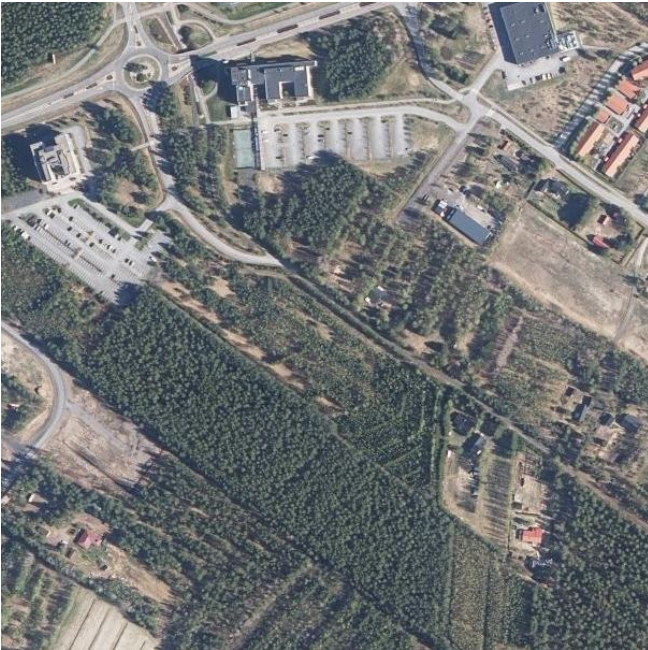


MÖKKIPERÄ

RAKENNETTAVUUS- JA SULFAATTI MAASELVITYS



MÖKKIPERÄ

Laatija Veera Isometsä ja Sanna Vienonen
Päivämäärä 7.10.2022

Tarkastaja Noora Karjalainen ja Merja Autiola
Päivämäärä 21.10.2022

Hyväksyjä Minna Koukkula

SISÄLTÖ

1.	YLEISTÄ	1
2.	TEHDYT TUTKIMUKSET	1
3.	PINNANMUODOSTUS JA MAAPERÄOLOSUHTEET	1
4.	Rakennettavuus	2
4.1	Katurakenteet	3
4.2	Kuivatusrakenteet ja routasuojaus	4
4.3	Maa- ja pohjarakennustyöt	4
5.	Sulfaattimaaselvitys	5
5.1	Tausta ja tunnistaminen	5
5.2	Tulokset	6
6.	Tiivistelmä	7

Liite 1	Rakennettavuuskartta	69159-G1
Liite 2	Geotekniset leikkaukset A-A...E-E	69159-G2...G5
Liite 3	Painumalaskennat, leikkaus B-B	
Liite 4	Sulfaattimaanäytteiden laboratoriotodistus	

1. YLEISTÄ

Oulun kaupungin toimeksiannosta Ramboll on laatinut tämän Mökkiperän alueen rakennettavuus- ja sulfidiselvityksen, joka on tehty asemakaavamuutosta varten.

Suunnittelualue sijaitsee Oulunsalon Mökkiperällä. Alue on esitetty rakennettavuuskartalla.

Alue rajoittuu etelässä mäntyvaltaiseen metsäalueeseen ja pohjoisessa Lentokentäntiehen/Tietotiehen. Muutoin suunnittelualueita ympäröivät metsäalueet ja rakennettu ympäristö. Alueen läpi kulkee oja.

2. TEHDYT TUTKIMUKSET

Tutkimusalueella tehtiin pohjatutkimuksia kesäkuussa 2022. Pohjatutkimukset käsittivät painokairauksia (16 kpl), häiriintyneiden maanäytteiden ottoa (8 pisteestä), sulfidinäytteiden ottoa (3 pisteestä) ja pohjavesiputkien (2 kpl) asentamisen. Maanäytteistä määritettiin maalajit, rakeisuudet ja vesipitoisuudet. Pohjatutkimukset teki Oulun kaupunki.

Tutkimuspisteiden sijainnit on esitetty liitteenä olevalla rakennettavuuskartalla 69159-G1.

Suunnitelmissa on käytetty ETRS-GK26-koordinaatistoa ja N2000-korkeusjärjestelmää.

3. PINNANMUODOSTUS JA MAAPERÄOLOSUHTEET

Tutkimusalueella maanpinnan korkeus vaihtelee välillä +10...+14 m.

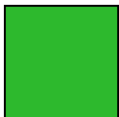
Suunnittelualueen eteläosa on rakentamatonta, mäntyvaltaista metsäaluetta sekä vanhaa, osin puista peltoaluetta. Suunnittelualueen keski- ja pohjoisosissa on rakennettua ympäristöä sekä säilytettävää puustoa.

GTK:n maaperäkartan perusteella tutkimusalueen maaperä on hiekkaa (kuva 1).



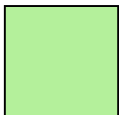
Kuva 1. Ote maaperäkartasta (Maankamara, GTK 2022).

Alueen maaperä- ja rakennettavuusolosuhteet on jaettu tässä selvityksessä 3 eri luokkaan:



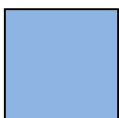
Helposti rakennettava

Pohjamaa on pääosin keskihiekkaa, paikoin esiintyy hiekkaista soraa. Maaperä on pääosin tiiviissä tilassa ja se on kantavaa. Näytepisteen perusteella maakerrokset ovat routimattomia 1-3 m syvyydessä maanpinnasta. Alueella on tehty havaintoja maaperän kivisyydestä 0,8...4,2 m syvyydellä maanpinnasta. Helposti rakennettavalla alueella pohjamaan alusrakenneluokka on D, jolloin routaturpoama $t = 0 \%$ ja E-moduuli on 70 MN/m^2 .



Normaalisti rakennettava

Maanpinnassa on korkeintaan 2,8 m paksu löyhä hiekkakerros. Pohjamaa on hienoa ja keskihiekkaa. Maaperä on pääosin keskitiiviissä...tiiviissä tilassa ja se on kantavaa, mutta kairausten yhteydessä on havaittu 1,0...4,2 m paksuja löyhiä maakerroksia noin 3,8...4,5 m syvyydellä maanpinnasta. Tutkimuspisteestä 284 otetun näytteen perusteella on mahdollista, että alueen löyhät maakerrokset ovat paikoin savipitoisia. Maakerrokset ovat routimattomia...lievästi routivia 1-3 m syvyydessä maanpinnasta. Kairausten yhteydessä on tehty havaintoja maaperän kivisyydestä 3,6...9,0 m syvyydessä maanpinnasta. Normaalisti rakennettavalla alueella pohjamaan alusrakenneluokka on D/E, jolloin routaturpoama $t = 0...3 \%$ ja E-moduuli on $50...70 \text{ MN/m}^2$.



Vaikeasti rakennettava

Maanpinnassa on noin 2,4 m kerros löyhää...tiivistä hienoa hiekkaa, jonka alapuolella pääosin löyhää, hiekkapitoista pohjamaata, jonka seassa on paikoin mahdollisesti savipitoista maata tai savikerrostumia. Kairausten yhteydessä on tehty havaintoja maaperän kivisyydestä 1,4...7,6 m syvyydellä maanpinnasta. Vaikeasti rakennettavalla alueella pohjamaan alusrakenneluokka on E/H/J, jolloin routaturpoama $t = 3...16 \%$ ja E-moduuli $20...50 \text{ MN/m}^2$.

Alueella pohjavedenpinta on mitattu alueelle asennetuista pohjavesiputkista. Pohjavesiputkien sijainnit esitetty rakennettavuuskartalla (69519-G1). Pohjavedenpinta on havaittu tasovälillä +9,6...+9,9 m eli noin 1,0...1,1 m syvyydellä maanpinnasta mittausajankohtana 23.6.-27.6.2022.

4. RAKENNETTAVUUS

Helposti ja normaalisti rakennettavat alueet (kartalla vihreät alueet) soveltuvat hyvin rakentamiseen. Alueilla rakennusten maanvarainen matalaperustus ja kunnallistekniikan rakentaminen on pääosin mahdollista ilman erityisiä pohjanvahvistustoimenpiteitä. Helposti ja normaalisti rakennettavilla alueilla kaivannot voidaan lähtökohtaisesti tehdä luiskattuina, riippuen kaivannon syvyydestä. Normaalisti rakennettavilla alueilla esiintyy löyhiä mahdollisesti savipitoisia maakerroksia, jonka vuoksi korkeille, raskaille ja painumaherkille rakenteille tai rakennuksille on syytä tehdä painumatarkastelu, jonka perusteella tulee tehdä päätös perustamistavasta ja mahdollisista pohjanvahvistuksista (esikuormitus). Normaalisti rakennettavilla alueilla omakotitaloa isommat rakennukset ja painumille herkäät rakennukset (esim. kivitlot) perustettava todennäköisesti paalujen varaan maaperässä olevan löyhän maakerroksen vuoksi.

Vaikeasti rakennettavalla alueella (kartalla sininen alue) pohjamaan seassa on löyhiä, mahdollisesti savipitoisia kerrostumia. Vaikeasti rakennettava alue soveltuu välttävästi

rakentamiseen. Alueet soveltuvat ensisijaisesti ammattirakentajien käyttöön, mutta huolellisella rakentamisella myös yksityisten rakentajien käyttöön. Näillä alueilla rakennukset on mahdollisesti perustettava esirakennus- ja pohjanvahvistustoimenpiteiden avulla, jolloin kysymykseen tulevat perustuksilta pohjamaalle aiheutuvista kuormista riippuen esikuormitus, massanvaihto ja paalutus. Perustettaessa kevyitäkin rakennuksia ilman pohjanvahvistustoimenpiteitä voivat painumat olla pohjarakennusohjeissa esitettyjä painuman raja-arvoja suurempia. Paaluperustuksissa on suositeltavaa tehdä alapohja kantavana rakennuksen sisäpuolisten täyttöjen aiheuttamien painumien estämiseksi. Paalupituudet tulee varmistaa heijarikairauksilla rakennuskohtaisesti. Tehtyjen painokaistausten perusteella paalupituudet arviolta n. 8–10 m. Rakennusten massanvaihdon suurin suositeltava syvyys on 3...4 m. Vaikeasti rakennettavilla alueilla katu- ja piha-alueiden paksut täytöt voivat aiheuttaa painumia ja tämä tulee huomioida alueen korkotasoa suunniteltaessa. Katujen ja kunnallistekniikan rakentamisessa on varauduttava kaivantojen mahdolliseen tukemistarpeeseen ja pohjanvahvistustoimenpiteisiin, joita voivat olla esim. massanvaihto ja massastabilointi.

Alustavien painumalaskelmien perusteella pohjamaan kokonaispainumat normaalisti ja vaikeasti rakennettavalla alueella ovat n. 40...80 mm 20 kPa ja 40 kPa kuormituksella. Alustavien laskentojen perusteella kokonaispainumat ylittävät sallitut raja-arvot (RIL 207-2017 Geotekninen suunnittelu, taulukko 2.2S) mm. muuratuille ja teräsbetonirakenteille. Painumalaskennan perusteella suurin osa pohjamaan painumista tapahtuu suhteellisen nopeasti (löyhä hiekka). Näin ollen rakennusten alapuolisen pohjamaan painumista voidaan minimoida pohjamaan esikuormituksella. Esikuormitus laadittava aina yksityiskohtaisesti pohjaolosuhteet ja kuormat huomioiden. Alustava painumatarkastelu tehty leikkauksesta B-B. Painumalaskenta raportin liitteenä.

Mahdollisten pohjanvahvistusten (massanvaihto, esikuormitus) taso ja laajuus tulee varmistaa tarkemmilla pohjatutkimuksilla.

Rakentaminen vaikeasti rakennettavalle alueelle vaatii huomattavasti enemmän rakennusmateriaaleja ja luonnonvaroja sekä pohjanvahvistustoimenpiteitä. Nämä lisäävät osaltaan merkittävästi rakentamiskustannuksia ja samalla kasvattavat hiilidioksidipäästöjä. Vaikeasti rakennettavat alueet eivät resurssitehokkuus ja luonnon monimuotoisuus huomioiden ole parhaita mahdollisia rakennuskohteita.

Rakennuksen alapohjarakenteita suunniteltaessa ja rakennettaessa on varmistuttava, ettei maaperän tai täyttösoran radon pääse huonetiloihin.

Alueella pohjavesi on korkealla, joten kellarillisten rakennusten rakentaminen ei ole suositeltavaa tai niiden osalta on varauduttava kuivatusratkaisuihin.

4.1 Katurakenteet

Pihojen ja tonttien sisäisten kulkuväylien rakennekerrokset on suunniteltava tonttikohtaisesti huomioiden tontin käyttötarkoitus ja tasaus.

Katualueiden rakennekerrokset tehdään voimassa olevan "Oulun kaupungin katurakenteiden suunnitteluohjeen" mukaisesti. Rakennekerrosten valinnassa huomioidaan pohjamaan alusrakenne, katuluokat ja teknis-taloudellisesti saavutettava kuivatusaso sekä saatavilla olevat rakennusmateriaalit. Rakennusmateriaalien valinnassa ja katuverkon suunnittelussa on hyvä huomioida kestävä kehitys, hiilineutraalius ja kiertotalous.

Katujen ja kunnallistekniikan rakentamisessa on varauduttava kaivantojen mahdolliseen tukemistarpeeseen ja pohjanvahvistustoimenpiteisiin, joita voivat olla esim. massanvaihto ja esikuormitus.

4.2 Kuivatusrakenteet ja routasuojaus

Pääsääntöisesti rakennusten perustukset on aina salaojitettava. Pohjaveden kapillaarinen nousu rakenteisiin on estettävä tarkoitukseen soveltuvalla riittävän paksulla täytöllä.

Salaojitus ja tonttialueen kuivatus tehdään julkaisun "RIL 126-2009, Rakennuspohjan ja tonttialueen kuivatus" mukaisesti.

Rakennusalueen alueellinen kuivatus ja pihan tasaus suunnitellaan erikseen.

Katurakenteet kuivatetaan salaojituksella tai avo-ojin päällysrakenteen alapinnan tason alapuolelle. Katurakenteiden salaojitus, pintavesien sadevesiviemärointi ja viemärikaivantojen rakentaminen yleensäkin alentaa pohjavedenpinnan tasoa alueella ja parantaa rakentamisolosuhteita.

Kaikki routimattoman perustamissyvyyden yläpuoliset rakenteet tulee routasuojata. Rakennukset ja rakenteet sekä rakennusten sisäänkäyntien portaat yms. suositetaan routaeristettäväksi, ellei niitä perusteta roudattomaan syvyyteen. Routasuojaus mitoitetaan julkaisun "RIL 261-2013 Routasuojaus - rakennukset ja infrarakenteet" mukaan.

Mitoittavana pakkasmääränä käytetään kerran 50 vuodessa toistuvaa pakkasmäärää, joka on Oulussa $F_{50} = 55\ 000\ \text{Kh}$.

4.3 Maa- ja pohjarakennustyöt

Humusmaat ja muut pintamaat poistetaan rakennus- ja täyttöalueilta.

Yli 2 m syvistä kaivannoista on tehtävä erillinen kaivantosuunnitelma. Helposti ja normaalisti rakennettavilla alueilla voidaan lyhytaikaisissa, alle 2,0 m syvissä kaivannoissa käyttää luiskakaltevuutena alustavasti 1:1,5 kaltevuutta. Vaikeasti ja erittäin vaikeasti rakennettavilla alueilla tulee varautua luiskien loiventamiseen tai kaivannon tukemiseen jo matalammissa kaivannoissa. Kaivantojen tukemiseen tulee varautua myös pohjaveden alapuolelle ulottuvissa kaivannoissa.

Matalissa kaivannoissa työnaikainen kaivannon kuivatus voidaan yleensä hoitaa pumppauskuopista pumppaamalla. Pohjaveden työnaikainen alentaminen pienentää samalla kaivannon pohjan hydraulisen murtumisen vaaraa.

Osa alueen kaivumassoista soveltuu tehtyjen pohjatutkimusten perusteilla käytettäväksi katujen, pihojen tai rakennusten routimattomissa täytöissä (routimaton hiekka) sekä pengermateriaalina (kuivana). Routivia kaivumassoja voidaan lähtökohtaisesti käyttää kuivana luiskatäyttöihin (hiekkaiset massat) tai maastonmuotoiluun.

Putkijohdot perustetaan roudattomaan syvyyteen tai käytetään routaeristeitä. Putkijohtolinjojen rakentamisessa tulee huomioida löyhän ja koheesiomaakerrosten painuminen, mikäli rakentaminen tehdään ennen esirakennus-/pohjanvahvistustoimenpiteitä. Tarvittaessa putkilinjan alle tehdään murskearina. Vaikeasti rakennettavalla alueella tulee varautua

kunnallistekniikan rakentamisessa esim. työnaikaiseen tuentaan, pohjanvahvistustoimenpiteisiin (massanvaihto ja stabilointi) sekä teräslevyarinan käyttöön.

5. SULFAATTI MAASELVITYS

5.1 Tausta ja tunnistaminen

Happamilla sulfaattimailla tarkoitetaan maaperässä luontaisesti esiintyviä rikkipitoisia sedimenttejä, joista vapautuu hapettumisen seurauksena haitallisia määriä happamuutta maaperään ja vesistöihin. Hapettuminen tapahtuu, kun maaperä pääsee kosketuksiin ilman hapen kanssa. Happamoitumisen seurauksena liukenee maaperästä myös haitallisia metalleja (esim. Al, Cd, Co, Cu, Ni, Zn), jotka kulkeutuvat edelleen vesistöihin. Happamista sulfaattimaista on Suomessa arvioitu huuhtoutuvan vesistöihin jopa enemmän haitallisia metalleja, kuten mangaania, sinkkiä, alumiinia, kuin yhteensä kaikista Suomen teollisuuden jätevesistä.

Kuivana ajanjaksona happamoitumisen seurauksena liuenneet happosuolat ja metallit pidättäytyvät maaperään. Sateiden tai sulamisvesien mukana sulfaattimaiden vedet huuhtoutuvat vesistöihin ja valumien pH voi olla alle 3. Happamissa vesissä sekä eliöstön että kasvillisuuden monimuotoisuus vähenee voimakkaasti, koska harvat lajit pystyvät elämään ja lisääntymään happamoituneissa vesissä. Herkimmät kalat voivat kuolla jo, kun vesistön pH laskee tason 5,5 alle. Happaman veden liuottama alumiini saostuu vesistöissä kalan kiduksissa aiheuttaen kalojen tukehtumista.

Hapan ympäristö myös lisää merkittävästi korroosionopeutta useilla metalleilla – myös teräksillä, mikä vaikuttaa rakentamissuunnitelmiin ja käytettäviin materiaaleihin.

Happamat sulfaattimaat tunnistetaan kenttähavaintojen ja laboratorioanalyysien perusteella. Kentällä tehdään havaintoja maalajista, maaperän kosteudesta, pohjavedenpinnan tasosta sekä mitataan alku-pH. Laboratoriossa analysoidaan happaman sulfaattimaan tunnistamiseksi kokonaisrikki sekä happamoitumispotentiaali (TPA pH) ja potentiaalinen asiditeetti (hapontuottopotentiaali). Lisäksi tehdään tarpeen mukaan tarkempi maalajimääritys pesuseulonnalla sekä vesipitoisuus ja hehkutushäviö maaperän happamoitumisluokituksen täsmentämiseksi.

GTK:n ohjeistuksissa koheesiomaat luokituvat happamiksi sulfaattimaiksi, kun niiden kokonaisrikkipitoisuus ylittää 2000 mg/kg (0,2 m-%). Kitkamaalajit luokituvat happamiksi sulfaattimaiksi, jos niiden rikkipitoisuus ylittää 600 mg/kg (0,06 m-%). Liejut ja turpeet luokituvat happoa tuottavaksi, jos niiden kokonaisrikkipitoisuus ylittää 10 000 mg/kg (1,0 m-%).

Happamat sulfaattimaat voidaan luokitella kahteen ryhmään: 1. Todelliset happamat sulfaattimaat (THS) ja 2. Potentiaaliset happamat sulfidimaat (PHS).

- Todellinen hapan sulfaattimaa (THS) on hapettunut ympäristö, jonka pH on laskenut hapettumisen myötä alle 4,0.
- Potentiaalinen hapan sulfidimaa (PHS) on anaerobisessa tilassa oleva, happamuudeltaan neutraali, rikkipitoinen ympäristö, joka hapettuessaan tuottaa rikkihappoa muuttuen todelliseksi happamaksi sulfaattimaaksi. Potentiaalisella happamalla sulfidimaalla tarkoitetaan sulfidirikkipitoista maaperää, jolla on potentiaalia muuttua todelliseksi happamaksi sulfaattimaaksi, mikäli maaperä pääsee hapettumaan.

5.2 Tulokset

Sulfaattimaanäytteet otettiin pohjatutkimusohjelman pisteistä 263, 265 ja 283. Kenttähavaintojen perusteella suoritettiin valituista näytteistä tarkempia analyysejä laboratoriossa. Tulokset on esitetty taulukossa 1 ja liitteessä 3.

Pohjavesi tuli vastaan kenttähavaintojen perusteella noin syvyydellä 1...2 m. Kenttä-pH oli välillä 5,13...6,77. Jokaisesta pisteestä tutkittiin laboratoriossa kokonaisriikki, joka vaihteli välillä <0,005...0,036 m-%.

Potentiaalisiksi happamiksi sulfaattimaiksi luokiteltavista näytteissä kokonaisrikkipitoisuus on tyypillisesti yli 0,2 % kuiva-aineesta koheesiomaalajeilla, yli 0,06 % kuiva-aineesta kitkamaalajeilla ja liejulla sekä turpeella 0,5–1,0 %. Tässä kohteessa kyse oli kitkamaalajista. Kenttähavaintojen ja kokonaisriikin perusteella ei katsottu tarpeelliseksi suorittaa muita analyysejä. Tulosten perusteella happamat sulfaattimaat eivät aseta reunaehtoja rakentamiselle.

Taulukko 1. Yhteenveto tutkimustuloksista.

Piste	Näytteenotto-kerroksen syvyys maanpinnasta (m)	Maastohavainnot				Laboratorioanalyysit			
		Maalaji	Kosteus	Väri	Maasto-pH	Kokonaisriikki (m-%)	Hapetetun näytteen pH	Hapontuotto-potentiaali	Puskurikapasi-teetti
263	0,3-0,5	hk	1	Ru	6,28	-			
	0,5 - 1	hk	1	Ru	6,57	<0,005			
	1 - 1,5	hk	3	Ru	6,17	0,032			
	1,5 - 2	hk	3	Ha	6,33	0,029			
	2 - 2,5	hk	3	Ha	6,47	0,023			
	2,5 - 3	hk	3	Ha	6,79	0,016			
265	0 - 0,5	hk	0	Ru	5,13	-			
	0,5 - 1	hk	1	Ru	6,48	<0,005			
	1 - 1,5	hk	2	Ru	6,45	<0,005			
	1,5 - 2	hk	3	Ha	6,09	0,032			
	2 - 2,5	hk	3	Ha	6,24	0,036			
	2,5-3	hk	3	Ha	6,47	0,033			
283	0 - 0,5	hk	0	Ru	6,42	-			
	0,5 - 1	hk	0	Ru	6,34	<0,005			
	1 - 1,5	hk	2	Ru	6,77	<0,005			
	1,5 - 2	hk	3	Ha	6,54	0,014			
	2 - 2,5	hk	3	Ha	6,67	0,015			
	2,5-3	hk	3	Ha	6,72	0,021			

6. TIIVISTELMÄ

Tehtyjen pohjatutkimusten perusteilla selvitysalueen maanpinnassa on noin 4,5 m paksuinen löyhä... keskitiivis hiekkakerros. Näytteiden perusteilla hiekka on routimatonta... lievästi routivaa. Routimaton hiekka soveltuu käytettäväksi katujen, pihojen tai rakennusten routimattomissa täytöissä. Hiekkakerroksen alapuolella on 1-4 m paksuinen löyhä maakerros, joka on mahdollisesti savi- ja/tai silttipitoista. Löyhän kerroksen alapuolella on tiivis kantava pohjamaa. Selvitysalue kuuluu suurimmalta osalta normaalisti rakennettavaan alueeseen.

Helposti rakennettavalla alueella rakennusten maanvarainen matalaperustus ja kunnallistekniikan rakentaminen on pääosin mahdollista ilman erityisiä pohjanvahvistustoimenpiteitä. Normaalisti rakennettavilla alueilla esiintyy löyhiä maakerroksia, jonka vuoksi korkeille, raskaille ja painumaherkille rakenteille tai rakennuksille on syytä tehdä painumatarkastelu, jonka perusteella tulee tehdä päätös perustamistavasta ja mahdollisista pohjanvahvistuksista (esikuormitus). Normaalisti rakennettavilla alueilla omakotitaloa isommat rakennukset ja painumille hervät rakennukset (esim. kivitalot) on perustettava todennäköisesti paalujen varaan maaperässä olevan löyhän maakerroksen vuoksi. Vaikeasti rakennettavilla alueilla rakennukset on mahdollisesti perustettava esirakennus- ja pohjanvahvistustoimenpiteiden avulla, jolloin kysymykseen tulevat perustuksilta pohjamaalle aiheutuvista kuormista riippuen esikuormitus, massanvaihto ja paalutus (arvioitu paalupituus 8-10 m). Paalupituudet tulee varmistaa heijarikairauksilla rakennuskohtaisesti.

Kunkin rakennuksen osalta on tehtävä tonttikohtainen pohjatutkimus lopullisen perustamistavan ja mahdollisen pohjanvahvistuksen määrittämistä varten. Kunkin hankkeen pohjarakennussuunnittelija määrittää tapauskohtaisesti lopullisen perustamistavan, sallitun pohjapaineen ja painuman sekä vaadittavat pohjanvahvistustoimenpiteet. Tarkentavat painuma- ja kantavuuslaskelmat tulee tehdä, kun alueen tasaus ja rakennusten ja rakenteiden alustavat kuormat ovat tiedossa.

Katujen ja kunnallistekniikan rakentamisessa on varauduttava kaivantojen mahdolliseen tukemistarpeeseen ja pohjanvahvistustoimenpiteisiin, joita voivat olla esim. massanvaihto ja esikuormitus.

Rakennettavuusselvitystä voidaan käyttää ohjaamaan alueen maankäytön suunnittelua. Alueen rakennussuunnitteluvaiheessa pohjatutkimuksia tulee täydentää katurakenteiden ja suunnitteluratkaisujen tarkentamiseksi.

Tässä selvityksessä esitetyt maaperäolosuhteiden rajat ovat ohjeellisia.

Tulosten perusteella happamat sulfaattimaat eivät aseta reunaehtoja rakentamiselle.



Rakennettavuusluokka	Rakennettavuusluokan kuvaus
Helposti rakennettava	-Kantava pohjamaa keskihiekkaa -Tasainen maasto, kaltevuus alle 10 % -Alustava geotekninen kantavuus käyttörajatilassa 200 kPa -Rakennusten maanvarainen perustamissyvyys alle 1 m -Katuja, pihojen ja teiden päällysrakenne maanvaraisesti -Putkilinjat maanvaraisesti, tukematon kaivanto mahdollinen kaivannon syvyys huomioiden
Normaalisti rakennettava	-Kantava pohjamaa hienoa ja keskihiekkaa, löyhän kerroksen paksuus korkeintaan 2,8 m - Kevyet rakennukset maanvaraisesti, raskaat ja painumille herkätkä rakennukset paaluilla. Varauduttava mahdollisiin pohjanvahvistuksiin (massanvaihto, esikuormitus) -Katuja, pihojen ja teiden päällysrakenne maanvaraisesti tasaus huomioiden -Putkilinjat maanvaraisesti sora- tai murskearinnalla, tukematon kaivanto mahdollinen kaivannon syvyys huomioiden. Syvät kaivannot tuettuna.
Vaikeasti rakennettava	-Pohjamaa löyhää hienoa hiekkaa ja savipitoista maa-ainesta -Rakennusten perustaminen paaluilla kantavaan maahan - Mahdolliset pohjanvahvistukset: mm. massanvaihto ja esikuormitus -Katuja ja pihojen sekä kunnallistekniikan perustaminen mahdollisesti pohjanvahvistus-toimenpiteiden avulla -Putkilinjoilla tuettu kaivanto

Sulfidinäyte, ei havaittu potentiaalisia happamia sulfidimaakerroksia

1,4 m Löyhän maakerroksen paksuus (maanpinnasta) tutkimuspisteen kohdalla

Pistenumero **Maanpinnan korkeus**

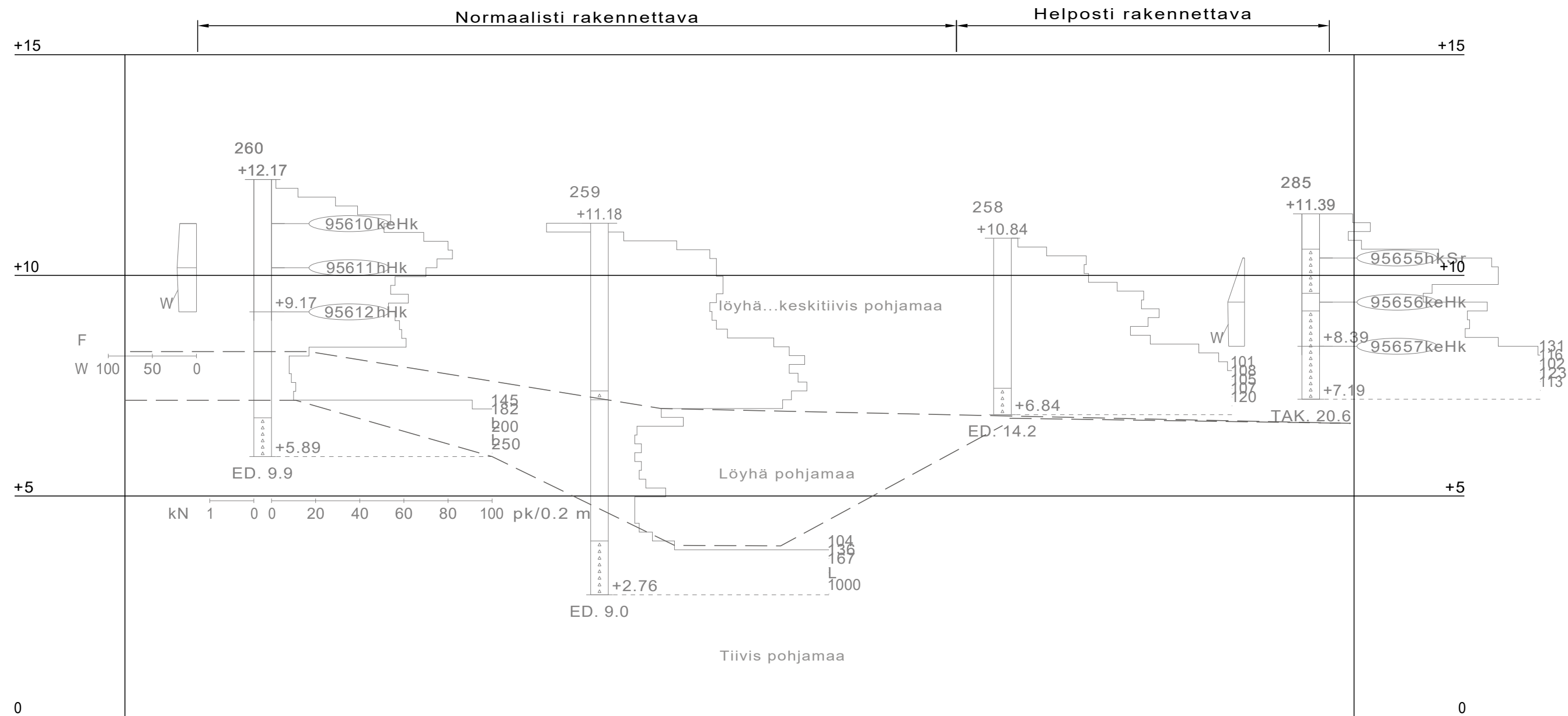
Kairauksen syvyys maanpinnasta (m) **Kairauksen päättymistaso**

Painokairaus Pohjavesiputki

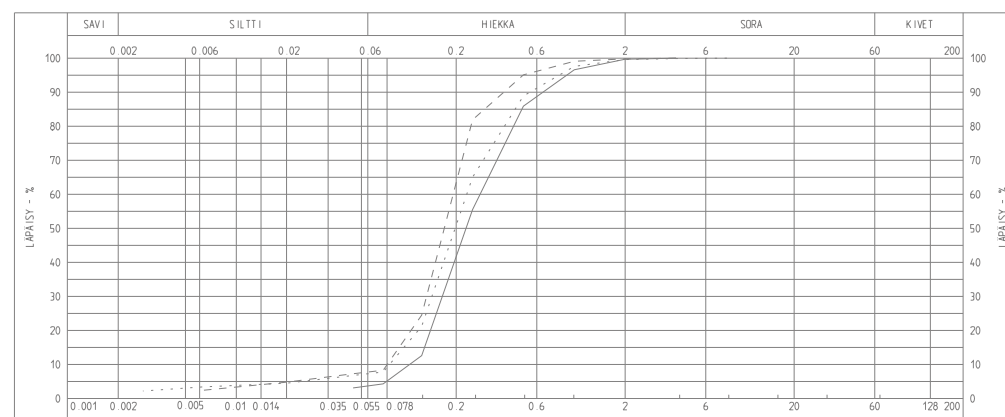
Häiriintynyt näyte

Merkki	Muutos	Pvm	Suunn.	Tark.
Koordinaattijärjestelmä ETRS-GK26 ja N2000				
Teema Geotekniikka		Kaupunginosa 141 Kylänpuoli		
Hanke Mökkiperän rakennettavuus- ja sulfidiselvitys				HYVÄKSYNYT KAUP. INS.
Kohde Mökkiperä				YHDYSKUNTA LTK
Asiasisältö Rakennettavuuskartta				Mittakaava 1:2000
Ramboll Kiviharjunlenkki 1A 90220 Oulu puh. 020 755 611		YHDYSKUNTA- JA YMPÄRISTÖPALVELUT		
Suunnittelija	Veera Isometsä	Hyväksyjä	Minna Koukkula	
Hyväksyjä	Noora Karjalainen	Pvm	7.10.2022	
Piir.nro	69159-G1	Piir.nro		

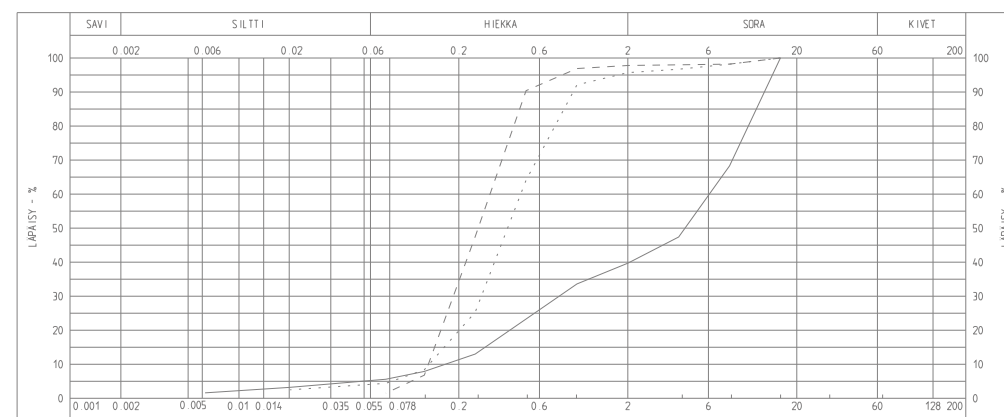
LEIKKAUS A - A
1:1000/1:100



260
Näyte 95610 95611 95612

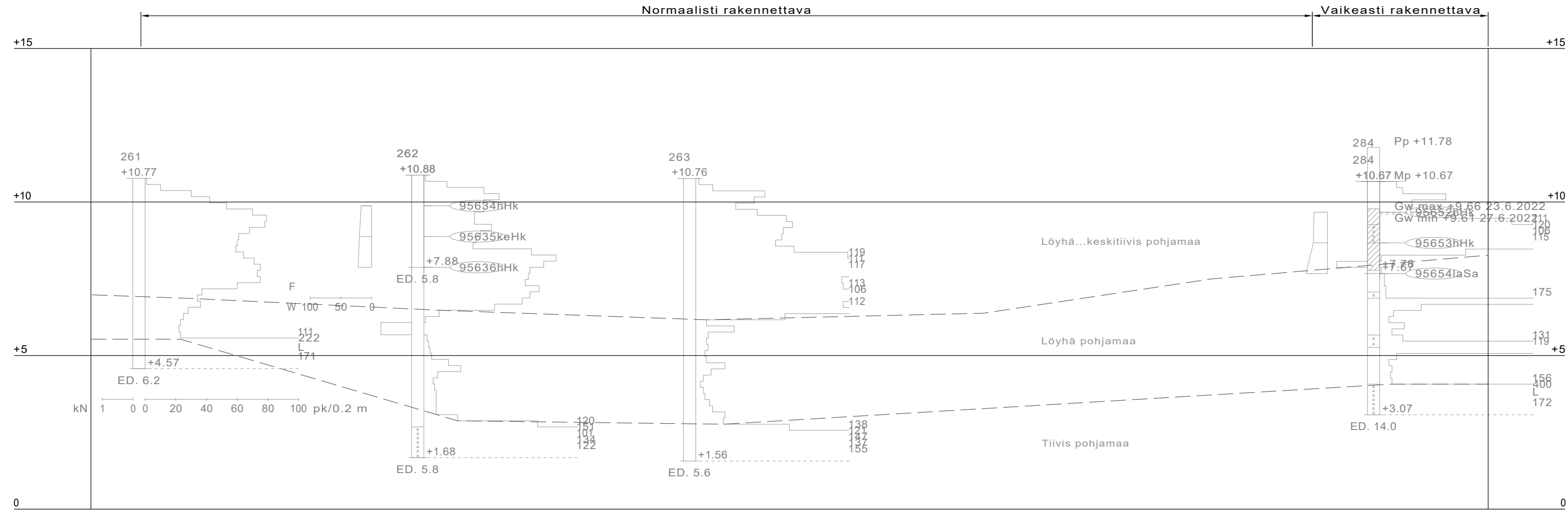


285
Näyte 95655 95656 95657

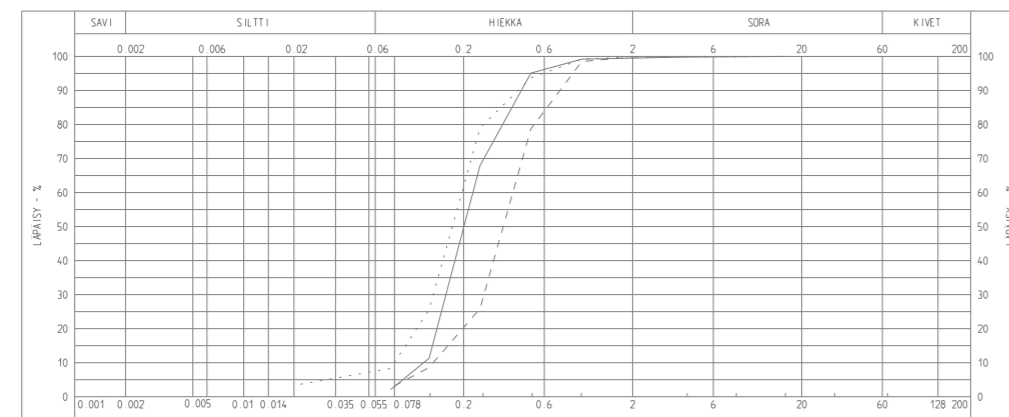


Merkki	Muutos	Pvm	Suunn.	Tark.
Koordinaattijärjestelmä		ETRS-GK26 ja N2000		
Teema		Geotekniikka		
Kaupunginosa		141 Kylänpuoli		
Hanke				HYVÄKSYNYT
Mökkiperän rakennettavuus- ja sulfidiselvitys				KAUP. INS.
Kohde				§
Mökkiperä				YHDYSKUNTA LTK
Asiasisältö				§
Geotekninen leikkaus A-A				Mittakaava
				1:1000/1:100
Suunnittelija		Veera Isometsä		
Hyväksyjä		Noora Karjalainen		
Piir.nro		69159-G2		
Ramboll		Ramboll Kiviharjunenki 1A 90220 Oulu puh. 020 755 611		
OULU		YHDYSKUNTA- JA YMPÄRISTÖPALVELUT		
Hyväksyjä		Minna Koukkula		
Pvm		7.10.2022		
Piir.nro				

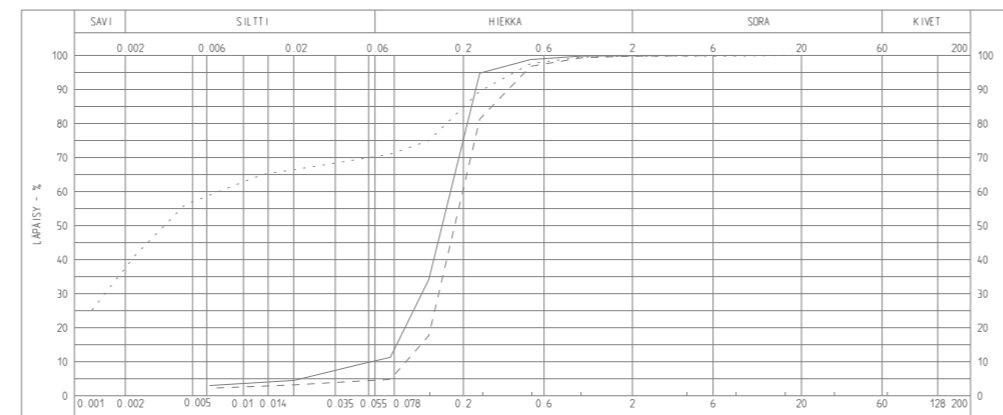
LEIKKAUS B - B
1:1000/1:100



262
Näyte 95634 95635 95636

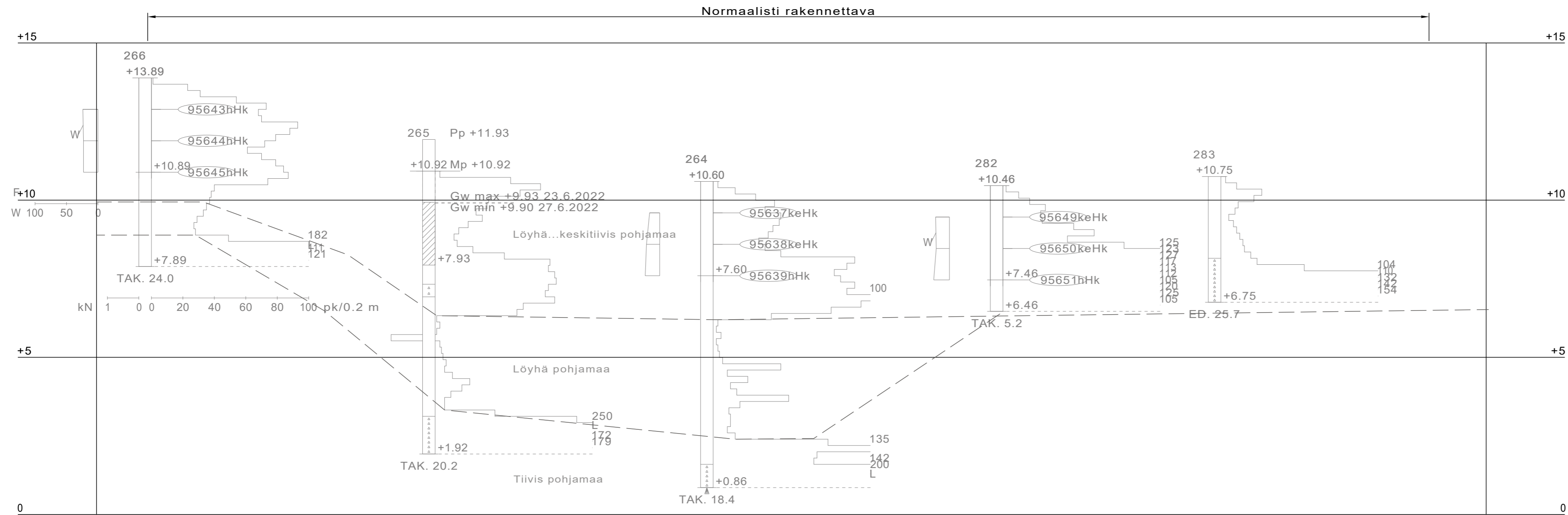


284
Näyte 95652 95653 95654

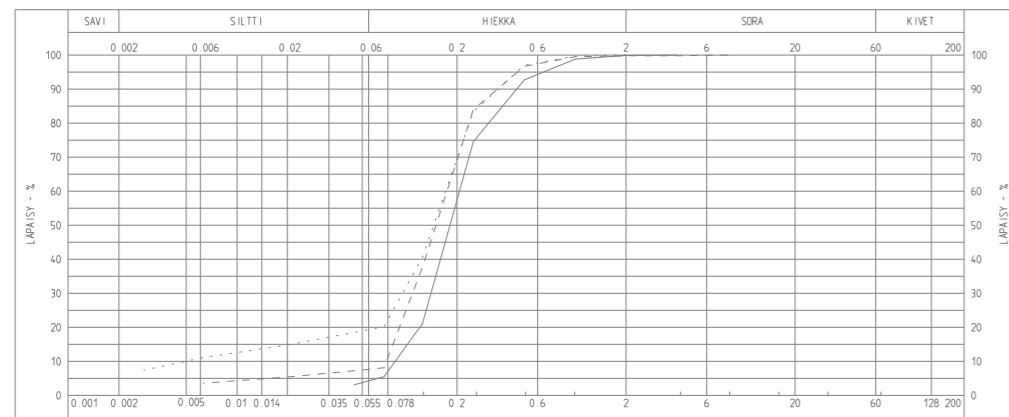


Merkki	Muutos	Pvm	Suunn.	Tark.
Koordinaattijärjestelmä		ETRS-GK26 ja N2000		
Teema	Geotekniikka	Kaupunginosa	141 Kyllänpuoli	
Hanke	Mökkiperän rakennettavuus- ja sulfidiselvitys			HYVÄKSYNYT KAUP. INS. \$
Kohde	Mökkiperä			YHDYSKUNTA LTK \$
Asiasisältö	Geotekninen leikkaus B-B			Mittakaava 1:1000/1:100
Suunnittelija		Veera Isometsä		
Hyväksyjä		Noora Karjalainen		
Piiir.nro		69159-G3		
Suunnittelija		Veera Isometsä		
Hyväksyjä		Minna Koukkula		
Piiir.nro		7.10.2022		
Suunnittelija		Veera Isometsä		
Hyväksyjä		Minna Koukkula		
Piiir.nro		7.10.2022		

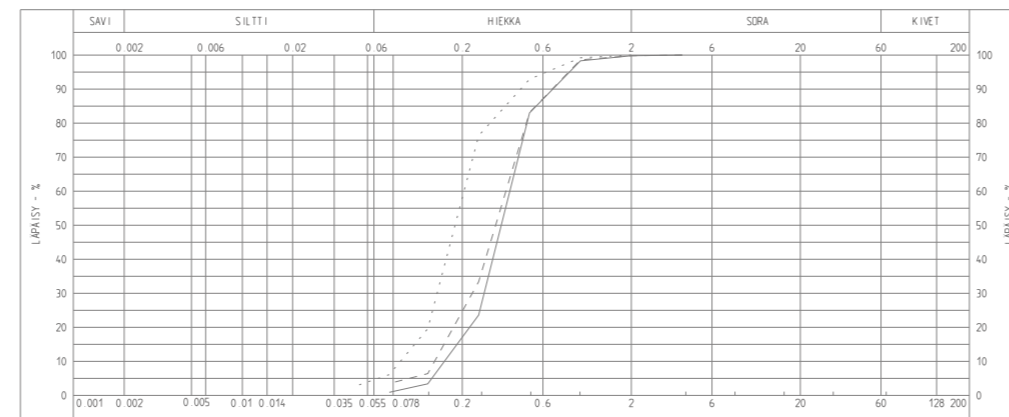
LEIKKAUS C - C
1:1000/1:100



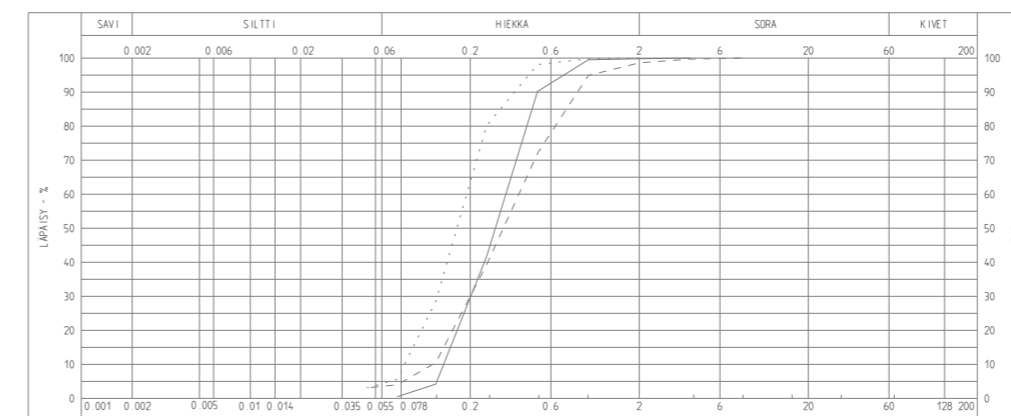
266
Näyte 95643 95644 95645



265
Näyte 95637 95638 95639



282
Näyte 95649 95650 95651



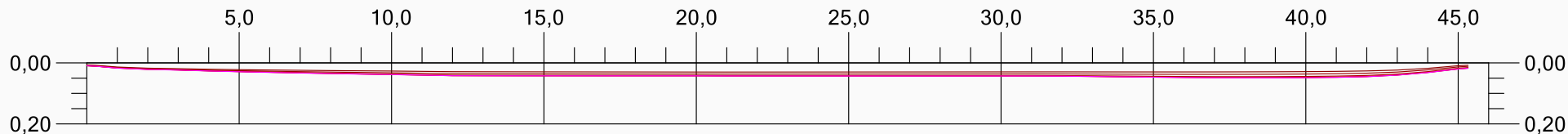
Merkki	Muutos	Pvm	Suunn.	Tark.
Koordinaattijärjestelmä		ETRS-GK26 ja N2000		
Teema	Geotekniikka	Kaupunginosa	141 Kylänpuoli	
Hanke	Mökkiperän rakennettavuus- ja sulfidiselvitys			HYVÄKSYNYT KAUP. INS. \$
Kohde	Mökkiperä			YHDYSKUNTA LTK \$
Asiasisältö	Geotekninen leikkaus C-C			Mittakaava 1:1000/1:100
Suunnittelija		Veera Isometsä		
Hyväksyjä		Noora Karjalainen		
Piir.nro		69159-G4		
Suunnittelija		Minna Koukkula		
Hyväksyjä		Pvm 7.10.2022		
Piir.nro		Piir.nro		



Ramboll
Kiviharjunenki 1A
90220 Oulu
puh. 020 755 611



YHDYSKUNTA- JA
YMPÄRISTÖPALVELUT

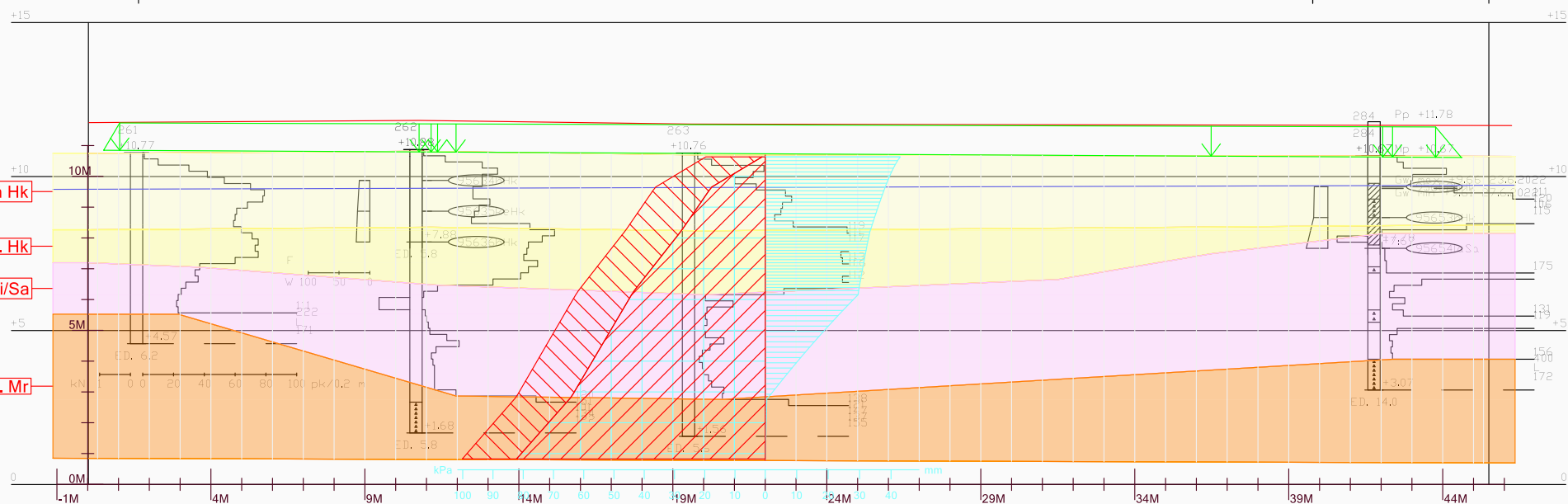


Settlement, 2D: 48 Calculation Points.

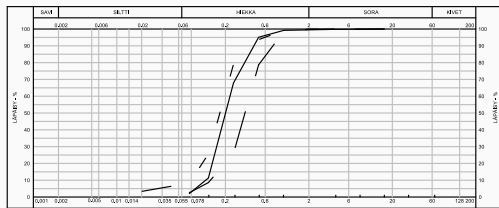
LEIKKAUS B - B
1:1000/1:100

Normaalisti rakennettava

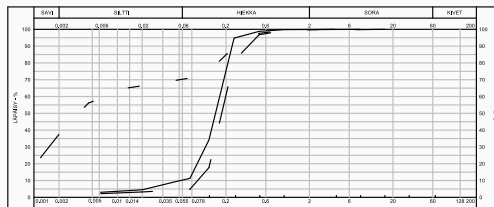
Voikeasti rakennettava



262
Näyte 95634 95635 95636



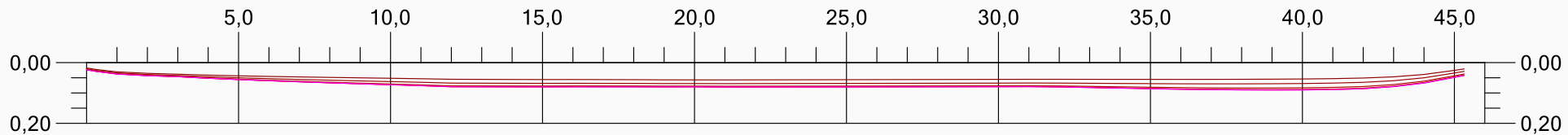
284
Näyte 95652 95653 95654



Soil layer	γ [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	Consolidation input	C_v NC [m ² /a]	Permeable horizontally	Material model	Consolidation pressure	m1	β_1	σ_c oedo [kPa]	m1 bound to σ_c
1 Löyhä Hk	17,000	17,000	Constant cv	4,50000	yes	Ohde-Janbu	NC	100,00	0,50	0,00	no
2 Hk	18,000	18,000	Constant cv	5,00000	yes	Ohde-Janbu	NC	150,00	0,50	0,00	no
3 löyhä Si/Sa	16,000	16,000	Constant cv	2,00000	no	Ohde-Janbu	NC	30,00	0,30	0,00	no
4 Mr	19,000	19,000	Constant cv	5,00000	no	Ohde-Janbu	NC	800,00	0,50	0,00	no

Kuorma 20 kPa (täyttö 1m)

/Mökkiperän rakennettavuusselvitys
Oulun Kaupunki
Painuma, leikkaus B-B
NOOKA/Ramboll



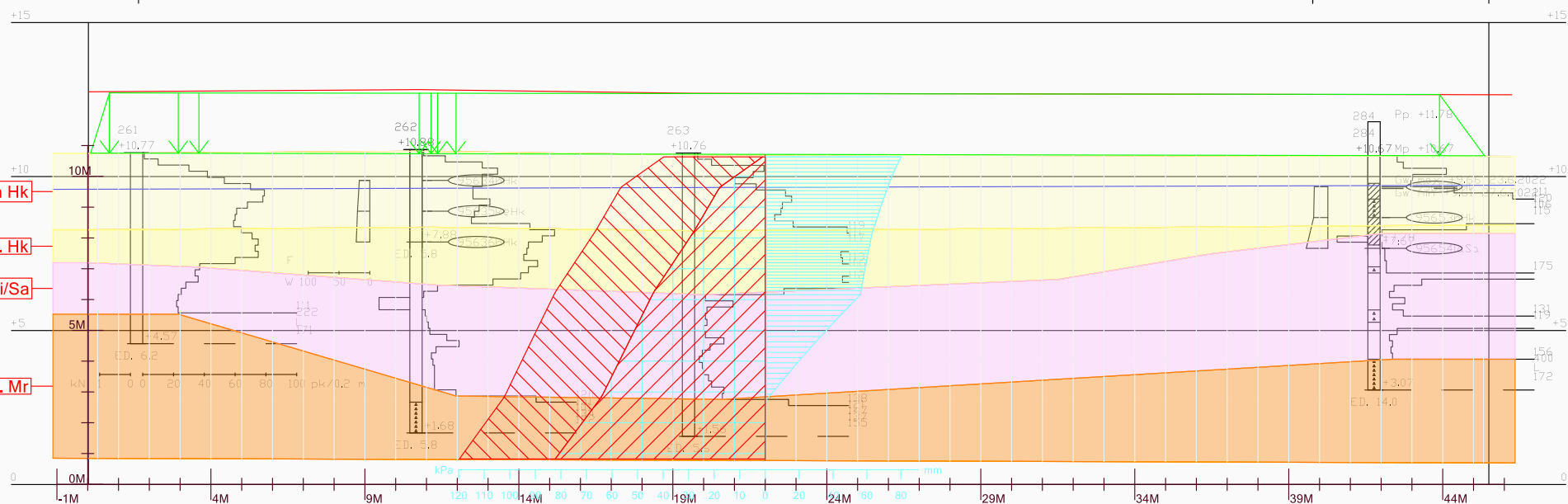
Times
 1,0 a
 2,0 a
 5,0 a
 10,0 a
 20,0 a
 Final

Settlement, 2D: 48 Calculation Points.

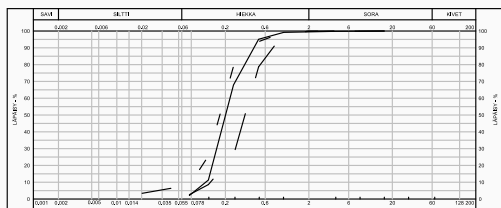
LEIKKAUS B - B
 1:1000/1:100

Normaalisti rakennettava

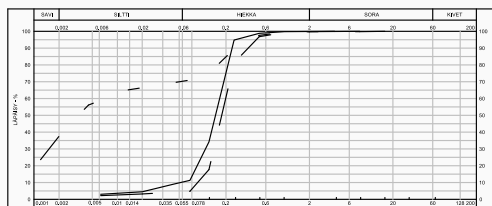
Voikeasti rakennettava



262
 Näyte 95634 95635 95636



284
 Näyte 95652 95653 95654



Soil layer	γ [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	Consolidation input	C_v NC [m ² /a]	Permeable horizontally	Material model	Consolidation pressure	m1	β_1	σ_c oedo [kPa]	m1 bound to σ_c
1 Löyhä Hk	17,000	17,000	Constant c_v	4,50000	yes	Ohde-Janbu	NC	100,00	0,50	0,00	no
2 Hk	18,000	18,000	Constant c_v	5,00000	yes	Ohde-Janbu	NC	150,00	0,50	0,00	no
3 löyhä Si/Sa	16,000	16,000	Constant c_v	2,00000	no	Ohde-Janbu	NC	30,00	0,30	0,00	no
4 Mr	19,000	19,000	Constant c_v	5,00000	no	Ohde-Janbu	NC	800,00	0,50	0,00	no

Kuorma 40 kPa (täyttö 2m)

/Mökkiperän rakennettavuusselvitys
 Oulun Kaupunki
 Painuma, leikkaus B-B
 NOOKA/Ramboll



Tutkimusno EUFI05-00015370
Asiakasno YB0001370
1510069159-002 / Noora Karjalainen

Ramboll Finland Oy
Noora Karjalainen
Itsehallintokuja 3
02600 Espoo
FINLAND
s-posti: noora.karjalainen@ramboll.fi

Tilauksen kuvaus

1510069159-002 Mökkiperän sulfidiselvitykset, maanäytteiden kokonaisrikkimääritykset

Näyttenumero	693-2022-00023282	693-2022-00023283	693-2022-00023284	693-2022-00023285	693-2022-00023286
Näytteen nimi	P6 0,5-1	P6 1-1,5	P6 1,5-2	P6 2-2,5	P6 2,5-3
Näytteen kuvaus	Maaperä	Maaperä	Maaperä	Maaperä	Maaperä
Matriisi	Maaperä	Maaperä	Maaperä	Maaperä	Maaperä
Näytteenottopäivä	22.06.2022	22.06.2022	22.06.2022	22.06.2022	22.06.2022
Vastaanottopäivä	22.06.2022	22.06.2022	22.06.2022	22.06.2022	22.06.2022
Analysointi aloitettu	22.06.2022	22.06.2022	22.06.2022	22.06.2022	22.06.2022
Näytteenottaja	Asiakas / Topi Asmundi	Asiakas / Topi Asmundi	Asiakas / Topi Asmundi	Asiakas / Topi Asmundi	Asiakas / Topi Asmundi

Analyysit	Testikoodi	Yksikkö	Tulokset	Tulokset	Tulokset	Tulokset	Tulokset
Alkuaineanalyysit							
Rikki (S)	YB0DS	mg/kg ka	<50	320	290	230	160
Mikroaaltohajotus *	YBE30		tehty	tehty	tehty	tehty	tehty

Näyttenumero	693-2022-00023287	693-2022-00023288	693-2022-00023289	693-2022-00023290	693-2022-00023291
Näytteen nimi	P8 0,5-1	P8 1-1,5	P8 1,5-2	P8 2-2,5	P8 2,5-3
Näytteen kuvaus	Maaperä	Maaperä	Maaperä	Maaperä	Maaperä
Matriisi	Maaperä	Maaperä	Maaperä	Maaperä	Maaperä
Näytteenottopäivä	22.06.2022	22.06.2022	22.06.2022	22.06.2022	22.06.2022
Vastaanottopäivä	22.06.2022	22.06.2022	22.06.2022	22.06.2022	22.06.2022
Analysointi aloitettu	22.06.2022	22.06.2022	22.06.2022	22.06.2022	22.06.2022
Näytteenottaja	Asiakas / Topi Asmundi	Asiakas / Topi Asmundi	Asiakas / Topi Asmundi	Asiakas / Topi Asmundi	Asiakas / Topi Asmundi

Analyysit	Testikoodi	Yksikkö	Tulokset	Tulokset	Tulokset	Tulokset	Tulokset
Alkuaineanalyysit							
Rikki (S)	YB0DS	mg/kg ka	<50	<50	320	360	330
Mikroaaltohajotus *	YBE30		tehty	tehty	tehty	tehty	tehty



Näytenumero	693-2022-00023292	693-2022-00023293	693-2022-00023294	693-2022-00023295	693-2022-00023296
Näytteen nimi	P14 0,5-1	P14 1-1,5	P14 1,5-2	P14 2-2,5	P14 2,5-3
Näytteen kuvaus	Maaperä	Maaperä	Maaperä	Maaperä	Maaperä
Matriisi	Maaperä	Maaperä	Maaperä	Maaperä	Maaperä
Näytteenottopäivä	22.06.2022	22.06.2022	22.06.2022	22.06.2022	22.06.2022
Vastaanottopäivä	22.06.2022	22.06.2022	22.06.2022	22.06.2022	22.06.2022
Analysointi aloitettu	22.06.2022	22.06.2022	22.06.2022	22.06.2022	22.06.2022
Näytteenottaja	Asiakas / Topi Asmundi	Asiakas / Topi Asmundi	Asiakas / Topi Asmundi	Asiakas / Topi Asmundi	Asiakas / Topi Asmundi

Analyysit	Testikoodi	Yksikkö	Tulokset	Tulokset	Tulokset	Tulokset	Tulokset
Alkuaineanalyysit							
Rikki (S)	YB0DS	mg/kg ka	<50	<50	140	150	210
Mikroaltohajotus *	YBE30		tehty	tehty	tehty	tehty	tehty

*Menetelmä on akkreditoitu.

ALLEKIRJOITUS

01.07.2022



Toni Mäkelä Analyysipalvelupäällikkö

ToniMakela@eurofins.fi +358 503111081

Tutkimustodistus on sähköisesti hyväksytty.



Menetelmätiedot

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

Laboratorio

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

Jakelu : sanna.vienonen@ramboll.fi, topi.asmundi@ramboll.fi

Huomautukset

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