

PIPPO, LAHTI
ALUEPOHJATUTKIMUSLAUSUNTO
TYÖ 1365
5.1.2022

Sisällysluettelo

1	YHTEYSTIEDOT	4
1.1	Tilaaaja.....	4
1.2	Konsultti.....	4
2	JOHDANTO.....	4
3	KOHTEEN PERUSTIEDOT	5
4	MAAPERÄKUVAUKSET	5
4.1	Kohteen korkosuhteet	5
4.2	Rakennettavuusalue I.....	5
4.2.1	Pohjasuhteet.....	5
4.2.2	Rakennettavuus.....	6
4.3	Rakennettavuusalue II.....	6
4.3.1	Pohjasuhteet.....	6
4.3.2	Rakennettavuus.....	7
4.4	Rakennettavuusalue III.....	7
4.4.1	Pohjasuhteet.....	7
4.4.2	Rakennettavuus.....	7
4.4.3	Esikuormitus.....	8
4.5	Tutkitut maanäytteet.....	8
4.6	Maanvarainen perustaminen.....	8
4.7	Paalutussuunnittelu.....	8
4.8	Alapohjan perustaminen.....	9
4.9	Routasuojaus.....	9
4.10	Salaojitus ja kuivatus.....	9
4.11	Hulevesien hallinta.....	9
4.12	Radon.....	10
4.13	Kaivannot ja täytöt.....	10
4.14	Pilaantuneet maat.....	10
4.15	Ylijäämämassojen läjitys.....	10
4.16	Laskentaperusteet.....	10
5	JOHTOPÄÄTÖKSET JA YHTEENVETO.....	10

PIIRUSTUKSET

1365.2	Tutkimuskartta	1:1000
1365.3	Leikkaus A–A	1:500 / 1:100
1365.4	Leikkaus B–B	1:500 / 1:100
1365.5	Leikkaus C–C	1:500 / 1:100
1365.6	Leikkaus D–D	1:500 / 1:100
1365.7	Leikkaus E–E	1:500 / 1:100
1365.8	Leikkaus F–F	1:500 / 1:100
1365.9	Leikkaus G–G	1:500 / 1:100
1365.10	Leikkaus 1-1	1:500 / 1:100
1365.10	Leikkaus 2-2	1:500 / 1:100

LIITTEET

Liite 1	Maanäytetulokset
---------	------------------

1 YHTEYSTIEDOT

1.1 Tilaaja

Yritys: Lahden kaupunki, kaupunkiympäristö, Juha Helminen

Osoite: Askonkatu 2, 15100 Lahti

Nimi: Juha Helminen

Puhelin: 0503878710

Sähköposti: juha.helminen@lahti.fi

1.2 Konsultti

Yritys: Insinööritoimisto Lepistö Oy

Osoite: Vesijärvenkatu 60, 15140 Lahti

Nimi: Erkki Liimatainen

Puhelin: 0401259871

Sähköposti: erkki.liimatainen@lepisto.eu

2 JOHDANTO

Tämä aluepohjatutkimuslausunto on tehty Lahden kaupungille Piippo-Kujala III alueen kaavoituksen tueksi. Tätä hanketta varten ohjelmoidut pohjatutkimukset suoritti Geo-Hydro Oy marraskuussa 2021. Samassa yhteydessä tehtiin pohjatutkimuksia kaavoitettavaa aluetta idästä ja etelästä rajaavan kadun perustamista varten. Lisäksi alueelta oli saatavilla GTK:n avoimen rajapinnan kautta mm. Liikenneviraston vuosina 2014...2017 teettämiä kairauksia. Maasto ja kiinteistökartta sekä muu tässä lausunnossa hyödynnetty paikkatietoaineisto on saatu Lahden kaupungilta.

Pohjatutkimuspisteitä oli yhteensä 25 kpl, joista 12 kpl tehtiin suunnitellun kadun osuudelle ja 13 kpl kaavoitettavalle alueelle. Kaikissa tutkimuspisteissä tehtiin painokairaukset. Lisäksi asennettiin pohjavesiputkia 6 kpl sekä otettiin häiriintyneitä maanäytteitä 7 eri pisteestä eri syvyyksiltä yhteensä 12 kpl. Aikaisemmin alueella tehtyjä paino- ja puristinheijarikairauksia oli saatavilla yhteensä 15 kpl.

Tutkimusten perusteella alue on jaettu rakennettavuusalueisiin, joille on esitetty lausunnossa alustavat perustamistavat.

3 KOHTEEN PERUSTIEDOT

Kohde sijaitsee Lahden kaupunginosassa Kujalassa. Alue rajautuu pohjoisessa Vanhanradankatuun ja lännessä Lahti-Loviisa junarataan. Idässä ja etelässä aluetta rajaavat yksityiset kiinteistöt sekä suunniteltu uusi katu.

Alueen läpi lounas-koillinen suunnassa kulkee Lakkilantie. Pohjoisreunassa on motocrossrata. Muuten alue on pääosin rakentamatonta metsää tai niittyä. Alueen eteläreunasta virtaa oja kohti alueen luoteisnurkkaa, jossa on halkaisijaltaan noin 10 m kokoinen lampi.

Kohteen pohjamaalaji on GTK-maaperäkartan mukaan savi lukuun ottamatta alueen länsireunaa, jossa pohjamaalajiksi on arvioitu hiekkamoreeni.

Pohjatutkimuspiirustuksissa ja tässä lausunnossa käytetty korkojärjestelmä on N2000. Maanpinta pohjatutkimusleikkauksissa perustuu Maanmittauslaitoksen avoimeen laserkeilausaineistoon.

4 MAAPERÄKUVAUKSET

Kaavoitettava alue luokiteltiin pohjasuhteiden ja rakennettavuuden mukaan kolmeen eri rakennettavuusalueeseen I, II ja III.

4.1 Kohteen korkosuhteet

Mitattujen kairauspisteiden korot vaihtelevat kaavoitettavalla alueella tasoilla +89.18...95.88. Matalimmat kohdat sijaitsevat alueen keskiosassa kulkevassa ruhjeessa luoteis-kaakkosuunnassa. Pääsääntöisesti maanpinta nousee alueen reunoja kohden ollen korkeimmissa kohdissa noin tasolla +100. Lounaisnurkassa sijaitsevan lammen vesipinnan taso on noin +87,5. Maanpinta viettää alueella lampeen johtavaa ojaa kohti. Alueen läpi kulkevan Lakkilantien korkeusasema vaihtelee välillä +92.8...96.3.

4.2 Rakennettavuusalue I

Alue I on nykyisellään metsän peitossa oleva rinnealue kaavoitettavan alueen länsireunassa, yksityisten kiinteistöjen väliin jäävällä osuudella. Maanpinnan korkeusasema vaihtelee korkeuskäyrien ja lähellä tehtyjen kairausten perusteella välillä +92...100.

4.2.1 Pohjasuhteet

Välittömästi alueen länsipuolelle tulevaa katua varten tehdyt kairaukset 21 ja 22 ovat päättyneet kiveen, kallioon tai lohkareseen 1,0...1,5 m syvyydessä. Pisteissä 21 ja 22 on havaittu ohuen humuskerroksen alla noin 0,5...1 m paksu kerros soraista hiekkaa, jonka alapuolella kairaus on edennyt tiiviissä pohjamoreenissa 0,5...0,7 m. Rinteen alaosassa, alueen I

länsipuolella tehty kairaus 213 on päättynyt kiveen, kallioon tai lohkareseen 21 metrin syvyydessä. Pisteessä 213 on noin metrin paksuisen löyhän humus/silttikerroksen alla noin 3 metriä tiivistä silttiä tai silttistä savea, jonka alla on noin 15 metriä keskitiivistä silttiä tai silttistä savea. Kairaus on edennyt silttisen kerroksen alla mahdollisesti kivisessä pohjamoreenissa noin 2 m.

Alueelta I ei ole tehty pohjavesihavaintoja. Muilla alueilla pohjavedenpinnasta on tehty havaintoja noin 0...1,6 m syvyydeltä maanpinnasta. Alueelle tehtyjen tutkimuksien tuloksia on esitetty leikkauksessa E-E.

4.2.2 Rakennettavuus

Kairausvastuksen perusteella arvoitu kitkakulma löyhän pintakerroksen alapuoliselle moreenille on 36°...40° ja vesipitoisuuden perusteella arvioitu tilavuuspaino on 20 kN/m³.

Alueen rakennettavuuden kannalta mitoittava tekijä on se, kuinka jyrkästi kallionpinta laskee ja vastaavasti kuinka hienorakeisten maakerrosten paksuus kasvaa rinnettä alaspäin tultaessa.

Alueella I rakennukset voidaan perustaa maanvaraisesti tiivistetyn murskearinan välityksellä pohjamoreenin tai kallion päälle. Kantokestävyys tällaiselle perustukselle on ennakoidusti yli $R_d = 350 \text{ kN/m}^2$. Jokaisen rakennuksen ja rakenteen osalta tulee perustamistapa ja maapohjan kantavuus tarkistaa tapauskohtaisesti.

4.3 Rakennettavuusalue II

Alueeseen II kuuluvat aluetta III ympäröivät osat, joissa hienorakeisten, kokoonpuristuvien, maakerrosten paksuus on pienempi ja maaperän tiiveys on kairausten perusteella suurempi kuin alueella III.

Alueella II maanpinnan korkeusasema vaihtelee kairauksien perusteella välillä +89.4...95.5. Maanpinta laskee mentäessä aluetta III kohti.

4.3.1 Pohjasuhteet

Alueelle tehdyt kairaukset ovat päättäneet kiveen, kallioon tai lohkareseen 2,3...8,8 metrin syvyydessä. Alueelta II on otettu maanäytteitä pisteistä 4 ja 108 noin 2 metrin syvyyteen asti. Maanäytteet on luokiteltu saviseksi siltiksi ja saveksi. Pisteestä 4, syvyydeltä 1,5–2 m otettu maanäyte on GEO-maaluokitukseltaan savea, mutta sisältää rakeisuustutkimuksen perusteella myös merkittävästi silttiä. Kansainvälisen ISO-maalajiluokituksen mukaan kyseinen näyte luokiteltaisiin silttiseksi saveksi.

Ohuen humuskerroksen alla on noin metrin paksuinen löyhä, savinen silttikerros. Sen alla oleva silttipitoinen savikerros ulottuu alueella noin 2...7 metrin syvyyteen, jonka alla on tiivis pohjamoreenikerros. Kairaukset ovat pysähtyneet edettyään moreenissa noin 0,3...1,5 m. Pohjavedenpinta on pisteessä 4 mitattu tasolla +92.13, noin 1,5 m syvyydellä maanpinnasta ja

vastaavasti pisteessä 5 tasolla +91.00, noin 1,6 m syvyydellä maanpinnasta. Alueelle tehtyjen tutkimuksien tuloksia on esitetty leikkauksissa 1-1, A-A ja B-B.

4.3.2 Rakennettavuus

Kairausvastuksen perusteella arvoitu kitkakulma löyhän pintakerroksen alapuoliselle saviselle siltille on 28° ja vesipitoisuuden perusteella arvioitu tilavuuspaino on 17,6 kN/m³.

Maanvaraisesti perustettavien rakennusten, joille sallitaan pieniä painumia, anturan ($B \geq 0,5$ m) geoteknisen kantokestävyyden suunnitteluarvona voidaan alustavasti käyttää $R_d = 120$ kN/m². Tätä raskaammat ja painumiselle herkät rakenteet suositellaan perustettavaksi tukipaalujen varaan. Maanvaraisen alapohjan rakentaminen voi olla mahdollista, riippuen tulevien aluetäyttöjen paksuudesta. Jokaisen rakennuksen ja rakenteen osalta tulee perustamistapa ja maapohjan kantavuus tarkistaa tapauskohtaisesti.

4.4 Rakennettavuusalue III

Alue III kulkee etelä-pohjoissuunnassa läpi kaavoitettavan alueen.

4.4.1 Pohjasuhteet

Alueelle tehdyt kairaukset ovat päättyneet kiveen, kallioon tai lohkareeseen 2,6...21,0 metrin syvyydessä. Alueelta III on otettu maanäytteitä pisteistä 9, 11 ja 209 noin 5,5 metrin syvyyteen asti. Maanäytteet on luokiteltu saviseksi siltiksi ja saveksi. Pisteessä 9 0,5-1,0 m syvyydessä otetussa näytteessä on rakeisuustutkimuksen mukaan jonkin verran hienoa hiekkaa seassa.

Ohuen humuskerroksen alla on noin metrin paksuinen löyhä savi- tai savinen silttikerros. Sen alla oleva silttipitoinen savikerros ulottuu pääosin alueella noin 5...12 metrin syvyyteen. Alueen III pohjoisosassa tutkimuspisteissä 13 ja 110 savikerroksen paksuus on kuitenkin vain noin 2,5 metriä. Kairausvastuksien perusteella saven lujuus pienenee syvemmälle mentäessä. Savikerroksen alla on vaihtelevan paksuinen kerros kivistä hiekkaa, jonka alapuolella on pohjamoreenia. Kairaukset ovat pysähtyneet edettyään tiiviissä pohjamoreenissa noin 0,5 m.

Pohjavedenpinta on mitattu pisteessä 11 tasolla +88.36, noin 0,9 m syvyydellä maanpinnasta. Alueen III pohjoispäässä on lampi, jonka vesipinnan taso maastokartan mukaan on +87.5.

Alueelle tehtyjen tutkimuksien tuloksia on esitetty leikkauksissa 1-1, 2-2, B-B, E-E, F-F ja G-G.

4.4.2 Rakennettavuus

Kairausvastuksen perusteella arvoitu kitkakulma löyhän pintakerroksen alapuoliselle silttiselle savelle on 26° ja vesipitoisuuden perusteella arvioitu tilavuuspaino on 17,0 kN/m³.

Maanvaraisesti perustettavien rakennusten, joille sallitaan kohtuullisia painumia, anturan geoteknisen kantokestävyyden suunnitteluarvona voidaan alustavasti käyttää $R_d = 80$ kPa. Tätä raskaammat ja painumiselle herkät rakenteet suositellaan perustamaan tukipaalujen

varaan kantavaa alapohjaa käyttäen. Alueen pohjoisosassa alimmissa kohdissa maapeitepaksuus voi olla liian ohut tukipaaluille, jolloin taloudellisin perustamistapa on todennäköisesti kovaan pohjaan ulottuva massanvaihto.

4.4.3 Esikuormitus

Alueella III aluetäytöistä johtuvia painumia voidaan pienentää merkittävästi esikuormituspengertä käyttämällä. Esikuormitus tulee suunnitella erikseen.

4.5 Tutkitut maanäytteet

Kaavoitettavan alueen osalta marras-joulukuussa 2021 otetut maanäytteet ovat olleet savea ja savista silttiä. Kaikki näytteet ovat olleet routivia. Maanäytteiden vesipitoisuudet ovat vaihdelleet 27,9...31,5 % välillä.

4.6 Maanvarainen perustaminen

Koko rakennusalueelle voidaan kevyet ja painumista sietävät rakennukset perustaa maanvaraisesti murskearinan päälle. Rakennusten ulkopuolella putkijohtojen perustamistapaan vaikuttaa tehtävien aluetäyttöjen paksuus. Putkijohtojen perustamisessa tulee ottaa huomioon maan painuminen.

Alueilla II ja III raskaat ja painumiselle herkätkä rakenteet tulee perustaa tukipaalujen tai kovaan pohjaan ulottuvan massanvaihdon varaan.

Leikkauspintaan asennetaan kaikkialla suodatinkangas N2. Anturan alle tehdään vähintään 300 mm paksuinen täyttö 0...32 mm kalliomurskeesta tai sorasta. Tehty arina tiivistetään vähintään kuuden yliajokerran avulla. Mikäli täyttöä tehdään yli 500 mm anturan alle, tulee täyttö tiivistää aina 500 mm välein. Tiiveys tulee todeta kantavuuskokein vastaavalla tavalla kaikista kerroksista.

Alueella voidaan käyttää myös kevennystä maanvaraisten perustusten, kuten lattian osalla. Kevennys on suunniteltava erikseen ja suunnittelussa on erityisesti otettava huomioon pohjaveden pinnantaso.

Syvemmissä kaivannoissa voidaan anturan alustäyttönä käyttää myös muuta hyvin tiivistyvää kitkamaa-ainesta.

Orgaanista maa-ainesta ei saa jättää kantavien perustusosien alle, eikä jäätynyttä maa-ainesta saa käyttää anturan alustäytössä.

4.7 Paalutussuunnittelu

Alueilla II ja III ensisijainen perustamistapa raskaille rakennuksille on paaluperustus. Paalutus tulee tehdä joko nykyisen täytön päältä tai erikseen tehtävältä paalutuspediltä.

Kohteessa käytettäväksi paaluksi suositellaan tukipaalua, joka ulotetaan tiiviin pohjamoreenin tai kallion pintaan. Tukipaalun pituudeksi voidaan alustavasti arvioida kairausten pituus. Kalliokärjen tarve selviää jatkosuunnitteluvaiheiden yhteydessä tehtävien pohjatutkimusten perusteella.

4.8 Alapohjan perustaminen

Kohteessa alapohja suositellaan rakennettavaksi kantavana alueella III. Alueilla I ja II alapohja voidaan rakentaa todennäköisesti maanvaraisena. Leikkauspintaan asennetaan kaikkialla suodatinkangas N2. Kapillaarinen veden nousu tulee estää kapillaarikerroksella.

4.9 Routasuojaus

Alueen maaperä on routivaa, kaikki suunnitellut rakennukset tulee routaeristää. Alueelle tehtävät kuivatusjärjestelmät tulee mahdollisesti routaeristää, mikäli niiden asennussyvyys ei ole riittävä.

4.10 Salaojitus ja kuivatus

Rakennukset tulee salaojittaa. Salaojaputkena käytetään DN110/95-putkea ja umpiputkena PEH-muoviputkea DN160. Perusvesikaivoina käytetään betonisia tai PEH-muovisia, sisämitaltaan vähintään 800 mm olevia kaivoja. Salaojien minimikaltevuus rakennuksen ulkopuolella on 0,5 %. Muoviset salaojien kannet tulee ruuvata kiinni jo ennen asennusta. Salaojakaivoissa tulee olla kannet kiinni työturvallisuuden sekä salaojien toimivuuden varmistamiseksi. Salaojituksesta laaditaan erilliset suunnitelmat.

Kaivot tulee varustaa jäätymissuojilla tai eristetyillä välikansilla. Kohteessa käytettävät kaivojen kansistot ovat seuraavanlaisia:

- Liikenne- ja pysäköintialueilla käytettävät kaivojen kansistot ovat kuormituskestävyydeltään ≥ 400 kN umpinaisia valurautaisia kansistoja.
- Ryömintätiloissa ruostumattomat peltikansistot.

4.11 Hulevesien hallinta

Alueen hulevesiä tulee mahdollisesti viivyttää tai imeyttää tontilla. Viivytyksestä on laadittava erillinen suunnitelma. Maaperän soveltuvuus imeytykseen on tehtyjen kairausten perusteella heikkoa tai kohtalaista. Hulevedet kulkeutuvat nykytilassa kaakosta luoteen suuntaan, joka on myös jatkossa luonnollinen suunta vesien hallintaan ja tulvareittien huomioiseen. Erillinen hulevesiselvitys tulee laatia erikseen.

4.12 Radon

Radonin haitallinen esiintyminen tulee huomioida suunnittelussa. Lämpimien ja liitosten tiiveyteen tulee kiinnittää erityistä huomiota. Rakentamisessa noudatetaan julkaisun RT 81-10791 mukaisia ohjeita ja asetuksia.

4.13 Kaivannot ja täytöt

Matalat kaivannot (alle 2 metriä) pohjaveden yläpuolella voidaan alueella tehdä luiskattuina 1:1. Yli kahden metrin kaivannoista tulee laatia erillinen kaivantosuunnitelma.

4.14 Pilaantuneet maat

Alueella ei ole tutkittu pilaantuneiden maiden esiintymistä tämän selvityksen yhteydessä. Kairauspisteessä 23 havaittiin täyttöä 1,6 m. Täytön laatua ei tutkittu tarkemmin.

4.15 Ylijäämämassojen läjitys

Tehtyjen pohjatutkimusten perusteella ylijäämämassojen läjitykselle sopivaksi paikaksi ehdotetaan kaavoitettavan alueen eteläreunaa. Alueelle voidaan alustavien vakavuuslaskelmien mukaan rakentaa 5 m korkea pengeri, luiskaus 1:2.

4.16 Laskentaperusteet

Rakennusten maanvaraista perustamista varten määritettyjä anturan geoteknisen kantavuuden arvoja on laskettu kairausvastuksen perusteella arvioidun maaperän mitoittavan maalajin kitkakulman ja tilavuuspainon avulla. Tilavuuspainon arvioinnissa on hyödynnetty myös laboratorioissa tutkittua vesipitoisuutta.

Massojen läjitystä varten tehdyt vakavuuslaskelmat on tehty kairausten ja maanäytteiden perusteella arvioitujen maan tehokkaiden (pitkäaikaisten) lujuusominaisuuksien mukaan. Vakavuus tarkastettiin Janbun ja Bishopin liukupintamenetelmillä.

5 JOHTOPÄÄTÖKSET JA YHTEENVETO

Pohjatutkimusten perusteella kaavoitettava alue voidaan luokitella kolmeen rakennettavuusalueeseen. Rakennettavuusalueiden rajat ovat arvioituja tulkintoja perustuen pohjatutkimusleikkauksiin. Rakennusten ja aluerakenteiden lopullinen perustamistapa selviää toteutussuunnitelmavaiheissa tehtävissä tarkemmissa pohjatutkimuksissa.

Rakennettavuusalueella I tiivis moreeni ja mahdollisesti kallionpinta on melko lähellä maanpintaa ja rakennukset voidaan todennäköisesti perustaa maanvaraisesti.

5.1.2022

Lausunto

Rakennettavuusalueella II joudutaan käyttämään tukipaaluja suurissa ja painumaherkissä rakennuksissa. Alapohjat on todennäköisesti mahdollista rakentaa maanvaraisena.

Rakennettavuusalueella III ensisijainen perustamistapa on tukipaalu ja alapohja suositellaan rakennettavaksi kantavana. Myös aluerakenteissa ja putkijohtojen perustuksissa voidaan joutua käyttämään painumien vähentämiseksi pohjanvahvistusmenetelmiä tai paaluperustuksia.

Lahdessa 5.1.2022

Insinööritoimisto Lepistö Oy



Jani Lepistö
toimitusjohtaja

psta

Erkki Liimatainen
geosuunnittelija



54 108 m²

lehtoalue

Vanharadankatu

PIPPO

31 866 m²

150 000 m²

liito-orava-alue

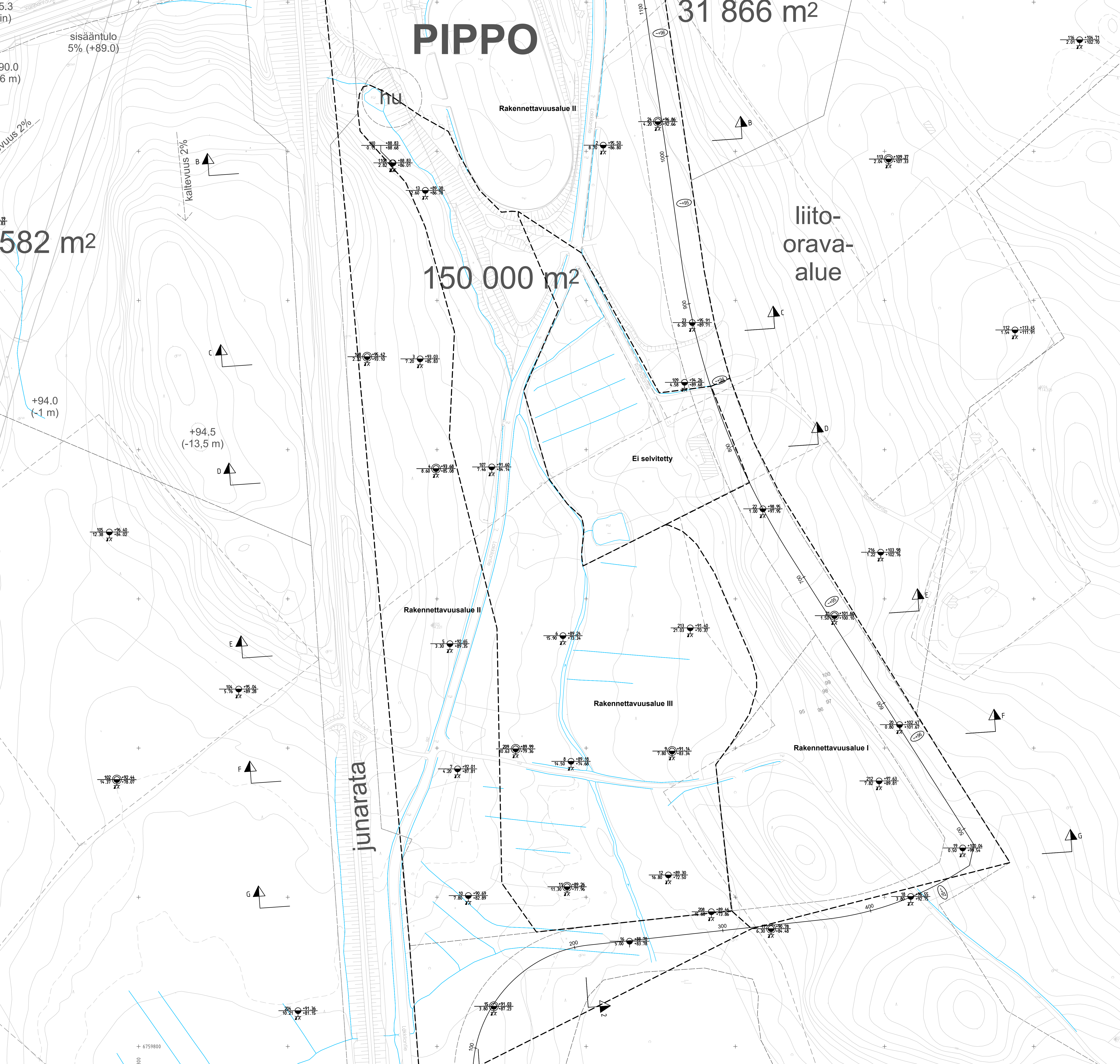
582 m²

Ei selvitetty

junarata

lenakko

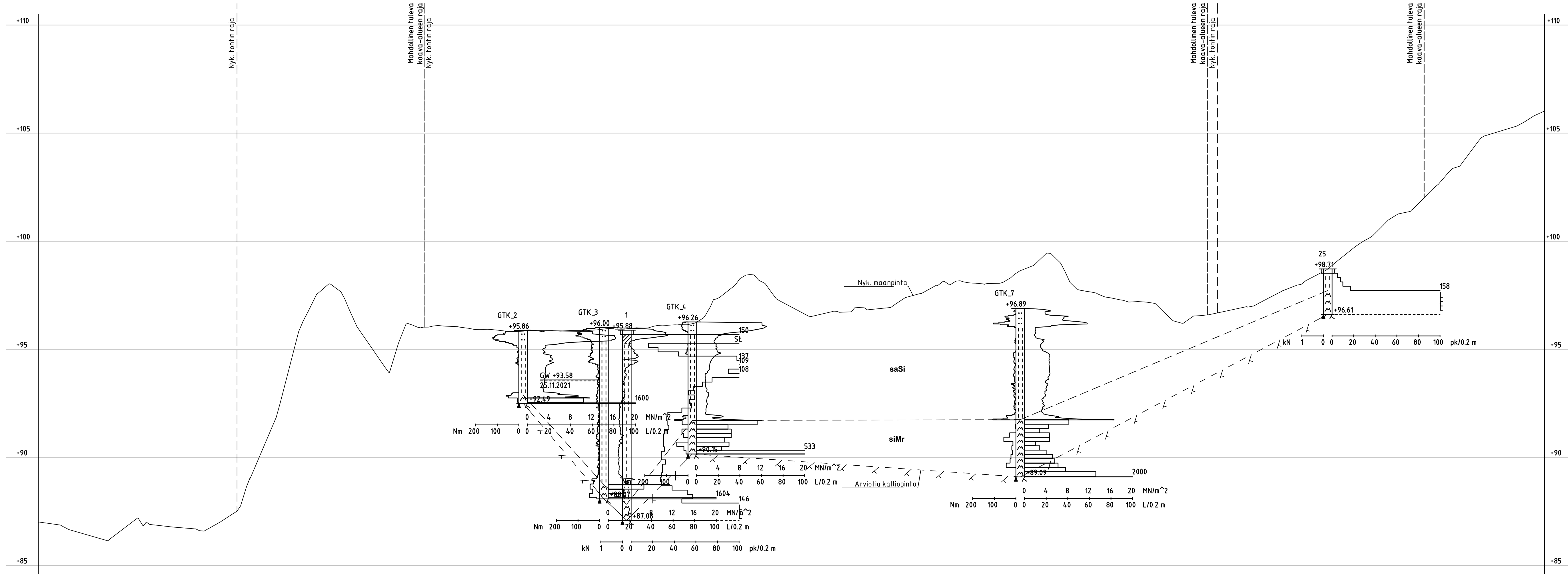
- Selite
- - - - - Rakennettavuusalueen raja
 - ⊖ Ehdotettu katualueen korkeustaso



Kaupunginosa/15:000	Korttelit/1	Tontit/10	Koordinaattijärjestelmä/ETRS-2000	Korkeusjärjestelmä/N2000	Mittakaava/1:1000
Rakennettavuusalueen omistaja/			Päiväys/		Mittakaava/
LAHDEN KAUPUNKI			Tutkimusvuosi/		Mittakaava/
Rakennettavuus selvitys, Pippo alue			Tutkimuskartta/		Mittakaava/
Lähti/			Päiväys/		Mittakaava/
insinööritoimisto			Päiväys/		Mittakaava/
LEPISTO			Suunnittelija/		Mittakaava/
www.lepisto.fi			Suunnittelija/		Mittakaava/
E. Limätäinen			Päiväys/		Mittakaava/
1365			Päiväys/		Mittakaava/
2			Päiväys/		Mittakaava/

LEIKKAUS A - A

1:500/1:100



ED. 9.5
1365
x 6760530.5
y 2648394.6

ED. 19.9TAK. 3.8
1365 1365
x 6760544.6
y 26483974.3

ED. 13.8
1365
x 6760536.9
y 26483988.5

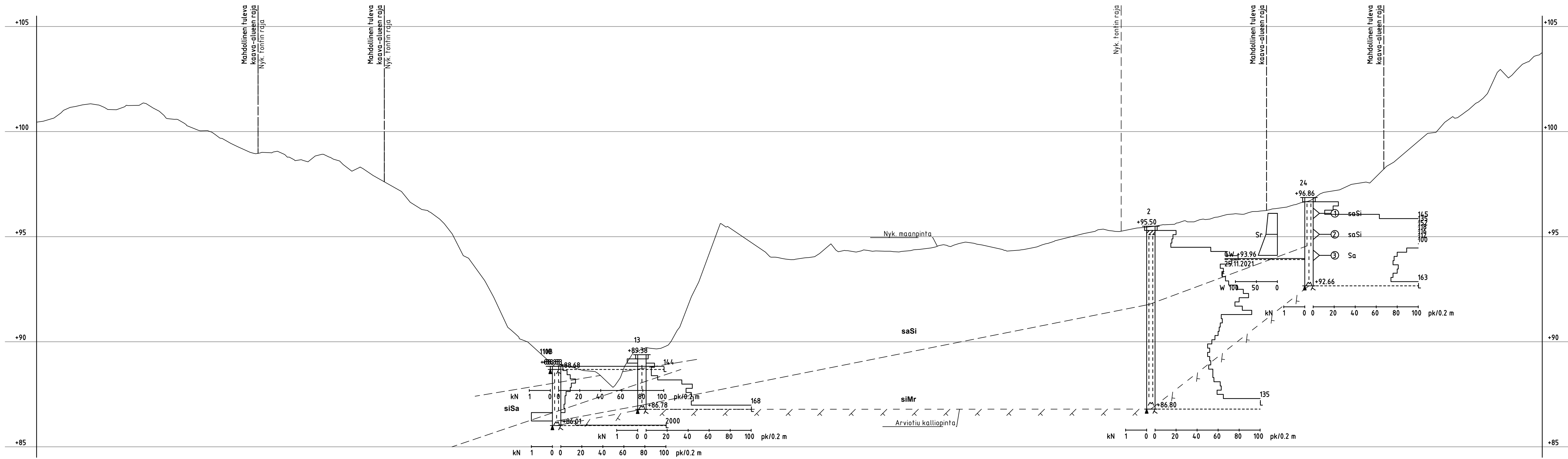
ED. 17.9
1365
x 6760545.2
y 26484064.1

ED. 0.2
1365
x 6760531.4
y 26484136.1

Kaupunginosa/Kylä 19 Kujala	Korttel/Tila	Tontti/Rno	Koordinaattijärjestelmä ETRS-GK26	Korkeusjärjestelmä N2000	Mittakaava 1:500/1:100
Rakennuskohteen nimi ja osoite LAHDEN KAUPUNKI Rakennettavuus selvitys, Pippon alue			Leikkaus A-A		
Lahti			Pvm. 5.1.2022		
insinööritoimisto LEPISTÖ			Hyväksyjä J. Lepistö		
Vesijärvenkatu 60, 15140 Lahti www.lepisto.eu			Suunnittelija E. Liimatainen		
			Projektnumero 1365	Piirustusnumero 3	Muutos

LEIKKAUS B - B

1:500/1:100



ED. 00.0
12246
x 6760392.3
y 26483970.6

TAK. 19.9
1365
x 6760373.8
y 26483992.2

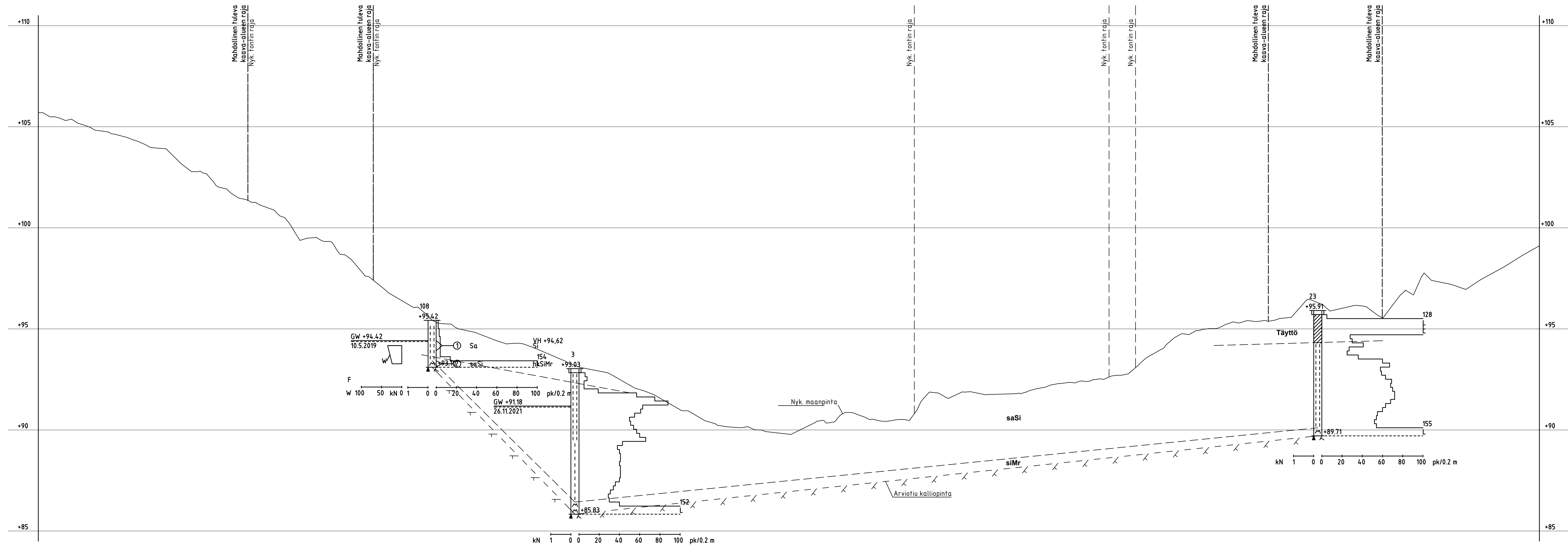
ED. 2.0
1365
x 6760404.1
y 26484111.5

ED. 15.2
1365
x 6760419.9
y 26484148.1

Kaupunginosa/Kylä 19 Kujala	Korttel/Tila	Tontti/Rno	Koordinaattijärjestelmä ETRS-GK26	Korkeusjärjestelmä N2000	Mittakaava 1:500/1:100
Rakennuskohteen nimi ja osoite LAHDEN KAUPUNKI Rakennettavuusselvitys, Pippon alue			Leikkaus B-B		
Lahti			Pvm. 5.1.2022		
insinööritoimisto LEPISTÖ Vesijärvenkatu 60, 15140 Lahti www.lepisto.eu			Hyväksyjä J. Lepistö Suunnittelija E. Liimatainen		
			Projektnumero 1365	Piirustusnumero 4	Muutos

LEIKKAUS C - C

1:500/1:100



ED. 0.0
1246
x 6760262.3
y 26483953.2

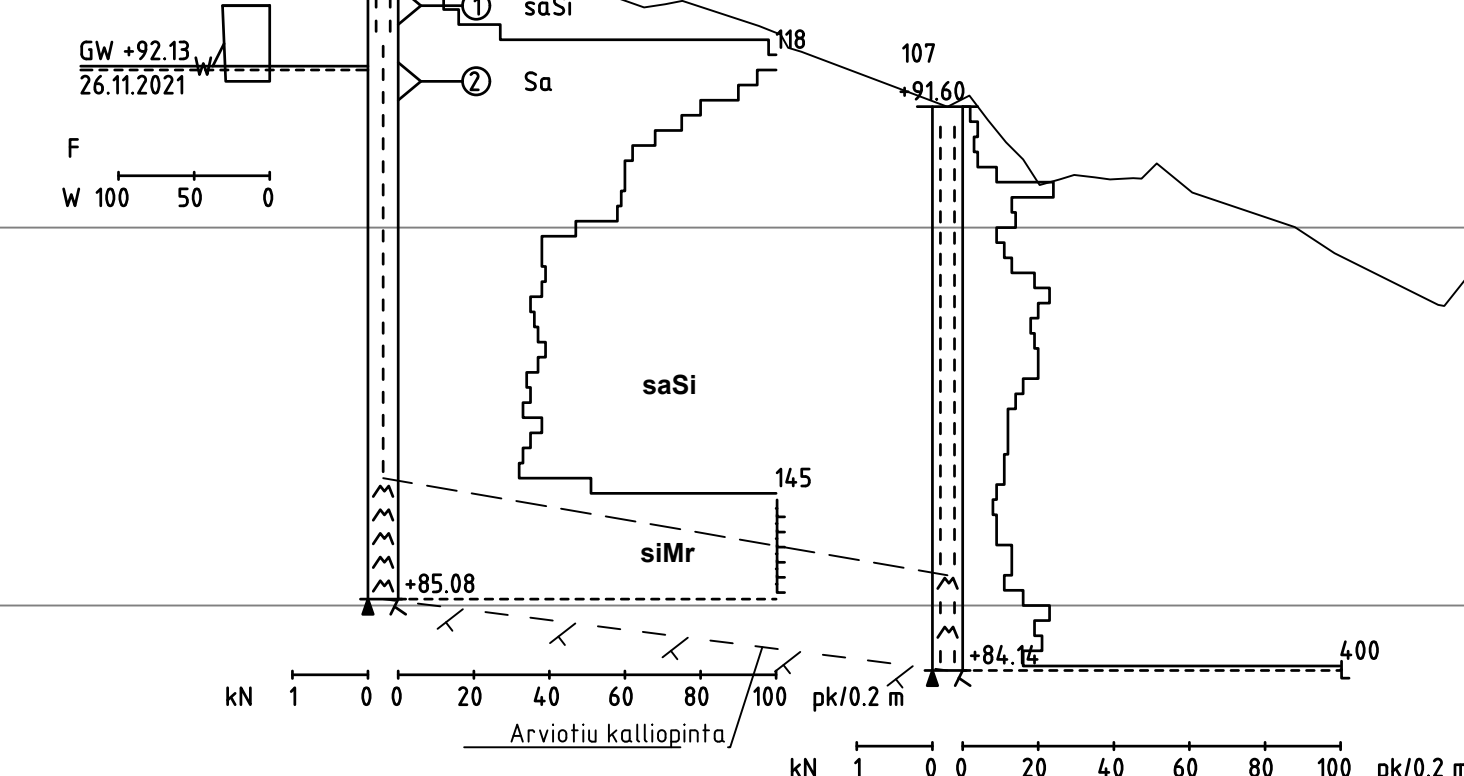
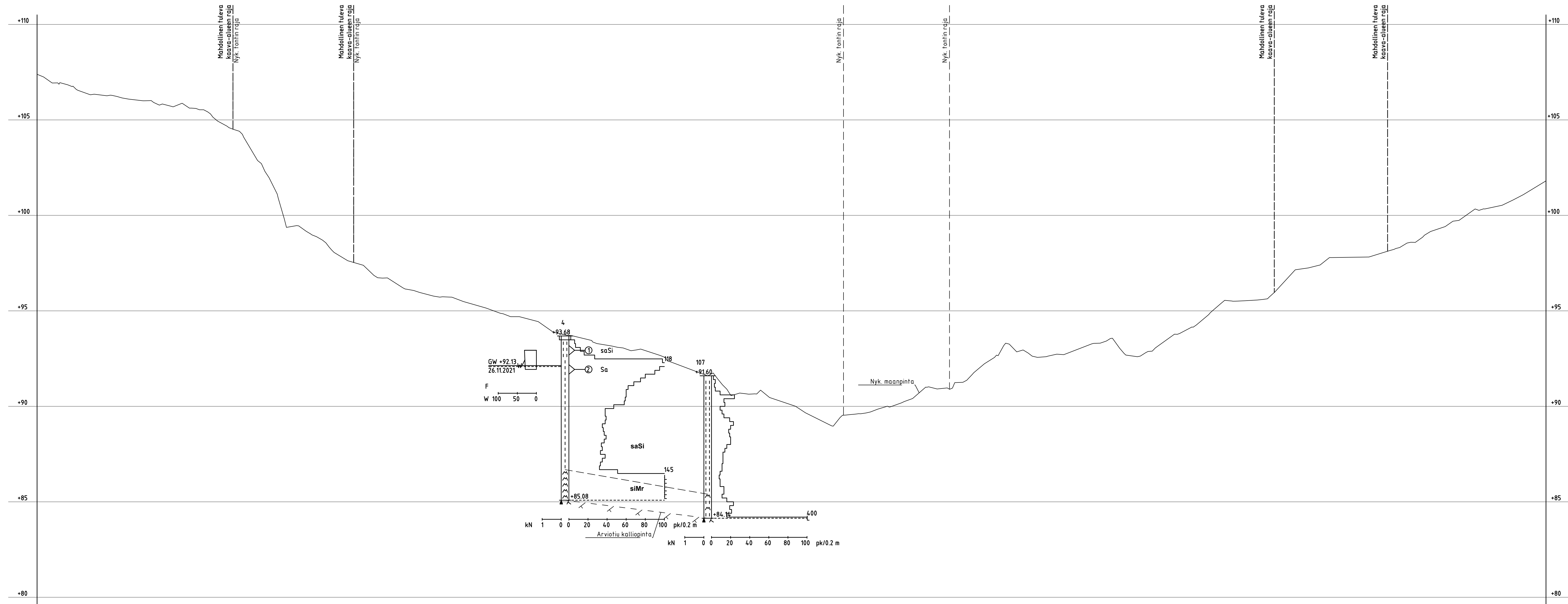
TAK. 3.9
1365
x 6760260.9
y 26483988.7

ED. 7.7
1365
x 6760285.2
y 26484171.1

Kaupunginosa/Kylä 19 Kujala	Kortti/Tila	Tontti/Rho	Koordinaattijärjestelmä ETRS-GK26	Korkeusjärjestelmä N2000	Mittakaava 1:500/1:100
Rakennuskohteen nimi ja osoite LAHDEN KAUPUNKI Rakennettavuusselvitys, Pippon alue			Piirustuksen sisältö Leikkaus C-C		
Lahti		Pvm. 5.1.2022	Projektinumero 1365		
insinööritoimisto LEPISTÖ Vesijärvenkatu 60, 15140 Lahti www.lepisto.eu		Hytöily J. Lepistö	Pisustusnumero 5		
		Suunnittelija E. Liimatainen	Muutos		

LEIKKAUS D - D

1:500/1:100

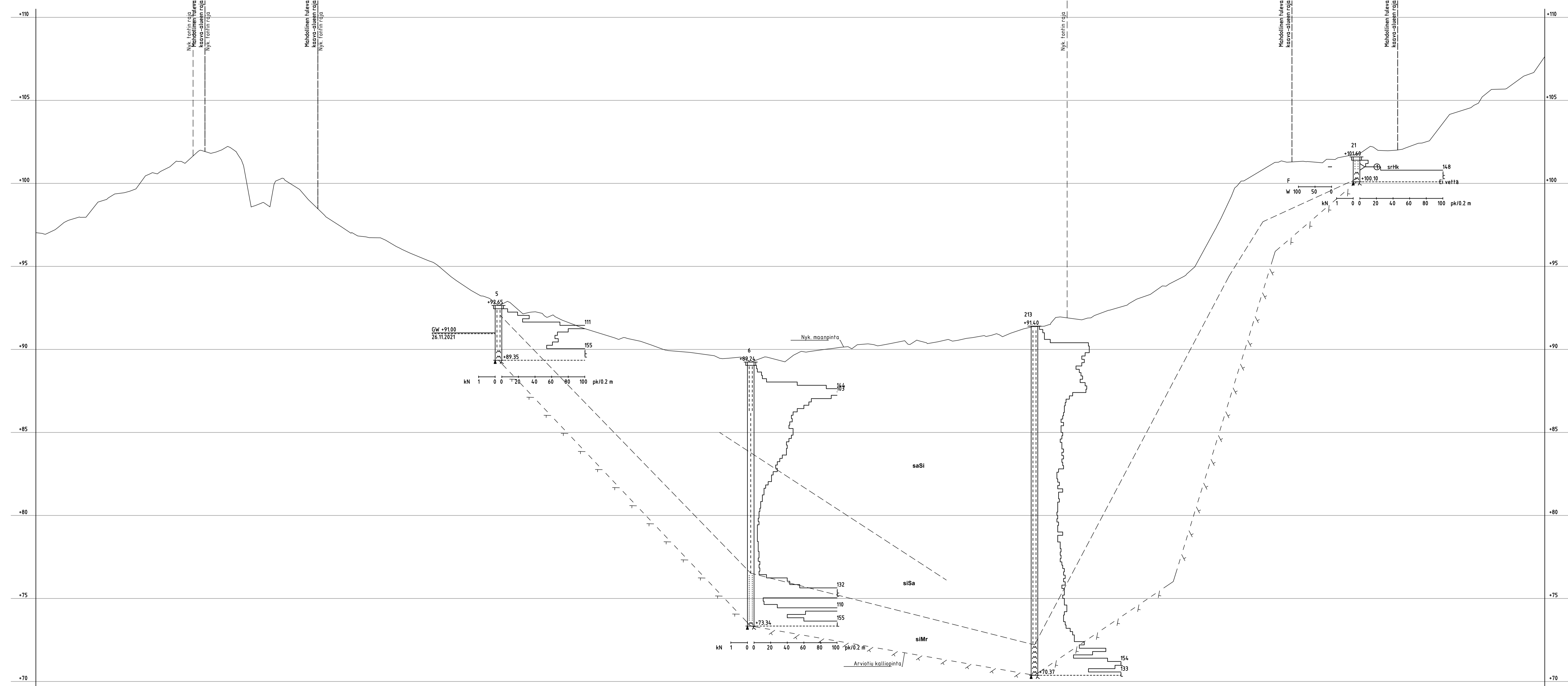


ED. 15
1365
x 6760187.3
y 26483999.4

ED. 0.0
1246
x 6760188.4
y 26484036.7

Kaupunginosaikylä	Korttelitila	Tontti/Rho	Koordinaattijärjestelmä	Korkeusjärjestelmä	
19 Kujala			ETRS-GK26	N2000	
Rakennuskohteen nimi ja osoite			Pinnustuksen sisältö		Mittakaava
LAHDEN KAUPUNKI			Leikkaus D-D		1:500/1:100
Rakennettavuusselvitys, Pippon alue					
Lahti			Pvm.		
			5.11.2022		
			Hyväksyjä		
			J. Lepistö		
			Suunnittelija		
			E. Liimatainen		
insinööritoimisto LEPISTÖ			Projektiluku	Piirustusnumero	Muutos
Vesijärvenkatu 60, 15140 Lahti www.lepisto.eu			1365	6	

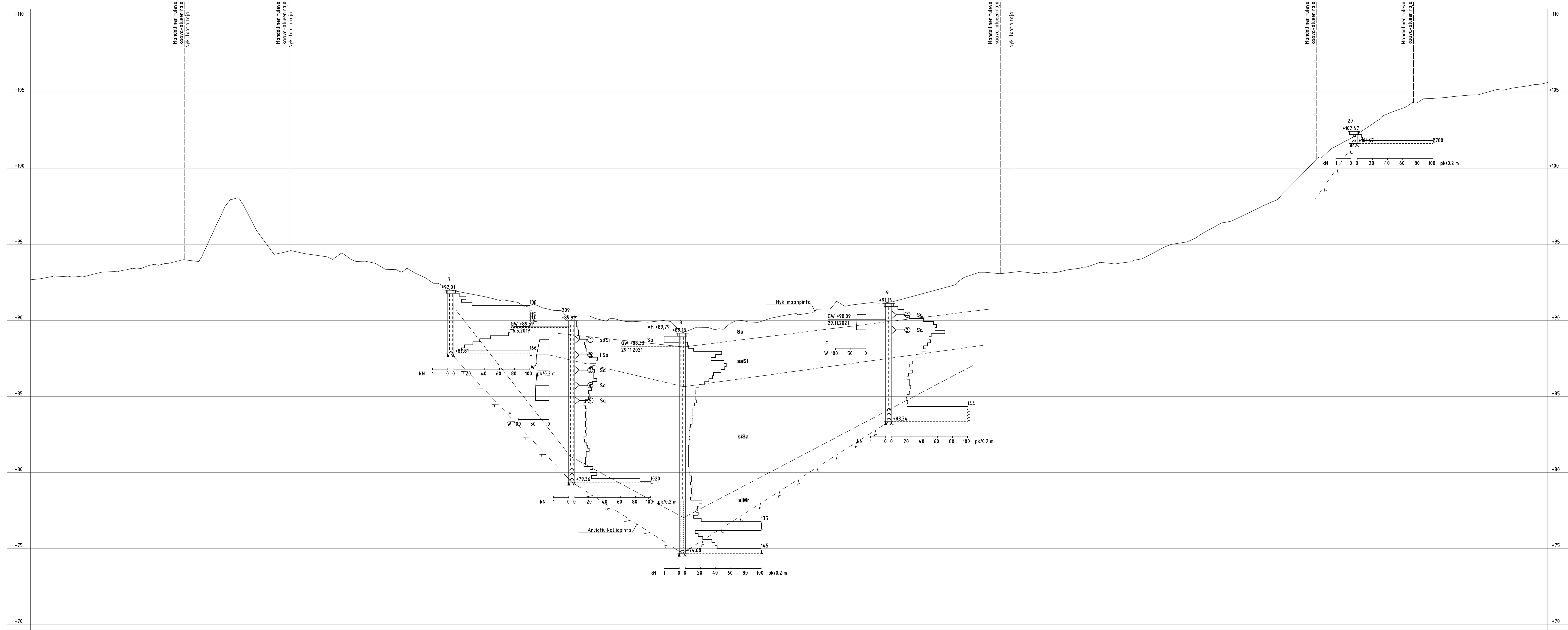
LEIKKAUS E - E
1:500/1:100



TAK: 0.1 1365 x 6760069.9 y 26484008.7	ED: 0.0 1365 x 6760080.3 y 26484084.5	TAK: 0.7 1246 x 6760080.6 y 26484169.8	ED: 0.8 1365 x 6760088.8 y 26484266.4
---	--	---	--

Kaupunginosa/Kylä 19 Kujala	Korttelit -	Tontin/Pöytä -	Koordinaattijärjestelmä ETRS-GK26	Korkeusjärjestelmä N2000	Mittakaava 1:500/1:100
Rakennuskohteen nimi ja osoite LAHDEN KAUPUNKI Rakennettavuus selvitys, Pippon alue			Päivitetty/kuukausi Leikkaus E-E		
Lahii		Pvm. 5.1.2022	Mittakaava 1:500/1:100		
insinööritoimisto LEPISTÖ		Hyväksynyt J. Lepistö	Pöytänumero -		
Veisjärveläkatu 60, 15140 Lahti www.lepisto.fi		Siirtänyt E. Liimatainen	Pöytänumero 1365	Päivitetty 7	Muuta -

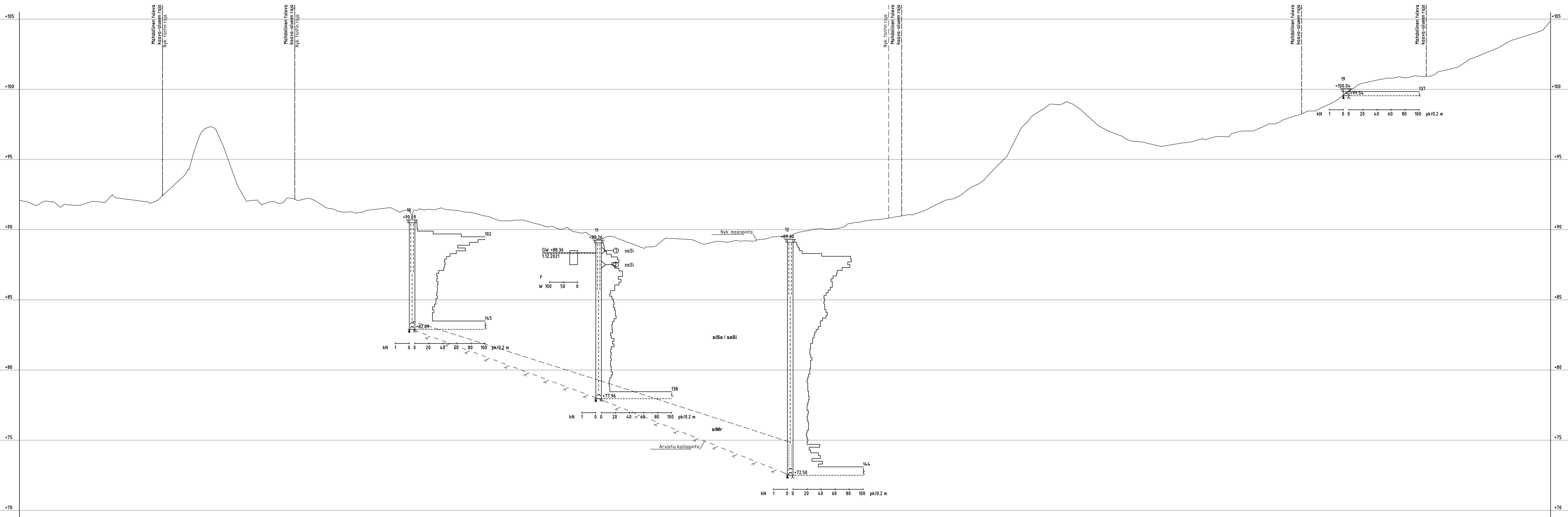
LEIKKAUS F - F
1:500/1:100



Kaupunki/Kylä 19 Kujala	Korttelit -	Tontit/No -	Koordinaattijärjestelmä ETRS-GK26	Korkeusjärjestelmä N2000	Mittakaava 1:500/1:100
Rakennuttajan nimi ja osoite LAHDEN KAUPUNKI Rakennettavuus selvitys, Pippon alue			Päiväksen sisältö Leikkaus F-F		
Lähti -		Pvm. 5.1.2022	Pöytäkirja J. Lepistö		
Insinööri/Arkkitehti E. Liimatainen		Pöytäkirjan numero 1365			
Insinööri/Arkkitehti E. Liimatainen		Pöytäkirjan numero 8			

LEIKKAUS G - G

1:500/1:100



TAK. 13
1365
x 6759901.1
y 26484021.0

ED. 0.0
1365
x 6759907.0
y 26484087.2

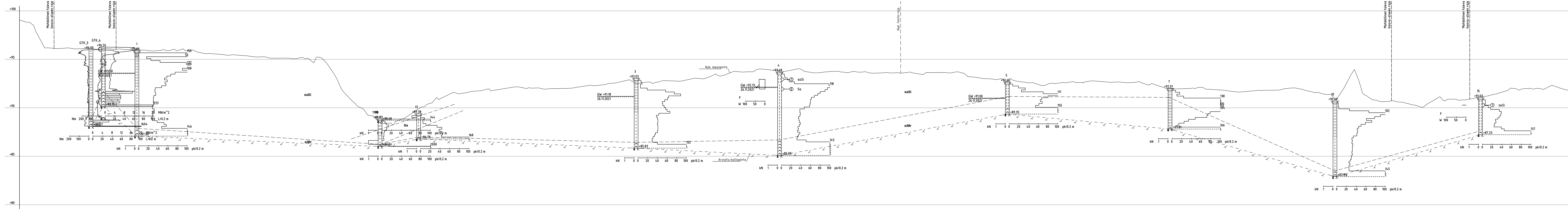
ED. 3.2
1365
x 6759914.9
y 26484155.1

ED. 7.5
1365
x 6759933.0
y 26484352.4

Kaupunginosaari 19 Kujala	Kortti 19	Talot ETRS-GK26	Koordinaattijärjestelmä N2000
Rakennusluottamus ja -osasto LAHDEN KAUPUNKI Rakennettavuus selvitys, Pippon alue		Piirustuksen nimi Leikkaus G-G	Mittakaava 1:500/1:100
Lähti		Pvm. 5.1.2022	
insinööritoimisto LEPISTÖ		Hyväksyjä J. Lepistö	
Vesijärvenkatu 60, 15140 Lahti www.lepisto.fi		Suunnittelija E. Limatainen	
Projektitunnus 1365	Piirustuksen 9	Muuta	

LEIKKAUS 1 - 1

1:500/1:100



TAK. 3.2
1365
x 6760518.5
y 26483974.3

TAK. 15.0
1246
x 6760392.3
y 26483970.0

ED. 4.7
1365
x 6760373.8
y 26483992.2

TAK. 6.7
1365
x 6759986.9
y 26483988.7

TAK. 1.1
1365
x 6760187.3
y 26483999.4

ED. 0.0
1365
x 6759986.9
y 26484008.7

TAK. 0.7
1365
x 6759926.0
y 26484013.8

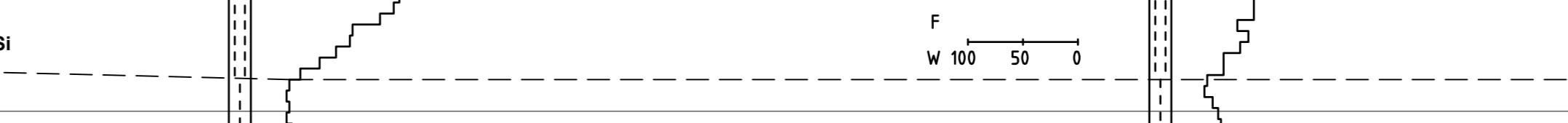
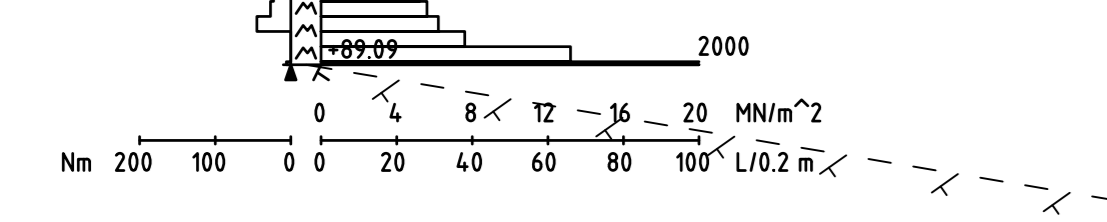
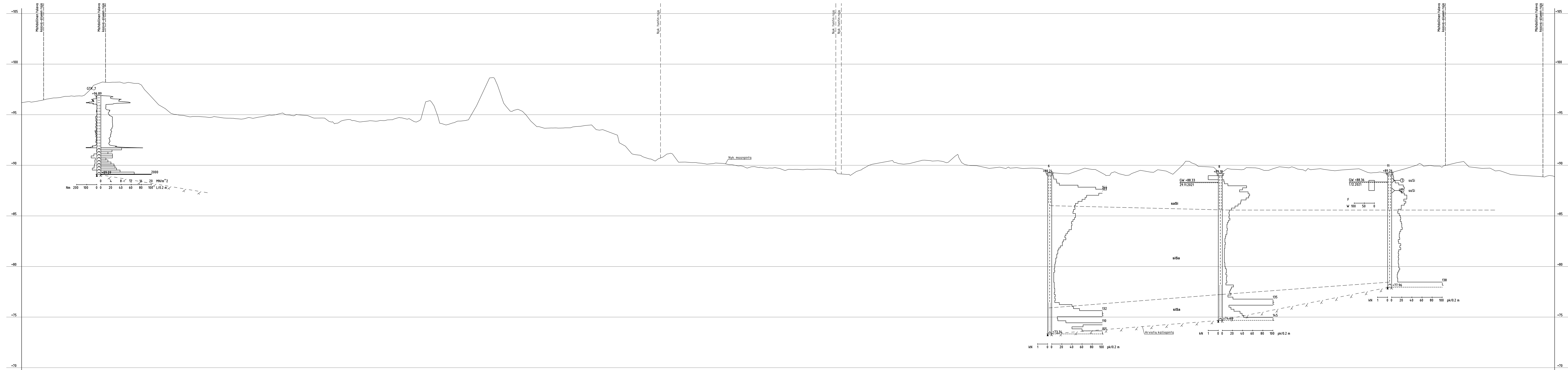
ED. 0.6
1365
x 6759901.1
y 26484021.0

ED. 12.5
1365
x 6759826.9
y 26484038.1

Kaupunginosa/Kylä 19 Kujala	Korttel/Tila Korttel 1	Tontti/Ro N2000	Koordinatijärjestelmä ETRS-GK26	Korkeusjärjestelmä N2000	Mitakaava 1:500/1:100
Rakennusluokituksen nimi ja osasto LAHDEN KAUPUNKI Rakennettavuusselvitys, Pippon alue			Leikkaus 1-1		
Lahti		Pvm. 5.1.2022			
insinööritörmistö LEPISTÖ Vesijärvenkatu 60, 15140 Lahti www.lepisto.eu		Hyväksyjä J. Lepistö Suunnittelija E. Limatainen	Projektinumero 1365	Piirustuksen numero 10	Muutos

LEIKKAUS 2 - 2

1:500/1:100



ED, 12.8
1365
x 6760545.2
y 26484064.1

ED, 0.5
1365
x 6760075.3
y 26484084.5

ED, 0.0
1365
x 6759991.1
y 26484089.9

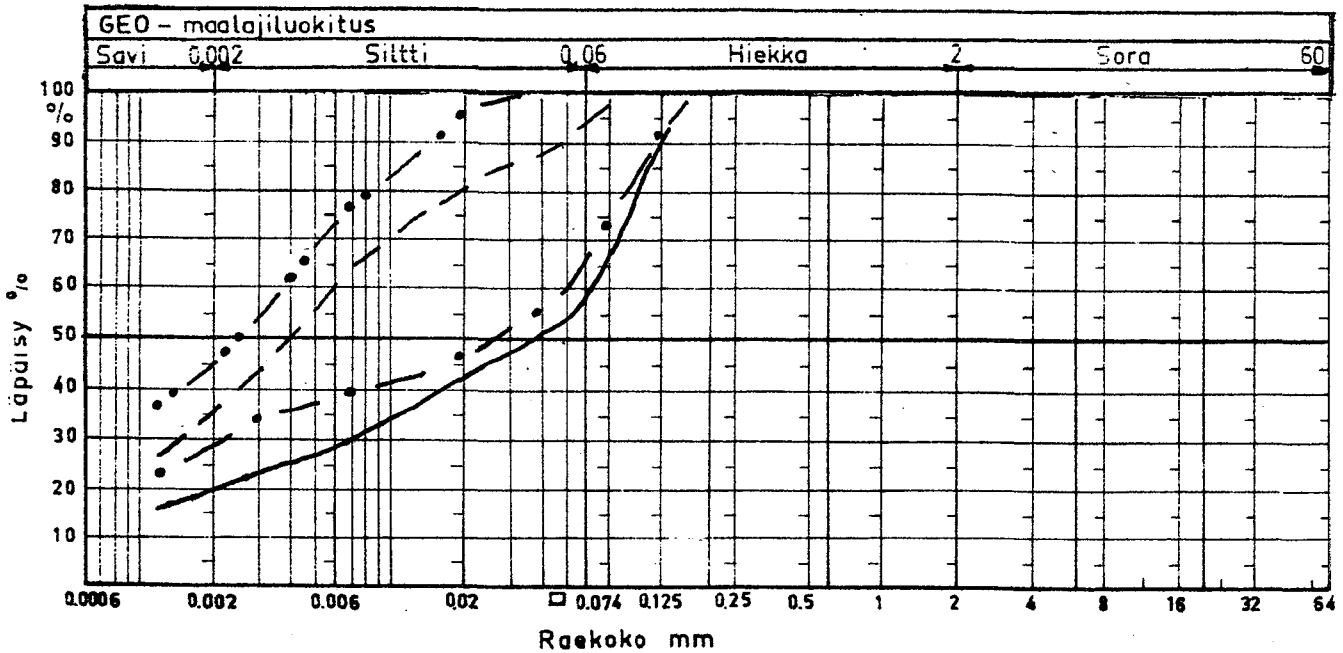
TAK, 8.5
1365
x 6759907.0
y 26484087.2

Kaupunginosa/19 Kujala	Korttelinosa	Tontinosa	Konttorinosa/ETRS-GK26	Korttelinosa/N2000	Mittakaava 1:500/1:100
Rakennuksen nimi ja osoite LAHDEN KAUPUNKI Rakennettavuus selvitys, Pippon alue			Leikkaus 2-2		
Lahden LEPISTO insinööritoimisto Vesijärveläntie 80, 15140 Lahden www.lepisto.eu		Pvm. 5.1.2022 Hyväksynyt L. Lepistö Suorittanut E. Limatainen	Projektiluokka 1365	Projektinumero 11	Muuta

LIITE 1

MAANÄYTTEIDEN TUTKIMUSTULOKSET

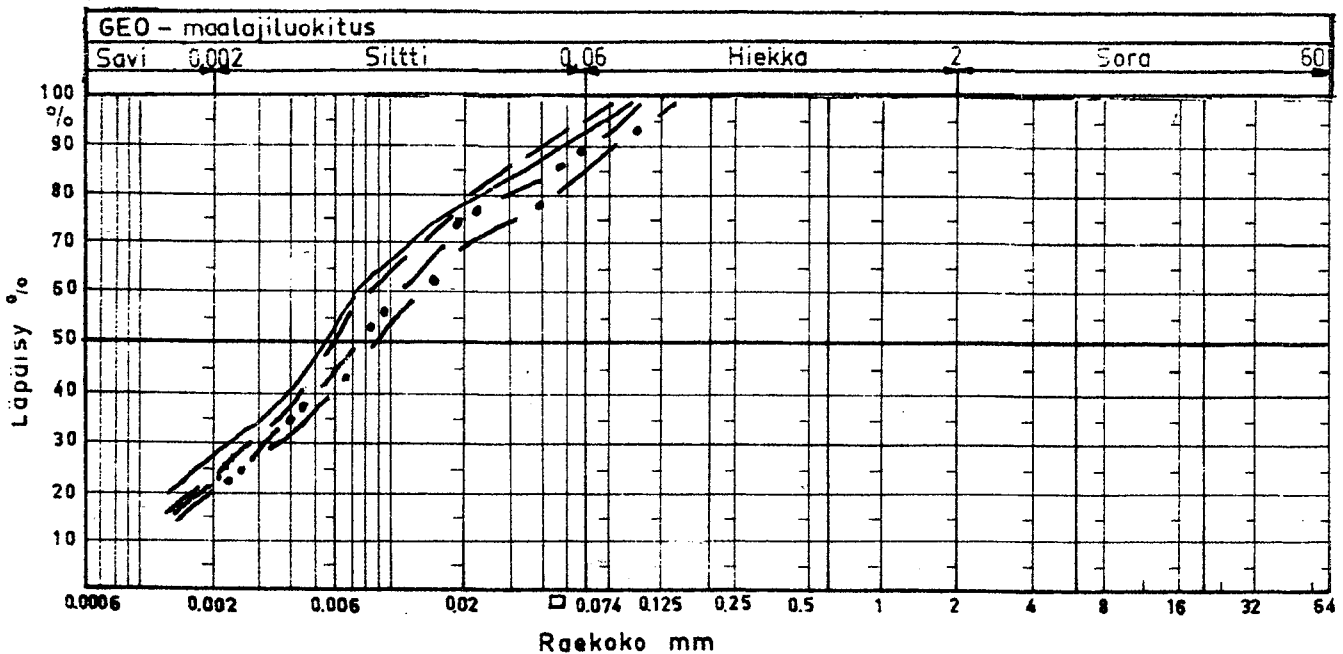
LABOR. N:o



Näytteen N:o					
Rakeisuuskäyrä		————	-----	- . - . - .	— —
Näytteen- otto	paikka	Pt 4	Pt 4	Pt 9	Pt 9
	syvyys	0.5-1.0m	1.5-2.0m	0.5-1.0m	1.5-2.0m
	tapa	Kierrekaira	Kierrekaira	Kierrekaira	Kierrekaira
	pvm.	26.11.2021	26.11.2021	29.11.2021	29.11.2021
Maanpinnan korkeus					
Maalaji		SaSi	Sa	Sa	Sa
Vesipitoisuus w %		31.2	29.1	29.0	31.5
Tilavuus- paino t/m ³	kosteana				
	kuivana				
Leikkaus- lujuus t/m ²	Karlakoe	häiriinty- S mätön k			
		häiriin- S' tynyt k			
	Puristuskoee S' p				
Vedenläpäis.k cm/s					
Humus %					
		Routii	Routii	Routii	Routii
LEPISTÖ OY					
PIIPPO, LAHTI					
GEO-HYDRO OY					1365

MAANÄYTTEIDEN TUTKIMUSTULOKSET

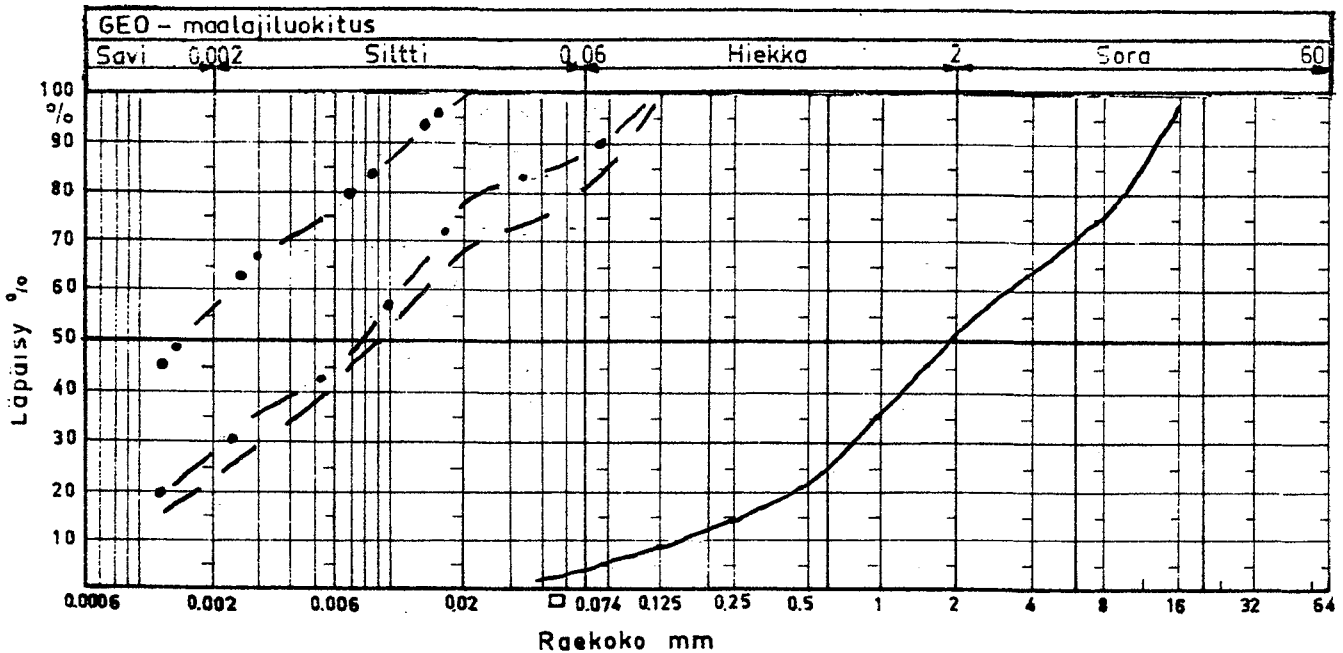
LABOR. N:o



Näytteen N:o					
Rakeisuuskäyrä		————	-----	- . - . - .	- . . - . - .
Näytteen- otto	paikka	Pt 11	Pt 11	Pt 15	Pt 17
	syvyys	0.5-1.0m	1.5-2.0m	0.5-1.0m	1.5-2.0m
	tapa	Kierrekaira	Kierrekaira	Kierrekaira	Kierrekaira
	pvm.	1.12.2021	1.12.2021	3.12.2021	30.11.2021
Maanpinnan korkeus					
Maalaji		SaSi	SaSi	SaSi	SaSi
Vesipitoisuus w %		27.9	28.1	19.6	21.0
Tilavuus- paino t/m ³	kosteana				
	kuivana				
Leikkaus- lujuus t/m ²	Karlakoe	häiriinty- S mätön k			
		häiriin- S' tynyt k			
	Puristuskoee S _p				
Vedenläpäis.k cm/s					
Humus %					
		Routii	Routii	Routii	Routii
LEPISTÖ OY					
PIIPPO, LAHTI					
GEO-HYDRO OY					1365

MAANÄYTTEIDEN TUTKIMUSTULOKSET

LABOR. N:o



Näytteen N:o					
Rakeisuuskäyrä		—————	-----	- . - . - .	- . - . - .
Näytteen- otto	paikka	Pt 21	Pt 24	Pt 24	Pt 24
	syvyys	0.4 - 0.8 m	0.5 - 1.0 m	1.5 - 2.0 m	2.5 - 3.0 m
	tapa	Kierrekaira	Kierrekaira	Kierrekaira	Kierrekaira
	pvm.	1.12.2021	25.11.2021	25.11.2021	25.11.2021
Maanpinnan korkeus					
Maalaji		Sr Hk	saSi	saSi	Sa
Vesipitoisuus w %		10.3	22.3	27.2	45.7
Tilavuus- paino t/m ³	kosteana				
	kuivana				
Leikkaus- lujuus t/m ²	Kartulokoe	härpäntö- S _k			
		härpäntö- S _k			
	Puristuskoee S _p				
Vedenläpäis.k cm/s					
Humus %					
		Ei roudi	Routii	Routii	Routii
LEPISTÖ OY					
PIIPPO, LAHTI					
GEO-HYDRO OY					1365

PIPPON ALUE, LAHTI
POHJATUTKIMUSLAUSUNTO, KATU
TYÖ 1365
5.1.2022

Sisällysluettelo

1	YHTEYSTIEDOT	3
1.1	Tilaaaja.....	3
1.2	Suunnittelija.....	3
2	JOHDANTO.....	4
3	KOHTEEN PERUSTIEDOT	4
4	MAAPERÄN RAKENNE.....	4
4.1	Kohteen korkosuhteet.....	4
4.2	Suunnittelun katualueen korkeusasema	4
4.3	Maaperäkuvaus.....	5
4.4	Pohjavesihavainnot.....	5
4.5	Tutkitut maanäytteet	5
5	PERUSTAMINEN.....	6
5.1	Maaperän ominaisuudet	6
5.1.1	Savinen siltti.....	6
5.1.2	Sorainen hiekka	6
5.1.3	Savi	6
5.2	Kadun perustaminen ja alustavat rakennekerrokset.....	7
5.2.1	Maanvarainen perustaminen.....	7
5.2.2	Perustaminen kallion päälle.....	7
5.2.3	Pohjamaan esikuormitus.....	7
5.2.4	Perustamisessa huomioitavia asioita.....	7
5.3	Kaivannot ja täytöt.....	8
5.4	Salaojitus ja kuivatus	8
5.5	Epävarmuustekijät.....	8
5.5.1	Lisätutkimusten tarve.....	8
6	JOHTOPÄÄTÖKSET JA YHTEENVETO.....	9

PIIRUSTUKSET

1365.2	Tutkimuskartta	1:1000
1365.12	Pituusleikkaus	1:500 / 1:100

LIITTEET

Liite 1	Maanäytteiden tutkimustulokset
---------	--------------------------------

1 YHTEYSTIEDOT

1.1 Tilaaja

Yritys: Lahden kaupunki, kaupunkiympäristö, Juha Helminen

Osoite: Askonkatu 2, 15100 Lahti

Nimi: Juha Helminen

Puhelin: 0503878710

Sähköposti: juha.helminen@lahti.fi

1.2 Suunnittelija

Yritys: Insinööritoimisto Lepistö Oy

Osoite: Vesijärvenkatu 60

Nimi: Hanna Kankaanpää

Puhelin: 0449825698

Sähköposti: hanna.kankaanpaa@lepisto.eu

2 JOHDANTO

Tämä pohjatutkimuslausunto on tehty Lahden kaupungille Pippo-Kujala III alueelle, kaavoitusvaiheessa suunnitellun katualueen perustamista varten. Pohjatutkimukset suoritti Geo-Hydro Oy marraskuussa 2021. Samaan aikaan suoritettiin Pippon aluepohjatutkimukset, joiden tulokset on raportoitu erikseen, ks. 1365_Aluepohjatutkimuslausunto. Pohjatutkimuksia tehtiin suunnitellun katualueen osalle noin 1100 metrin pituiselta osuudelta. Suunnitellun kadun osuudelle kohdistettiin kairauksia 12 kpl. Kairaukset tehtiin painokairauksina. Neljästä tutkimuspisteestä otettiin maanäytesarja, joista tutkittiin rakeisuus, routivuus ja vesipitoisuus.

Tehtyjen tutkimusten perusteella kadun perustamistapaa ja alustavia rakennekerroksia on arvioitu kohteeseen. Tässä raportoidaan suunnitellun kadun perustamista varten tehdyt pohjatutkimukset.

3 KOHTEEN PERUSTIEDOT

Kohde sijaitsee Lahden kaupunginosassa Kujalassa. Suunniteltu katu sijaitsee Pippon moottoriurheilukeskuksesta etelään, Lakkilantien itäpuolella. Kadun on suunniteltu päättyvän Lakkilantiehen lähellä junarataa. Suunniteltu katu risteää nykyisen Rauhalantien kanssa. Suunnitellun kadun itäpuolella on liito-orava-alue ja eteläpuolella lepakkoalue.

Pohjatutkimuspiirustuksissa ja tässä lausunnossa käytetty korkojärjestelmä on N2000.

4 MAAPERÄN RAKENNE

Kohde sijaitsee GTK-maaperäkartan mukaan savisen maaperän alueella.

4.1 Kohteen korkosuhteet

Mitattujen kairauspisteiden korot vaihtelevat tien osuudella tasoilla +88.78...+102.47. Tutkitun katualueen eteläpäässä maanpinnan korko on +92.22. Tutkitun katualueen korkein kohta, +102.47, on noin keskivälissä tutkittua katualuetta. Tästä maasto laskee melko jyrkästi tasolle +94.30. Jatkettaessa kohti pohjoista maanpinta nousee tasaisesti ollen tutkitun katualueen pohjoispäässä tasolla +98.71. (Korkeusjärjestelmä N2000).

4.2 Suunnitellun katualueen korkeusasema

Käytössä olevan aineiston perusteella on arvioitu alustavasti tulevan katualueen korkeusasemaa, joka on esitetty pituusleikkauksessa 1365.12. Arvioitujen korkojen on mahdollista muuttua paljonkin kaavoituksen ja suunnittelun edetessä.

4.3 Maaperäkuvaus

Tutkitun katualueen eteläosassa (plv 0...480) maaperä on pääasiassa keskitiivistä savista silttiä tai silttiä. Kairaus tutkimuspisteessä 16 on päätetty 5 metrin määräsyvyyteen. Tällä osalla (paaluväli 200...300) maaperä on kairausvastuksista arvioituna keskitiivistä/löyhää silttistä savea.

Maakerrokset tiivistyvät siirryttäessä kohti katualueen puoliväliä (plv 480...770) ja korkeinta kohtaa, jossa vallitsevana maalajina on tiivis moreeni ja sorainen hiekka. Tutkitulla katualueella lyhimmät kairaukset on tehty katualueen puolivälissä paaluvälin ollessa 480...760. Tällä osalla kairaukset on päättyneet kiveen, kallioon tai lohkareseen noin 0,5-1,5 metrin syvyydessä maanpinnasta. Kairaukset on tehty ei-poraavalla laitteistolla, joten kallionpintaa ei ole tutkimuksissa varmistettu.

Laskeuduttaessa korkeimmalta kohdalta alaspäin ja jatkettaessa kohti kadun pohjoispäätä pääsiallinen maalaji on tien eteläosan tavoin keskitiivis savinen siltti tai siltti (plv 770...1100). Pisteessä 23 on maanpinnassa havaittu tiivis täyttökerros, joka ulottuu noin 1,6 metrin syvyyteen maanpinnasta. Tämä piste sijaitsee paalunumero 900 läheisyydessä.

Tiivis pohjamoreeni on kairausten perusteella koko tutkitun katualueen osalla noin 0,2-5,8 metriä maanpinnan alapuolella.

Maaperäkuvauksessa käytetyt suunnitellun katualueen paalunumerot on esitetty pituusleikkauksessa 1365.12.

4.4 Pohjavesihavainnot

Pisteessä 17 on havaittu vesipinta 30.11.2021, jolloin vedenpinta oli tasolla +89.08, eli noin 1,7 metrin syvyydessä maanpinnasta. 25.11.2021 on havaittu pisteessä 24 vesipinta tasolla +93.96, eli noin 2,9 metriä maanpinnan alapuolella.

4.5 Tutkitut maanäytteet

Suunnitellun katualueen osalta otetut näytteet ovat olleet savista silttiä, soraista hiekkaa ja savea. Kaikki näytteet lukuun ottamatta soraista hiekkaa ovat olleet routivia.

5 PERUSTAMINEN

5.1 Maaperän ominaisuudet

Maaperän ominaisuuksia on arvioitu maanäytteiden vesipitoisuuden ja rakeisuuskäyrän perusteella. Arvioinnissa on käytetty Liikenneviraston Tierakenteen suunnittelu (2018) -julkaisun taulukkoa.

5.1.1 Savinen siltti

Savisen siltin vesipitoisuus vaihtelee 19,6...27,2 % välillä. Arvioitu tilavuuspaino vaihtelee välillä 15,5...17 kN/m². Saviset silttimaanäytteet on otettu 0,5-2,0 metrin syvyydestä maanpinnasta. Arvioitu alusrakenneluokitus savisen siltin osalta on H, jonka moduularvo E=20 MPa ja routaturpoama t märkänä on 12 %. Savinen siltti esiintyy tutkitulla katualueella paaluvälillä 0...480 ja 770...1100.

5.1.2 Sorainen hiekka

Tutkitun katualueen korkeimman kohdan läheisyydestä otettu näyte on ollut soraista hiekkaa, joka ei rakeisuuskäyrän perusteella ole routivaa. Näytteen vesipitoisuus on ollut 10,3 %. Soraisen hiekan arvioitu tilavuuspaino 20,8 kN/m². Sorainen hiekanäyte on otettu 0,4-0,8 metrin syvyydestä. Arvioitu alusrakenneluokitus soraisen hiekan osalta on C, jonka moduularvo E=100 MPa ja routaturpoama t on 0 %. Soraisen hiekan osuus on kairaustuloksista arvioituna paalujen 480...770 välinen alue.

5.1.3 Savi

Tutkitun katualueen pohjoispäässä pisteestä 24 otettu näyte on ollut vesipitoisuudeltaan 45,7 % olevaa savea. Näyte on otettu 2,5-3,0 metrin syvyydestä. Tilavuuspaino on vesipitoisuuden perusteella arvioituna 11,9 kN/m². Saven alusrakenneluokka on G, moduularvo E=10 MPa ja routaturpoama t on 6 %. Tämä savinen maanäyte on otettu paalunumero 1020 läheisyydestä.

Savinen maakerros sekä kadun pohjois- että eteläpäässä tulee ottaa huomioon kadun jatkosuunnittelussa. Näille osille on suositeltavaa tehdä lisätutkimuksia näytteenoton muodossa savisen maan laajuuden ja tarkempien painumaominaisuuksien selvittämiseksi. Savinen kerros kadun eteläpäässä vaikuttaa kairaustulosten perusteella olevan ominaisuuksiltaan painuvampaa ja heikommin kantavaa. Tällä osalla tulee mahdollisesti esikuormittaa maata painumien aikaansaamiseksi ennen kadun rakentamista.

5.2 Kadun perustaminen ja alustavat rakennekerrokset

Kadulle esitetyt perustamistavat on jaettu kolmeen eri tapaan pohjamaan ominaisuuksien mukaan.

5.2.1 Maanvarainen perustaminen

Kadun eteläpään ollessa pääosin keskitiivistä silttiä, voidaan katu perustaa maanvaraisesti. Pohjamaan alusrakenneluokkana voidaan pitää H, jonka kantavuusarvo $E = 20$ MPa paaluväleillä 0...480 (lukuun ottamatta savisen maan osaa paaluvälillä 200...300) ja 760...1100.

Soraisen hiekan varaan perustettaessa voidaan alusrakenneluokkana pitää C ja moduuliarvona $E = 100$ MPa.

5.2.2 Perustaminen kallion päälle

Kairauksissa havaittu mahdollinen kallionpinta on lähellä maanpintaa. Kadun perustamisessa tulee varautua louhintaan. Irtilouhitun kallion alusrakenneluokitus on A ja kantavuusarvo $E = 280$ MPa. Alue, jossa mahdollisesti tulee varautua louhintaan, on paaluvälillä 480...760.

5.2.3 Pohjamaan esikuormitus

Paaluvälillä 200...300 kairauksissa havaittu savinen kerros on mahdollisesti painuvaa. Savisen pohjamaan alusrakenneluokka on G. Pohjamaan kantavuusarvo $E = 10$ MPa. Tälle osiolle ehdotetaan käytettäväksi esikuormitusta ennen kadun rakentamista. Esikuormituksen jatkosuunnittelua varten täytyy kohteessa mahdollisesti tehdä lisätutkimuksia savisen maan laajuuden selvittämiseksi.

5.2.4 Perustamisessa huomioitavia asioita

Leikkauspintaan asennetaan kaikkialla rakennettavan kadun osalla suodatinkangas N3.

Orgaanista maa-ainesta ei saa jättää kadun rakennekerrosten alle, eikä jäätynyttä maa-ainesta tule käyttää kadun rakennekerroksissa.

Katuluokka määrää tehtävien rakennekerrosten kantavuusvaatimukset. Kadulle on määritetty alustavia rakennekerroksia sillä oletuksella, että tuleva katu kuuluu katuluokkaan 3 (Pääkatu, kokooja- tai vilkasliikenteinen kerrostaloalueen asuntokatu). Katuluokkaan 3 kuuluvan katurakenteen vaadittavia ominaisuuksia ovat:

- Kantavuus on 350 MN/m^2
- Päällystepaksuus on 90-160 mm
- Vähimmäiskantavuus päällysteen alapuolelta on 137 MN/m^2

Alustavat rakennekerrokset pohjamaan kantavuuden ollessa 20 MN/m^2 (savisen siltin osuudella, routaturpoama t ollessa 12) ovat seuraavanlaiset (käytettävän materiaalin E-moduuli suluissa):

- | | |
|---|---------|
| o AB 16, kivityyppi A _N 14 (E-moduuli 2500 MN/m ²) | ≥100 mm |
| o Kantava kerros, KaM #0...32 mm (E-moduuli 280 MN/m ²) | 400 mm |
| o Jakava kerros, KaM #0...64 mm (E-moduuli 150 MN/m ²) | 500 mm |
| o Suodatinkerros, routimaton hiekka (E-moduuli 70 MN/m ²) | 600 mm |
| o Suodatinkangas N3 | |

Rakennekerrosten paksuus yhteensä vähintään 1600 mm.

Laskennallinen routanousu edellä mainituilla rakennekerroksilla on noin 25 mm.

Huom! Rakennekerrosten paksuudet saattavat vaihdella riippuen pohjamaan kantavuusarvosta.

5.3 Kaivannot ja täytöt

Matalat, alle 2 metriä, ja tarkoin valvotut kaivannot voidaan alueella tehdä luiskattuina 2:1. Mikäli kaivannon stabiliteetin havaitaan heikentyneen, tulee kaivannon luiskia loiventaa tai tehdä kevennysleikkaus.

5.4 Salaojitus ja kuivatus

Salaojitus ja kuivatus tulee huomioida jatkosuunnittelussa. Kohteeseen suositellaan salaojitusta kuivatuksen tehostamiseksi ja routivuuden vähentämiseksi. Salaojituksen myötä pohjamaan routaturpoamaominaisuus pienenee, mahdollisesti jopa puolittuu.

5.5 Epävarmuustekijät

Pisteessä 23 havaittu tiivis täyttökerros tulee selvittää esimerkiksi koekuoppatutkimuksella. Arvioitu kallionpinta on tutkitun katualueen keskivaiheilla (paaluväli 480...760) lähellä maanpintaa, joten kadun rakennustyössä tulee varautua louhintaan. Louhinnasta saatavaa kiviainesta voidaan käyttää kadun rakennekerroksissa.

Pisteestä 24 2,5-3 metrin syvyydestä otettu maanäyte on ollut savea. Kairaustulosten mukaan maaperä tällä osalla on hyvinkin tiivistä. Tämä viittaisi siihen, että savessa on kerroksellista hiekkaa ja silttiä seassa, jolloin sen kantavuus ja kokoonpuristuvuus ei välttämättä ole savelle tyypillistä.

5.5.1 Lisätutkimusten tarve

Rakennussuunnittelun edetessä savisen maan laajuus ja ominaisuudet on suositeltavaa selvittää lisätutkimuksilla paaluväleillä 200...300 ja 800...1100.

6 JOHTOPÄÄTÖKSET JA YHTEENVETO

Tutkittu katualue on pääosin savista silttiä, joka on kairausvastuksien perusteella arvioituna keskitiivistä. Tutkitulla katualueella on havaittu lisäksi savea, soraista hiekkaa ja mahdollinen kallionpinta lähellä maanpintaa. Pohjamaan E-moduuliarvot ovat eri maalajeilla seuraavat:

- o Savi 10 MPa
- o Savinen siltti 20 MPa
- o Sorainen hiekka 100 MPa
- o Irtilouhittu kallio 280 MPa

Ehdotetut perustamistavat on määritetty pohjamaan ominaisuuksien mukaan:

Paaluväli 0...200

- o Maanvarainen perustus keskitiiviin siltin osuudella
- o Pohjamaan E-moduuliarvot ovat eri maalajeilla seuraavat:
 - Savinen siltti 20 MPa

Paaluväli 200...300

- o Suunnitellun kadun eteläpäässä havaittu savikerros mahdollisesti painuu yli kaduille määritetyn sallitun rajan, joten tälle osalle tulee harkita maaperän esikuormitusta tai kevennysrakenteita. Jatkosuunnittelussa tulee huomioida epätasaisten painumien riski.
- o Pohjamaan E-moduuliarvot ovat eri maalajeilla seuraavat:
 - Savi 10 MPa

Paaluväli 300...480

- o Maanvarainen perustus keskitiiviin siltin osuudella
- o Pohjamaan E-moduuliarvot ovat eri maalajeilla seuraavat:
 - Savinen siltti 20 MPa

Paaluväli 480...770

- o Tutkitun katualueen keskiosalla arvioitu kallion pinta on lähellä maanpintaa, joten louhintaan tulee varautua. Katu perustetaan maanvaraisesti tai louhitun kallion varaan.
- o Pohjamaan E-moduuliarvot ovat eri maalajeilla seuraavat:
 - Sorainen hiekka 100 MPa
 - Irtilouhittu kallio 280 MPa

Paaluväli 770...1100

- o Maanvarainen perustus keskitiiviin savisen siltin osuudella
- o Pohjamaan E-moduuliarvot ovat eri maalajeilla seuraavat:
 - Savinen siltti 20 MPa

Eloperäiset maapeitteet tulee kaivaa rakennettavan tien osuudelta pois. Leikkauspinnan ja rakennekerrosten väliin tulee asentaa suodatinkangas N3.

Rakennettavan kadun rakennekerrosten kantavuusvaatimukset ja päällystepaksuusvaatimus määräytyy katuluokan mukaan. Rakennekerrosten paksuudet on riippuvaisia kantavuusvaatimuksista, pohjamaan ominaisuuksista sekä sallituista routanousuista. Tässä lausunnossa esitetyn katurakenteen laskennallinen routanousu on 25 mm (pohjamaan routaturpoama t ollessa 12). Alustavat rakennekerrokset on mitoitettu pohjamaan kantavuuden ollessa 20 MPa. Kadun rakennekerrosten paksuudet saattavat vaihdella riippuen pohjamaan kantavuusominaisuuksista. Katuluokka 3:n kantavuusvaatimus on päällysteen alapuolelta vähintään 137 MN/m² ja päällysteen päältä 350 MN/m². Päällystepaksuus tulee katuluokka 3:n kadulla olla 90-160 mm.

Jatkosuunnittelussa tulee huomioida kadun salaojituksen tarve. Salaojituksella pohjamaan routaturpoama on mahdollista saada puolitettua, joten sen seurauksena kadun laskennallinen routiminen pienenee.

Lahdessa 5. päivänä tammikuuta 2022

Insinööritoimisto Lepistö Oy



Jani Lepistö
toimitusjohtaja

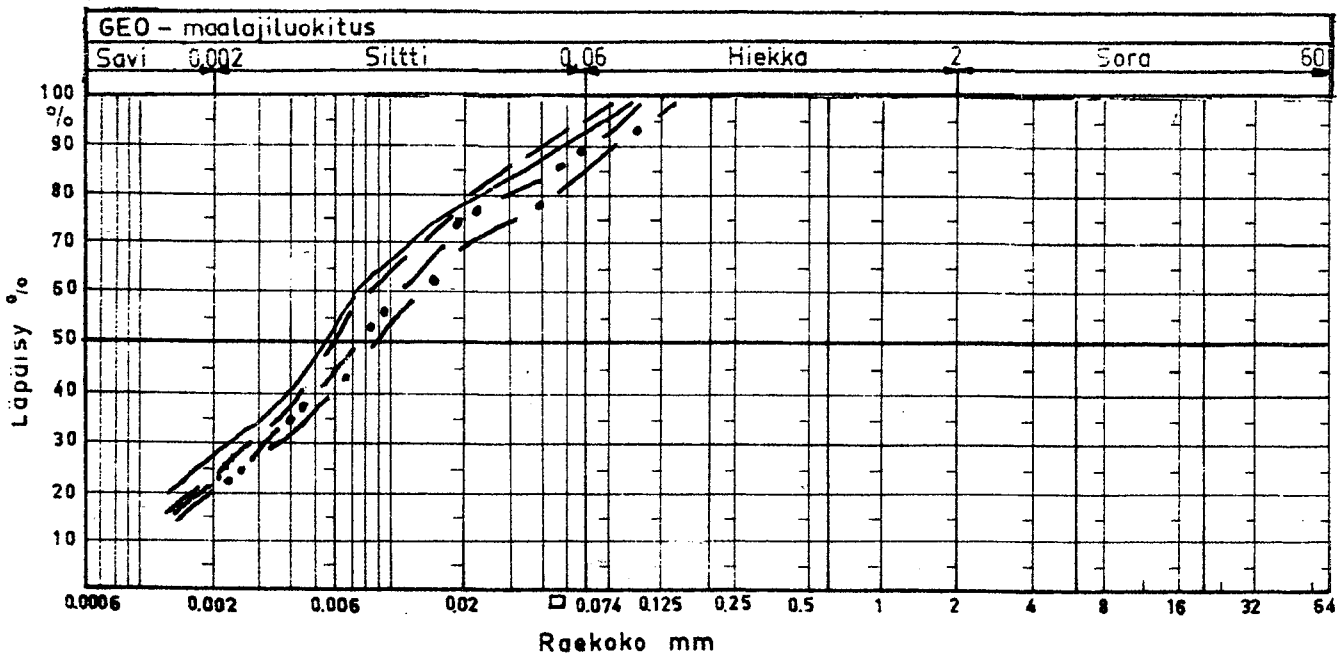


Hanna Kankaanpää
geosuunnittelija

LIITE 1

MAANÄYTTEIDEN TUTKIMUSTULOKSET

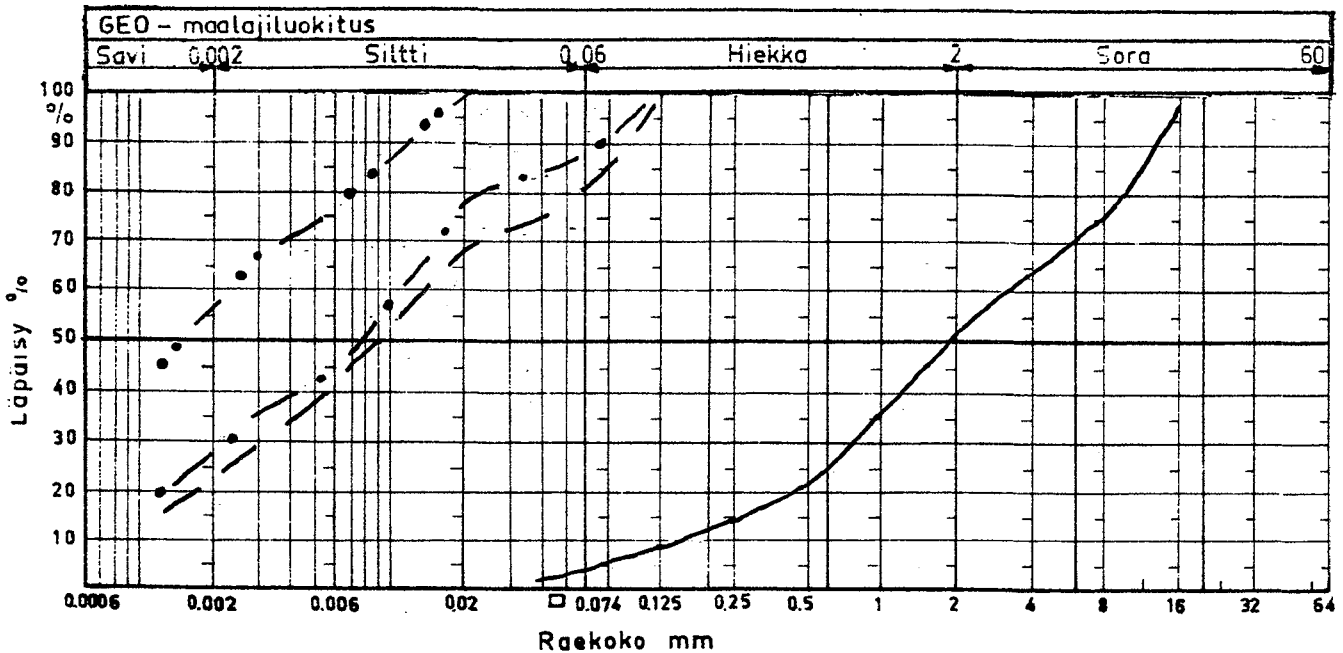
LABOR. N:o



Näytteen N:o					
Rakeisuuskäyrä		—————	-----	- . - . - .	— · — · — ·
Näytteen- otto	paikka	Pt 11	Pt 11	Pt 15	Pt 17
	syvyys	0.5-1.0m	1.5-2.0m	0.5-1.0m	1.5-2.0m
	tapa	Kierrekaira	Kierrekaira	Kierrekaira	Kierrekaira
	pvm.	1.12.2021	1.12.2021	3.12.2021	30.11.2021
Maanpinnan korkeus					
Maalaji		SaSi	SaSi	SaSi	SaSi
Vesipitoisuus w %		27.9	28.1	19.6	21.0
Tilavuus- paino t/m ³	kosteana				
	kuivana				
Leikkaus- lujuus t/m ²	Karlakoe	härjinty- mätön S _k			
		härjinty- tynt S' _k			
	Puristusko- e S _p				
Vedenläpäis.k cm/s					
Humus %					
		Routii	Routii	Routii	Routii
LEPISTÖ OY					
PIIPPO, LAHTI					
GEO-HYDRO OY					1365

MAANÄYTTEIDEN TUTKIMUSTULOKSET

LABOR. N:o

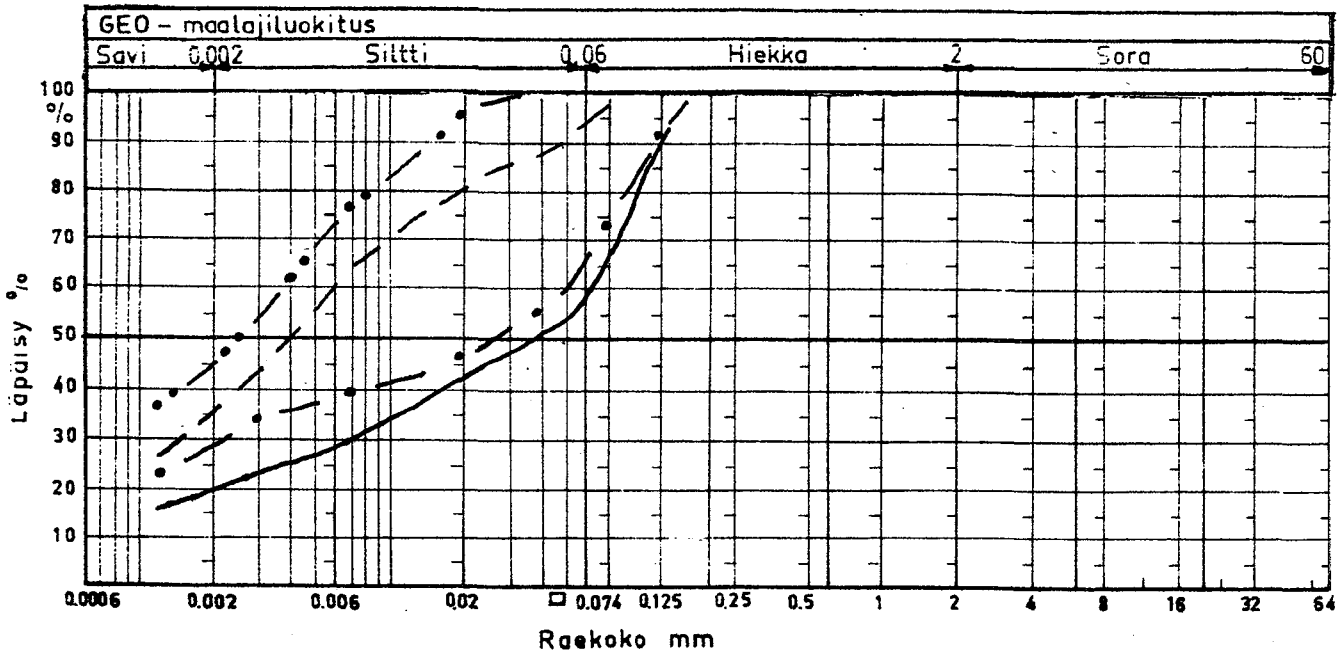


Näytteen N:o					
Rakeisuuskäyrä		—————	-----	- . - . - .	- . - . - .
Näytteen- otto	paikka	Pt 21	Pt 24	Pt 24	Pt 24
	syvyys	0.4 - 0.8 m	0.5 - 1.0 m	1.5 - 2.0 m	2.5 - 3.0 m
	tapa	Kierrekaira	Kierrekaira	Kierrekaira	Kierrekaira
	pvm.	1.12.2021	25.11.2021	25.11.2021	25.11.2021
Maanpinnan korkeus					
Maalaji		Sr Hk	saSi	saSi	Sa
Vesipitoisuus w %		10.3	22.3	27.2	45.7
Tilavuus- paino t/m ³	kosteana				
	kuivana				
Leikkaus- lujuus t/m ²	Kartulokoe	härpäntö- S _k			
		härpäntö- S _k			
	Puristuskoee S _p				
Vedenläpäis.k cm/s					
Humus %					
		Ei roudi	Routii	Routii	Routii
LEPISTÖ OY					
PIIPPO, LAHTI					
GEO-HYDRO OY					1365

LIITE 1

MAANÄYTTEIDEN TUTKIMUSTULOKSET

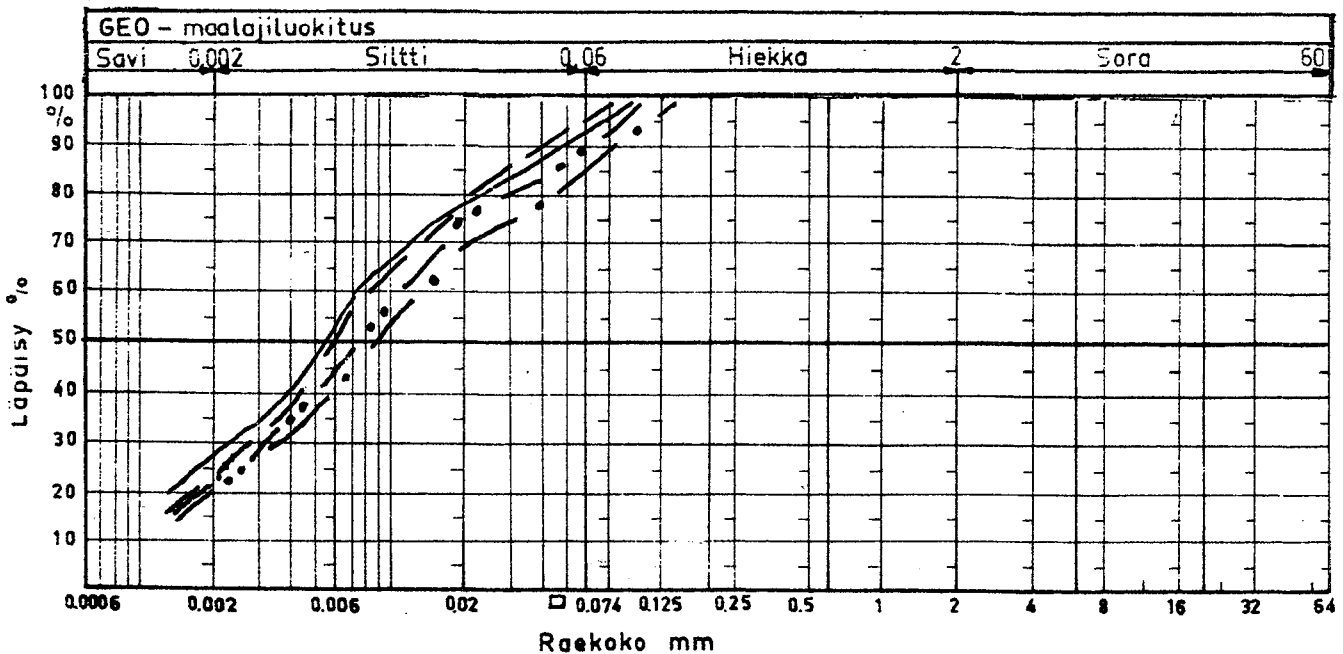
LABOR. N:o



Näytteen N:o					
Rakeisuuskäyrä		————	-----	- . - . - .	-----
Näytteen- otto	paikka	Pt 4	Pt 4	Pt 9	Pt 9
	syvyys	0.5 - 1.0m	1.5 - 2.0m	0.5 - 1.0m	1.5 - 2.0m
	tapa	Kierrekaira	Kierrekaira	Kierrekaira	Kierrekaira
	pvm.	26.11.2021	26.11.2021	29.11.2021	29.11.2021
Maanpinnan korkeus					
Maalaji		SaSi	Sa	Sa	Sa
Vesipitoisuus w %		31.2	29.1	29.0	31.5
Tilavuus- paino t/m³	kosteana				
	kuivana				
Leikkaus- lujuus t/m²	Karlakoe	häiriinty- S mätön k			
		häiriin- S' tynyt k			
	Puristuskoee S' p				
Vedenläpäis.k cm/s					
Humus %					
		Routii	Routii	Routii	Routii
LEPISTÖ OY					
PIIPPO, LAHTI					
GEO-HYDRO OY					1365

MAANÄYTTEIDEN TUTKIMUSTULOKSET

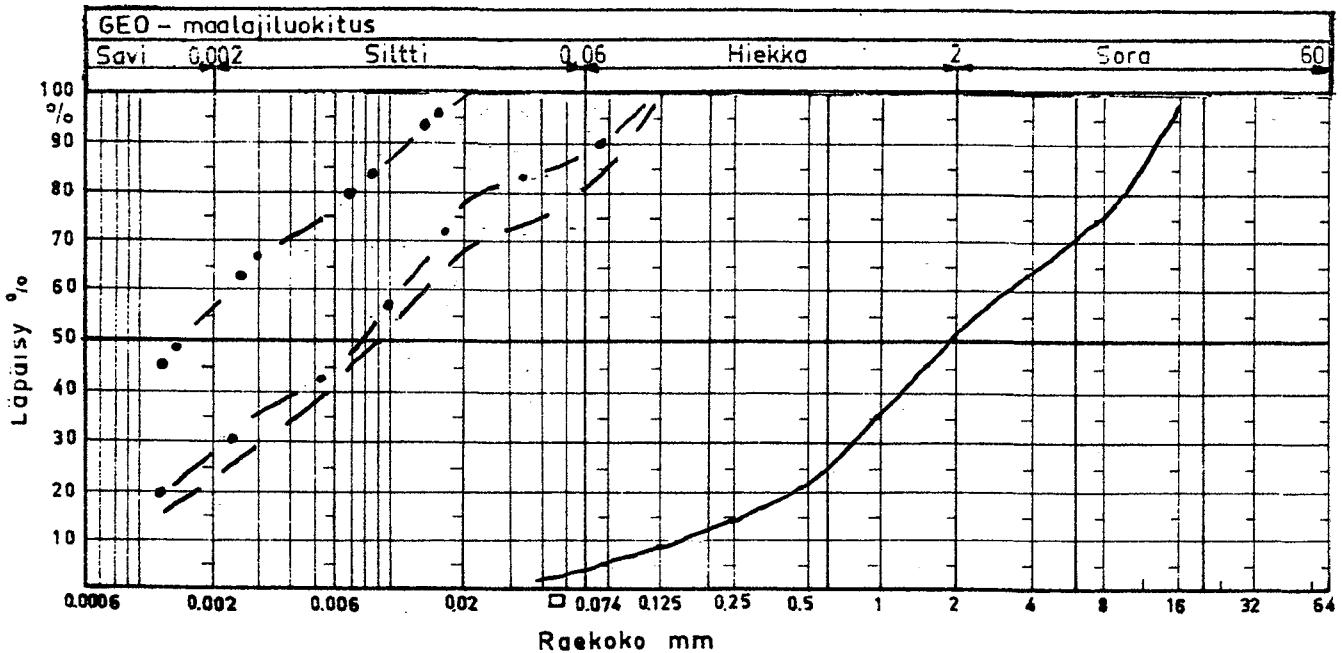
LABOR. N:o



Näytteen N:o					
Rakeisuuskäyrä		————	-----	- . - . - .	- . . - . - .
Näytteen- otto	paikka	Pt 11	Pt 11	Pt 15	Pt 17
	syvyys	0.5-1.0m	1.5-2.0m	0.5-1.0m	1.5-2.0m
	tapa	Kierrekaira	Kierrekaira	Kierrekaira	Kierrekaira
	pvm.	1.12.2021	1.12.2021	3.12.2021	30.11.2021
Maanpinnan korkeus					
Maalaji		SaSi	SaSi	SaSi	SaSi
Vesipitoisuus w %		27.9	28.1	19.6	21.0
Tilavuus- paino t/m ³	kosteana				
	kuivana				
Leikkaus- lujuus t/m ²	Karlakoe	häiriinty- S mätön k			
		häiriin- S' tynyt k			
	Puristuskoee S _p				
Vedenläpäis.k cm/s					
Humus %					
		Routii	Routii	Routii	Routii
LEPISTÖ OY					
PIIPPO, LAHTI					
GEO-HYDRO OY					1365

MAANÄYTTEIDEN TUTKIMUSTULOKSET

LABOR. N:o



Näytteen N:o					
Rakeisuuskäyrä		————	-----	- . - . - .	- . - . - .
Näytteen- otto	paikka	Pt 21	Pt 24	Pt 24	Pt 24
	syvyys	0.4 - 0.8 m	0.5 - 1.0 m	1.5 - 2.0 m	2.5 - 3.0 m
	tapa	Kierrekaira	Kierrekaira	Kierrekaira	Kierrekaira
	pvm.	1.12.2021	25.11.2021	25.11.2021	25.11.2021
Maanpinnan korkeus					
Maalaji		Sr Hk	saSi	saSi	Sa
Vesipitoisuus w %		10.3	22.3	27.2	45.7
Tilavuus- paino t/m ³	kosteana				
	kuivana				
Leikkaus- lujuus t/m ²	Kartulokoe	härpäntö- S mätön k			
		härpäntö- S' tynyt k			
	Puristuskoee S _p				
Vedenläpäis.k cm/s					
Humus %					
		Ei roudi	Routii	Routii	Routii
LEPISTÖ OY					
PIIPPO, LAHTI					
GEO-HYDRO OY					1365