



Ilmakuva selvitysalueesta, ©Maanmittauslaitos

Kisarannan asemakaava nro 887, rakennettavuusselvitys

Dnro: KLA/671/53.02/2022

Kangasalan kaupunki

Projektinumero: 101033141-001

Päivämäärä: 1.12.2025

Rakennettavuusselvitys

Yhteyshenkilö
Simo Luukkonen
Puhelin
050 411 2044
Sähköposti
simo.luukkonen@afry.com

Pvm.
01/12/2025
Projektiviite
101033141-001

Kangasalan kaupunki

Kisarannan asemakaava nro 887, rakennettavuusselvitys

Drno: KLA/671/53.02/2022

Simo Luukkonen
DI, suunnittelupäällikkö

Anu Kivistö-Rahnasto
FM, ympäristöasiantuntija (sulfaattimaat)

Anu Schulte-Tigges
Projektipäällikkö

Sisältö

1	Toimeksianto	1
2	Tehdyt pohjatutkimukset	1
3	Sulfaattimaaselvitys	1
3.1	Yleistä	1
3.1	Tehdyt tutkimukset	2
3.2	Tutkimustulokset ja johtopäätökset	3
3.3	Jatkotoimenpiteet	4
3.4	Lähteet	5
4	Maasto- ja ympäristöolosuhteet selvitysalueella	5
4.1	Ympäristöolosuhteet	5
4.2	Pohjasuhteet	5
4.3	Rakennettavuusalueet	6
5	Pohjarakennustapa	6
5.1	Tiedot suunnitelluista rakennuksista	6
5.2	Rakennusten ja rakenteiden perustaminen paaluille	7
5.3	Keveiden 1-kerroksisten rakennusten perustaminen maanvaraisesti esikuormitusta käyttäen	8
5.4	Routasuojaus	9
5.5	Salaojitus	9
5.6	Radon	9
5.7	Piha- ja liikennealueet	9
5.8	Kunnallistekniikka	10
5.9	Kuivatus	10
6	Pohjarakennustyön suoritusohjeet	10
6.1	Maarakennus- ja tiivistystyöt, yleistä	10
7	Yhteenveto	11
8	Jatkotoimet	12

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	1:1 500	101033141/8501
Pohjatutkimusleikkaus A-A	1:200/1:100	101033141/8502
Pohjatutkimusleikkaus B-B	1:200/1:100	101033141/8503
Pohjatutkimusleikkaus C-C	1:200/1:100	101033141/8504
Pohjatutkimusleikkaus D-D	1:200/1:100	101033141/8505
Pohjatutkimusleikkaus E-E	1:200/1:100	101033141/8506

1 Toimeksianto

Kangasalan kaupungin toimeksiannosta AFRY Finland Oy on tehnyt Kisarannan asemakaavan (nro 867) alueelle rakennettavuus- ja sulfaattimaaselvityksen. Kenttätutkimukset on tehty lokakuussa 2025.

Selvityskohde sijaitsee Kangasalan kaupungissa Kisarannan alueella Kustaa Kolmannen tiellä.

Tutkimukset ohjelmoitiin koko asemakaavan maa-alueelle. Tutkimuksen tavoitteena on selvittää rakennuspaikan rakennettavuus ja perustamisolosuhteet.

Rakennettavuusselvityksen yhteydessä suunnitellun Kisarannanalueelle on tehty myös pohjavesi- ja hulevesiselvitys AFRY Finland Oy:n toimesta.

2 Tehdyt pohjatutkimukset

Maastotutkimuksina selvitysalueella on tehty:

- kaapeli- ja putkijohtoselvitys
- painokairauksia 12 tutkimuspisteessä
- häiriintyneiden maanäytteiden otto 10 tutkimuspisteessä
- pohjavedenpinnan havainto 5 tutkimuspisteessä
- maanäytteiden peruskäsittely 38 kpl
- vesipitoisuus 6 kpl ja rakeisuusmääritykset 6 kpl

Kallionpintaa ei ole selvitetty alueella.

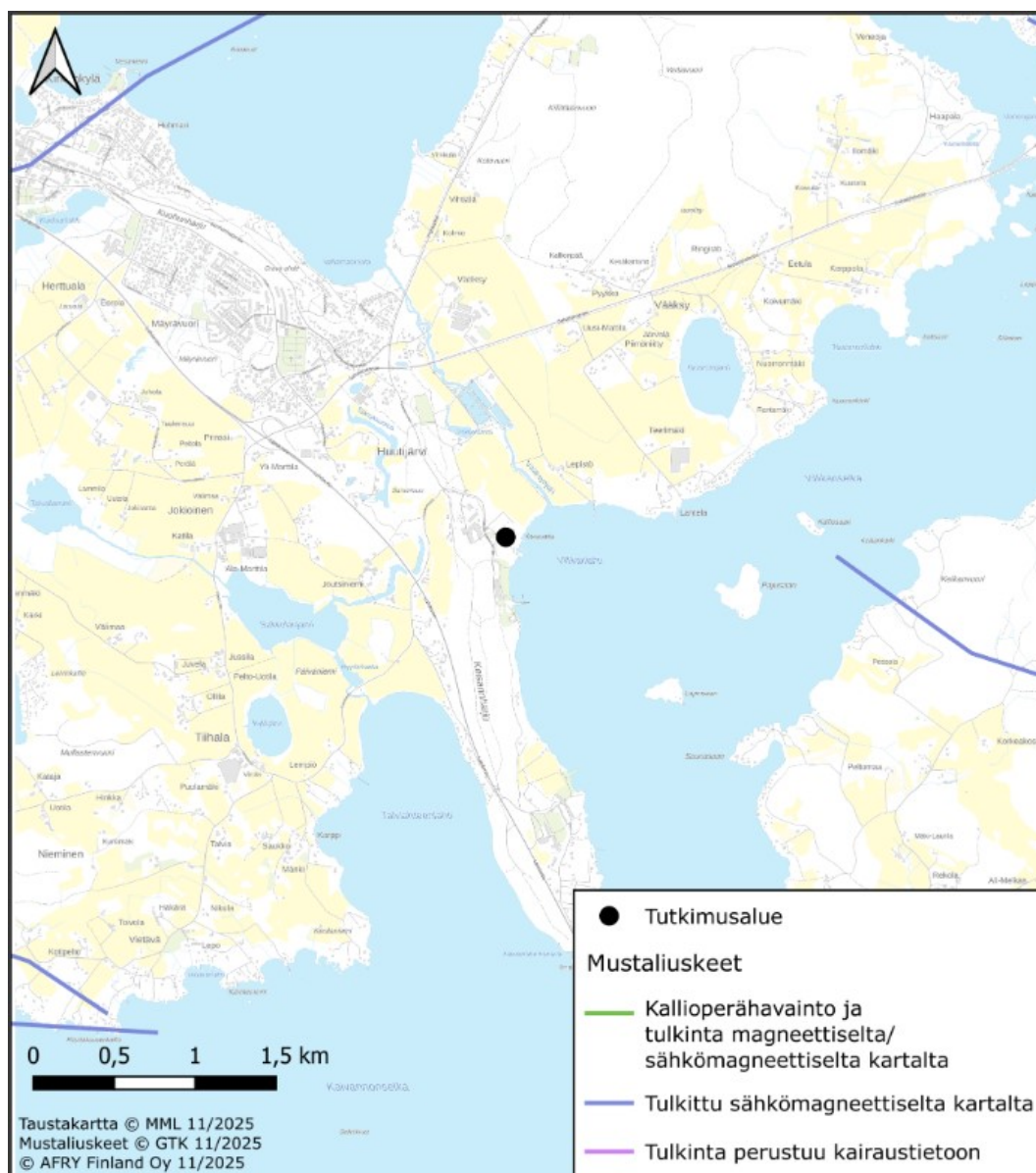
Pohjatutkimuspisteet on sidottu koordinaattijärjestelmään ETRS-GK24. Korkeudet on sidottu korkeusjärjestelmään N2000.

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

3 Sulfaattimaaselvitys

3.1 Yleistä

Kisarannan hanke sijoittuu alueelle, jossa ei esiinny Litorinameri-vaiheen aikaisia potentiaalisia happamia sulfaattimaita. Pirkanmaan alueella esiintyy kuitenkin runsaasti mustaliuskeita, jotka voivat aiheuttaa happamoitumishaittaa. GTK:n happamien sulfaattimaiden aineistossa on esitetty myös mustaliuskealueet. Kisarannan hankealueella ei esiinny mustaliuskeita GTK:n tulkinnan perusteella (Kuva 1). Lähin sähkömagneettiselta kartalta tulkittu mustaliuskealue sijaitsee noin kaksi kilometriä itään Kisarannan hankealueesta. Ennakko-tulkinta ei kuitenkaan sovellu yksittäisen hankekohteen happamoitumisriskin määrittämiseen.



Kuva 1. GTK:n ennakkotulkinta mustaliuskeiden esiintymisen todennäköisyydestä Kangasalan alueella. Kisarannan tutkimusalueen sijainti on merkitty mustalla pisteellä. (Geologian tutkimuskeskus 2025). Sisältää Maanmittauslaitoksen aineistoa.

3.1 Tehdyt tutkimukset

Kisarannan hankkeen alueelta on otettu yhteensä kuusi sulfaattimaanäytettä, kahdesta näytepisteestä (NP2 ja NP12). Tutkimuspisteiden sijainti on esitetty tutkimuskartassa 101033141/GEO-8501.

Kaikista näytteistä mitattiin alku-pH, ja kaksi näytettä (NP2/2 m ja NP12/ 3 m) lähetettiin laboratorioon, jossa näytteistä määritettiin kokonaisrikkipitoisuus, hapontuottoriski NAG-testillä sekä sähkönjohtavuus. Nettohapontuottokyky (NAG) ja NAG-pH mitataan hapettamalla näyte vetyperoksidilla. Tämän jälkeen näyte titrataan emäksellä pisteeseen, jossa pH on 4,5 tai 6,5. Emäksen (NaOH) kulutuksesta lasketaan nettohapontuotto. NAG-pH on teoreettinen arvo, johon päädyttäisiin, mikäli näytteen kaikki sulfidinen rikki hapettuisi kerralla.

Analyyysitulokset on esitetty liitteessä 6.

3.2 Tutkimustulokset ja johtopäätökset

Silmämääräisesti tarkasteltuna missään näytteessä ei havaittu tummaa ainesta, joka viittaisi mahdollisesti sulfidiseen materiaaliin. Laboratorioon lähetetyt näytteet olivat harmaanruskeaa hiekkaista silttiä (NP2/2 m) ja harmaata savea, jossa oli seassa rautasaostumaa (NP12/3 m). Kaikkien näytteiden maalajien kuvaukset ja alkupH-tulokset on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1 Näytteiden alkupH-tulokset ja maalajien kuvaus. Korostetuille näytteille on tehty laboratorioanalyysit.

Näyte	Alku pH	Näytteen kuvaus
NP2/ 1 m	4,8	harmaanruskea siHkMr, seassa Tv
NP2/ 2 m	5,6	harmaanruskea hkSi, seassa Tv
NP2/ 3 m	6,0	harmaa saSi
NP12/ 1 m	5,9	harmaa siHkMr
NP12/ 2 m	6,4	harmaa saSi
NP12/ 3 m	6,4	harmaa laSa, Fe sakkaa

Taulukossa 2 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 2. Maan hapontuottoriski karkeasti arvioituna NAG ja kokonaisrikkipitoisuuden perusteella.

	NAG pH	Hapontuotto- potentiaali (mmol H ⁺ / kg, pH 6,5)	NAG [kg H ₂ SO ₄ /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 julkaisuja 2022:3. Happamien sulfaattimaiden kansallinen opas rakennushankkeisiin.

Taulukossa 3 on esitetty analyysien tulokset. Kummankaan näytteen kokonaisrikkipitoisuus ei ollut yli 0,2 %, eli maanäytteitä ei sen perusteella luokitella potentiaalisesti happamaksi sulfaattimaaksi. Molempien näytteiden maa-ainekset ovat hienorakeisia. Kummankaan näytteen NAG-testin pH ei laskenut selvästi happamiksi, alle pH 4,5 raja-arvon. Näytteiden rikkipitoisuudet tai sähkönjohtavuudet eivät olleet selvästi koholla. Molempien näytteiden nettohapontuotantomäärä oli matalalla tasolla. Näiden tulosten perusteella pisteissä NP2/2 m ja NP12/ 3 m maalla on pieni hapontuottopotentiaali.

Nyt tarkastelluista näytepisteistä pisteen NP2/2 m ja pisteen NP12/3 m maa-aineksen arvioidaan aiheuttavan korkeintaan pientä happamoitumista. Sekä rikkipitoisuuksien että NAG-testin tulosten perusteella happamuushaittaa voidaan pitää pienenä.

Taulukko 3. 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
NP2/ 2 m	5,6	6,2	0,0	0,3	580 (0,058)	1740	4,0
NP12/ 3 m	6,4	6,8	0,0	<0,2	150 (0,015)	450	4,1

3.3 Jatkotoimenpiteet

Jos rakentamisen aikana kaivujen yhteydessä havaitaan sulfidisia maita, täytyy alueella tehdä lisätutkimuksia happamoitumisriskin selvittämiseksi. Sulfidiset maat erottuvat muista maa-aineksista tumman värin ja mahdollisen rikkisen hajun perusteella. Jos vastaavia maa-aineksia havaitaan kaivujen yhteydessä, otetaan niistä näytteet, joille voidaan tehdä pikatestit hapontuottopotentiaalin 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 kulkeutua happamien valuntojen mukana ympäristöön.

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

3.4 Lähteet

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

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

GTK (2015) Mine Closure WIKI: net acid generation

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

4 Maasto- ja ympäristöolosuhteet selvitysalueella

4.1 Ympäristöolosuhteet

Selvitysalue on nykyisin osittain rakennettua aluetta. Alueella sijaitsee mm. Kisarannan tanssilava -rakennus, murskepintaisia tie- ja paikoitusalueita. Alueella kasvaa harvaa puustoa ja osa alueesta on nurmipintaista.

Alueen länsipuolella kulkee Kustaa Kolmannen tie ja itäpuolella alue rajoittuu Längelmäveden Villikanlahteen. Eteläpuolella on mm. uimaranta ja sen paikoitusaluetta. Pohjoispuolella on viljeltyä peltoa.

Selvitysalueella maanpinta on verrattain tasaista. Maanpinta laskee yleisesti itään ja koilliseen päin kohti Villikanlahtea. Maanpinta on korkeimmillaan alueen kaakkoisosassa ollen n. tasolla +88. Maanpinta laskee loivasti koillisen suuntaan ja on rantavyöhykkeen ulkopuolella matalimmillaan alueen koillisosassa noin tasolla +85. Längelmäveden vedenpinta on noin korkeudella +84,4.

4.2 Pohjasuhteet

GTK:n maaperäkartan mukaan alueella on pinta- ja pohjamaalajina karkea maalaji, jonka päälaajitetta ei ole selvitetty.

Pohjatutkimusten perusteella alueella on pinnassa ohuehko pintamaakerros, joka koostuu paikasta riippuen täyttömaista, humuspitoisesta kasvukerroksesta ja kuivakuorisiltistä. Pintakerrosten alapuolella pohjamaa on alueella löyhää routivaa silttiä. Alueen pohjoisnurkassa on pintamaiden alla pehmeä liejuisesta siltistä ja savisesta siltistä koostuva kerros ennen löyhää silttikerrosta. Löyhien kerrosten paksuus vaihtelee 4...20 m välillä, joiden alla alkaa tiivis hiekka- ja moreenikerros.

Maakerrosjako on selvitysalueella seuraava:

- pintamaat
 - rakentamattomalla alueella humus ja kuivakuori yht. n. 1 m
 - rakennetulla alueella täyttö, hiekka ja sora 0,7...1,0 m
- alueen pohjoisosassa erittäin routiva pehmeä liejuinen siltti ja savinen siltti 0...6 m
 - pehmeä silttikerros havaittu myös alueen keskiosalla

- löyhä, erittäin routiva siltti 2...19 m
- tiivis hiekka ja moreeni

Pintamaakerrosten alla oleva erittäin routiva siltti vaihtelee rakeisuudeltaan savisesta siltistä hiekkaiseen silttiin. Kerros on etenkin alueen pohjoisosassa erittäin löyhää/pehmeää ja sisältää erittäin löyhiä/pehmeitä savisia silmäkkeitä myös muualla alueella. Sulfidipitoinen silttikerros on yleisesti humuspitoisuuden perusteella osittain liejuista silttiä. Maanäytteiden vesipitoisuus on ollut 26...41 paino-% (näytteessä olevan veden massan suhde kuivan maan aineksen massa), ja savipitoisuus ($\# < 0,002$ mm) 0...57 paino-%.

Painokairaukset ovat päättyneet alueella tiiviissä maakerroksessa olevaan kiveen tai kallioon 13...21 m syvyyteen kaakkoisinta pistettä 13 lukuun ottamatta, missä kairaus on päätynyt tiiviissä maakerroksessa olevaan kiveen tai kallioon 5 m syvyydellä maanpinnasta. Häiriintyneiden maanäytteiden otto on ulottunut syvimmillään 7 m määräsyvyyteen maanpinnasta.

Pohjaveden pinta on mitattu tutkimusaikana (9.10.2025) tasovälille +85,75...+85,97 eli noin 0,5 m syvyydelle maanpinnasta. Pohjoisimpana olevassa vesiputkessa (pvp. 2) on vesipinta mitattu tasolle +82,44. Tässä pisteessä pohjamaa on ollut erittäin heikosti vettä läpäisevää savista silttiä eikä vesipinta ole todennäköisesti ehtinyt nousta putkessa luonnolliselle tasolle putken asentamisen jälkeen.

4.3 Rakennettavuusalueet

Alueella esiintyy rakennettavuuden kannalta kahta erilaista pohjaolosuhdetta.

Aluetyyppi 1

Alue soveltuu kohtalaisesti rakentamiseen. Pääosalla aluetta on pintamaiden alla löyhää, erittäin routivaa silttiä, jonka paksuus vaihtelee 2...19 m. Ei kuitenkaan erittäin pehmeitä maakerroksia. Painokairausvastus on näillä alueilla koko matkan kierron puolella. Yli 1-kerroksiset ja painumille herkäät 1-kerroksiset rakennukset suositellaan perustettavaksi paaluille tiiviin pohjamaan varaan. 1-kerroksisten puurunkoisten rakennusten perustaminen voi olla mahdollista maanvaraisesti esikuormitusta käyttäen. Alue esitetty pohjatutkimuskartalla ilman rasteria. Aluerajaus ei ole tarkka, vaan perustuu tässä vaiheessa tehtyyn suhteellisen harvaan kairauspisteverkostoon. Pehmeitä savisia silttikerroksia voi esiintyä myös muualla, joten pohjaolosuhteet tulee varmistaa rakennusten kohdalla tarkemmilla pohjatutkimuksilla, kun rakennusten sijainnit ovat tiedossa.

Aluetyyppi 2

Alue soveltuu kohtalaisesti rakentamiseen. Alueella on pintakerrosten alla erittäin pehmeää liejuista silttiä ja savista silttiä, joka kokoonpuristuu kuormitettaessa voimakkaasti. Kaikki rakennukset tulee perustaa paaluilla tiiviin pohjamaan varaan. Alueet on esitetty pohjatutkimuskartalla vinorasterilla. Pehmeitä savisia silttikerroksia voi esiintyä myös muualla, joten rakennusten alueet tulee tutkia tarkemmin jatkosuunnittelun yhteydessä.

5 Pohjarakennustapa

5.1 Tiedot suunnitelluista rakennuksista

Tilaaajan toimittamien luonnosten perusteella maa-alueelle on luonnosteltu kahta erityyppistä rakennuskokonaisuutta. Vaihtoehdossa 1 alueen keskiosalle tulisi yksi korkeampi rakennus ja eteläosaan lähelle rantaa matalampi rakennus. Toisessa vaihtoehdossa alueen keski- ja pohjoisosaan tulisi pientalotyyppisiä rakennuksia.

Yleisperiaatteena on, että rakennuksen 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).

Rakennusjärjestyksen mukaan alueen alin sallittu rakentamiskorko on +86,30.

5.2 Rakennusten ja rakenteiden perustaminen paaluille

Koko selvitysalueen laajuudella esiintyy paksuja löyhiä silttikerrostumia, jotka kokoonpuristuvat kuormitettaessa voimakkaasti. Maakerrosten painumista ja painumaeroista johtuen, kaikkien painumille herkkien rakennusten (yli 1-kerroksiset rakennukset, kivi- tai tiilirunkoiset rakennukset) rungot ja alapohjat tulee alueella perustaa tukipaaluille tiiviin pohjamaakerrostuman varaan (aluetyyppi 1).

Paikoitellen alueella on niin pehmeitä maakerroksia, että kaikki rakennukset (myös yksikerroksiset) tulee näillä alueilla perustaa paaluille (aluetyyppi 2).

Paalujen suunnittelussa ja paalutustöissä noudatetaan Paalutusohjetta 2016 (PO 2016) RIL 254-2016 ja paalumateriaalin valmistajan ohjeita.

Geotekninen luokka on GL2, seuraamusluokka CC2 ja paalutustyöluokka PTL2.

Teräsbetonipaaluina voidaan käyttää seuraavia paalutyypppejä (PTL2):

- RTB-250-16 (250x250 mm²) $R_{d,geo} = 698$ kN/paalu
- RTB-300-16 (300x300 mm²) $R_{d,geo} = 1\,001$ kN/paalu

Teräspaaluina voidaan käyttää esim. seuraavia paalutyypppejä (PTL2:):

- RR115/8 (S460), $R_{d,geo} = 500$ kN/paalu

Alustavana betonipaalujen tavoitetasona voidaan pitää painokairausten päättymistasoa. Teräspaalujen arvioitu alustava tavoitetaso on 2...3 m syvemmällä.

Alapohja tehdään kantavana rakenteena. Kantavan alapohjan lämmöneriste kannatetaan kantavasta rakenteesta. Mikäli alapohja betonoidaan maata vasten, alapohjan lämmöneristeen alle tehdään vähintään 0,3 m paksu kapillaarisen vedennousun katkaiseva salaojituserkerros kiviaineksesta, joka täyttää julkaisun Rakennuspohjan ja tonttialueen kuivatus RIL 126-2020, kuvan 5.5a rakeisuusohjealueen RIL1a vaatimukset, ks. liite 5.

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 ilmatiiveyttä. Tiivistyskaistalla estetään lattian alla mahdollisesti olevien kaasumolekyylien pääsyn huonetilaan, joita ovat radon, mikrobit ja tavanomainen maan haju.

5.3 Keveiden 1-kerroksisten rakennusten perustaminen maanvaraisesti esikuormitusta käyttäen

Aluetyypillä 1 voi olla mahdollista perustaa 1-kerroksisia rakennuksia maanvaraisesti esikuormitusta käyttäen. Ilman esikuormitusta rakennusten painumat ja painumaerot kasvavat suuriksi.

Alustava painumatarkastelu on suoritettu seuraavilla oletuksilla:

- jatkuva antura $F = 30 \text{ kN/m}$
- pohjapaine $p_{\text{sall}} = 100 \text{ kN/m}^2$
- maanvaraisen lattian taso 1,0 m nykyisen maanpinnan yläpuolella
- alustäyttöä vähintään 0,5 m
- laskennallinen perustuksen ja alapohjan painuma on 100 mm suuruusluokkaa
- painuminen tapahtuu suhteellisen hitaasti.

Painumia voidaan pienentää esikuormittamalla rakennusten alue, jolloin rakentamisen jälkeinen painuma jää sallittujen rajojen sisälle.

- esikuormituspenker voidaan rakentaa esimerkiksi rakennus- ja piha-alueen täyttöhieasta tai murskeesta
- esikuormituspenkereen korkeudeksi suositellaan vähintään lattiataso +1,0 m
- penger ulotetaan täydessä korossa vähintään 2 m perustusten reunojen ohi, penkereen luiskaus 1:1,5
- esikuormituspenkereen laskennallinen painuma on suuruusluokkaa 80...120 mm
- arvioitu esikuormitusaika on 6-12 kk (tarkentuu painumamittauksilla)

Esikuormituspenkereen painumaa tulee seurata säännöllisesti. Esikuormituspenker voidaan poistaa kun painuma on täysin pysähtynyt.

Esikuormituksella saadaan pienennettyä rakennusten rungon laskennollista kokonaispainumaa ja painumaeroja suuruusluokkaa 70...80 %.

Maanvaraisessa perustamisessa rakennusten anturaperustukset voidaan suunnitella käyttörajatilassa $p_{\text{sall}} = 100 \text{ kN/m}^2$ sallitulle pohjapaineelle anturan toimivalla osalla, kun perustussyvyys on vähintään 0,5 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 0,3 m ja pilarianturoiden minimisivumitta 0,5 m.

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

- | | |
|--|------------------------------|
| – kitkakulma | $\varphi = 32^\circ$ |
| – koheesio | $c = 0 \text{ kN/m}^2$ |
| – tilavuuspaino pohjaveden yläpuolella | $\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$ |

- tilavuuspaino pohjaveden alapuolella $\gamma = 11 \text{ kN/m}^3$
- muodonmuutosmoduli $E_d = 20 \text{ MN/m}^2$

5.4 Routasuojaus

Julkaisun RIL 261-2013 "Routasuojaus" mukaan Kangasalla kerran 50 vuodessa esiintyvää mitoituspakkasmäärää, $F_{50} = 39\,000 \text{ Kh}$, vastaava roudaton perustussyvyys mitattuna maanpinnasta anturan alapintaan tai anturan alapuolisen routimattoman alustäytön alapintaan on seinälinjalla 1,5 m ja nurkissa 1,9 m kun alapohjarakenne on maanvarainen. Ryömintätilallisessa, ulkoilmasta tuulettuvassa alapohjarakenteessa roudaton perustussyvyys on vastaavasti seinälinjalla 1,8 m ja nurkissa 2,2 m. Kylmien rakenteiden osalla roudaton perustussyvyys on 2,3 m.

Luonnonmaakerrokset selvitysalueella ovat routasyvyyteen saakka erittäin routivaa silttiä.

Perustusrakenteet routaeristään tai perustuksen alapuolelle tehdään routimaton massanvaihto roudattomaan syvyyteen. Massanvaihdon tulee ulottua roudattomassa syvyydessä vähintään anturan reunasta kaltevuudella 1:1 mitattavan alueen reunaan.

Kevyemmät routasyvyyden yläpuolelle perustetut rakennukset voidaan tehdä routaeristettyinä rakenteina. Mahdollisen routaeristuksen tulee jatkua yhtenäisesti alapohjan eristeestä alkaen, perusmuurin sivuilta ja alapuolelta ulkopuoliseen routasuojaukseen asti.

5.5 Salaojitus

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

Selvitysalueella pohjaveden pinta on mitattu tutkimusaikana (9.10.2025) tasovälille +85,75...+85,97 eli noin 0,5 m syvyydelle maanpinnasta.

Lämpimät rakennukset ja kaikki kosteudelle herkätkä rakenteet salaojitetaan. Pohja- ja orsi-vesien kapillaarinen nousu rakenteisiin on estettävä salaojituserroksilla ja riittävän karkeilla täytöillä.

Salaojituksessa ja kapillaarisen veden nousun katkaisevassa salaojituserroksessa (sora tai sepele) käytettävän kiviaineksen tulee täyttää julkaisun Rakennuspohjan ja tonttialueen kuivatus RIL 126-2020, kuvan 5.5a rakeisuusohjealueen RIL1a vaatimukset, ks. liite 5.

Salaojituserroksesta tulee olla esteetön yhteys salaojiin.

5.6 Radon

Suunnittelualueelta ei ole saatavilla Säteilyturvakeskuksen tietokannasta radonmittaustietoa. Alueella on paksuja silttisiä maakerroksia, jotka eivät ole radonin kannalta riskialtteimpia maalajeja. Suunnittelussa ja rakentamisessa on suositeltavaa tehdä ainakin paksujen kerrosten alustäytösten yhteydessä alapohjan liittyvät rakenteet (perusmuuri, lattia, läpivienit) 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.

Selvitysalueella luonnonmaa on siirtymäkiilasyvyteen (1,6 m) asti voimakkaasti routivaa silttiä. Ohjeen "Routasuojaus – rakennukset ja infrarakenteet RIL 261-2013" siltin kelpoisuusluokka on U1, jolloin routaturpoama $t=16\%$ (märkä) ja E-moduuli 20 MN/m^2 .

Liikenne- ja pysäköintialueen tavoitekantavuus määritetään jatkosuunnittelun aikana. Alustavasti tavoitekantavuutena voidaan käyttää Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset InfraRYL 2017 katuluokan 5 mukaista 200 MN/m^2 kantavuutta päällysteen päältä.

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

Mikäli pihan tasaus nousee nykyisen maanpinnan yläpuolelle, aiheuttaa tasauksen nosto pohjamaalle lisäkuormitusta

5.8 Kunnallistekniikka

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

Kunnallistekniikka ei lähtökohtaisesti vaadi pohjanvahvistustoimenpiteitä, mikäli maanpinnan tasoa ei nosteta kunnallistekniikan linjojen kohdalla. Mikäli maanpintaa nostetaan, tulee pohjanvahvistustarve tarkastella tarkemmin. Pohjanvahvistuksena voidaan tarvittaessa käyttää esim. esikuormitusta tai kevennysrakenteita.

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 tasaus suunnitellaan erikseen.

6 Pohjarakennustyön suoritusohjeet

6.1 Maarakennus- ja tiivistystyöt, yleistä

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

Rakentamiseen liittyvät matalat kaivut tehdään luonnollisen pohjavesipinnan yläpuolella kaltevuudella 1:1,5 ja luonnollisen pohjavesipinnan alapuolella kaltevuudella 1:2. 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 rakennusselostus ja laatuvaatimukset" esitetyt laatuvaatimukset täyttävistä materi-

aaleista, ja tiivistetään tiiviyoluokkaan 1. Liikennealueiden osalta noudatetaan lisäksi Infra-rakentamisen yleiset laatuvaatimukset InfraRYL annettuja ohjeita.

Täytöt tiivistetään kerroksittain vähintään taulukon 1 mukaisiin tiiviyasteisiin tai kantavuusarvoihin, ellei suunnitelmissa ole muuta esitetty.

Taulukko 1 Eri täyttökohteiden ohjeelliset tiiviy- ja kantavuusvaatimukset.

Kohde	Tiivistys-luokka	Tiiviyaste 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 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 täytemateriaali on niin karkeaa, että Proctor-kokeen suoritus on vaikeaa, käytetään kantavuusarvoja.

7 Yhteenveto

Tämän rakennettavuusselvityksen tavoitteena on ollut selvittää asemakaava-alueen pohjaolosuhteet ja soveltuvuus rakentamiseen sekä antaa yleispiirteiset perustamistapaesitykset erityyppisille rakennuksille ja rakenteille. Tämä selvitys ei ole kohteen lopullinen pohjarakennusasiakirja.

Alueella esiintyy paksuja löyhiä silttimaakerroksia (rakennettavuusalue 1) ja paikoitellen näiden lisäksi vielä pehmeitä savisia silttikerroksia (rakennettavuusalue 2). Alueella 1 raskeampien rakenteiden perustaminen vaatii perustamista paalujen varaan. Kevyemmät 1-kerroksiset rakennukset saattavat olla mahdollista perustaa maanvaraisesti esikuormitusta käyttäen. Esikuormituksen avulla perustaminen vaatii tarkempia rakennuskohtaisia tarkasteluja, kun rakennusten sijainnit, korkeusasemat ja kuormitukset ovat tiedossa.

Alueella 2 on niin voimakkaasti kokoonpuristuvia maakerroksia, ettei maanvarainen perustaminen ole suositeltavaa. Näillä alueilla kaikki asuinrakennukset tulee perustaa paaluilla tiiviin pohjamaan varaan.

Pohjatutkimukset alueella on tehty rakennettavuusselvitystä varten tutkimuspistevälin ollessa noin 50 m. Alueella voi esiintyä pehmeitä savisia kerroksia myös muualla kuin nyt havaituissa sijainneissa. Etenkin esikuormitusta suunniteltaessa tulee rakennusten sijainteihin tehdä tarkemmat pohjatutkimukset sen varmistamiseksi, ettei rakennuksen alueella ole pehmeitä savisia maakerroksia.

8 Jatkotoimet

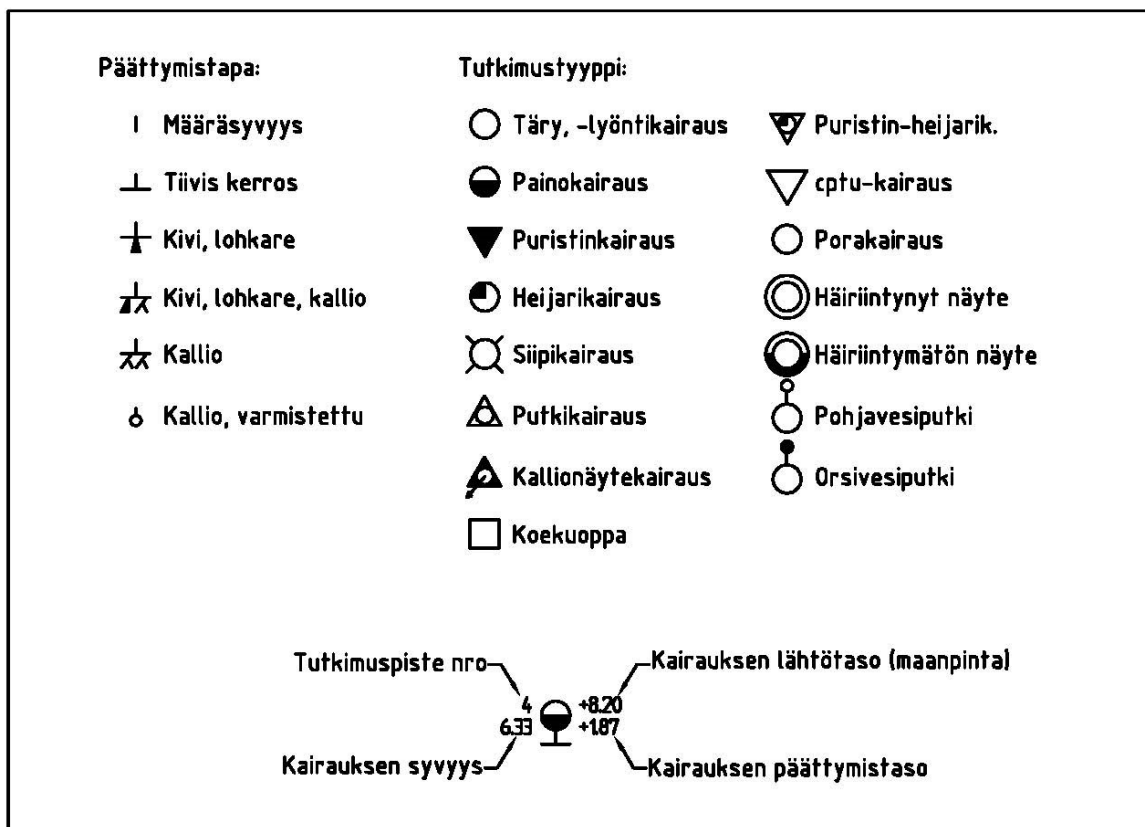
Rakennusten ja rakenteiden lopullinen perustamistapa, yms. määritetään täydentävien pohjatutkimustulosten perusteella ja valinnan tekee aina ao. hankkeen pohjarakennussuunnittelija.

Tarkemman paalujen tavoitetason selvittämiseksi suositellaan tehtäväksi rakennusten sijainneille puristinheijarikairauksia jatkosuunnittelun yhteydessä

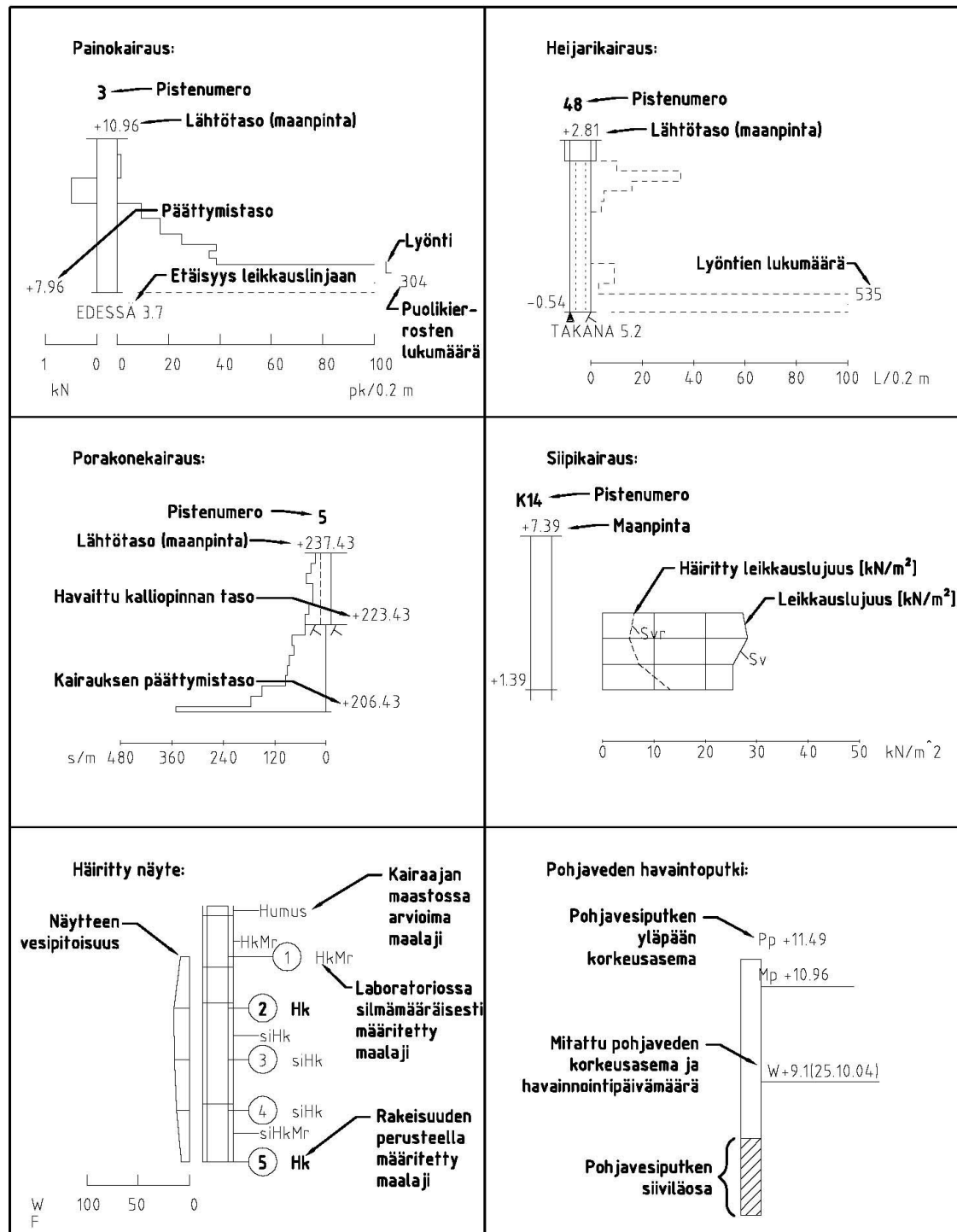
Katualueilla, kenttäalueilla ja piha-alueilla perustaminen ja päällysrakenteet, sekä putkikaivannoissa kaivuluiskat ja tarvittava tukeminen varmistetaan mitoituskaskelmilla rakennussuunnittelun yhteydessä. Tarvittaessa alueille tehdään lisäpohjatutkimuksia.

POHJATUTKIMUSMERKINNÄT

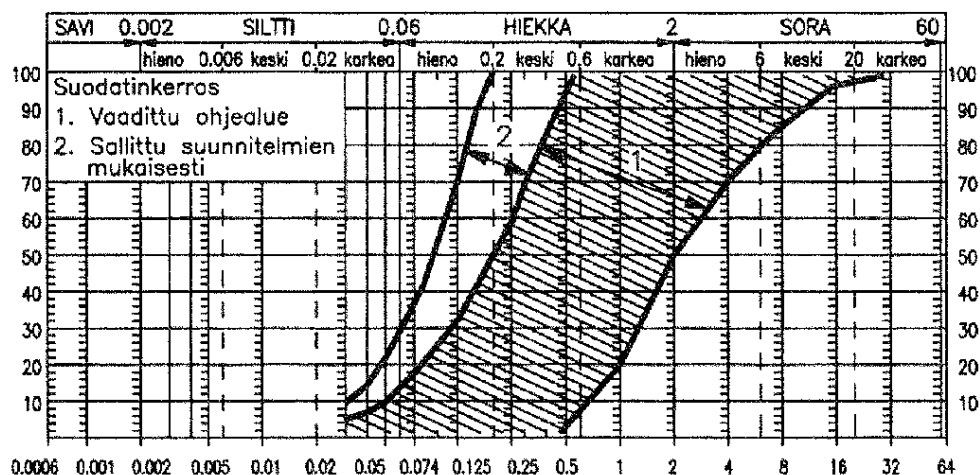
POHJATUTKIMUSKARTTA



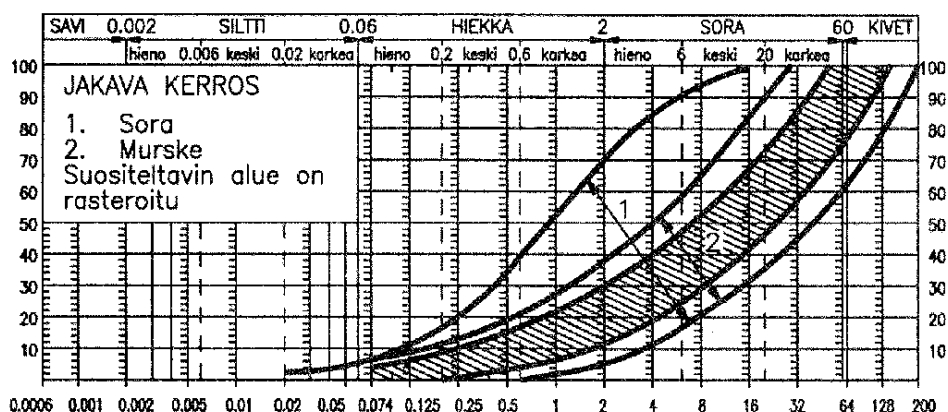
POHJATUTKIMUSLEIKKAUS



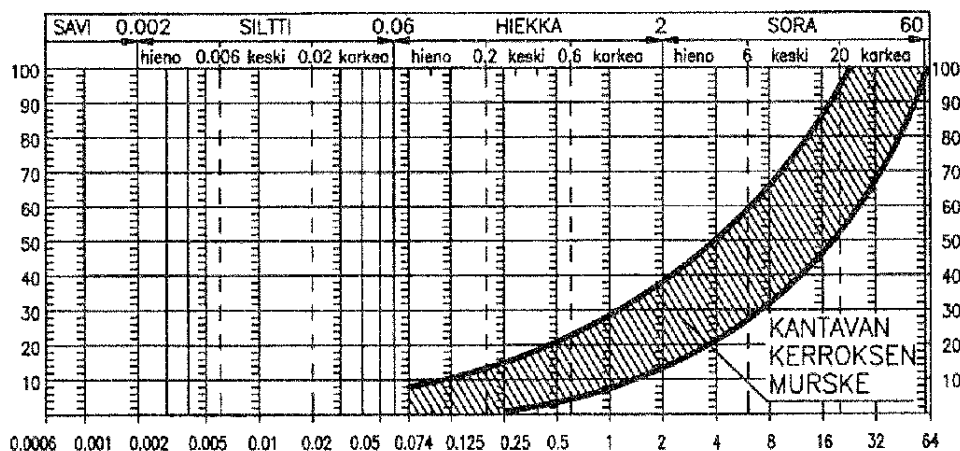
PIHA- JA LIIKENNEALUEEN PÄÄLLYSRAKENNEKERROSTEN KIVIAINESTEN RAKEISUUDEN OHJEALUEET



Kuva 1 Suodatinkerroksen rakeisuuden ohjealue

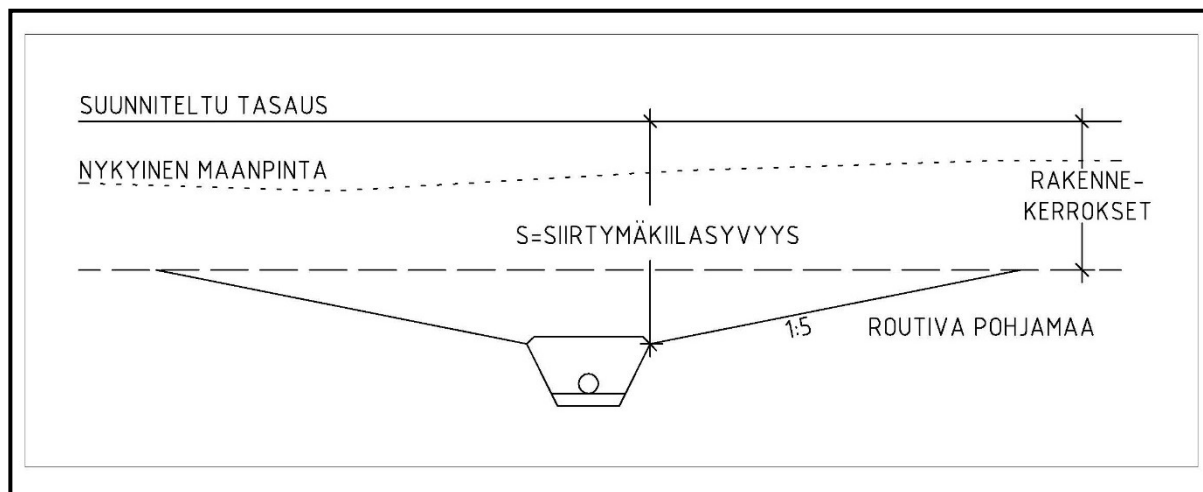


Kuva 2 Jakavan kerroksen rakeisuuden ohjealue

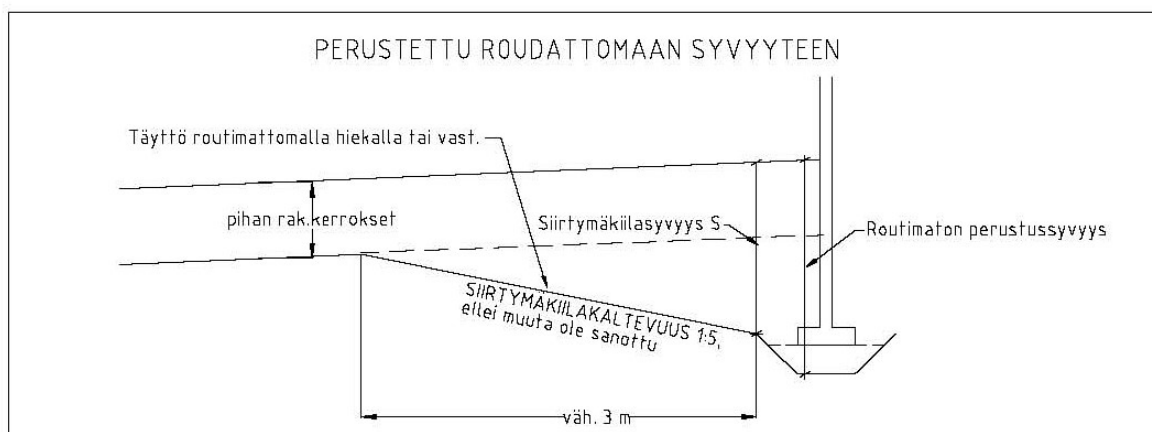
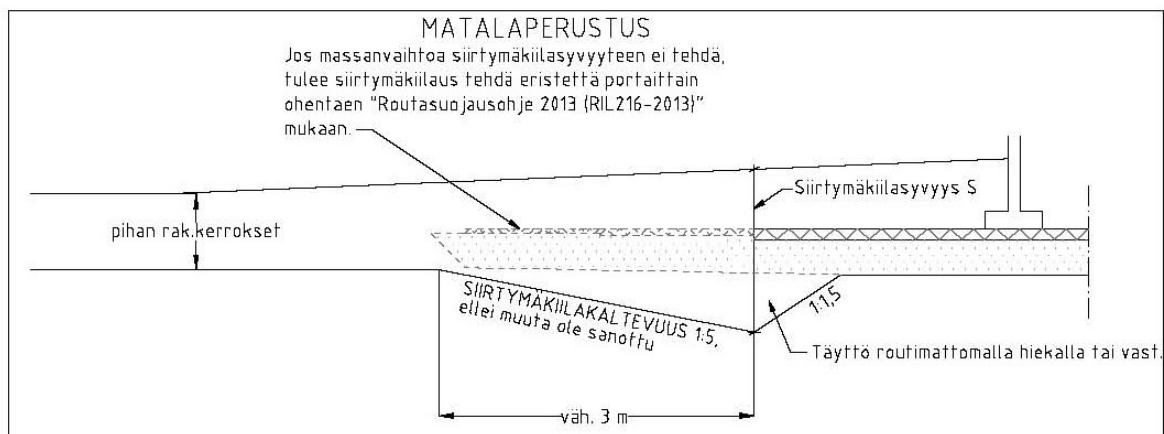


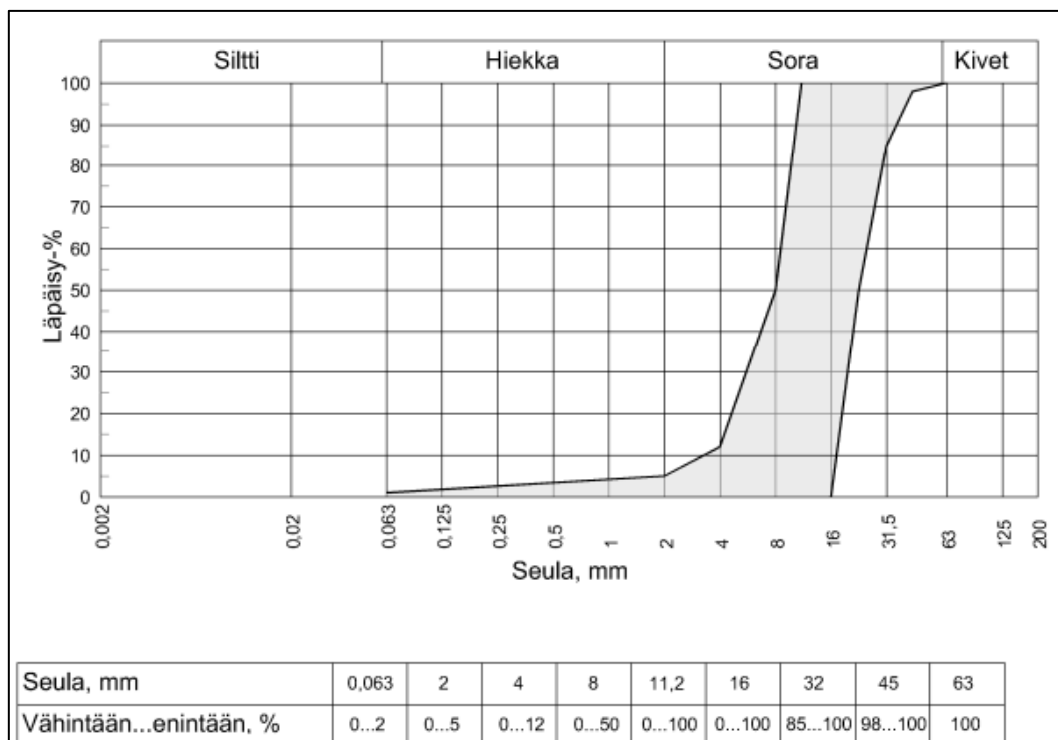
Kuva 3 Kantavan kerroksen rakeisuuden ohjealue

PUTKIKAIVANNON SIIRTYMÄKIILAT



KYLMÄN RAKENNUKSEN SIIRTYMÄKIILAUUS



SALAOJASORAN OHJEALUEET/RIL 126-2020


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 rinteessä.

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