosten perusteella pisteissä NP1/2 m, NP5/4 m ja NP9/3 m maalla on kohtalainen hapontuottopotentiaali, ja pisteessä NP2/1 m maalla on pieni hapontuottopotentiaalia.

Nyt tarkastelluista näytepisteistä pisteiden NP1/2 m, NP5/4 m ja NP9/3 m maa-ainesten arvioidaan aiheuttavan kohtalaista happamoitumista. Näytepisteen NP2/1 m maa-aineksen arvioidaan aiheuttavan korkeintaan pientä happamoitumista.

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

Näyte	Aiku pH	NAG pH	$\Delta$ pH	NAG (pH 4,5) [kg H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> /t]	NAG (pH 6,5) [kg H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> /t]	Rikkipitoisuus mg/kg (%)	Sulfaattipitoisuus mg/kg (laskennallinen)	Sähk. joht. mS/m
NP1/ 2 m	7,0	3,8	3,2	0,5	1,9	970 (0,097)	2910	6,6
NP2/ 1 m	6,4	6,1	0,3	0,0	0,3	41 (0,004)	123	1,7
NP5/ 4 m	7,1	3,9	3,2	0,7	2,4	1300 (0,13)	3900	6,2
NP9/ 3 m	6,2	4,6	1,6	0,0	1,2	620 (0,062)	1860	3,2
NP1/1 m	6,7							
NP1/3 m	7,3							
NP1/4 m	7,5							
NP2/2 m	6,8							
NP2/3 m	6,9							
NP2/4 m	7,1							
NP5/1 m	6,3							
NP5/2 m	6,6							
NP5/3 m	7,0							
NP9/1 m	6,6							
NP9/2 m	6,4							
NP9/4 m	6,9							

### 3.4 Jatkoimenpiteet

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

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



taan 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. Kaivumaiden kuormauksessa tulee huolehtia, että kuljetusvälineen lavalle päätyvä vesimäärä on mahdollisimman pieni.

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. Kaivumaita ei välivarastoida.

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 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

Selvitysalueiden ympäristö on rakentamatonta pelto- ja metsäaluetta. Alueella on sarka- ja kuivatusojia, jotka laskevat yleisesti pohjoiseen. Alueet rajautuvat pelto- ja metsäalueisiin sekä asuintalojen pihoihin. Lännessä alueet rajautuvat osin Eteläsuomentiehen, alueiden keskeltä menee Komeetantie ja alueiden itäosaa halkoo junarata.

Selvitysalueiden maanpinta vaihtelee tasovälillä +5,8...11,4. Maanpintaa laskee yleisesti etelästä pohjoista kohti.

Tutkimusaikana (8.11.2024) pohjavesi oli selvitysalueilla tasovälillä +6,2...+7.6. Pohjavesihavaintojen perusteella pohjaveden virtaussuunta on etelästä pohjoiseen ja idästä länteen. Alueella olevat sarka- ja kuivatusojat laskevat Vääräojan kautta Myllyjoaan ja mereen.

## 4.2 Pohjasuhteet

Kaava-alue sijoittuu vanhalle jokisuistoalueelle, ns. Muhoksen savikivimuodostuman reuna-alueelle ja alue on eteläpuolella kulkevan Kempeleenharjun lievealuetta. "Muhosmuodostumalle" ovat tyypillisiä paksut hienojakoiset sedimentoituneet silttikerrokset, jotka peittävät materiaaliltaan ja topografialtaan vaihtelevaa tiivistä ja moreenimaista pohjakerrostumaa ja sen alla olevaa savikivimuodostumaa.

Sedimenttikerrokset muuttuvat voimakkaasti hyvinkin lyhyellä matkalla. Jokisuistoalueella jäätiköt ja sekä tulvavedet ovat tuoneet silttikerrosten rakeisuudeltaan karkeampia välikerroksia.

Tutkimusalueella tiiviin pohjakerrostuman syvyys ts. silttikerrosten alapinnan syvyys vaihtelee välillä 4...28 m maanpinnasta mitattuna. Silttikerrokset ovat paksuimmillaan alueen itä- ja keskiosalla ja ohuimmillaan alueen lounaisosassa.

Tutkimusalueella hienojakoisten silttikerrosten päällä on yleisesti ohut humusmaakerros ja 0,5...2 m paksu kitkamaatyypinen kerros, jonka maalajite vaihtelee rakeisuudeltaan routimattomasta hienosta hiekasta routivaan silttiseen hiekkaan ja silttiin. Kitkamaakerroksen alapinta on vaikeasti erotettavissa pelkkien kairausten perusteella.

Maakerrosjako on selvitysalueella yleispiirteissään seuraava:

- pintamaat
- löyhä ja keskitiivis, routimaton tai routiva hiekka, silttinen hiekka ja hiekkainen siltti 0,5...3,8 m
- löyhä, routiva savinen siltti, siltti, hiekkainen siltti ja silttinen hiekka 3,3...26 m
- keskitiivis ja tiivis hiekkainen siltti, silttinen hiekka, hiekka, ja hiekkamoreeni.

Silttikerroksen vesipitoisuus on tutkimustenperusteella 15...50 paino-%.

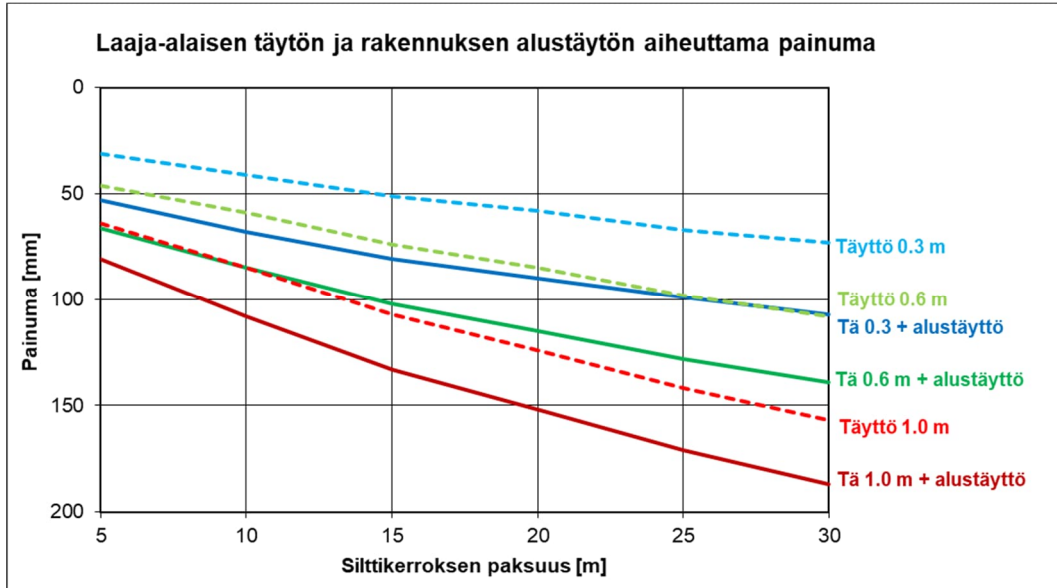
Painokairaukset ovat päättyneet tiiviiseen maakerrokseen 9...45 m syvyydellä maanpinnasta.

## 5 RAKENNETTAVUUS

### 5.1 Selvitysalueen rakennettavuus ja rakennettavuuteen vaikuttavat tekijät

Tehtyjen pohjatutkimusten perusteella merkittävimmin rakennettavuuteen vaikuttavat silttikerrosten painumat, jotka syntyvät alueen rakentamisen yhteydessä ja sen jälkeen. Paksumien silttien kohdalla osa painumista tapahtuu hitaasti vuosien saatossa rakennusajan jälkeen. Painumista suuri osa muodostuu pihojen, teiden, yms. alueellisista täytöistä, rakennettavien rakennusten alustäytöistä, sekä alueellisesta pohjaveden alenemasta.

Alueellisista täytöistä muodostuvat painumat on otettava huomioon piha-alueiden sekä viemäreiden yms. kaltevuuksia ja korkeustasoja suunniteltaessa. Rakennusten alapohjan alustäytöt muodostavat niin ikään pääosan keveiden yksikerroksisten rakennusten painumista.



Kuva 2. Täyttöjen aiheuttama pohjamaan painuma silttikerroksen eri paksuuksilla.

Kuvassa 2 on esitetty painumatarkastelu silttikerrosten kerrospaksuuden funktiona alueen keskimääräisissä pohjaolosuhteissa. Tarkastelussa on laskettu aluetäyttöjen paksuudet 0,3 m, 0,6 m ja 1 m, sekä vastaavasti 10 x 15 m<sup>2</sup> suuruisen rakennusalueen keskikohdan painuma, kun alapohjan alustäytön paksuus on 0,5 m (10 kN/m<sup>2</sup>). Painumalaskelmassa on otettu huomioon alueellinen pohjavedenpinnan laskeminen 0,5 m nykyisestä tasosta.

Silttikerroksen painumaparametrit on arvioitu tutkimustulosten, lähinnä painokairausvasituksen, maalajin ja vesipitoisuuden perusteella, sekä aikaisemmin Kempeleen ja lähiympäristön alueella pohjatutkimusten yhteydessä tehtyjen ödometrikokeiden perusteella.

Painumien lopullinen kehittyminen voi kestää silttikerroksen paksuudesta riippuen jopa yli 3 vuotta. Suurin osa painumista tapahtuu kuitenkin 1. vuoden aikana kuormittamisesta.

Em. täyttöjen, yms. lisäksi rakennukselle syntyy painumia vielä perustuskuormista, jotka riippuvat rakennuksen koosta ja tyypistä.

Yhteenvedon edellä esitetyistä tarkasteluista voidaan todeta, että käytännössä vain keveitä puurakennuksia voidaan perustaa alueen lounaisosassa, jossa silttikerrosten syvyys maanpinnasta on alle 15 m, ilman pohjanvahvistustoimenpiteitä siten, että painuma pysyy pohjarakennusohjeessa annetun raja-arvon sisällä. Edellytyksenä on lisäksi, että pihatäyttöjen paksuus on alle 0,3 m. Perustukset on suunniteltava siten, että epätasaiset painumat eivät ylitä sallittuja raja-arvoja.

Muissa tapauksissa perustaminen edellyttää pohjanvahvistustoimia, joihin kysymykseen voivat tulla esikuormitus, kevennysperustus tai paalutus

Esikuormituksessa rakennuspaikan painumia ja painumaeroja pienennetään kuormittamalla rakennuksen kohta yliperusteella. Esikuormituksen suunnittelussa on lähdettävä siitä, että painumat poistetaan vain sille syvyydelle saakka, missä epätasaiset painumat pääosin muodostuvat ts. 10...15 m syvyydelle maanpinnasta.

Paaluperustamista käytetään, mikäli muut perustamismenetelmät eivät ole käyttökelpoisia painumien ja painumaerojen takia, tai paaluille perustaminen on taloudellisesti perusteltua. Paaluperustamisessa suositeltavin paalutyyppi on teräsbetoninen lyöntipaalu, joka lyödään tuki- / kitkapaaluiksi tiiviiseen pohjakerrostumaan.

Pohjavesiolosuhteiden puolesta maanalaisen tilojen rakentaminen ei ole välttämättä taloudellista, sillä maanalaiset tilat edellyttävät pohjaveden alentamista tai vesitiiviitä rakenteita.

Sulfaattimaat, ks. kohta 3.

## 5.2 Rakennettavuus

Pintamaakerrokset ja sekalaiset täytöt on poistettava rakennuskäyttöön osoitettavilta alueilta. Leikkauspohjilla esiintyviä maakerroksia voidaan lähes kaikilla alueilla pitää routivina, joten perustukset on routaeristettävä matalaperustamista käytettäessä.

Rakennusten salaojitustarve riippuu perustamistaosta ja pintamaakerrosten laadusta. Salaojitusta on pääsääntöisesti pidettävä tarpeellisena.

Silttialueilla perustettaessa painumia voidaan pienentää esikuormittamalla painopenkereellä tai käyttämällä esim. kevytsorakevennyksiä. Alueilla, missä silttikerroksen alapinnan syvyys on alle 3 m maanpinnasta, painumia voidaan poistaa tekemällä massanvaihto hyvin tiivisteillä kitkamailla painuvan silttikerroksen alapintaan asti.

Rakennusten lattiatasoksi on suositeltavaa valita vähintään 1 m nykyistä rakentamatonta maanpintaa ylemmäksi, jolloin piha-alueiden täyttöjen paksuudeksi tulee suurimmillaan 0,5 m. Korttelialueilla katujen keskimääräinen korkeus on taas hieman alempana kuin piha-alueilla.

Selvitysalueet on jaoteltu kolmeen erityyppiseen rakennettavuustyyppiluokkaan. Aluetyypit on esitetty rakennettavuuskartalla.

### Rakennettavuusluokka 3 vaikeasti rakennettavat alueet

Vaikeasti rakennettavilla alueilla esiintyy silttikerroksia, joissa kantava maakerros on 2,5...4,5 m syvyydessä.

1 ja 2 kerroksiset rakennukset voidaan perustaa maanvaraisesti osittaista massanvaihtoa tai rakennuspaikan esikuormitusta apuna käyttäen. Perustamistapana on silloin ns. matalaperustus.

Maanvarainen perustaminen voidaan tehdä luotettavan geoteknisen selvityksen perusteella mm. seuraavin edellytyksin.

- tehdään rakennuspaikan massanvaihto tai esikuormitus
- rakenteet tehdään kevyinä ja vältetään painumille arkoja verhoilumateriaalien käyttöä
- tehdään rakennuksen alustäytöt ja vierustäytöt mahdollisimman aikaisessa vaiheessa valmiiksi
- rakennukselle voidaan sallia vähintään 50 mm kokonaispainuma

1 ja 2 kerroksiset painumille arat rakennukset, tiiliverhoilut rakennukset ja raskaat rakennukset perustetaan pääsääntöisesti paaluilla. Ko. rakennusten perustaminen maanvaraisesti osittaista massanvaihtoa tai esikuormitusta apuna käyttäen edellyttää tarkempia silttikerrostopainumaominaisuuksien tutkimuksia ja painuma-analyysyjä, niin painuman suuruuden, kuin painuma-ajan suhteen.

Useampikerroksiset rakennukset on pääsääntöisesti perustettava paaluilla ja alapohja on tehtävä kantavana.

Rakennusalueet routaeristetään ja salaojitus on pääsääntöisesti tarpeellinen.

#### Rakennettavuusluokka 4 paalutusta ja esirakentamista edeltävät alueet

Paalutusta ja esirakentamista edeltävillä alueilla esiintyy silttikerroksia, joissa kantava maakerros on 4,5...13 m syvyydessä.

1 ja 2 kerroksiset rakennukset voidaan perustaa maanvaraisena esikuormitetun pohjamaan varaan. Perustamistapana on silloin ns. matalaperustus.

Maanvarainen perustaminen voidaan tehdä luotettavan geoteknisen selvityksen perusteella mm. seuraavin edellytyksin.

- tehdään rakennuspaikan esikuormitus
- rakenteet tehdään kevyinä ja vältetään painumille arkoja verhoilumateriaalien käyttöä
- vältetään paksuja ja laaja-alaisia täyttöjä
- tehdään rakennuksen alustäytöt ja vierustäytöt mahdollisimman aikaisessa vaiheessa valmiiksi
- rakennukselle voidaan sallia vähintään 50...100 mm kokonaispainuma

1 ja 2 kerroksiset painumille arat rakennukset, tiiliverhoilut rakennukset ja raskaat rakennukset perustetaan pääsääntöisesti paaluilla. Ko. rakennusten perustaminen maanvaraisesti osittaista massanvaihtoa tai esikuormitusta apuna käyttäen edellyttää tarkempia silttikerrostuman painumaominaisuuksien tutkimuksia ja painuma-analyysejä, niin painuman suuruuden, kuin painuma-ajan suhteen.

Useampikerroksiset rakennukset on pääsääntöisesti perustettava paaluilla ja alapohja on tehtävä kantavana.

Rakennusalueet routaeristetään ja salaojitus on pääsääntöisesti tarpeellinen.

#### Rakennettavuusluokka 5 erittäin vaikeasti rakennettavat alueet

Erittäin vaikeasti rakennettavilla alueilla esiintyy silttikerroksia, joissa kantava maakerros on 13...25 m syvyydessä.

1 ja 2 kerroksiset rakennukset voidaan perustaa maanvaraisena esikuormitetun pohjamaan varaan. Perustamistapana on silloin ns. matalaperustus.

Maanvarainen perustaminen voidaan tehdä luotettavan geoteknisen selvityksen perusteella mm. seuraavin edellytyksin.

- tehdään rakennuspaikan esikuormitus
- rakenteet tehdään kevyinä ja vältetään painumille arkoja verhoilumateriaalien käyttöä
- vältetään paksuja ja laaja-alaisia täyttöjä
- tehdään rakennuksen alustäytöt ja vierustäytöt mahdollisimman aikaisessa vaiheessa valmiiksi
- rakennukselle voidaan sallia vähintään 50...100 mm kokonaispainuma

1 ja 2 kerroksiset painumille arat rakennukset, tiiliverhoilut rakennukset ja raskaat rakennukset perustetaan pääsääntöisesti paaluilla. Ko. rakennusten perustaminen maanvaraisesti osittaista massanvaihtoa tai esikuormitusta apuna käyttäen edellyttää tarkempia siltkerrostuman painumaominaisuuksien tutkimuksia ja painuma-analyysejä, niin painuman suuruuden, kuin painuma-ajan suhteen.

Useampikerroksiset rakennukset on pääsääntöisesti perustettava paaluilla ja alapohja on tehtävä kantavana.

Rakennusalueet routaeristetään ja salaojitus on pääsääntöisesti tarpeellinen.

## 6 POHJARAKENTAMISEN YLEISOHJEET

### 6.1 Rakennusten perustaminen

Perustusten ja alapohjan alustäytöissä, sekä maanalaisten tilojen maanpaineeseinien salaojituskerroksessa käytettävän kiviaineksen tulee täyttää julkaisun Rakennuspohjan ja tontti-alueen 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 "Talorakennuksen maarakenteet – yleinen rakennusselostus ja laatuvaatimukset" esitetyt laatuvaatimukset täyttävistä materiaaleista, ja tiivistetään tiiviysluokkaan 1.

### 6.2 Esikuormitus

Rakennuspaikan esikuormitus tehdään kitkamaalla, esim. hiekkapenkereellä, jonka taso nostetaan 1...2 m suunnitellun rakennuksen lattiatason yläpuolelle. Penkereen yläreunan tulee ylittää sivusuunnassa 2...3 m rakennuksen seinälinjojen ulkopuolelle. Esikuormitusajan jälkeen penkereen ylijäämämassoja voidaan käyttää piha-alueen täyttöihin. Katualueilla esikuormitus tehdään InfraRYL 2024 ja Väyläviraston ohjeiden mukaan.

Vaadittu esikuormitusaika riippuu painuvan silttikerroksen paksuudesta. Rakennusalueen esikuormittamisesta ja esikuormitusajasta päättää ao. hankkeen pohjarakennussuunnittelija hankekohtaiset täydentävien pohjatutkimusten yhteydessä.

### 6.3 Paalutus

Paaluina voidaan käyttää teräsbetonisia lyöntipaaluja. Teräsbetoniset lyöntipaalut lyödään kitkapaaluiksi hiekkaisiin välikerroksiin, tai tukipaaluiksi tiiviiseen pohjakerrokseen. Paalutuksen mitoituksessa tulee huomioida laaja-alaisista täytöistä ja mahdollisesta pohjaveden alenemisesta syntyvä maapohjan painuma, ja siitä johtuva paalujen kuormaa vähentävä ns. negatiivinen vaippahankaus.

Paalutustyössä noudatetaan paalutusohjetta 2016 (PO-2016) RIL 254-2016 ja paalumateriaalin valmistajan ohjeita. Paalutustyöluokka on PO-2016 mukainen PTL2. Paalujen lopullinen kantavuus ja tavoitetaso on varmistettava puristinheijarikairauksilla hankekohtaisesti.

### 6.4 Routasuojaus

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

Selvitysalueella pohjamaa on mahdollisia pintahiekkokoja lukuun ottamatta routasyvyvyyteen asti routivaa. Mikäli rakennusten ja rakenteiden perustukset jäävät roudattoman perustus-

syvyyden yläpuolelle, tulee perustuksen routaeristää, tai tehdä perustusten alle routimaton massanvaihto roudattomaan syvyyteen kohdan 6.5 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 rakentamisohjeet" mukaan. Kenttä- ja katurakenteet mitoitetaan routanousulle InfraRYL 2024 ja Väyläviraston ohjeiden mukaan.

## 6.5 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 2024 ja Väyläviraston ohjeiden mukaan.

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

## 6.6 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 rakaisuohjealueen, ks. liite 5.

## 6.7 Radon

Säteilyturvakeskuksen radontutkimusten perusteella Kempeleen alueella radonpitoisuus alittaa asunnoissa enimmäispitoisuuden (200 Bq/m<sup>3</sup>).

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

## 6.8 Piha- ja liikennealueet

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

Liikenne- ja piha-alueiden tavoitekantavuus määritetään jatkosuunnittelun aikana. Alustavasti tavoitekantavuutena voidaan käyttää Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset InfraRYL 2024 katuluokan 5 mukaista 200 MN/m<sup>2</sup> kantavuutta päällysteen päältä.

Pohjamaa on selvitysalueella siirtymäkiillasyvyyteen asti pääosin routivaa silttiä, hiekkaista silttiä ja siltistä hiekkaa. Ohjeen "Routasuojaus – rakennukset ja infrarakenteet RIL 261-

2013” pohjamaan kelpoisuusluokka on U1, jolloin routaturpoama  $t=16$  % (märkä) ja E-moduuli  $20 \text{ MN/m}^2$  (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 2024 osa 1 Väylät ja alueet sekä RIL 132-2000 ”Talonrakennuksen maarakenteet” mukaisesti.

## 6.9 Putkijohdot

Putkijohdot perustetaan roudattomaan syvyyteen, tai ne eristetään. Putkijohtolinjojen asennuksessa tulee huomioida rakennuspaikan painuminen, mikäli asennustyö tehdään ennen mahdollisia esirakennustoimenpiteitä. Mikäli kaivu ulottuu löyhään siiltikerrokseen, tehdään putkijohtolinjan alle vähintään  $0,3\text{...}0,5$  m paksu arinaperustus murskeesta. Arinaperustuksen alle levitetään suodatinkangas. 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

## 6.10 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 sadevesiviemäröinnillä ja tontin reuna-alueilla mahdollisiin reunapainanteisiin. Piha- ja liikennealueiden kallistukset ovat  $1,5\text{...}2$  %.

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.

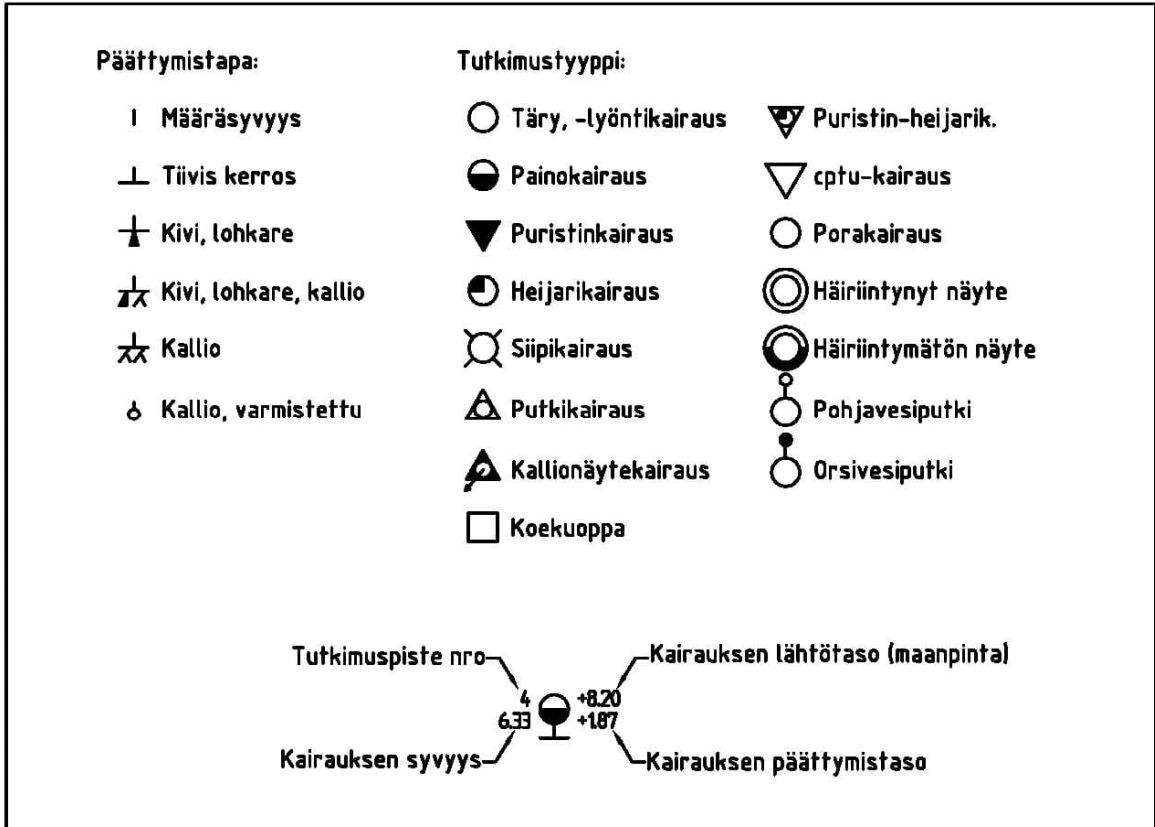
Katualueilla, kenttäalueilla ja piha-alueilla perustaminen ja päällysrakenteet, sekä putkikaivannoissa kaivuluiskat ja tarvittava tukeminen varmistetaan lisätutkimuksilla ja mitoituskalkelmilla rakennussuunnittelun yhteydessä.

### 7.2 Sulfaattimaaselvitys

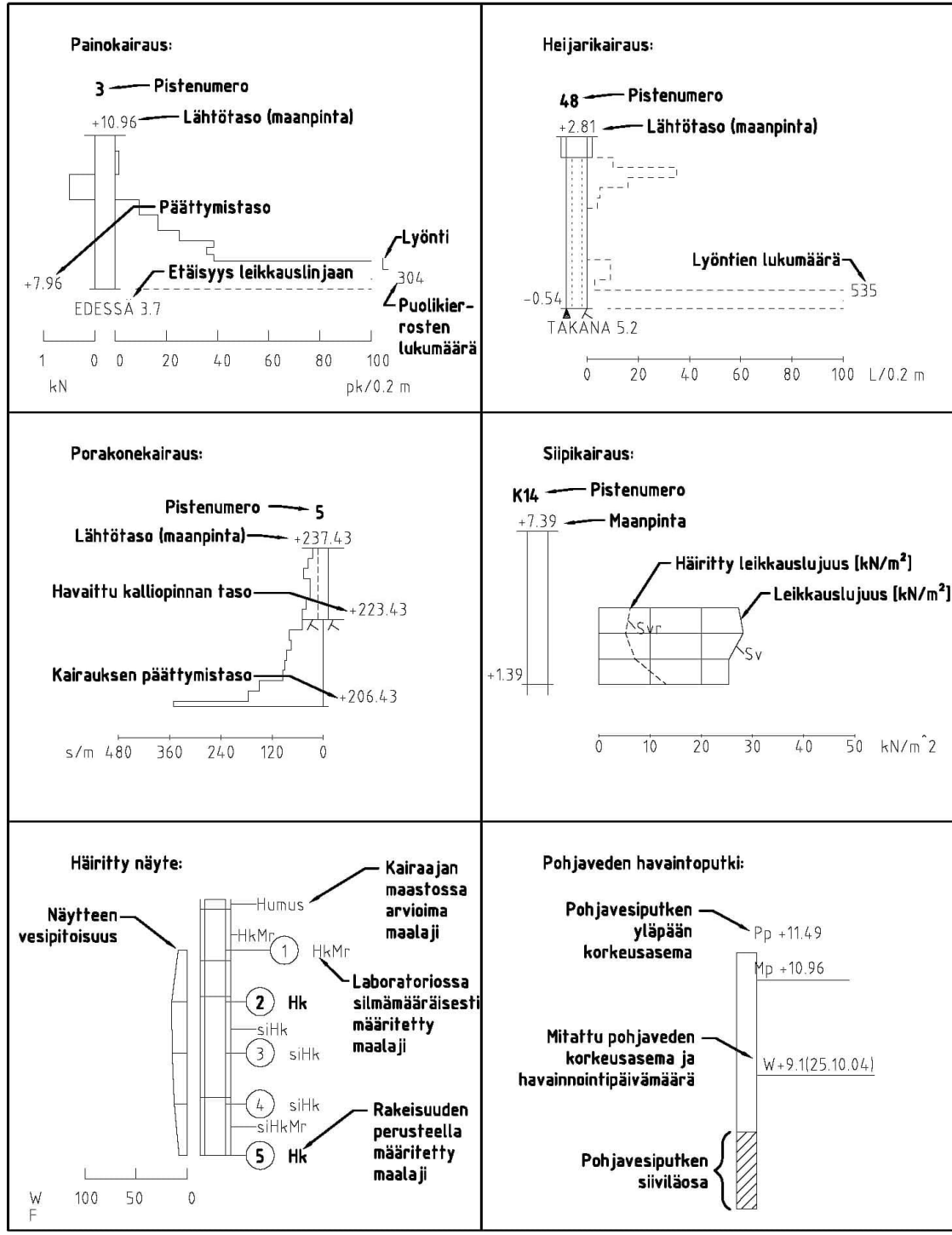
Ks. kohta 3.

POHJATUTKIMUSMERKINNÄT

POHJATUTKIMUSKARTTA

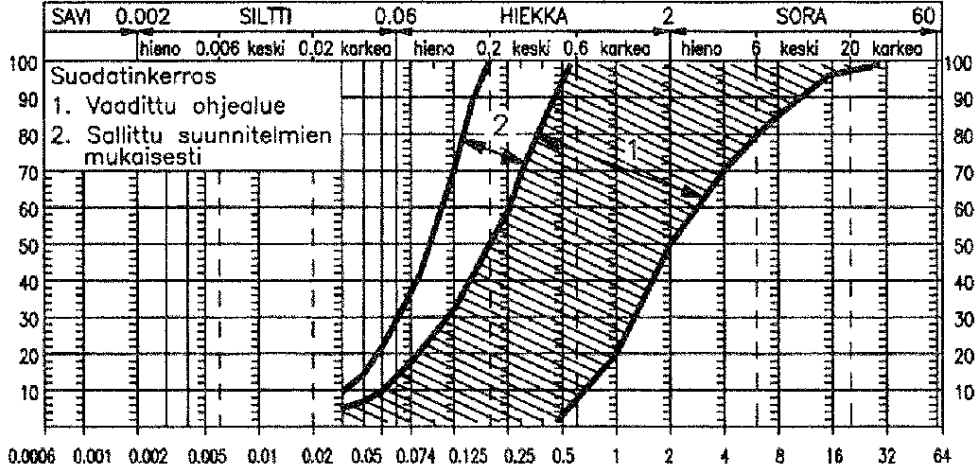


## POHJATUTKIMUSLEIKKAUS

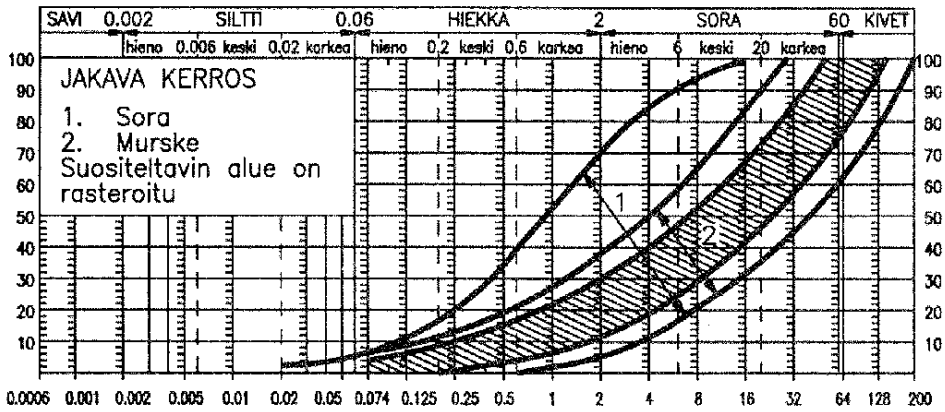




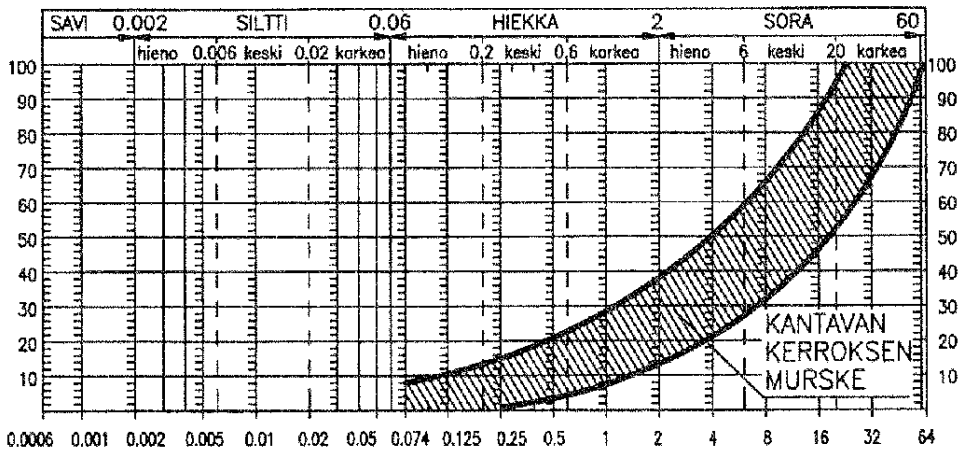
## PIHA- JA LIIKENNEALUEEN PÄÄLLYSRAKENNEKERROSTEN KIVIAINESTEN RAKEISUUDEN OHJEALUEET



Kuva 1 Suodatinkerroksen rakeisuuden ohjealue



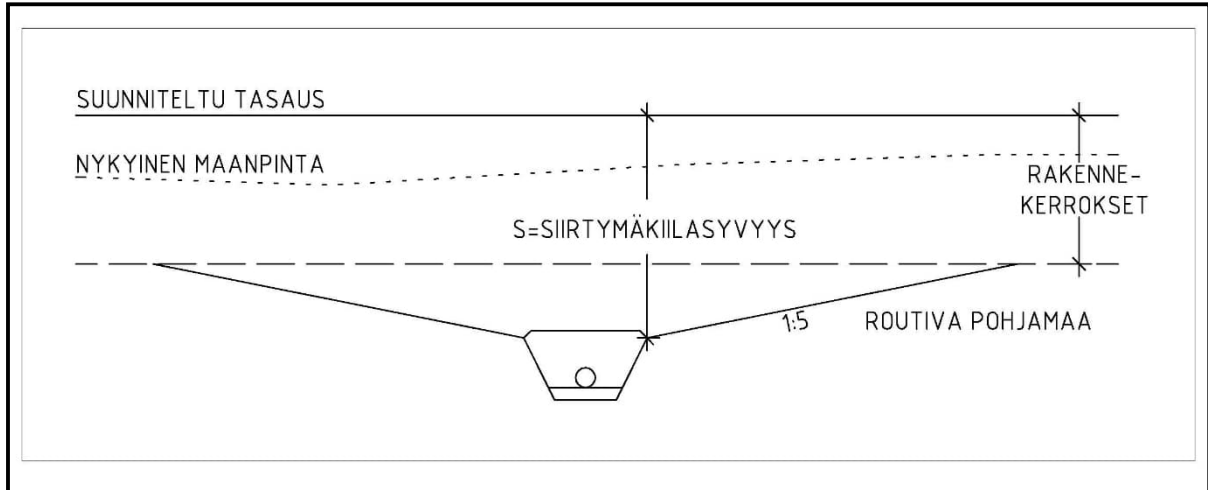
Kuva 2 Jakavan kerroksen rakeisuuden ohjealue



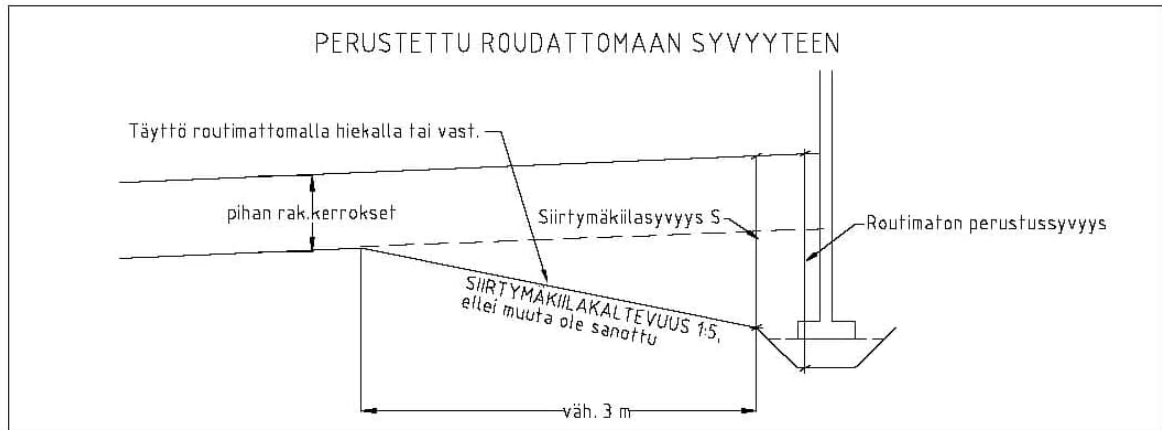
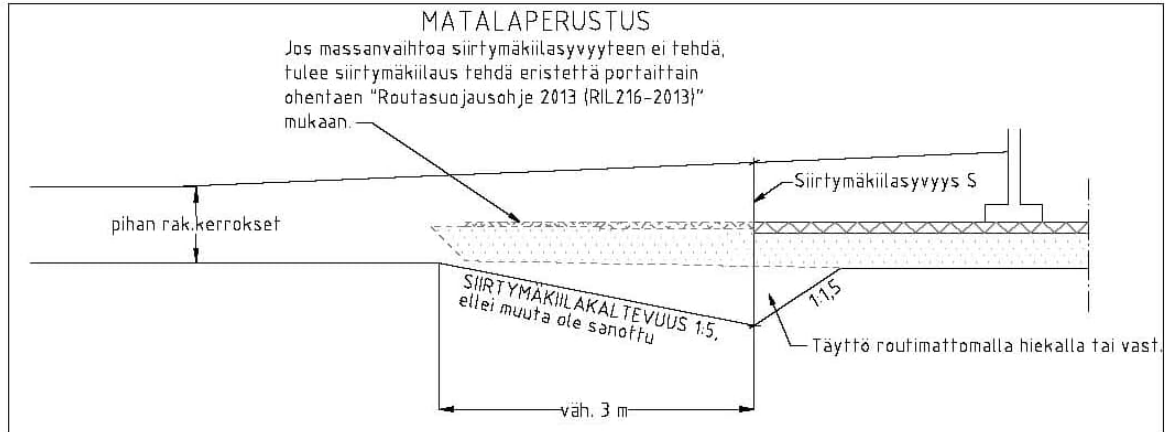
Kuva 3 Kantavan kerroksen rakeisuuden ohjealue



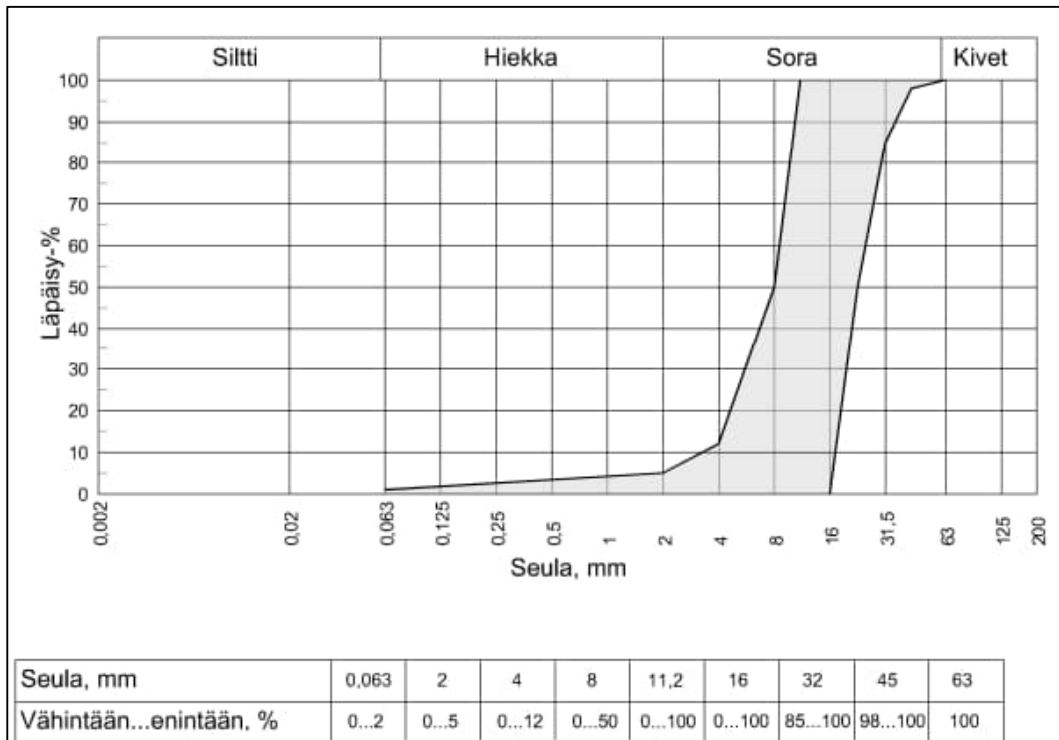
PUTKIKAIVANNON SIIRTYMÄKIILAT



## KYLMÄN RAKENNUKSEN SIIRTYMÄKIILLAUS



## SALAOJITUSKERROKSEN OHJEALUEET/RIL 126-2020



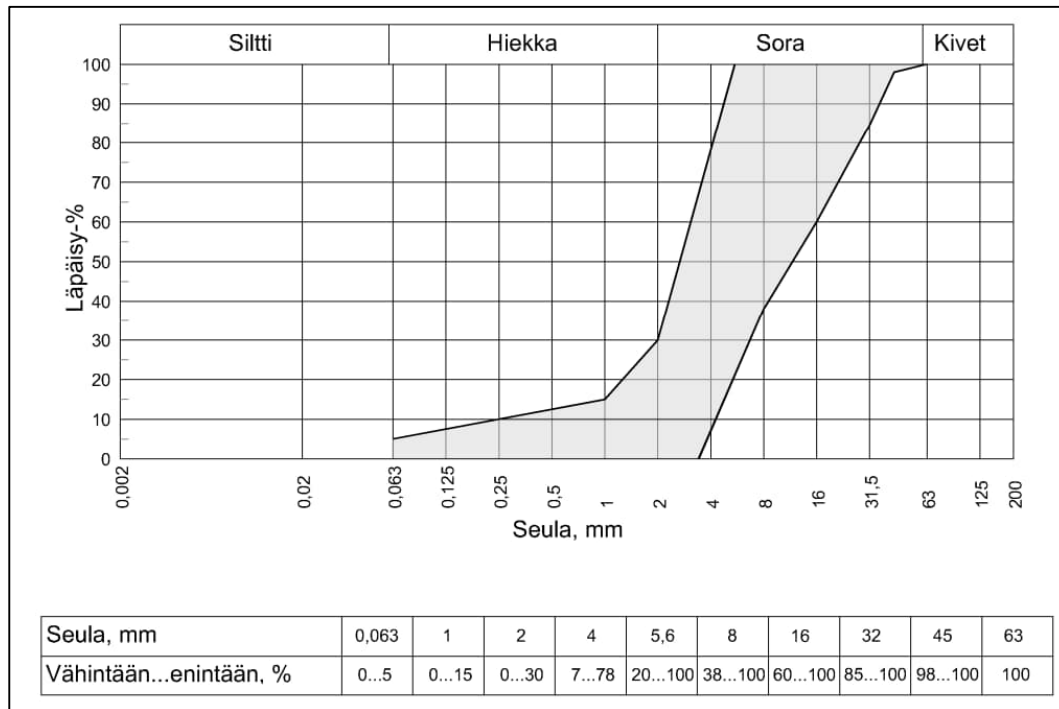
Kuva 5.5a. Salaojituskerroksen rakeisuusvaatimukset, RIL1a (RIL126-2020).

## 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. Salaojituserroksen rakeisuusvaatimukset, RIL1 (RIL126-2020).

#### Materiaali RIL1

Materiaalia käytetään normaalissa kuivatustilanteessa rakennuksen perusmuurin vastaisessa salaojituserroksessa.

Ohjealueen salaojakiviainesta tulee käyttää silloin, kun pohjavesi ainakin ajoittain saattaa nousta salaojituserrokseen, 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 AR-24-YB-045512-01  
 Raportointipäivämäärä 26.11.2024

Sivu 1/2

 Näyte-erä EUFI05-00034279  
 Tilausviite Anu Kivistö-Rahnasto / 101027482

 AFRY Finland Oy  
 Anu Kivistö-Rahnasto  
 Jaakonkatu 3  
 PL 60  
 01621 VANTAA  
 FINLAND

## 101027482 Komeetantie, Potentiaalinen hapan sulfaattimaa

Näytenumero	693-2024-00047851	693-2024-00047852	693-2024-00047853	693-2024-00047854	
Näytteen nimi	NP S1 / 2m	NP S2 / 1m	NP KP5 / 4m	NP KP9 / 3m	
Näyttematriisi	Maaperä	Maaperä	Maaperä	Maaperä	
Näytteen kuvaus	Sulfaattimaanäyte	Sulfaattimaanäyte	Sulfaattimaanäyte	Sulfaattimaanäyte	
Vastaanottopäivä	31.10.2024	31.10.2024	31.10.2024	31.10.2024	
Näytteenottopäivä	31.10.2024	31.10.2024	31.10.2024	31.10.2024	
Näytteenottaja	Asiakas / AFRY Finland Oy	Asiakas / AFRY Finland Oy	Asiakas / AFRY Finland Oy	Asiakas / AFRY Finland Oy	
Analyysit	Yksikkö	Tulos	Tulos	Tulos	Tulos
<b>Fysikaalis-kemialliset tutkimukset</b>					
Sähkönjohtavuus	YBC02 mS/m	6,6	1,7	6,2	3,2
pH (ennen keittoa)	YBCB0	3,4	4,5	3,5	3,5
pH (NAG)	YBCC3	3,8	6,1	3,9	4,6
NAG (pH 4.5)	YBCC3 Kg H2SO4/to nni	0,5	0,0	0,7	0,0
NAG (pH 6.5)	YBCC3 Kg H2SO4/to nni	1,9	0,3	2,4	1,2
<b>Alkuaineanalyysit, SFS-EN ISO 54321:2021</b>					
Rikki (S) *	YB38K mg/kg ka	970	41	1300	620
Hajotus *	YBE33	Tehty	Tehty	Tehty	Tehty

\*Menetelmä on akkreditoitu.

## Lisätiedot

NAG-testin titraukset pH 4,5 ja pH 6,5.

## YHTEYSHENKILÖ

Ville Kaikkonen ASM 4-H94 Waste Testing Oulu

Ville.Kaikkonen@etn.eurofins.com

Tutkimustodistus on sähköisesti hyväksytty.

## Menetelmätiedot

Testikoodi	Parametrin nimi, CAS	Menetelmän mittausepävarmuus	Menetelmän määrittäjä	Akkreditoitu	Menetelmä	Laboratorio
<b>Fysikaalis-kemialliset tutkimukset</b>						
YBC02	Sähkönjohtavuus	<5:±1mS/m >5:±20%	1 mS/m	Ei	ISO 11265:1994/Cor 1:1996	YB
YBCB0	pH (ennen keittoa)	± 0.2 pH yks.		Ei		YB
YBCC3	pH (NAG)	± 0.2 pH yks.		Ei	ARD Test Handbook, Project P387A, 2002	YB
YBCC3	NAG (pH 4.5)	± 8%		Ei	ARD Test Handbook, Project P387A, 2002	YB
YBCC3	NAG (pH 6.5)	± 8%		Ei	ARD Test Handbook, Project P387A, 2002	YB
<b>Alkuaineanalyysit, SFS-EN ISO 54321:2021</b>						
YB38K	Rikki (S), 7704-34-9	<160:±16mg/kgka >160:±10%	20 mg/kg ka	Kyllä	SFS-EN ISO 11885:2009; SFS-EN ISO 54321:2021	YB
YBE33	Hajotus			Kyllä	SFS-EN ISO 54321:2021	YB

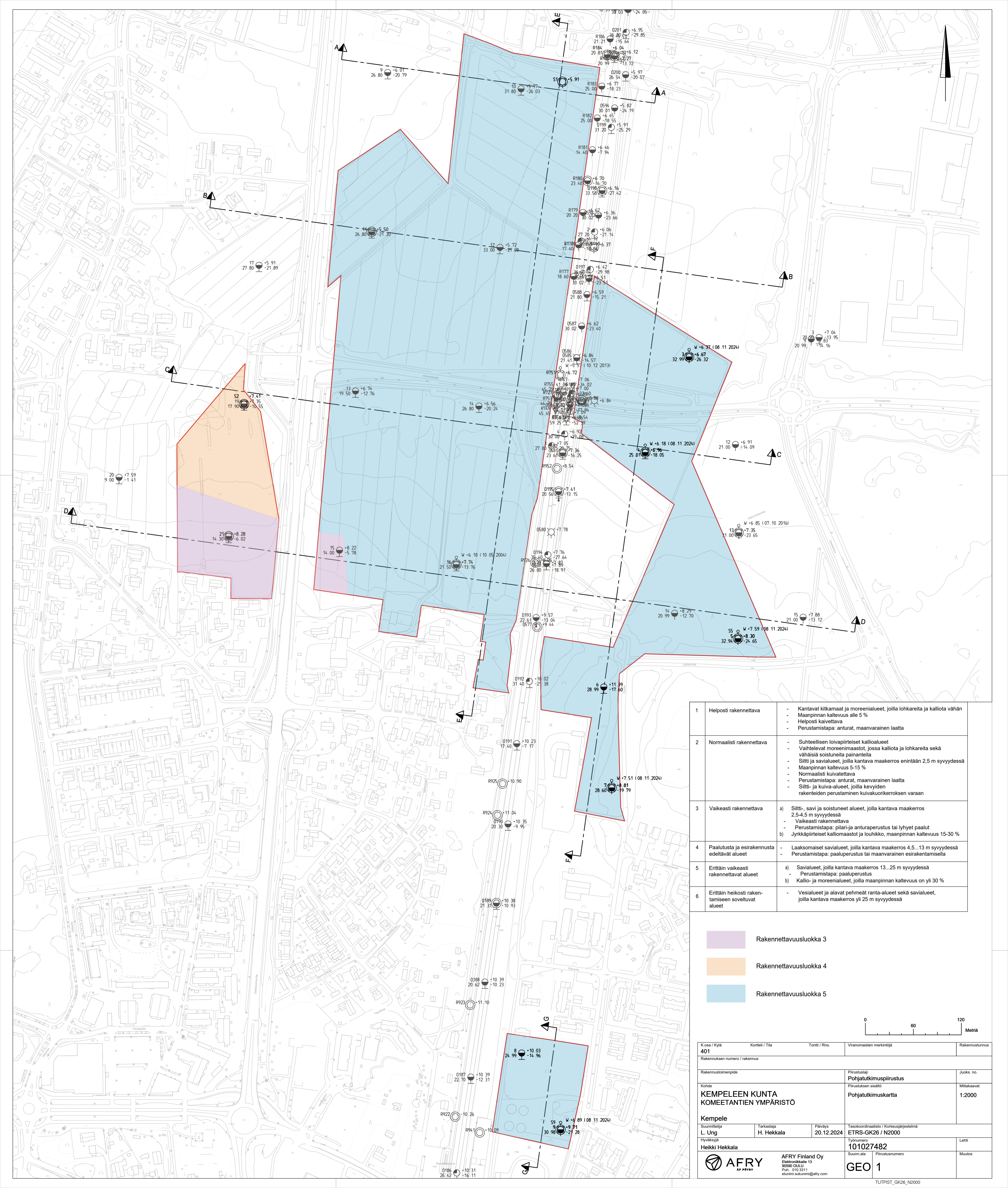
## Laboratorio

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

Tutkimustodistuksen jakelu: ymparisto@afry.com, anu.kivisto-rahasto@afry.com

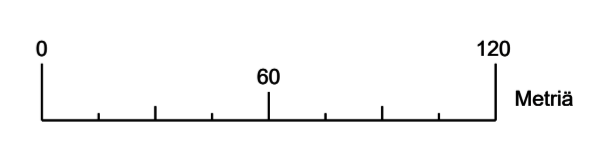
## Huomautukset

Tutkimustodistuksen osittainen kopioiminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain vastaanotettua ja tutkittua näytettä. Näytteet on toimitettu laboratorioon asiakkaan toimesta, ellei tutkimustodistuksella toisin ilmoiteta. Mikrobiologisille menetelmille mittausepävarmuudet ilmoitetaan pyydettyäessä.



1	Helposti rakennettava	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kantavat kittamaat ja moreenialueet, joilla lohkaraita ja kalliota vähän</li> <li>- Maanpinnan kaltevuus alle 5 %</li> <li>- Helposti kaivettava</li> <li>- Perustamistapa: anturaut, maanvarainen laatta</li> </ul>
2	Normaalisti rakennettava	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Suhteellisen loivaperitteiset kallioalueet</li> <li>- Vaihtelevat moreeni- ja siltti- ja savisekoitukset, jossa kalliota ja lohkaraita sekä vähäisiä soistuneita paimanaita</li> <li>- Siltti- ja savialueet, joilla kantava maakerros enintään 2,5 m syvyydessä</li> <li>- Maanpinnan kaltevuus 5-15 %</li> <li>- Normaalisti kuivatettava</li> <li>- Perustamistapa: anturaut, maanvarainen laatta</li> <li>- Siltti- ja kuiva-alueet, joilla kevyiden rakenteiden perustaminen kuivakuorikerroksen varaan</li> </ul>
3	Vaikeasti rakennettava	<p>a)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Siltti-, savi- ja soistuneet alueet, jolla kantava maakerros 2,5-4,5 m syvyydessä</li> <li>- Vaikeasti rakennettava</li> <li>- Perustamistapa: pilari- ja anturaperustus tai lyhyet paalut</li> </ul> <p>b)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Jyrkkäperitteiset kallio- ja loihkuihin, maanpinnan kaltevuus 15-30 %</li> </ul>
4	Paalutusta ja esirakennusta edellyttävät alueet	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Laaksomaiset savialueet, jolla kantava maakerros 4,5...13 m syvyydessä</li> <li>- Perustamistapa: paaluperustus tai maanvarainen esirakentamisella</li> </ul>
5	Erittäin vaikeasti rakennettavat alueet	<p>a)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Savialueet, jolla kantava maakerros 13...25 m syvyydessä</li> </ul> <p>b)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Perustamistapa: paaluperustus</li> </ul> <p>c)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kallio- ja moreenialueet, joilla maanpinnan kaltevuus on yli 30 %</li> </ul>
6	Erittäin heikosti rakentamiseen soveltuvat alueet	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vesialueet ja alavat pehmeät ranta-alueet sekä savialueet, joilla kantava maakerros yli 25 m syvyydessä</li> </ul>

- Rakennettavuusluokka 3
- Rakennettavuusluokka 4
- Rakennettavuusluokka 5



K.osa / Kyla	Kortteli / Tila	Tontti / Rno.	Viranomaisten merkintä	Rakennustunnus
401				
Rakennuksen numero / rakennus				
Rakennustoimintapide		Piirustuslaji	Juoks. no.	
		Pohjatutkimuspiirustus		
Kohde		Piirustuksen sisältö	Mittakaavat	
KEMPELEEN KUNTA KOMEETANTIEN YMPÄRISTÖ		Pohjatutkimuskartta	1:2000	
Kempele				
Suunnittelija	Tarkastaja	Päiväys	Tasokoordinaatio / Korkeusjärjestelmä	
L. Ung	H. Hekkala	20.12.2024	ETRS-GK26 / N2000	
Hyväksyjä	Työnnumero	Lehti		
Heikki Hekkala	101027482			
Suunn.ala		Piirustusnumero	Muutos	
AFRY		AFRY Finland Oy	GEO 1	
AFRY		Elektronikkatie 13 00590 OULU Puh. 010 3311 etunimi.sukunimi@afry.com		