

RAKENNETTAVUUSSELVITYS

SIPOON KAAVA-ALUEET:

N 60 OIKOPOLKU

N 65 METSÄRINNE

TYÖNUMERO 1080

31.3.2021



GEOSOLVER OY

Y-tunnus: 3009192-7
Tapulikatu 27 a 20
04200 Kerava

www.geosolver.fi
puh. +358 44 934 7276
etunimi.sukunimi@geosolver.fi

Sisällys

1. YLEISTÄ.....	1
2. PINTA- JA POHJASUHTEET	1
2.1. Alueiden yleiskuvaus.....	1
2.2. Pinta- ja pohjasuhteet	2
2.2.1. Oikopolku.....	2
2.2.2. Metsärinne.....	3
2.3. Pohjavesi	4
2.4. Pilaantuneet maat.....	5
3. PERUSTAMISTAVAT JA POHJARAKENTEET	5
3.1. Oikopolku	5
3.1.1. Rakennukset.....	5
3.1.2. Piha-alueet.....	6
3.1.3. Kadut ja kunnallistekniikka	6
3.2. Metsärinne, eteläosa	6
3.2.1. Rakennukset.....	6
3.2.2. Piha-alueet.....	7
3.2.3. Kadut ja kunnallistekniikka	7
3.3. Metsärinne, pohjoisosa	8
3.3.1. Rakennukset.....	8
3.3.2. Piha-alueet.....	8
3.3.3. Kadut ja kunnallistekniikka	9
3.4. Esirakentamismenetelmät ja kavennysrakenteet.....	9
3.4.1. Kevennysrakenteet.....	9
3.4.2. Syvästabilointi	10
3.4.3. Esikuormitus ja pystysalaojat	10
3.5. Alustavat painumatarkastelut	11
3.5.1. Oikopolku.....	11
3.5.2. Metsärinne.....	11
4. MUUT POHJARAKENTAMISEEN LIITTYVÄT ASIAT	11
4.1. Routasuojaus ja kuivatus.....	11
4.2. Kuivatus	12
4.3. Radon	12
4.4. Kaivannot.....	12



4.5.	Hulevedet.....	13
4.6.	Yhteenveto ja lisäselvitystarve	13
4.7.	Suunnitteluun liittyvät asiakirjat.....	14

Liitteet:**1080 GEO 001 Pohjatutkimus- ja rakennettavuusluokituskartta (Oikopolku)****1080 GEO 002 Pohjatutkimus- ja rakennettavuusluokituskartta (Metsärinne)****1080 GEO 003 Pohjatutkimuskartta (diagrammit, Oikopolku)****1080 GEO 004 Pohjatutkimuskartta (diagrammit, Metsärinne)****1080 GEO 005 Kairausdiagrammit**

1. YLEISTÄ

Olemme laatineet Sipoon kunnan toimeksiannosta rakennettavuusselvityksen kahdelle Sipoon asemakaava-alueelle, jotka ovat Oikopolku (1,3 ha) ja Metsärinne (4,4 + 1,0 ha), Metsärinne koostuu eteläisestä ja pohjoisesta alueesta. Tutkittujen alueiden sijainti on esitetty pohjatutkimuskartoissa ja kuvassa 1.



Kuva 1. Suunnittelualueiden sijainti Sipoossa.

Pohjatutkimustulosten perusteella on arvioitu tulevien rakennuksien, piha-alueiden ja kunnallistekniikkaan liittyvien rakenteiden perustamistapoja. Pohjatutkimukset on esitetty piirustuksissa GEO 001–004. Pohjatutkimukset on tulostettu tasokoordinaatistossa ETRS-GK25 ja korkeusjärjestelmässä N2000.

2. PINTA- JA POHJASUHTEET

2.1. Alueiden yleiskuvaus

Seuraavassa on esitetty GTK:n maaperäkartta, johon on rajattu suunnittelualueet (kuva 2). Oikopolun suunnittelualueella pintamaalaji on koko alueella savi (sininen). Alue sijoittuu nykyisten kerrostaloalueiden väliin ja on nykyisellään rakentamatonta ja puustovaltaista aluetta. Alueen läpi kulkee kevyen liikenteen reitti. Luoteessa aluetta rajaa Nikkiläntie, koillisessa ja lounaassa kerrostalotontit. Kuvassa 2 on esitetty alue maaperäkartalla.





Kuva 2. Suunnittelualueet GTK:n maaperäkartalla (sininen savikko, punainen kalliopöytä)

Metsärinteen alue on jaettu kahteen osaan, joista kummastakin löytyy sekä savi- että kalliopöytä. Alueella on puustoa ja nykyisiä rakennuksia sekä suunnittelualueella että välittömästi sen vieressä. Lisäksi alueelle sijoittuu ojitettua peltomaata. Metsärinteen alue rajoittuu Nikkiläntien ja Martinkyläntien väliin.

Tarkemmat aluerajaukset käyvät ilmi piirustuksista GEO 001–004.

Oikopolun alueella tehtiin yhteensä 4 puristinheijarikairaus, 1 siipikairaus ja 1 pisteestä otettiin häiriintyneitä maanäytteitä. Lisäksi asennettiin 2 pohjavesiputkea. Maanäytteistä määritettiin rakeisuus ja humuspitoisuus yhteensä 4 eri syvyydestä.

Metsärinteen alueella tehtiin yhteensä 11 puristinheijarikairaus, 2 siipikairaus ja 4 pisteestä otettiin häiriintyneitä maanäytteitä. Lisäksi asennettiin 2 pohjavesiputkea. Maanäytteistä määritettiin rakeisuus yhteensä 13 eri syvyydestä.

2.2. Pinta- ja pohjasuhteet

2.2.1. Oikopolku

Alue on pinnanmuodoiltaan melko tasaista, matalimmat kohdat ovat alueen pohjois- ja itäpäässä, noin korkeustasolla +23 tai hiukan sen alapuolella. Korkein kohta on alueen keskikohdalla hiukan korkeustason +25 yläpuolella. Pohjatutkimuksen yhteydessä ei tehty



alueen pintavaaitusta, vaan korkeustiedot perustuvat kairauksiin ja Sipoon kartta-aineistoon.

Tutkimusalueella kairauspituus vaihteli välillä 4,4...12,2 m. Kairaukset ovat päättyneet kiveen, kallioon tai tiiviiseen maakerrokseen. Kairausten perusteella tyyppilliset maalajiarviot ovat maanpinnasta alaspäin lueteltuna seuraavat:

1. Kuivakuorikerros. Rakeisuudeltaan savea olevan kuivakuorikerroksen paksuus vaihteli välillä 1,0...1,5 m ja luonnontilainen vesipitoisuus välillä 31...38 %. Kuivakuorikerroksessa havaittiin savessa paikoin myös eloperäistä ainesta, humuspitoisuus vaihteli välillä 2,7...8,8 %. Maalajeiltaan maakerros oli lihavaa savea, liejuista savea tai savista liejua.

2. Savikerros. Maakerros on rakeisuudeltaan lihavaa tai liejuista savea ja maakerroksen paksuus vaihtelee välillä 2,0...6,0 m. Saven luonnontilainen vesipitoisuus maanäytteissä vaihteli välillä 32...52 %. Savikerroksen paksuus kasvaa pohjoiseen päin mentäessä ja ohuimmillaan se on alueen itäosassa. Pisteessä 3 havaittiin savessa myös eloperäistä ainesta, syvyydeltä 4,0 m otetussa näytteessä humuspitoisuus oli 3,3 %. Savikerroksen siipikairalla mitattu (redusoimaton) suljettu leikkauslujuus pisteessä 2 oli välillä 34,6...73,6 kPa. Savesta ei havaittu aistinvaraisesti viitteitä sulfidisavesta.

3. Siltti/hiekkakerros. Savikerros muuttuu siltiksi/hiekaksi, jonka kerrospaksuus on välillä 1,0...3,5 m. Maakerroksen luonnontilainen vesipitoisuus oli tästä maakerroksesta otetussa maanäytteessä 18 % ja maalaji oli silttinen hiekka.

4. Hiekkamoreenikerros. Kairaukset ovat päättyneet tähän maakerrokseen, kiviin tai kallioon korkeustasolla +10,5...+19,2 eli 4,4...12,2 metrin syvyydellä maanpinnasta. Kairaukset etenivät ennen päättymistään tässä maakerroksessa 0,5...2,0 m. Maakerroksesta otetussa maanäytteessä maalaji oli silttinen hiekkamoreeni ja luonnontilainen vesipitoisuus oli 14 %. Maakerroksen yläosassa esiintyy löyhiä kohtia.

Tutkimuksissa ei ole selvitetty kalliopinnan korkeustasoa.

2.2.2. Metsärinne

Metsärinteen alue jakautuu kahteen osaan, joista pienempi etelänpuoleinen osa sijaitsee Nikkiläntien varressa. Tällä alueella maanpinta laskee kaakon suuntaan Nikkiläntietä kohti. Alueen alin kohta on itäkulmassa noin hiukan tason +27 alapuolella ja korkein kohta alueen keskivaiheilla olevan mäen kohdalla tasolla +32.

Metsärinteen suurempi pohjoispuolinen osa käsittää jyrkähkön mäen, jolla esiintyy alueen keskiosissa myös avokallioita. Korkein kohta on noin tasolla +39. Maanpinta laskee tältä kohtaa joka suuntaan, pohjoiseen ja itään erityisen jyrkästi. Alueen pohjoisrajalla Martin kyläntien kupeessa korkeustaso on noin +27. Länteen ja etelään mentäessä maanpinta laskee noin tasolle +35...+36.



Pohjatutkimuksen yhteydessä ei tehty alueen pintavaaitusta, vaan korkeustiedot perustuvat kairauksiin ja Sipoon kartta-aineistoon.

Tutkimusalueella kairauspituus vaihteli välillä 1,5...6,5 m. Kairaukset ovat päättyneet kiveen, kallioon tai tiiviiseen maakerrokseen. Kairausten perusteella tyyppilliset maalajit ovat maanpinnasta alaspäin lueteltuna seuraavat:

1. Kuivakuorikerros. Paikoin (savialueilla) esiintyy ohut, noin 0,5 m paksu kuivakuorikerros, joka on rakeisuudeltaan savea. Maakerroksen luonnontilainen vesipitoisuus oli 31 %.

2. Savikerros (Martinkyläntien kupessa ja etelänpuolisella osalla). Maakerros on rakeisuudeltaan laihaa tai lihavaa savea ja kerroksen paksuus vaihtelee välillä 1,5...4,0 m. Savikerros ohenee korkeammalle liikuttaessa ja paksuimmillaan se on aivan Martinkyläntien kupessa sekä etelänpuolisen osan itäosassa. Saven luonnontilainen vesipitoisuus vaihteli välillä 20...28 %.. Savikerroksen siipikairalla mitattu (redusoimaton) suljettu leikkauslujuus oli välillä 18,0...52,5 kPa. Suljettu leikkauslujuus oli suurempi etelänpuolisen osan siipikairauspisteessä. Savesta ei havaittu aistinvaraisesti viitteitä sulfidisavesta.

3. Siltti/hiekkakerros. Savikerros muuttuu siltiksi/hiekaksi, jonka kerrospaksuus on välillä 0,5...1,5 m. Osassa pisteitä (korkeammalla mäellä) tehdyissä kairauksissa tämä maakerros on ensimmäinen maakerros. Kerroksen luonnontilainen vesipitoisuus vaihteli välillä 22...31 % ja maalaji vaihteli silttisestä hiekasta hiekkaan.

4. Hiekkamoreenikerros. Kairaukset ovat päättyneet tähän maakerrokseen, kiviin tai kallioon korkeustasolla +20,8...+34,8 eli 1,5...6,5 metrin syvyydellä maanpinnasta. Kairaukset etenivät ennen päättymistään tässä maakerroksessa 0,5...2,0 m. Maakerroksesta otetuissa maanäytteissä maalaji vaihteli silttisestä hiekkamoreenista hiekkaiseen sormoreeniin ja luonnontilainen vesipitoisuus vaihteli välillä 7,3...20 %. Maakerroksen yläosassa on paikoin löyhiä kohtia.

Tutkimuksissa ei ole selvitetty kalliopinnan korkeustasoa. Metsärinteen eteläosan alueella nykyisen rakennuksen ympäristössä havaittiin tonttikatselmuksen yhteydessä avokalliopintoja.

2.3. Pohjavesi

Suunnittelualueista Oikopolku sijoittuu kokonaan ja Metsärinne osittain pohjavesialueelle. Kairaustöiden yhteydessä asennettiin pohjaveden tarkkailuputkia kaikkiaan 4 kappaletta, joista 2 Oikopolun alueella ja 2 Metsärinteen alueelle.

Tarkkailuputkien uusimpien (29.3.2021) vesipintatietojen perusteella pohjaveden painetaso on Oikopolun alueella tasolla +23,11...+23,68 eli noin 0,8...1,0 m maanpinnan alapuolella.



Metsärinteen eteläpuolisella alueella vesipinnan painetaso oli +28,74, mikä on noin 0,10 m maanpinnan yläpuolella. Tällä kohtaa pohjavesi on savisen rinteen kohdalla siis paineellista.

Metsärinteen pohjoispuolisella alueella Martinkyläntien kupeessa (tutkimuspisteessä 10) pohjavesipinnasta saatiin vain heikko havainto aivan putken pohjasta, noin 2,5 metrin syvyydessä maanpinnasta. Tulkintamme mukaan pohjavesialue ei siis ulotu suunnittelualueelle, vaan pohjavesialueen raja on kauempana Martinkyläntien pohjoispuolella.

2.4. Pilaantuneet maat

Tutkimusalueelta ei saatu kairaustyön yhteydessä viitteitä maaperän pilaantuneisuudesta. Maankaivun yhteydessä tulee kuitenkin aistinvaraisesti tarkkailla kaivettavan maan laatua. Jos havaitaan hajuja tai värimuutoksia, tulee ottaa yhteys ympäristöviranomaiseen, joka määrittää tarvittavat toimenpiteet.

3. PERUSTAMISTAVAT JA POHJARAKENTEET

Pohjatutkimusten perusteella on tonteille määritetty rakennettavuusluokitus Espoon kaupungin soveltaman rakennettavuusluokituksen (Liite 1) mukaisesti rakennettavuusluokkiin 1-6. Rakennettavuusluokat on jaoteltu Espoon ohjeiden mukaisesti niin, että luokka 1 on helposti rakennettava ja luokka 6 puolestaan erittäin heikosti rakentamiseen soveltuva alue. Alustava rakennettavuusluokittelu tutkimusalueella rakennuksille, pihuille ja kaduille ovat:

Taulukko 1: Rakennettavuusluokittelu alueittain

Alue	Rakennukset	Piha-alueet	Kadut ja kunnallistekniikka
Oikopolku	4	4	4
Metsärinne (etelä)	3-4	3-4	3-4
Metsärinne (pohjoinen)	2-3; 5	2-3; 5	2-3; 5

3.1. Oikopolku

3.1.1. Rakennukset

Alue on luokiteltu paaluperustusta edellyttäväksi alueeksi (luokka 4), sillä kantava maakerros on 4...11 m syvyydessä. Rakennukset tulee perustaa tukipaaluilla kantavan maakerroksen varaan. Vain kevyet rakenteet voidaan mahdollisesti perustaa maanvaraisesti, mutta tämä on tutkittava tapauskohtaisesti.



3.1.2. Piha-alueet

Piha-alueiden perustaminen saattaa edellyttää esirakentamista, mutta toimenpiteet ja niiden laajuus vaihtelevat alueittain savikerroksen paksuuden sekä tulevan maanpinnan korkotason mukaan. Alustavien painumalaskelmien perusteella maksimissaan 1 m pengerkorkeudella noin puolet painumasta tapahtuu ensimmäisen vuoden aikana, jolloin rakennusajan jälkeinen painuma on hallittavissa (painumatarkastelut ks. kohta 3.5). Oleellista on vaiheistaa rakentaminen siten, että penkereet eli täytöt rakennetaan heti alkuvaiheessa ja ne ehtivät painua mahdollisimman paljon jo rakennusaikana. Tarvittaessa voidaan rakenteita toteuttaa kevennettyinä esimerkiksi vaahtolasilla tai kevytsoralla.

Mikäli tavoitellaan suurempaa pengerkorkeutta tai pienempää rakentamisen jälkeistä painumaa, voidaan suorittaa esirakentamistoimenpiteitä. Esirakennusvaihtoehtoista suositeltavin ja taloudellisin vaihtoehto on esikuormitus (ts. painopenger). Savikerroksen paksuus vaikuttaa oleellisesti painuma-aikaan. Painumanopeutta voidaan lisätä savikerroksen pystyjoituksella ja korottamalla esikuormituspengertä, jos se stabiliteetin puolesta on mahdollista.

Vaihtoehtoisesti savikerrosta voidaan lujittaa syvästabiloinnilla.

3.1.3. Kadut ja kunnallistekniikka

Katujen ja kunnallistekniikan vaatimat pohjanvahvistustoimenpiteet riippuvat suunnitellusta pinnantasauksesta. Alle 1,0 m pengerkorkeudella rakennusajan jälkeiset painumat ovat hallittavissa, jos kadut ja kunnallistekniset linjat toteutetaan esimerkiksi kevennysraken-teilla. Yli 1,0 m pengerkorkeudella kadut ja kunnallistekniset linjat on suositeltavaa perustaa joko esikuormitetun tai syvästabiloinnilla vahvistetun maan varaan. Tarkempi esirakennussuunnittelu sekä katujen geotekninen suunnittelu tulee tehdä sitten, kun katujen taseus on suunniteltu ja putkistojen sekä tekniikoiden korkeustasot on määritetty.

3.2. Metsärinne, eteläosa

3.2.1. Rakennukset

Alueen eteläosa on luokiteltu osittain paaluperustusta edellyttäväksi alueeksi (luokka 4) ja osittain vaikeasti rakennettavaksi (luokka 3), sillä kantava maakerros on näillä alueilla vastaavasti noin 6 m ja noin 3 m syvyydessä. Länsipäässä osa alueesta on luokiteltu luokkaan 3 vaihtoehtoisesti jyrkkäpiirteisyyden takia, sillä maanpinnan kaltevuus ylittää paikoin 15 %.

Savikkoisilla alueilla rakennukset tulee perustaa tukipaaluilla kantavan maakerroksen varaan tai vaihtoehtoisesti ohuemmalla pehmeiköllä tehdä massanvaihto kantavan



maakerroksen (moreeni) yläpintaan saakka. Vain kevyet rakenteet voidaan mahdollisesti perustaa maanvaraisesti, mutta tämä on tutkittava tapauskohtaisesti. Keskiosan mäen kohdalla voi olla mahdollista perustaa rakennukset ilman pohjanvahvistuksia, ainoastaan poistamalla löyhät ja eloperäiset pintamaakerrokset.

3.2.2. Piha-alueet

Piha-alueiden perustaminen saattaa edellyttää eteläosan savikkoalueella (luokka 4) esirakentamista, mutta toimenpiteet ja niiden laajuus vaihtelevat alueittain savikerroksen paksuuden sekä tulevan maanpinnan korkotason mukaan. Maksimissaan 1 m pengerkorkeudella noin puolet painumasta tapahtuu ensimmäisen vuoden aikana, jolloin rakennusajan jälkeinen painuma on hallittavissa.

Esirakennusvaihtoehtona suositeltavin ja taloudellisin vaihtoehto on esikuormitus (ts. painopenger). Savikerroksen paksuus vaikuttaa oleellisesti painuma-aikaan. Painumanopeutta voidaan lisätä savikerroksen pystyjoituksella ja korottamalla esikuormituspengertä, jos se stabiliteetin puolesta on mahdollista. Rakennekerroksia voidaan tarvittaessa rakentaa kevennettyinä kevytsorasta tai vaahtolasista, mikä vähentää painumista.

Ohuella, alle 2,5 m savikolla (luokka 3, eteläosan länsipää) toimenpiteenä riittää todennäköisesti rakentamisen vaiheistus siten, että penkereiden rakentaminen tapahtuu heti alkuvaiheessa. Näin suurin osa painumasta ehtii tapahtua rakennusaikana. Suuremmalla pengerkorkeudella (>1,0 m) tulee kysymykseen savipohjan esikuormitus. Myös masanvaihto on toteutettavissa, mutta se tulee suunnitella huolellisesti etenkin jyrkäpiirteisillä alueilla stabiliteetin varmistamiseksi.

3.2.3. Kadut ja kunnallistekniikka

Katujen ja kunnallistekniikan vaatimat pohjanvahvistustoimenpiteet eteläosan savikkoalueella (luokka 4) riippuvat pitkälti suunnitellusta pinnantasauksesta. Alle 1,0 m pengerkorkeudella rakennusajan jälkeiset painumat ovat hallittavissa, jos kadut ja kunnallistekniset linjat toteutetaan esimerkiksi kevennysrakenteilla. Yli 1,0 m pengerkorkeudella kadut ja kunnallistekniset linjat on suositeltavaa perustaa joko esikuormitetun tai syvästabiloinnilla vahvistetun maan varaan.

Tarkempi esirakennussuunnittelu sekä katujen geotekninen suunnittelu tulee tehdä siten, kun katujen tasaus on suunniteltu ja putkistojen sekä tekniikkalinjojen korkeustasot on määritetty.

Ohuella, alle 2,5 m paksuisella savikolla (luokka 3, eteläosan länsipää) toimenpiteenä riittää todennäköisesti rakentamisen vaiheistus siten, että penkereet ehtivät painua mahdollisimman paljon rakennusaikana. Tavoiteltaessa pienempiä rakentamisen jälkeisiä painumia



tai tavoiteltaessa suurempaa pengerkorkeutta, voidaan käyttää kevennysrakenteita tai esikuormitusta. Myös massanvaihto on toteutettavissa, mutta se tulee suunnitella huolellisesti etenkin jyrkkäpiirteisillä alueilla stabiliteetin varmistamiseksi.

3.3. Metsärinne, pohjoisosa

3.3.1. Rakennukset

Suuremmalla pohjoispuolisella osalla Martinkyläntien kupeessa oleva alue on luokitustaan 2-3 (normaalisti rakennettava – vaikeasti rakennettava), riippuen kantavan maakerroksen syvyydestä ja alueen jyrkkäpiirteisyydestä. Paikoin kantava maakerros on jo 1,5 m syvyydessä ja paksuimmillaan savea on noin 2,5 m. Maanpinnan kaltevuus vaihtelee 15 %:n molemmin puolin.

Mäen harjanteen kohdalla luokitus on 5 (erittäin vaikeasti rakennettava) johtuen yli 30 % maanpinnan kaltevuudesta. Harjanteen eteläpuolella osassa aluetta maanpinnan kaltevuus on 15...30 % (luokka 3) ja osassa aluetta alle 15 %. Tällä alueella myös kantava maakerros (moreeni) on hyvin pinnassa, joten luokitus on luokka 2.

Savikkoisilla alueilla rakennukset tulee perustaa tukipaaluilla kantavan maakerroksen varaan tai vaihtoehtoisesti ohuemmalla pehmeiköllä tehdä massanvaihto kantavan maakerroksen (moreeni) yläpintaan saakka. Vain kevyet rakenteet voidaan mahdollisesti perustaa maanvaraisesti, mutta tämä on tutkittava tapauskohtaisesti.

Alueen keskikohdan/harjanteen eteläpuolen moreenimäellä rakennuksen voidaan perustaa maanvaraisesti poistamalla löyhät/eloperäiset pintamaat. Rinteen alueella, jossa maapeitteen paksuus on ohut, rakentaminen edellyttää todennäköisesti louhintatöiden suorittamista.

3.3.2. Piha-alueet

Martinkyläntien läheisyydessä savikkoalueella maksimissaan 1 m pengerkorkeudesta aiheutuvat painumat ovat vielä hallittavissa, mikäli rakentaminen vaihteistetaan siten, että penkereet rakennetaan heti alkuvaiheessa ja ne ehtivät painua rakennusaikana noin vuoden verran. Tällöin yli puolet painumasta tapahtuu ensimmäisen vuoden aikana, ja rakennusajan jälkeinen painuma jää maltilliseksi.

Korkeammilla penkereillä kysymykseen tulee esirakennusvaihtoehtona esikuormitus (ts. painopenger). Savikerroksen paksuus vaikuttaa oleellisesti painuma-aikaan. Painumanopeutta voidaan lisätä savikerroksen pystyjoituksella ja korottamalla esikuormituspengertä, jos se stabiliteetin puolesta on mahdollista. Rakennekerroksia voidaan tarvittaessa rakentaa kevennetyinä kevytsorasta tai vaahtolasista, mikä vähentää painumista.



Kitkamaapohjalla (luokka 2) piha-alueet voidaan perustaa maanvaraisesti ilman pohjanvahvistustoimenpiteitä.

3.3.3. Kadut ja kunnallistekniikka

Pohjoisosan savikerrokset ovat sen verran ohuita (<2,5 m), että maksimissaan 1,0 m pengerkorkeudella toimenpiteenä riittää todennäköisesti rakentamisen vaiheistus siten, että penkereet ehtivät painua mahdollisimman paljon rakennusaikana. Savikerroksen ohuuden takia suurin osa painumasta tapahtuu ensimmäisen vuoden aikana. Tavoiteltaessa pienempiä rakentamisen jälkeisiä painumia tai suurempaa pengerkorkeutta, voidaan käyttää kevennysrakenteita tai esikuormitusta.

Myös massanvaihto voi tulla kysymykseen, mikäli rakentaminen halutaan suorittaa nopeammalla aikataululla. Massanvaihdot tulee suunnitella huolellisesti etenkin jyrkkäpiirteisillä alueilla stabiliteetin varmistamiseksi.

Harjanteen yli kulkevaa katulinjausta varten tulee varautua louhintaan, sillä harjanteella on avokallioesiintymiä ja se on pinnanmuodoiltaan jyrkkä, kaltevuus on monin paikoin 15...30 %.

Kitkamaapohjalla (luokka 2) kadut ja kunnallistekniset linjat voidaan perustaa maanvaraisesti ilman pohjanvahvistustoimenpiteitä.

Tarkempi esirakennussuunnittelu sekä katujen geotekninen suunnittelu tulee tehdä sitten, kun katujen tasaus on suunniteltu ja putkistojen sekä tekniikkalinjojen korkeustasot on määritetty.

3.4. Esirakentamismenetelmät ja kavennysrakenteet

Tässä rakennettavuusselvityksessä käsitellyillä alueilla voi olla mahdollista hyödyntää yhtä esirakentamismenetelmää tai monen esirakentamismenetelmän yhdistelmää hyvän lopputuloksen saavuttamiseksi. Esirakentamismenetelmän valintaan vaikuttavat teknis-taloudelliset näkökulmat sekä aikataulu.

Seuraavaksi on esitelty aiemmin esitettyjä esirakennusmenetelmiä.

3.4.1. Kevennysrakenteet

Kevennys voidaan toteuttaa kevytsoralla (esim. Leca) tai vaahtolasimurskeella (Foamit), joiden kustannukset eivät poikkea paljon toisistaan. Kevennys voidaan tehdä samaan aikaan muun rakentamisen kanssa, jolloin rakennusaika ei pitene.

Kevennysmateriaali toimii samalla osittain routaeristeenä ja kuivatuskerroksena. Pohjaveden ollessa kaivutason yläpuolella ja kaivun ulottuessa lähelle saven alapintaa,



tulee pohjaveden noste ottaa huomioon suunnittelussa pohjan hydraulisen murtumisvaaran takia. Kevennysratkaisu voi olla teknisesti ja taloudellisesti hyvä ratkaisu silloin, kun pengerkorkeus on pieni (< 1 m). Suuremmilla pengerkorkeuksilla muut esirakennusvaihtoehdot muodostuvat teknistaloudellisemmiksi ratkaisuuksi.

3.4.2. Syvästabilointi

Kadut, alueet ja putkijohdot saadaan yleensä riittävän painumattomiksi syvästabiloinnilla alkukuormituksen jälkeen. Syvästabiloinnissa savikerroksen lujuutta ja muodonmuutosominaisuuksia parannetaan sekoittamalla saven sekaan kalkin ja sementin seosta.

Kohteen savikerrokseen soveltuva syvästabilointimenetelmä on kalkki-sementtipilaristabilointi. Ohuilla pehmeikköalueilla ($h < \approx 5,0$ m) myös massastabilointi voi olla käyttökelpoinen esirakentamismenetelmä. Stabilointikoneiden työalustojen vaatimukset tulee ottaa huomioon. Syvästabilointi vaatii lujittumisaikaa yleensä n. 4 viikkoa, jolloin stabilointialueella ei voi työskennellä.

Syvästabiloinnin onnistuminen tarkistetaan 28 vuorokautta stabilointipilarien valmistumisesta testauskairauksilla. Ennen stabiloinnin suunnittelua tulee saven stabiloitavuus tutkia stabiloitavuuskokeilla, joilla varmistetaan kalkin ja sementin sopiva sideainekombinatio sekä menekki. Lisäksi saven humuspitoisuus tulee tutkia, koska sillä on vaikutusta stabilointipilarin lujuuskehitykseen ja loppulujuuteen. Lisäksi humuspitoisuus lisää yleensä savikerroksen jälkipainumista.

3.4.3. Esikuormitus ja pystysalaojat

Esikuormituksen periaatteena on savikerroksen kokoonpuristuminen ennen varsinaista rakentamista. Tällöin rakentamisen jälkeen tapahtuvat painumat ovat maltillisia ja pysyvät sallituissa rajoissa. Maakerroksen painuminen saadaan aikaan pengertämällä rakennusalueelle maapenger, jonka korkeus riippuu halutusta painumanopeudesta sekä teknistaloudellisesta tarkastelusta. Painumaa voidaan nopeuttaa asentamalla kokoonpuristuvaan kerrokseen nauhapystyjoja, joita pitkin kuormituksen aiheuttama huokosveden ylipaine pääsee purkautumaan nopeammin.

Esikuormituspenkereen materiaaliksi kelpaa esimerkiksi louhe tai tiivistämiskelpoinen kitkamaa. Mikäli pengermateriaalia on saatavilla vastaanottohintaan ja kuormitusaikaa on käytettävissä, esikuormitus on edullinen ja hyvin varteenotettava pohjanvahvistusmenetelmä, kun pehmeikön syvyys on alle 10 m.

Tarvittava kuormitusaika on tulevien maatyötyöjien korkeudesta riippuen noin puolesta vuodesta muutamaan vuoteen. Esikuormituspenkereeseen asennetaan painumatarkkailulevyjä, joilla painumista tarkkaillaan. Yleensä painumatarkkailumittauksia tehdään 1 krt/kk.



Esikuormituksen käyttöä pohjanvahvistusmenetelmänä on arvioitava uudelleen, kun alueen tonttien korkeustasot ja katujen taseaus on tiedossa. Esikuormitusmenetelmän arvioimiseksi on syytä teettää savesta häiriintymättömistä maanäytteitä tehtäviä koonpuristuvuuskokeita (ödometrikokeita).

3.5. Alustavat painumatarkastelut

3.5.1. Oikopolku

Alustavien painumatarkastelujen perusteella odotettavissa oleva painuma 1,0 m paksulla laaja-alaisella täytöllä on noin 200 mm, kun painuvan savikerroksen paksuus on 6 m. Tällöin ensimmäisen vuoden aikana (likimain rakennusaikana) tapahtuva painuma on noin 100 mm.

3.5.2. Metsärinne

Eteläpuolen alueella (rakennettavuusluokka 4) on noin 6 m paksuinen savikerros, joten em. Oikopolun painumalaskelma pätee myös tälle kohdalle. Pohjoisosan savikkoalueella savikerroksen paksuus on vain n. puolet tästä, joten 1,0 m penkereellä odotettavissa oleva painuma on noin 100 mm, josta ensimmäisen vuoden aikana tapahtuu yli puolet.

Nämä painumat ja painuma-ajat ovat alustavia arvioita perustuen tähänhetkisiin pohjatutkimustietoihin. Tarkempia painumalaskelmia varten (sekä mahdollisen painopenkereen suunnittelua varten) suositellaan tehtäväksi tarkentavia pohjatutkimuksia ja savikerroksen painumaominaisuuksia tarkentavia ödometrikokeita.

4. MUUT POHJARAKENTAMISEEN LIITTYVÄT ASIAT

4.1. Routasuojaus ja kuivatus

Pohjamaa on routivaa ja rakenteet tulee ulottaa routimattomaan syvyyteen tai käyttää routaeristettä. Kylmien rakennusten routimaton perustussyvyys on noin 1,8 m ilman lumen suojaavaa vaikutusta.

Tilastollisesti keskimäärin kerran 50 vuodessa toistuva pakkasmäärä F_{50} Sipoossa on noin 35 000 Kh. Alla olevasta taulukosta käytetään pienempää perustussyvyyttä hienorakeisissa maalajeissa ja suurempaa perustussyvyyttä karkearakeisissa maalajeissa ja moreeneissa.

Perustusten jäädessä roudattoman syvyyden yläpuolelle käytetään routasuojausta, joka mitoitetaan ohjeen *RIL 261-2013 Routasuojaus* mukaan tai suoritetaan massanvaihto roudattomaan syvyyteen routimattomalla materiaalilla.



Perustamistapa	Perustuksen osa	Pakkasmäärä F ₅₀ , Kh
		35 000
Maanvastainen alapohja, alapohjarakenteen lämmönvastus RA ≤ 10,0m²K/W, perusmuurin lämmöneristys ulkopinnassa	Seinälinja	1,2/1,4
	Nurkka	1,5/1,8
Ryömintätila, tuuletus ulkoa, tuuletusaukkojen yhteispinta-ala max. 8 promillea alapohjan pinta-alasta, alapohjarakenteen lämmönvastus RA ≤ 6,25 m²K/W	Seinälinja	1,4/1,7
	Nurkka	1,7/2,0

4.2. Kuivatus

Pehmeikköalueella tulee rakennusten korkeusasema ja perustusrakenteet suunnitella siten, että salaojat eivät ulotu pohjavedenpintaan asti. Pohjaveden alentaminen voi aiheuttaa piha-alueille ja ympäristölle painumia. Myös putkikaivantojen suunnittelussa tulee ottaa huomioon pohjavedenpinnan alentuminen, sillä kitkamaalla täytetyt kaivannot toimivat salaojittavina rakenteina. Kaikkiin putkilinjoihin (pl. salaojat) tulee rakentaa savi-sulkurakenteet koko putkipoikkileikkauksen ympärille vähintään 1,0 m pitkänä ja n. 50 m välein putkilinjan suunnassa.

Rakennukset salaojitetaan vähintään ulkoseinälinjoilta. Salaojaputken yläpinnan tulee olla ≥200 mm perustamistason alapuolella. Maapohjassa olevan veden kapillaarinen nousu katkaistaan salaojituserroksella esim. sepelillä #6-12/32, jonka kerrospaksuus on vähintään 200 mm.

4.3. Radon

Radon on otettava huomioon perustus- ja alapohjarakenteiden suunnittelussa. Säteilyturvakeskuksen radontutkimuksen perusteella radonpitoisuuksien keskiarvo Sipoossa on välillä 100-200 Bq/m³. Uudisrakennuksen sisäilman radonpitoisuuden tulee olla alle 200 Bq/m³.

4.4. Kaivannot

Kaivantojen suunnittelussa ja toteutuksessa noudatetaan ohjetta *RIL 263-2014 Kaivanto-ohje*. Kaivantojen välittömään läheisyyteen ei saa sijoittaa kaivumaita, kiviaineksia, raskaita työkoneita tai varastoida rakennustarvikkeita.

Lyhytaikaiset putkikaivannot

Kun kaivutaso on kuivakuorisavessa, voidaan kaivutyö tehdä luiskattuna. Kaivutyö tehdään ns. lyhytaikaisena kaivantona siten, että kaivanto on kerralla auki enintään 20 metrin matkalta. Yöksi tai muutoin pidemmäksi ajaksi kaivantoa ei tule jättää auki.



Luiskan enimmäiskaltevuus savikolla on 1:2 ja kitkamaapohjalla 1:1, kun kaivannon syvyys on $\leq 2,0$ m. Kaivannon syvyyden ollessa yli 2,0 metriä suositellaan kaivannon toteuttamista tuettuna työturvallisuussyistä erillisten suunnitelman mukaisesti. Kapeissa ja/tai yli 2,0 m syvissä kaivannoissa tulee varautua kaivuluiskien tukemiseen työturvallisuussyistä. Pohjavedenpinnan yläpuoliset putkikaivannot voidaan toteuttaa tuentaelementtejä käyttäen. Tuetut kaivannot tulee suunnitella ja toteuttaa Kaivanto-ohjeen periaatteiden mukaisesti.

Pidempiaikaiset rakennuskaivannot

Pehmeikköalueella pidempiaikaiset ja syvät kaivannot on tehtävä tuettuna. Tukiseinätyypiksi soveltuu esimerkiksi teräsponttiseinä.

4.5. Hulevedet

Hulevesille tulee varata viivytystilavuutta tonttikohtaisesti $1 \text{ m}^3/100 \text{ m}^2$ tiivistä pinta-alaa kohden. Viivytysjärjestelmän tulee purkautua 12-24 h kuluessa ja viivytysjärjestelmästä tulee olla suunniteltu ylivuotoreitti.

Kaavoitustasolla voi olla teknistaloudellisesta tarkastella erillisten hulevesialtaiden tai kosteikoiden sijoittaminen kaava-alueella, millä voidaan hidastaa hulevesien johtamista sekä parantaa hulevesien laatua. Hulevesijärjestelmien suunnittelussa tulee huomioida riippumattomat ylivuotoreitit tulvasadetilanteessa.

4.6. Yhteenveto ja lisäselvitystarve

Tässä rakennettavuusselvityksessä on annettu alustavat yleisohjeistukset katujen, kunnallisteknisten linjojen ja tonttien geoteknistä suunnittelua varten.

Yleisesti voidaan todeta, että Oikopolun alue on rakennettavuudeltaan haasteellista johtuen paksuista savikerroksista ja rakennuksien perustaminen edellyttää paaluperustamista.

Metsärinteen eteläalue on rakennettavuudeltaan vaikeasti rakennettavaa. Alueen osa joka sijoittuu lähemmäksi Nikkiläntietä on pohjaolosuhteiltaan haasteellisempaa, johtuen savikon paksuuntumisesta. Nykyisen rakennuksen pohjoispuolella on paikoitelleen kallio-pinta näkyvissä ja tontilla voi esiintyä myös tarvetta louhinnalle. Pohjavedenpinnan taso on lähes maanpinnan tasossa. Mittausten perusteella pohjavesi on hieman paineellista.

Metsärinteen pohjoisalue on Martinkyläntien läheisyydessä rakennettavuudeltaan vaikeasti rakennettavaa, johtuen paksuista savikerroksista ja niiden painumpotentiaalista. Esi-rakentamisen näkökulmasta olisi hyvä, jos ko. alueelle rakennettaisiin jo etukäteen painopenger, jolla savikerroksen painumia voidaan jo painuttaa ennen varsinaista rakentamista. Metsärinteen rinteessä ja rinteen päällä olevat alueet normaalista rakennettavia pois-lukien alueen keskellä oleva jyrkkäpiirteinen alue. Alueella on tarpeen tehdä louhintatöitä, jotta kadut ja kunnallistekniikat voidaan toteuttaa. Alue ei pohjavesimittausten perusteella ulotu pohjavesialueelle.



Katujen, putkijohtojen ja muiden alueiden suunnittelua varten suosittelemme täydentävien pohjatutkimuksia suorittamista, joilla selvitetään mm. saven painumaominaisuuksia sekä savikon paksuutta. Lisäksi täydentävissä pohjatutkimuksissa on huomioitava mm. esirakentamismenetelmien lähtötietovaatimukset. Tapauskohtaisesti voidaan kunnallisteknisille linjoilla sallia n. 0-100mm rakentamisen jälkeinen painuminen edellyttäen, että painuminen ei vaaranna putkistojen toimivuutta eli viettoputkistojen kaltevuuksien tulee olla ko. painuma huomioiden riittävät sekä painuvan ja painumattoman alueen rajapinnassa tulee olla painumaeroa tasaavia siirtymärakenteita.

Jos katu- ja putkijohdorakenteet tehdään **täysin** painumattomina, tulee ko. rakenteet perustaa paalulaatalle. Yleisenä periaatteena voidaan ohuilla savikerroksilla olettaa, että maakerrosten painumasta noin puolet tapahtuu ensimmäisten vuosien kuluessa maataytön rakentamisesta ja loput painumista tapahtuu seuraavien n. 15 vuoden aikana.

Maarakenteiden laskennalliset painumat ja stabiliteetti tulee kohdekohtaisesti tarkistaa kadun/pihan tasauksen ja rakenteiden suunnittelun yhteydessä. Tonttikohtaisilla pohjatutkimuksilla tulee tonttien perustamisolosuhteet varmistaa tarkemmin.

4.7. Suunnitteluun liittyvät asiakirjat

- Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset
 - o Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset InfraRYL 2010
 - o Talonrakennuksen maotöiden yleiset laatuvaatimukset MaaRYL 2010
- RT 81-10791 Radonin torjunta
- RIL-132-2000 Talonrakennuksen maarakenteet
- RIL 126-2009 Rakennuspohjan ja tonttialueen kuivatus
- RIL 253-2010 Rakentamisen aiheuttamat tärinät
- RIL 261-2013 Routasuojaus -rakennukset ja infrarakenteet
- RIL 263-2014 Kaivanto-ohje
- RIL 254-2016 Paalutusohje PO-2016
- RIL 207-2017 Geotekninen suunnittelu, eurokoodin EN 1997-1 suunnitteluohje
- Hulevesiopas, kuntaliitto 2012

Keravalla 31. päivänä maaliskuuta 2021

Laatinut



Tuomas Mäkitalo, DI
projektipäällikkö

Tarkastanut



Juha Kujansuu, DI
toimitusjohtaja



Liite 1: Espoon rakennettavuusluokitus

Luokka		Rakennettavuusluokan kuvaus
1	Helposti rakennettava	- kantavat kitkamaat ja moreenialueet, joilla lohkareita ja kallioita vähän - maanpinnan kaltevuus alle 5 % - helposti kuivatettava - perustamistapa: anturat, maanvarainen laatta
2	Normaalisti rakennettava	- suhteellisen loivapiirteiset kallioalueet - vaihteleva moreenimaasto, jossa kallioita ja lohkareita sekä vähäisiä soistuneita painanteita - siltti- ja savialueet, joilla kantava maakerros enintään 2,5 m syvyydessä - maanpinnan kaltevuus 5...15 % - normaalisti kuivatettava - perustamistapa: anturat, maanvarainen laatta
3	Vaikeasti rakennettava	a) Siltti-, savi- ja soistuneet alueet, joilla kantava maakerros 2,5...4,5 m syvyydessä - vaikeasti kuivatettava - perustamistapa: pilari- ja anturaperustus tai lyhyet paalut b) Jyrkkäpiirteinen kalliomaasto ja louhikko - maanpinnan kaltevuus 15...30%
4	Paaluperustusta edellyttävät alueet	- laaksomaiset savialueet, joilla kantava maakerros 4,5...13,0 m syvyydessä - perustamistapa: paaluperustus
5	Erittäin vaikeasti rakennettavat alueet	a) Savialueet, joilla kantava maakerros 13,0...25,0 m syvyydessä - perustamistapa: paaluperustus b) Kallio- ja moreenirinteet, joilla maanpinnan kaltevuus on yli 30%
6	Erittäin heikosti rakentamiseen soveltuvat alueet	- vesialueet ja alavat, pehmeät ranta-alueet sekä savialueet, joilla kantava maakerros on yli 25,0 m syvyydessä





POHJATUTKIMUKSET SUORITTI GEOPALVELU OY 03/2021

- SUUNNITTELUALUEEN RAJA
- RAKENNETTAVUUSLUOKITUSALUEEN RAJA
- ④

RAKENNETTAVUUSLUOKKA (ESPOON KAUPUNGIN LUOKITUS)

RAKENNETTAVUUSLUOKAT:

- 1) HELPOSTI RAKENNETTAVA
- 2) NORMAALISTI RAKENNETTAVA
- 3) VAIKEASTI RAKENNETTAVA
- 4) PAALUPERUSTUSTA EDELLYTTÄVÄT ALUEET
- 5) ERITTÄIN VAIKEASTI RAKENNETTAVAT ALUEET
- 6) ERITTÄIN HEIKOSTI RAKENTAMISEEN SOVELTUVAT ALUEET

Tasokoordinaatiojärjestelmä		Korkeusjärjestelmä	
ETRS-GR25		NN2000	
Kaupunginosa/ryhä	Korttelu/tila	Tontinnumero	Viranomaisen merkintä
Rakennuksen numero/Rakennusten numerot		Rakennustunnus/Rakennustunnukset	
Rakennushomologin		Pohjakaava	Julkaisu
RAKENNETTAVUUSSELVITYS		POHJAKAAVAN SUUNNITTELU	
Kohde		Pohjituksen sisältö	Mittakaava
ASEMAKAAVA-ALUE N65 METSÄRIINNE		POHJATUTKIMUS- JA RAKENNETTAVUUSLUOKITUSKARTTA	
SIPOO			
Suunnittelija, työnnumero ja piirustuksen numero		Muutos	
GEOSOLVER OY		Y-tunnus: 3009192-7	
Toukokuu 27 a 20		www.geosolver.fi	
06220 Karkia		ehu@geosolver.fi	
puh. 044 936 7276		31.3.2021	
Päiväys		Toukokuu 2021	
Suunnittelija		Juhana Kukkonen, DI	
Vastava suunnittelija		Juhana Kukkonen, DI	

BENSA-ASEMA
METSÄRINTEEN KAAVA-ALUE
SIPOO

POHJATUTKIMUS- JA PERUSTAMISTAPALAUSSUNTO

TYÖNUMERO 1141

13.10.2021



GEOSOLVER OY

Y-tunnus: 3009192-7
Tapulikatu 27 a 20
04200 Kerava

www.geosolver.fi
puh. +358 44 934 7276
etunimi.sukunimi@geosolver.fi

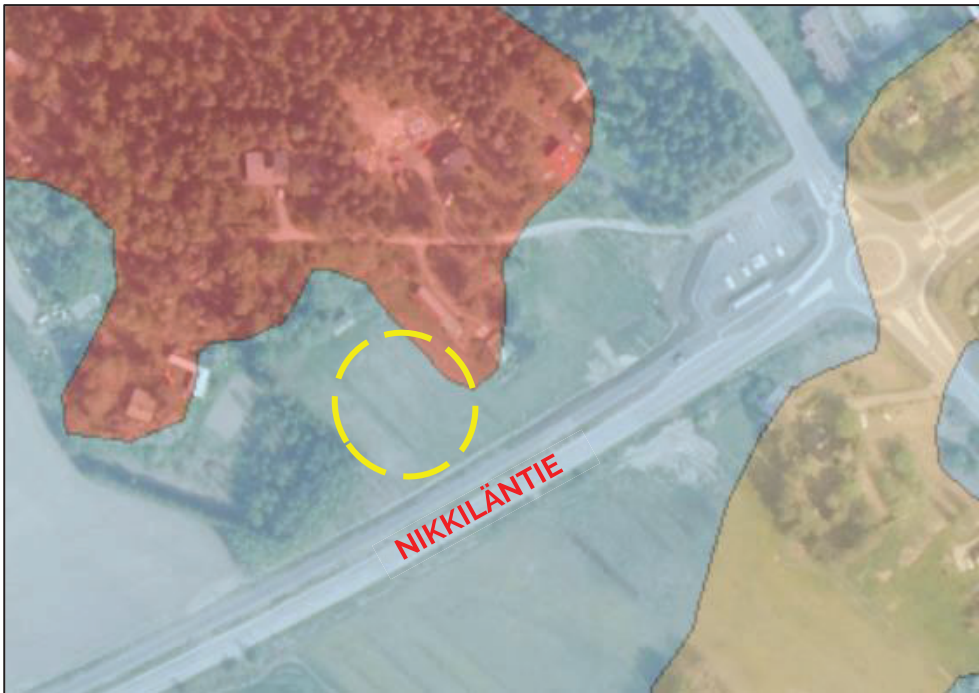
Sisälllys

1. YLEISTÄ.....	1
2. PINTASUHTEET.....	2
2.1. Maaperä	2
2.2. Pohjavesi	2
2.3. Maaperän haitta-aineet.....	3
3. POHJARAKENNERATKAISUT	3
3.1. Yleistä.....	3
3.2. Rakennuksen korkeusasema.....	3
3.3. Rakennuksen perustaminen	3
3.3.1. Paaluperustaminen	3
3.3.2. Maanvarainen perustaminen.....	4
3.3.3. Säiliörakenteet.....	5
3.4. Täyttötöyt	5
3.5. Routasuojaus.....	6
3.6. Rakenteiden kuivatus	7
3.7. Putkijohtolinjat.....	7
3.8. Kaivannot.....	8
3.9. Pihan rakenne ja pintakuivatus.....	8
3.10. Hulevesien käsittely ja hallinta.....	9
3.11. Noudatettavat asiakirjat ja ohjeet	9



1. YLEISTÄ

Olemme toimeksiannosta laatineet Sipoon kunnalle pohjatutkimus- ja perustamistapalausunnon Metsärinteen kaava-alueelle. Tämä lausunto tarkoittaa aiemmin laadittua Metsärinteen rakennettavuusselvitystä. Tutkittu alue käsittää Metsärinteen eteläisen kaava-alueen länsiosan. Kuvassa 1 on esitetty ote GTK:n maaperäkartasta.



Kuva 1. Yhdistetty ilmakuva ja maaperäkartta GTK:n Maankamara-palvelusta. Suunnittelualue esitetty keltaisella.

Kohde sijoittuu savikkoalueelle (kuvassa sininen) ja rajautuu kallioalueen reunaan (kuvassa punainen). Pohjatutkimukset on esitetty piirustuksissa *GEO 001–003*. Pohjatutkimukset on tulostettu tasokoordinaatistossa ETRS-GK25 ja korkeusjärjestelmässä N2000.

Tutkimusalueella tehtiin yhteensä 6 puristinheijarikairaus ja 1 siipikairaus. Lisäksi 3 pisteestä otettiin häiriintyneitä maanäytteitä ja asennettiin 2 pohjavesiputkea. Maanäytteistä määritettiin vesipitoisuus ja rakeisuus silmämääräisesti sekä osasta näytteitä seulomalla. Tutkimuksen yhteydessä ei tehty maastokartoitusta, vaan maanpinnan korkeustiedot perustuvat Sipoon kartta-aineistoon.



2. PINTASUHTEET

2.1. Maaperä

Tutkimusalue käsittää osan Metsärinteen eteläisestä kaava-alueesta. Tutkimusalue rajautuu Kaakossa Nikkiläntiehen, lounaassa ja luoteessa kaava-alueen rajoihin ja koillisessa asuinkiinteistöön. Alueen mitattu maanpinta viettää luoteesta kaakkoon ja korkeustason vaihteluväli on noin +27,0...+30,0. Alueen korkein kohta sijaitsee pohjoisreunassa kaava-alueen rajalla ja matalin kohta Nikkolantien tuntumassa.

Pohjaolosuhteet ovat kairausten perusteella seuraavanlaiset ylhäältä alaspäin lueteltuna:

1. Kuivakuorikerros. Kairausvastuksen perusteella erottuvan kuivakuorikerroksen paksuus vaihtelee välillä 0,8...1,2 m. Kerroksesta otettujen maanäytteiden perusteella maalaji vaihtelee siltistä lihavaan saveen. Kerroksen luonnontilainen vesipitoisuus vaihteli välillä 24,0...32,0 %.

2. Savikerros. Kerrospaksuus vaihtelee välillä 1,0...3,4 m. Kerroksen maalajeina esiintyy laimaa savea, lihavaa savea ja liejuista savea ja sen luonnontilainen vesipitoisuus vaihteli välillä 32,0...45,7 %. Kerroksesta tehdyn siipikairauksen perusteella sen redusoimaton suljettu leikkauslujuus vaihteli välillä 37...114 kPa.

3. Moreenikerros. Savikerroksen alapuolella on tiivis kitkamaakerros. Kerroksesta ei otettu maanäytteitä, mutta lähialueiden pisteiden perusteella kyseessä on todennäköisesti hiekka- tai sora-moreeni. Kerros vaikuttaa puristinheijarikairausten perusteella ohuelta, sillä kairaukset ovat edenneet ennen päättymistään tässä kerroksessa vain 0,1...0,8 metriä.

Kairauspituus vaihteli pohjatutkimuspisteissä välillä 2,4...5,3 m. Kairaukset ovat päättyneet tiiviiseen maakerrokseen, kallioon tai kiveen korkeustasolla +22,12...26,1. Tutkimuksessa ei ole selvitetty kalliopinnan korkeustasoa.

2.2. Pohjavesi

Suunnittelualue sijaitsee lähellä luokiteltua 1-luokan pohjavesialuetta (Nikkilä). Pohjavesialueen raja sijaitsee suunnittelualueesta koilliseen noin 50 metrin verran. Uudisrakentamisessa tulee huomioida vaikutukset alueen pohjaveteen.

Suunnittelualueelle asennettiin tämän tutkimuksen yhteydessä 2 pohjavesiputkea ja aiemmin tehdyn rakennettavuusselvityksen yhteydessä on asennettu 1 pohjavesiputki. Aiemmin asennetussa putkessa (piste 5) pohjavedenpinta on ollut tasolla +28,44 eli noin 0,2 metrin syvyydellä maanpinnasta. Tämän tutkimuksen yhteydessä asennetussa putkessa (piste 7) pohjavedenpinta on ollut tasolla +26,79 eli noin 0,6 metrin syvyydessä



maanpinnasta. Alueen luoteiskulmaan asennettu putki (piste 3) on ollut kuiva. Tutkimusalueella pohjavedenpinta sijaitsee siis hyvin lähellä maanpintaa.

2.3. Maaperän haitta-aineet

Tontilla ei tehty pilaantuneiden maiden tutkimusta tämän pohjatutkimuksen yhteydessä.

3. POHJARAKENNERATKAISUT

3.1. Yleistä

Geoteknisen suunnittelun geotekninen luokka on GL2, seuraamusluokka CC2 ja luotettavuusluokka RC2.

3.2. Rakennuksen korkeusasema

Rakennusten korkeusasemaa suunniteltaessa on huomioitava pintavesien tehokas poisto johtaminen rakennuksen vierustoilta. Lattiapinnan korkeustason tulee sijaita vähintään 0,3 m ylempänä suunniteltavaan rakennuksen viereiseen maanpintaan nähden. Rakennuksen viereiset maanpinnat tulee pyrkiä kallistamaan kaltevuudella 1:20 rakennuksesta pois päin vähintään 3 metrin matkalla.

3.3. Rakennuksen perustaminen

3.3.1. Paaluperustaminen

Rakennukset voidaan perustaa lyömällä asennettavien teräsbetonisten tai teräksisten tukipaalujen välityksellä tiiviin kitkamaakerroksen tai kallion varaan. Paalut varustetaan kalliokärjillä. Paaluina voidaan käyttää lyötäviä teräsbetonipaaluja tai teräsputkipaaluja. Teräsputkipaaluissa tulee huomioida riittävä korroosiovara (väh. 1,2 mm/100 v). Paalutuksen paalutustyyli on PTL2. Alustava paalutuksen tunkeumataso on esitetty pohjatutkimusleikkauksissa.

Jos suunniteltu maanpinnan taso nousee nykyisestä maanpinnan tasosta enemmän kuin 0,5 m, tulee paalujen murtorajatilan kapasiteettia vähentää 10 % negatiivisen vaippahanauksen takia. Tämä vähennys on huomioitu taulukon 1 arvoissa.

Ennen paalutustyötä tulee alueen ympäristön rakennukset ja rakenteet katselmoida ja paalutuksen ajaksi asentaa värinämittari/-mittareita. Värinämittarilla/-mittareilla tulee seurata paalutustärinää, eikä värinä saa ylittää rakenteille tai rakennuksille määritettyä raja-arvoa.



Taulukko 1: Teräsbetoni- ja teräsputkipaalujen kantavuuksia murtorajatilassa R_d (korroosiovara huomioitu teräsputkipaaluissa)

Paalu	Kantavuus R_d
TB-paalu RTB-300-16	900 kN
RR 140/10 (S460MH)	700 kN
RR 170/10 (S460MH)	900 kN

Paalutus tulee aloittaa koepaalutuksella eri puolilta aluetta, joilla varmistetaan paalutus-pituus. Läpäistessä savikerrosta teräsbetonipaaluilla, tulee pudotuskorkeutena käyttää mahdollisimman pientä pudotuskorkeutta ≈ 10 cm, jotta paaluun ei synny vetorasitusta ja paalu ei vaurioidu. Teräsbetonipaalutuksessa tulee noudattaa RT-tuotelehden 2016 mukaisia periaatteita ja asennusohjeita.

Rakennuksen alapohjat suositellaan suunniteltavan ryömintätilaisina ja kantavina. Lattian alapuolinen kaivupinta kallistetaan vähintään 1% kallistuksella kohti salaojia.

Mikäli alapohjat halutaan perustaa maanvaraisesti, tulee maapohja esikuormittaa esikuormituspenkereellä tai rakentaa alapohjat kevennetyn maan varaan, jos kuormitukset eivät ole suuria. Esikuormituspenkereen korkeuden tulee olla vähintään suunniteltu lattiataso + 0,5 m. Esikuormituksen vaadittava kesto on arviolta n. 0,5-1 vuotta. Tarkempi painuma-aika selviää esikuormituksen aikana tehtävällä painumaseurannalla. Esikuormituspenkereen vaikutusaikaa voidaan lyhentää savikerroksen pystyjoituksella tai korkeammalla esikuormituspenkereellä (jos se on stabiliteetin näkökulmasta mahdollista). Vaihtoehtoisesti maanvarainen perustaminen voidaan toteuttaa massanvaihdoilla, joka ulotetaan savikerroksen alapintaan.

3.3.2. Maanvarainen perustaminen

Vaihtoehtoisesti rakennukset voidaan perustaa maanvaraisesti massanvaihdon välityksellä tiiviin kitkamaakerroksen varaan. Perustamistason alapuolelle ei saa jäädä löyhiä tai eloperäisiä maakerroksia. Massanvaihdon materiaalina voidaan käyttää esimerkiksi kalliomursketta #0-100 tai louhetta #0-600 ja se on tiivistettävä kerroksittain. Louhetta käytettäessä sen yläpinta on kiilattava huolellisesti vähintään 200 mm paksulla kiilauskerroksella kalliomurskeesta #0-100.

Massanvaihto on erotettava pohjamaasta N3-luokan suodatinkankaalla. Tämän täyttökerroksen päälle perustettaessa sallittuna pohjapaineen arvona voidaan käyttää 400 kN/m^2 .



Rakennuksen minimiperustamissyvyys on 1,0 m.

3.3.3. Säiliörakenteet

Polttoainesäiliöiden perustuksia mitoitettaessa on huomioitava pohjaveden aiheuttama noste ja perustuksen varmuus nostemurtumaa vastaan on oltava riittävä myös säiliön ollessa tyhjänä. Perustamisratkaisuna tulevat kyseeseen riittävän paksu pohjalaatta tai säiliön ankkurointi kallioon. Perustuksiin vaikuttavat säiliön perustamissyvyys ja säiliön päälle tulevan maatayttökerroksen paksuus.

Säiliöt on vuotojen varalta suojattava ympäristöviranomaisen määräysten mukaisesti. Vuotosuojauksena mahdollisia ratkaisuja ovat säiliön tiivistäminen bentoniittimattorakenteella tai käyttämällä vesitiivistä teräs- tai muoviponttiseinää. Vaihtoehtoisesti pohjalaatan reunat voidaan nostaa vesitiiviinä betonirakenteina lähelle maanpinnan tasoa, jolloin itse betonirakenne toimii virtauksen katkaisevana vesitiiviinä rakenteena.

3.4. Täyttötöyt

Rakennusalueelta tulee poistaa löyhät ja humus/eloperäiset maa-ainekset ja korvata tiivistetyllä kalliomurskekerroksella.

Täyttöjen tiivistystyöt tulee tehdä noudattaen taulukon 1 tiivistettävän maakerroksen enimmäispaksuuksia ja tiivistyskertojen vähimmäismääriä. Rakennusten perusmuurin vierustat täytetään puhtaalla routimattomalla täyttösoralla tai kalliomurskeella. Täytöt erotetaan pohjamaasta vähintään N3-luokan suodatinkankaalla.

Jos työ ajoittuu pakkaskauteen, täytöt on rakennettava kuivasta maa-aineksesta. Pakkaskaudella rakennettaessa on perusmaan ja täyttöjen jäätymisen estettävä koko rakentamisen ajan. Täytön rakentamisessa talvityönä noudatetaan RIL 132-2000 kohtaa 4.34.



Taulukko 1: Suositellut tiivistysajokerrat ja enimmäispaksuudet eri tiivistyskoneilla

Tiivistyskone	Staatinen massa tai staatisen viivamassan suuruus	Tiivistysajokertojen vähimmäismäärä	Kerralla tiivistettävän kerroksen enimmäispaksuus (m)	
			Karkea murske, kivi, savi	Hiekka, sora, hieno murske
Tärylevy	100 kg	4	-	0,20
Tärylevy	400 kg	4	0,40	0,35
Vedettävä täryjyvä	3000 kg	6	0,70	0,4
Vedettävä täryjyvä	5000 kg	6	1,00	0,55
Vedettävä täryjyvä	8000 kg	6	1,20	0,60
2-valssinen täryjyvä	500 kg/m	6	-	0,15
2-valssinen täryjyvä	2000 kg/m	6	-	0,30
2-valssinen täryjyvä	3000 kg/m	6	-	0,45

Perustusten ja lattian alustäytön tiiviysvaatimus on $D \geq 95 \%$, $E_1 \geq 50 \text{ MN/m}^2$ ja suhdeluku $E_{\max}/E_1 \leq 2,5$. Pudotuspainokokeita suoritetaan kantavuuden toteamiseksi valvojan/pohjarakennesuunnittelijan harkinnan mukaan eri täyttökerroksissa, mutta kuitenkin ellei muuta sovita, vähintään 10 koetta perustuksen alapuolisesta arinakerroksesta.

3.5. Routasuojaus

Pohjamaa on routivaa ja rakenteet tulee ulottaa routimattomaan syvyyteen tai käyttää routaeristettä. Kylmien rakennusten keskimääräinen routimaton perustussyvyys routivalla koheesiomaapohjalla on noin 1,8 m ilman lumen suojaavaa vaikutusta. Lämpimien rakennusten routimaton perustussyvyys vaihtelee alapohjatyypistä ja alapohjan lämmöneristyksestä riippuen seuraavasti (RIL 261-2013, Routasuojaus):

Perustamistapa	Perustuksen osa	Pakkasmäärä F_{50} , Kh 35 000 (koheesioma / kittamaa)
Maanvastainen alapohja, alapohjarakenteen lämmönvastus $RA \leq 10,0 \text{ m}^2\text{K/W}$, perusmuurin lämmöneristys ulkopinnassa	Seinälinja	1,2/1,4
	Nurkka	1,5/1,8
Ryömintätila, tuuletus ulkoa, tuuletusaukkojen yhteispinta-ala max. 8 promillea alapohjan pinta-alasta, alapohjarakenteen lämmönvastus $RA \leq 6,25 \text{ m}^2\text{K/W}$	Seinälinja	1,4/1,7
	Nurkka	1,7/2,0

Alueen perusmaa (savi) on routivaa. Tilastollisesti keskimäärin kerran 50 vuodessa toistuva pakkasmäärä F_{50} Sipoossa on 35 000 Kh.



Maanvastaisilla alapohjilla roudaton perustamissyvyys lämpimissä rakennuksissa on rakennuksen seinälinjan kohdalla 1,2 metriä ja nurkan kohdalla 1,5 metriä. Siirtymäkiilarakenne tehdään epätasaisen routimisen välttämiseksi rakennuksen roudattomasta perustamissyvyydestä pihan päällysrakenteiden alapintaan asti luiskakaltevuudella 1:5 (ks. kuvan 2 periaate).

3.6. Rakenteiden kuivatus

Rakennukset salaojitetaan vähintään ulkoseinälinjoilta. Salaojituksen suunnittelussa noudatetaan seuraavia periaatteita: Maapohjassa olevan veden kapillaarinen nousu katkaistaan salaojituskerroksella (sepeli #6...8/16, #5/6-32). Täyttökerroksen paksuus on vähintään 200 mm.

Alapohjan salaojituskerroksen tulee olla välittömästi yhteydessä salaojaputkia ympäröivään salaojituskerrokseen. Rakennusten kaivupohjat kallistetaan 1% kallistuksella kohti salaojaputkistoa. Salaojan kuivatustasossa tulee pyrkiä siihen, että kuivatustaso olisi vähintään 200 mm anturan alapintaa syvemmällä.

Salaojavedet johdetaan salaojakaivojen ja perusvesikaivojen kautta avo-ojiin tai hulevesiviemäriin. Salaojien minimikoko on 100 mm ja minimikaltevuus on 0,5 % perusmuurin ulkopuolella ja rakennuspohjan alla 1,0 %. Kuivatuksen suunnittelussa noudatetaan julkaisua RIL 126-2020 Rakennuspohjan ja tonttialueen kuivatus

3.7. Putkijohtolinjat

Viemäriinlinjat voidaan perustaa 300 mm paksuisen tiivistetyn kalliomurskearinnan välityksellä pohjamaan varaan. Lisäksi rakennetaan 150 mm paksuinen tasauserros esim. hiekasta tai kalliomurskeesta #0-16. Arinarakenne erotetaan pohjamaasta N3-luokan suodatinkankaalla. Putkilinjat tulee pyrkiä rakentamaan roudattomaan syvyyteen (h=1,8 m) tai käyttää routaeristettä.

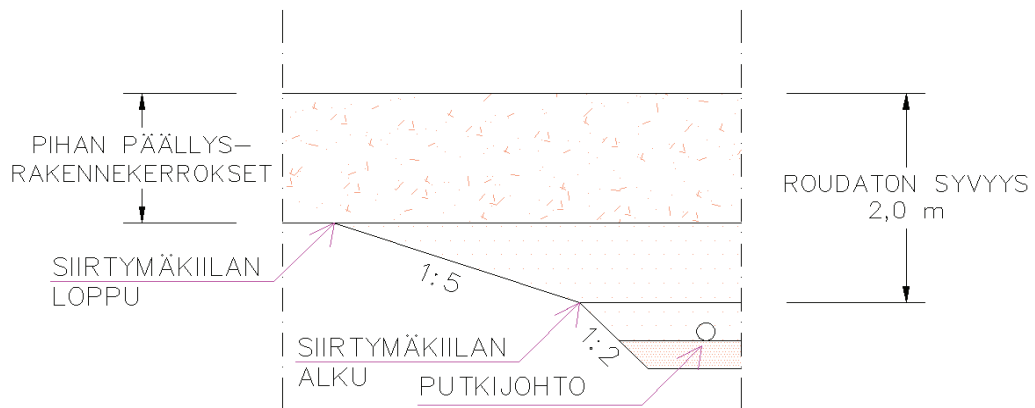
Kaivojen asennusalusta ja ympärystäyttö tehdään kalliomurskeella #0...32, asennusalustan paksuus on 300 mm ja ympärystäyttö kaivon ympärillä väh. 400 mm. Asennusalusta erotetaan pohjamaasta N3-luokan suodatinkankaalla.

Putkijohtojen lopputäyttö on suositeltavaa rakentaa piha-alueen jakavan kerroksen alapintaan asti vaahtolasilla tai kevytsoralla. Kevennysmateriaali pussitetaan suodatinkankaan sisälle.

Kaivojen kannen lujuusluokan tulee olla liikennöidyllä alueella 40 t.

Viemärikaivantojen ulottuessa pihan rakennekerroksia syvemmälle tulee kaivantojen reunoihin tehdä siirtymäkiilarakenteet epätasaisen routimisen välttämiseksi luiskaamalla kaivanto yläosasta 1:5 kaltevuuteen (Kuva 2).





Kuva 2: Putkijohtojen ja kaivojen siirtymäkiilarakenteen periaate

Putkijohtolinjan loppupäähän tulee tehdä vähintään 1,0 m pituinen savisulkurakenne koko putkikaivannon poikkileikkauksen kokoisena ja se ulotetaan jakavan kerroksen alapintaan asti.

3.8. Kaivannot

Matalat kaivannot voidaan toteuttaa luiskattuina kaivantoina. Kaivantojen enimmäiskaltevuus on 1:2 kun kaivannon syvyys on enintään 1,8 m. Syvemmät kaivannot tulee suunnitella tapauskohtaisesti Kaivanto-ohjeen RIL 263-2014 mukaisin periaattein. Kaivannon reunalle ei saa sijoittaa kaivumaita, työkoneita tai muuta kuormaa, joka voi romahduttaa kaivannon reunan.

Kaivannon aukipitoaika tulee minimoida. Kaivettaessa pohjavedenpinnan alapuolelle, tulee pohjavedenpintaa tarvittaessa alentaa kohdekohtaisesti esim. uppopumpuilla pumpauskuopasta ennen varsinaista kaivua pohjamaan häiriintymisherkkyuden takia. Pumpaus tulee suorittaa ennen kaivua n. 0,5 m verran kaivutasoa alemmalla.

3.9. Pihan rakenne ja pintakuivatus

Liikennealueilta on poistettava kaikki humuspitoinen ja eloperäinen maa-aines. Pihojen päällysrakennekerrokset tulee mitoittaa siten, että ne kestävät raskaat kuormitukset.

Pihan päällysrakennekerros voidaan toteuttaa seuraavalla rakennetyypillä:

- Kulutuskerros; asfaltti h=40 mm Ab 11/100
- Kantava asfalttikerros h=50 Abk 32/150
- Kantava kerros; kalliomurske, 150 mm, KaM #0-32 tai vastaava.
- Jakava kerros, betonimurske 650 mm, KaM #0-100 tai vastaava.
- **Yhteensä n. 890 mm**



Pintakuivatuksen suunnittelussa on pyrittävä vähintään 2,0 %:n kaltevuuksiin.

3.10. Hulevesien käsittely ja hallinta

Hulevesien käsittelyssä tulee noudattaa Sipoon kunnan ohjeistuksia sekä kaavamääräyksiä. Hulevedet tulee viivyttää ennen niiden johtamista kunnalliseen hulevesijärjestelmään tai tontin viereiseen avo-ojaan.

Savikerroksen takia suunnittelualueella hulevesiä ei ole mahdollista imeyttää maaperään.

Hulevesien viivytyksessä yleisperiaatteena viivytystilavuutta tulee varata sen verran kuin rakentaminen lisää hulevesien kertymistä. Yleisohje on, että viivytystilavuutta varataan aina 1 m³ alkavaa 100 m² tiivistä pinta-alaa kohden (katto- tai asfalttipinta).

Viivytyks on suositeltavaa toteuttaa umpisäiliörakenteena. Viivytyks- ja imeytysjärjestelmästä tulee olla suunniteltu ylivuotoreitti ja järjestelmän tulee tyhjäntyä 24 h kuluessa sateen loppumisesta.

Hulevesirakenteet ja -järjestelmät tulee suunnitella erikseen em. periaatteita noudattaen.

3.11. Noudatettavat asiakirjat ja ohjeet

- Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset
- Talonrakentamisen maatyöt MaaRYL 2010
- RT 103123 Radonin torjunta
- RIL-132-2000 Talonrakennuksen maarakenteet
- RIL 126-2020 Rakennuspohjan ja tonttialueen kuivatus.
- RIL 263-2014 Kaivanto-ohje
- RIL 253-2010 Rakentamisen aiheuttamat tärinät
- RIL 261-2013 Routasuojaus -rakennukset ja infrarakenteet
- RIL 207-2017 Geotekninen suunnittelu, Eurokoodi

Keravalla 13. päivänä lokakuuta 2021

Laatinut



Tuomas Mäkitalo, DI
projektipäällikkö

Tarkastanut



Juha Kujansuu, DI
toimitusjohtaja

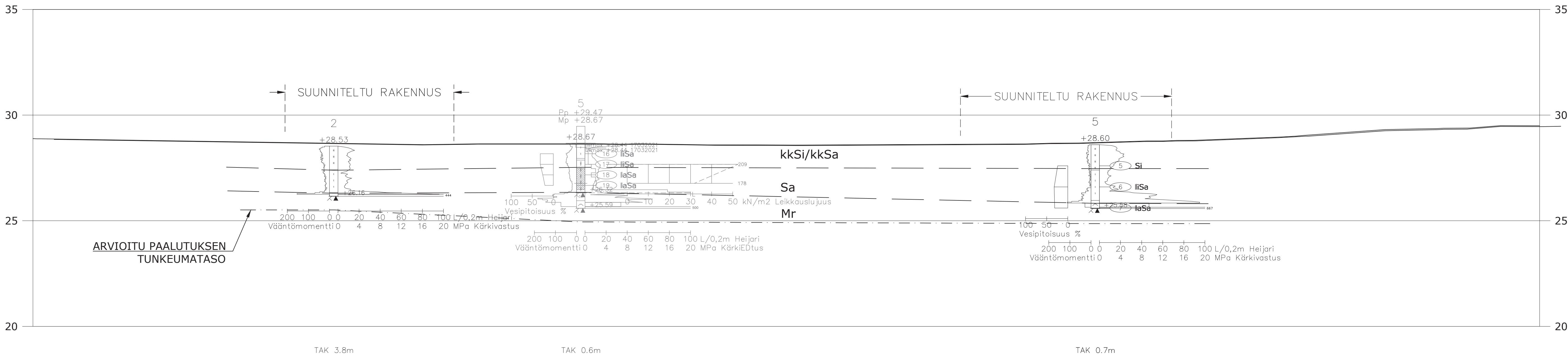


AIEMMASSA SELVITYSVAIHEESSA TEHDYT
KAIRAUKSET ESITETTY HARMAALLA VÄRILLÄ

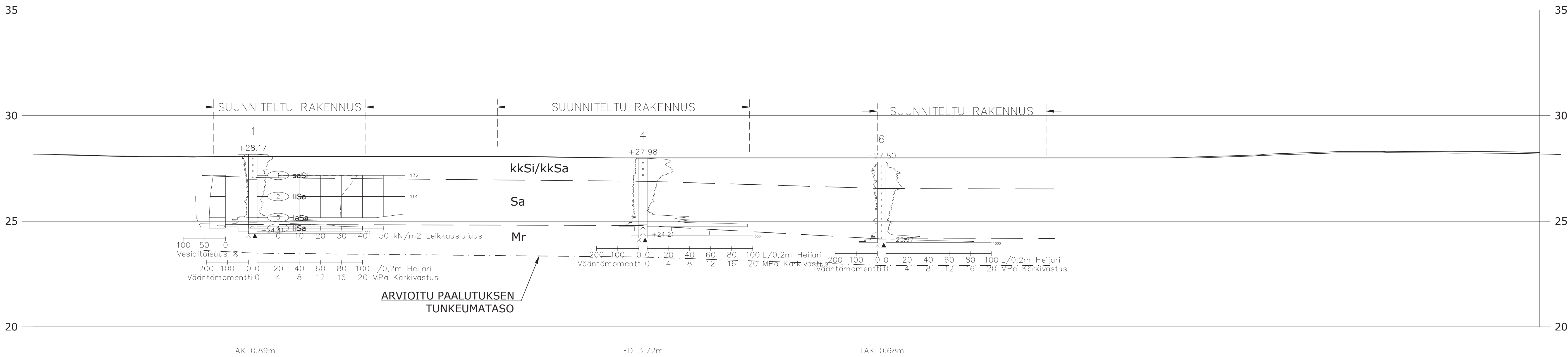
SUUNNITELTU KYLMÄASEMA

Tietokantaohjelma ja järjestelmä ETRS-GK25		Kohde ja projekti N2000	
Kaupungissa/Kylä	Kortti/tila	Tontti/no	Viranomaisen merkintä
Rakennuksen numero/Rakennuksen numero/Rakennusnumerosuunnitelmanumeri			
Rakennusohje	Pirstallat/ POHJARAKENNESUUNNITTELU		Aukko no
Rakennetta/RAKENNETTAVUUSVUOSI	Rakennus		1:2000
ASEMAKAAVA-ALUE N65 METSÄRINNE		POHJATUOTKUSKARTTA	
SIPPO			
 GEOSSOL OY Y-tunnus: 100992-7 Tuusula 7112 a 30 00260 Tuusula Puhelin: 09-435 9779 www.geossol.fi toimitus@geossol.fi		Suunnitelusta, työnimero ja pirstalluksen numero GEO 1141 001 -	
Päiväys Suunnitelma Yhteyshenkilö Tilaaja	13.10.2021 Tuomas Mäkelä, DI Jukka Kuusela - DI		Pirtalla - Tarkastus - Huuhtaus -

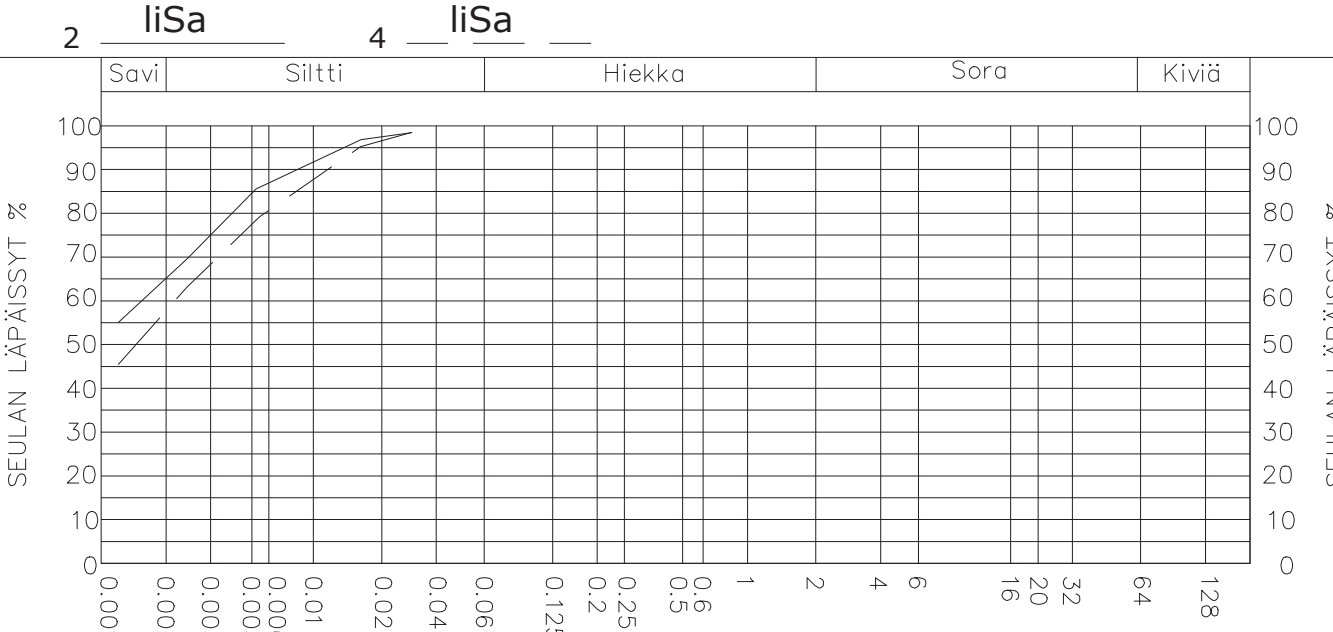
POHJATUTKIMUSLEIKKAUS A-A 1:100/1:100



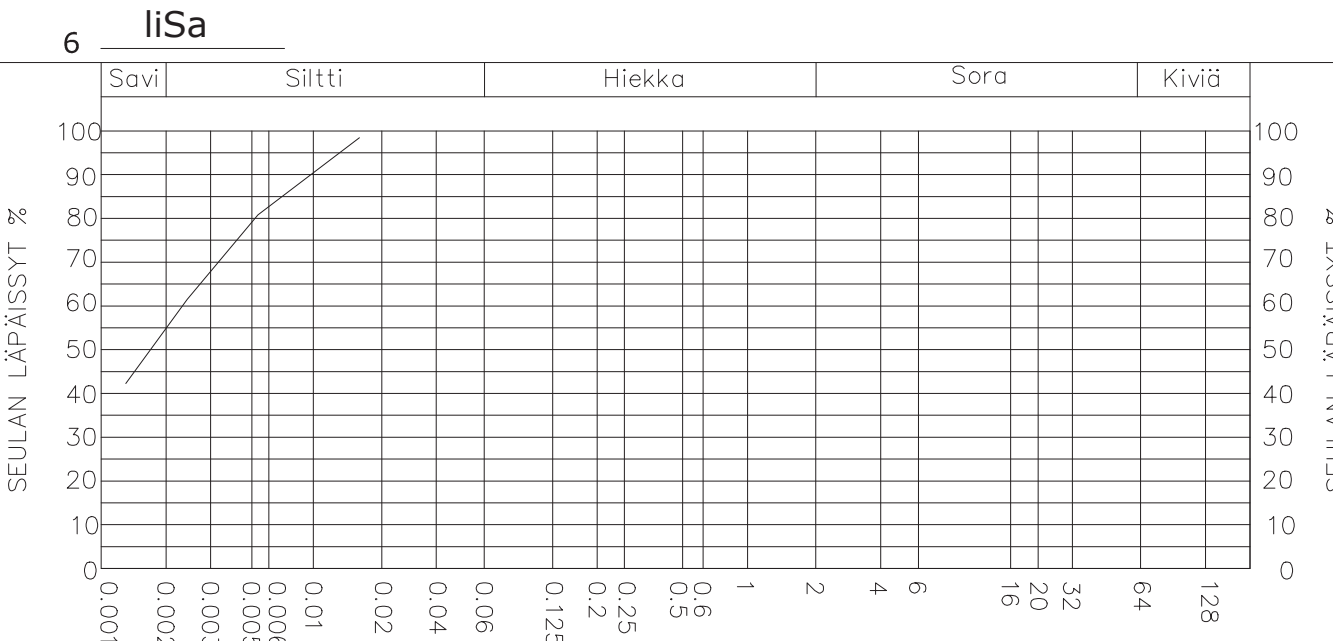
POHJATUTKIMUSLEIKKAUS B-B 1:100/1:100



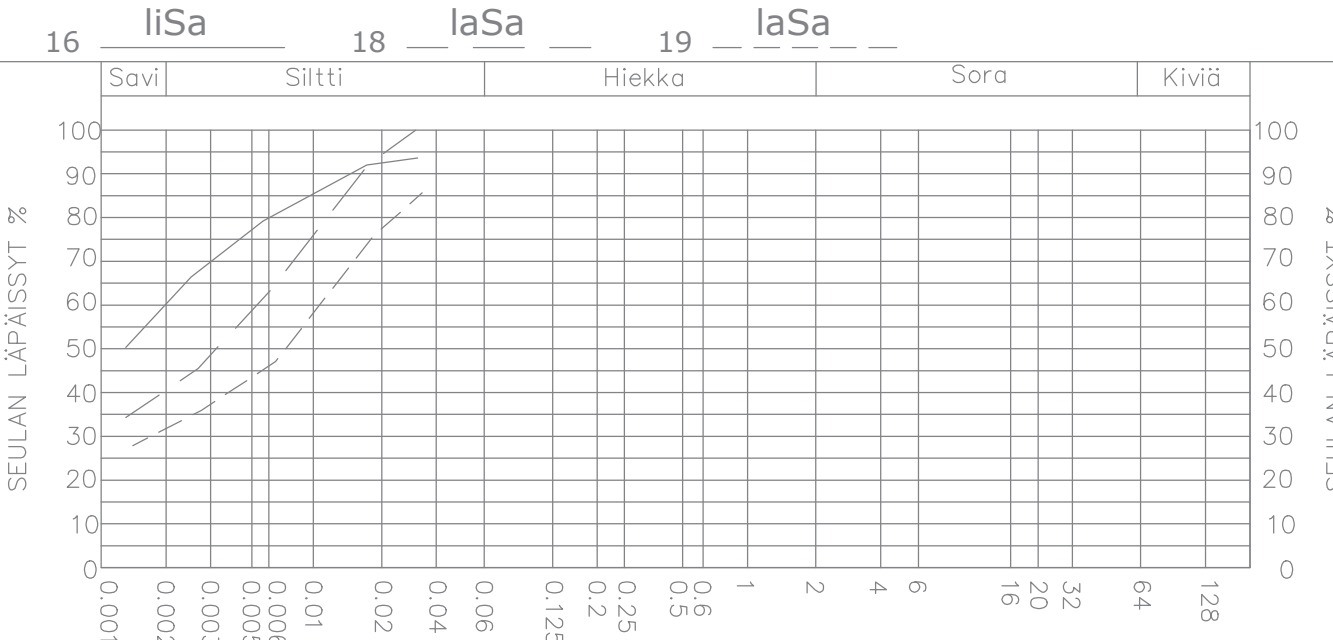
AIEMMASSA SELVITYSVAIHEESSA TEHDYT
KAIRAUKSET ESITETTY HARMAALLA VÄRILLÄ



1



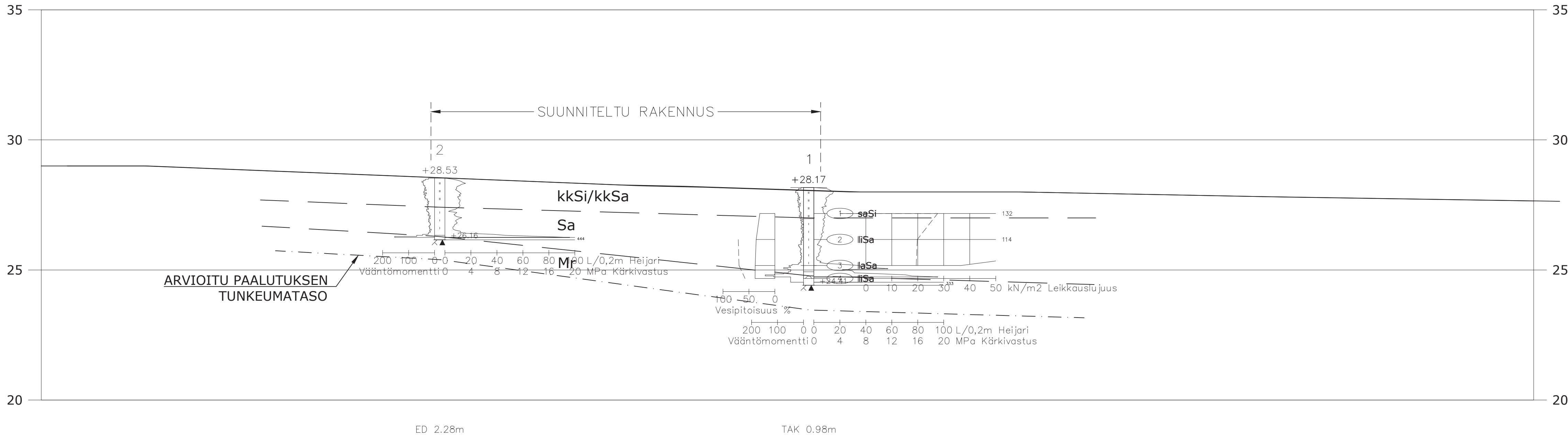
5



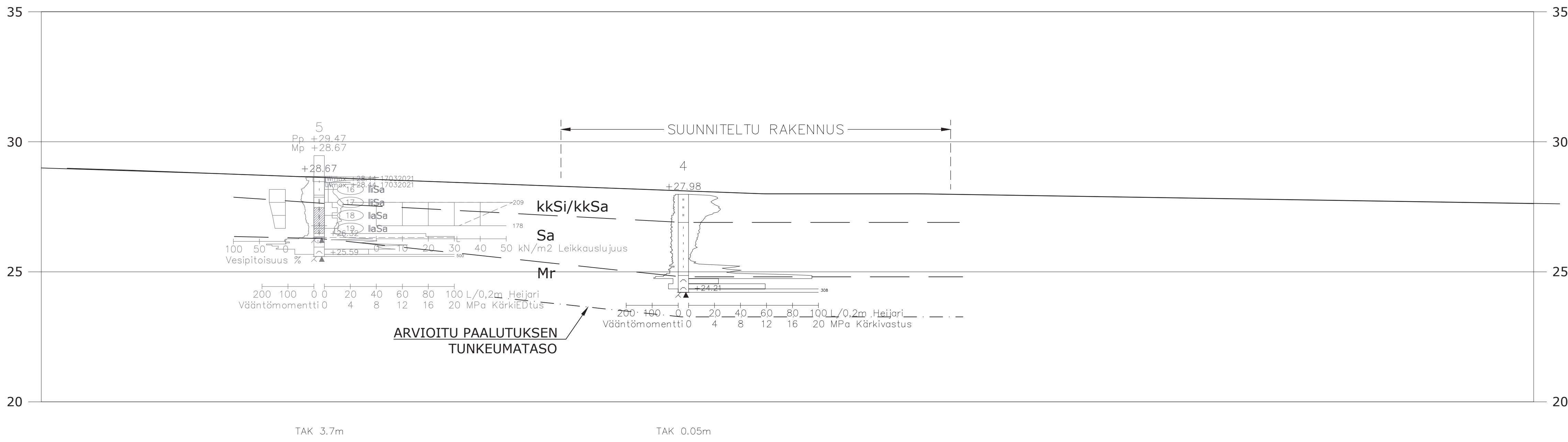
5

Tasokoordinaattijärjestelmä ETRS-GK25		Korkeusjärjestelmä: N2000	
Kaupunginosa/Kylä	Korttelit/Tila	Tontti/rnro	Viranomaisien merkinnät
Rakennuksen numero/Rakennusten numerot/Rakennustunnus/Rakennustunnukset			
Rakennuslupienpidä RAKENNETTAVUUSSELVITYS		Pinnustulaja POHJARAKENNESUUNNITTELU	
Kohde ASEMAKAAVA-ALUE N65 METSÄRINNE SIPOO		Pinnustuksen sisältö POHJATUTKIMUSLEIKKAUKSET A-A, B-B	
Suunnittelija		Suunnitteluala, työnnumero ja pinnustuksen numero	
GEO SOLVER OY		Y-tunnus: 3005193-7	
Tapiolankatu 27 a 20 00200 Kerava puh. 044 334 7276		www.geosolver.fi etunimi.sukunimi@geosolver.fi	
Päiväys: Suunnittelija Vastaava suunnittelija		13.10.2021 Tuomas Mäkitalo, DI Juha Kujansuu, DI	
		Pirttaja - Tarkastaja - Hyväksyjä -	

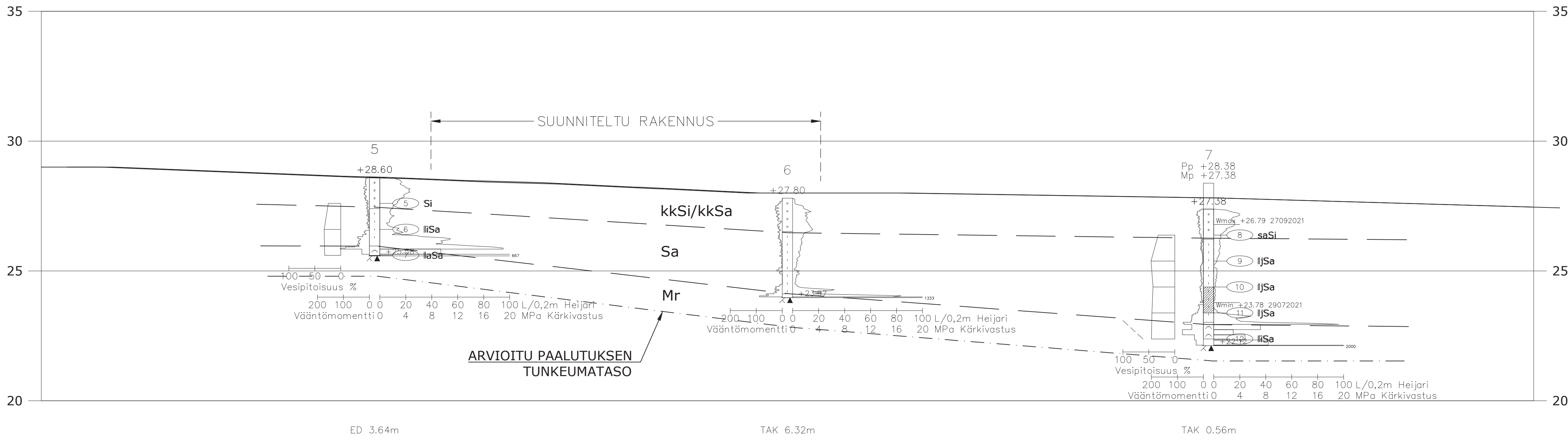
POHJATUTKIMUSLEIKKAUS 1-1 1:100/1:100



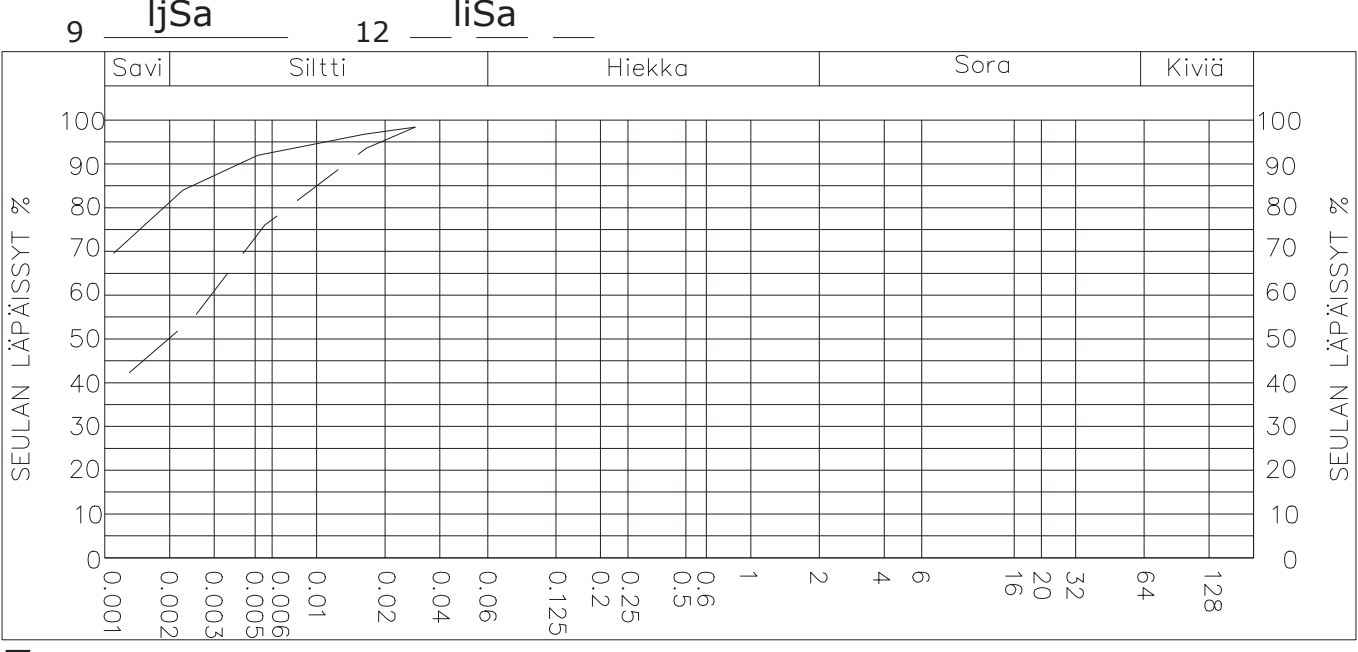
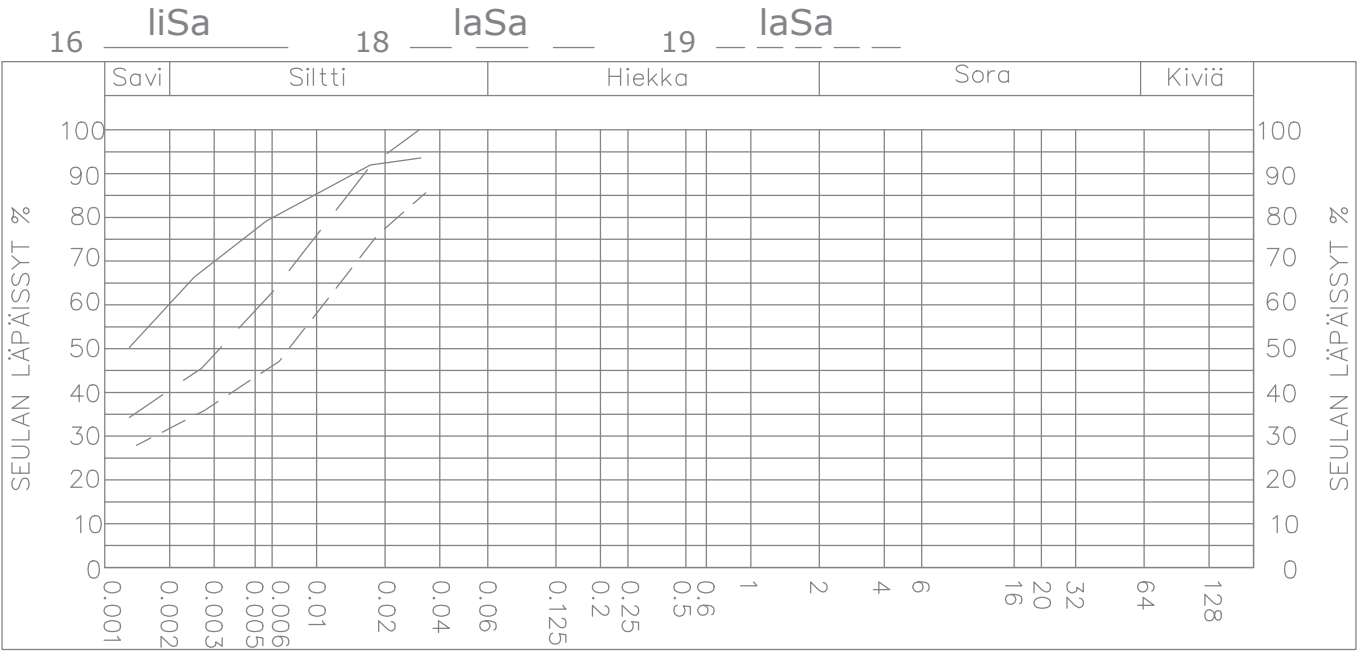
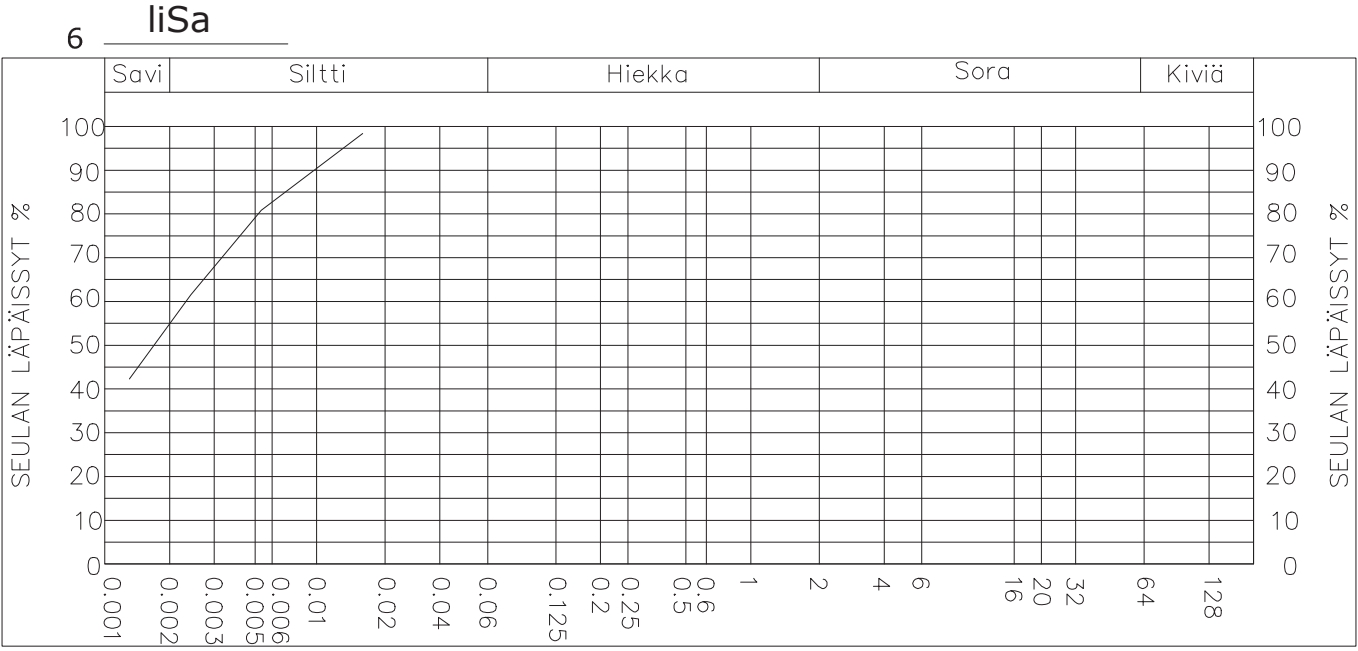
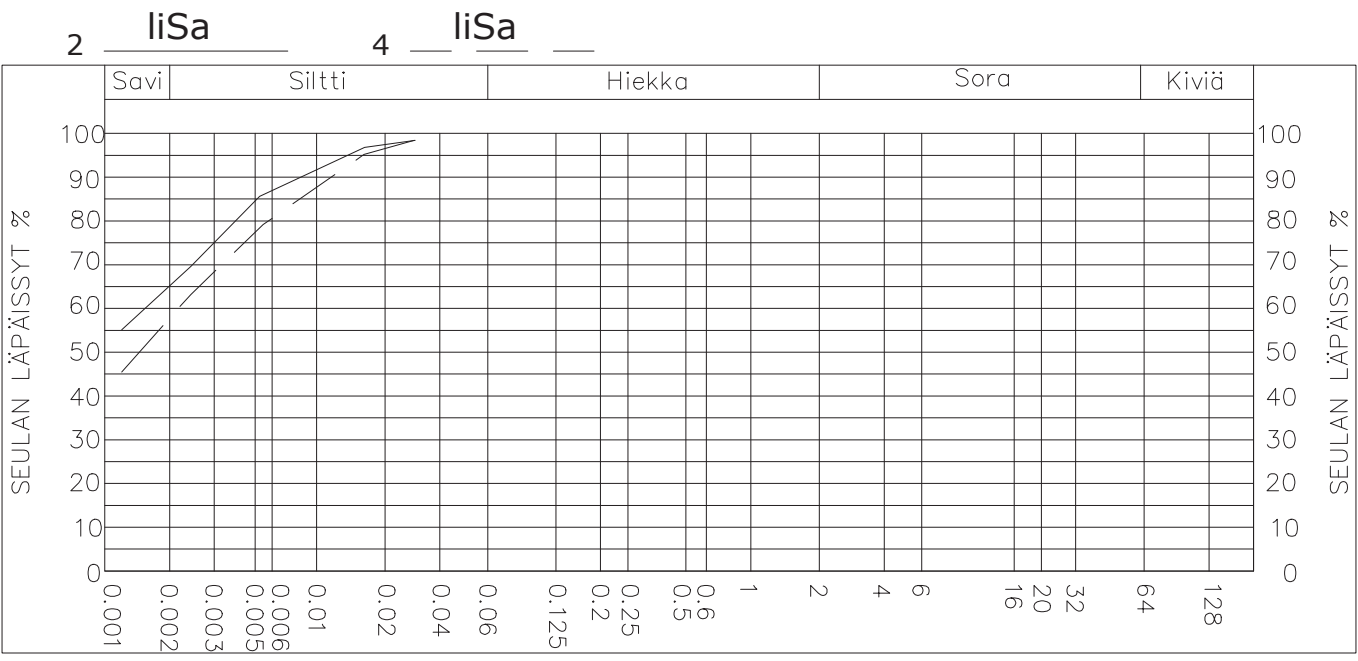
POHJATUTKIMUSLEIKKAUS 2-2 1:100/1:100



POHJATUTKIMUSLEIKKAUS 3-3 1:100/1:100



AIEMMASSA SELVITYSVAIHEESSA TEHDYT
KAIRAUKSET ESITETTY HARMAALLA VÄRILLÄ



Tasokoordinaattijärjestelmä		Korkeusjärjestelmä	
ETRS-GK25		N2000	
Kaupungissa/Kylä	Kortti/Tila	Tontti/tno	Viranomaisen merkintä
-		-	-
Rakennuksen numero/Rakennuksen numero/Rakennustunnus/Rakennusunnukset			
Rakennustunnus		Pääsuunnitelma	
RAKENNETTAVUUSSELVITYS		POHJARAKENNESUUNNITTELU	
Kohde		Pääsuunnitelma	
ASEMAKAAVA-ALUE N65 METSÄRINNE		POHJATUTKIMUSLEIKKAUKSET	
SIPOO		1-1, 2-2, 3-3	
Suunnittelija		Suunnittelunumero ja piirustuksen numero	
GEO SOLVER OY		GEO 1141 003	
Tapiolatu 27 a 20		Muutos	
04200 Kerava		-	
poh. 044 934 7276		-	
www.geosolver.fi		-	
etu@geosolver.fi		-	
Päiväys: 13.10.2021		Pääsuunnitelma	
Suunnittelija: Tuomas Mäkitalo, DI		Tarkastaja: -	
Vastava suunnittelija: Juha Kujansuu, DI		Hyväksyjä: -	